



Construção e validação de simulador de baixo custo para capacitação de pacientes com diabetes mellitus e/ou de seus cuidadores na aplicação de insulina

Construction and validation of a low-cost simulator for training patients with diabetes mellitus and/or their caregivers in insulin administration

Construcción y validación de simulador de bajo costo para capacitación de pacientes con diabetes mellitus y/o de sus cuidadores en la aplicación de insulina

Janaina Pereira da Silva¹

Gerson Alves Pereira Junior²

Mateus Henrique Gonçalves Meska¹

Alessandra Mazzo¹

1. Universidade de São Paulo.

Ribeirão Preto, SP, Brasil.

2. Universidade de São Paulo.

Bauru, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Este estudo teve como objetivo a construção e validação de um simulador de baixo custo para uso na capacitação de pacientes com diabetes mellitus e de seus cuidadores para a aplicação de insulina. **Método:** Pesquisa-ação de abordagem qualitativa e estudo metodológico de validação. **Resultados:** Foi construído um simulador de baixa fidelidade com as áreas recomendadas para aplicação de insulina adaptadas para permitir o treinamento da habilidade. A validação foi feita por nove experts no assunto. **Conclusões:** O protótipo apresenta baixo custo e maior fidelidade anatômico funcional do que os modelos atualmente disponíveis no mercado. **Implicações para prática:** O simulador desenvolvido pode ser utilizado por profissionais da saúde, cuidadores ou pelos próprios pacientes como ferramenta na capacitação para aplicação de insulina. Seu uso pode favorecer a identificação de pontos críticos relacionados a técnica de aplicação, permitindo o planejamento de intervenções educacionais mais diretas e eficazes.

Palavras-chave: Simulação; Tecnologia de baixo custo; Ensino; Insulina; Educação em saúde.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to construct and validate a low-cost simulator to train diabetes mellitus patients and their caregivers on the administration of insulin. **Method:** Action research study with a qualitative approach, through a validation methodological study. **Results:** A low-fidelity simulator was constructed with the areas recommended for insulin administration adapted to allow skill training. Validation was done by nine experts on the subject. **Conclusions:** The prototype has low cost and greater anatomical functional fidelity than the models currently available in the market. **Implications for practice:** The simulator developed can be used by health professionals, caregivers or by the patients themselves as a tool in the training for insulin administration. Its use may favor the identification of critical points related to the application technique, allowing the planning of more directive and effective educational interventions.

Keywords: Simulation; Low-cost technology; Teaching; Insulin; Health education.

RESUMEN

Objetivo: Este estudio tuvo como objetivo la construcción y validación de un simulador de bajo costo para uso en la capacitación de pacientes con diabetes mellitus y de sus cuidadores para la aplicación de insulina. **Método:** Investigación-acción de abordaje cualitativo y estudio metodológico de validación. **Resultados:** Se ha construido un simulador de baja fidelidad con las áreas recomendadas para la aplicación de insulina adaptadas para permitir el entrenamiento de la habilidad. La validación fue hecha por nueve expertos en el tema. **Conclusiones:** El prototipo presenta bajo costo y mayor fidelidad anatómica funcional que los modelos actualmente disponibles en el mercado. **Implicaciones para la práctica:** El simulador desarrollado puede ser utilizado por profesionales de la salud, cuidadores o por los propios pacientes como herramienta en la capacitación para aplicación de insulina. Su uso puede favorecer la identificación de puntos críticos relacionados con la técnica de aplicación, permitiendo la planificación de intervenciones educativas más directivas y eficaces.

Palabras clave: Simulación; Tecnología de bajo coste; Enseñanza; Insulina; Educación en salud.

Autor correspondente:

Janaina Pereira Silva.

E-mail: janaina.pereira.silva@usp.br

Recebido em 22/12/2017.

Aprovado em 25/05/2018.

DOI: 10.1590/2177-9465-EAN-2017-0387

INTRODUÇÃO

A adesão ao tratamento constitui-se um desafio para pacientes portadores de diabetes mellitus, suas famílias e profissionais da saúde.¹ Atualmente, estima-se que a população mundial com diabetes mellitus seja da ordem de 415 milhões, com perspectiva de alcançar 642 milhões em 2040.² A natureza crônica da doença e a gravidade das complicações advindas de seu controle inadequado conferem ao diabetes mellitus um caráter oneroso, não apenas para os indivíduos afetados e suas famílias, mas também para o sistema de saúde.³ Em decorrência das complicações crônicas, os pacientes com diabetes mellitus apresentam, em comparação à população não acometida pela doença, elevada morbidade e mortalidade, com redução na expectativa de vida.⁴

Para minimizar as complicações, desde o diagnóstico, os pacientes com diabetes mellitus e seus cuidadores devem adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades para o autocuidado e para a aplicação de insulina, fato que exige protagonismo de todos os envolvidos, com ênfase nos profissionais da saúde.⁵ Estes profissionais devem, numa perspectiva dialógica, negociar prioridades, monitorar a adesão e motivar a participação do paciente no autocuidado.⁶

A insulina é a terapia medicamentosa de escolha para pacientes com diabetes mellitus tipo 1, mas muitos pacientes com diabetes mellitus tipo 2 também se beneficiam de seu uso.⁷ Nos pacientes com diabetes mellitus tipo 2, a insulina deve ser iniciada quando a associação de terapias não medicamentosa e medicamentosa oral não for eficaz no controle glicêmico. Seu início demanda uma titulação rigorosa de doses, com base nos resultados da glicemia capilar.³

A insulina pode ser classificada como uma medicação potencialmente perigosa por apresentar risco de provocar agravos, quando sua utilização não se dá de maneira adequada.⁸ A inclusão da insulina no tratamento do paciente com diabetes mellitus acrescenta complexidade à autogestão do cuidado. Sendo assim, é fundamental compreender e superar quaisquer barreiras que possam comprometer o sucesso do tratamento.⁹

Os desfechos indesejados podem ser afastados com ações educativas voltadas para prevenção de agravos e manutenção da qualidade de vida.⁴ A capacitação de pacientes com diabetes mellitus e de seus cuidadores para a aplicação de insulina é um desafio educacional em saúde e demanda o desenvolvimento de soluções factíveis e acessíveis.¹⁰ Pouco tempo é dispendido pela equipe de saúde para melhorar a técnica de autoaplicação de insulina junto aos pacientes, normalmente o foco do atendimento está direcionado a ajustes de dose da medicação frente aos achados laboratoriais e registro domiciliar da glicemia capilar.¹¹

O monitoramento do autocuidado na avaliação dos resultados educacionais a curto, médio e longo prazo deve ser foco das ações dos profissionais de saúde.⁴ A técnica de aplicação incorreta pode resultar em complicações graves, como hipoglicemia, hiperglicemia e lipohipertrofia.^{12,13} Outros problemas relacionados à técnica inadequada de aplicação do medicamento também são frequentes, como injeção em área

não recomendada, utilização de dispositivos de aplicação impróprios, não realização de prega subcutânea, negligenciamento do rodízio de área de aplicação, entre outros.¹⁴

Todavia, a complexidade e a quantidade de informações fornecidas pelos profissionais de saúde aos pacientes, quando a insulina é iniciada, torna compreensível que algumas instruções não sejam assimiladas pelos pacientes e cuidadores.¹⁵ Além disso, aspectos essenciais do procedimento, como por exemplo o rodízio da área de aplicação, a angulação correta da agulha frente ao tecido, muitas vezes podem não ser mencionados pelos profissionais durante a abordagem dos pacientes e de seus cuidadores.

Para minimizar essas possibilidades, independente da estratégia adotada para a capacitação, demonstrações realizadas pelos pacientes aos profissionais da técnica de aplicação de insulina precisam ser realizadas periodicamente, afim de identificar lacunas de conhecimento e de habilidade.¹⁶ Para tanto, a simulação clínica e os simuladores de pacientes podem ser os meios mais adequados a serem utilizados.

A simulação clínica favorece a identificação de pontos críticos na execução das habilidades e no conhecimento. Pode ser considerada uma ferramenta eficaz, relevante e inovadora para implementar, ensinar ou atualizar procedimentos.¹⁷ Pode ser definida como uma experiência onde se imita as peculiaridades de uma determinada situação real, almejando sua melhor compreensão, realização e gestão. É uma estratégia que recorre a um ambiente artificial, recriando e antecipando uma situação real, com o objetivo de praticar, aprender, avaliar, testar ou desenvolver a compreensão dos sistemas ou ações humanas.¹⁸

A simulação clínica pode ser classificada como de alta, média ou baixa fidelidade. O termo fidelidade descreve o realismo da experiência e não está relacionado a robotização dos simuladores.¹⁹ Fidelidade e tecnologia devem ser analisados separadamente.²⁰

No que diz respeito a classificação dos simuladores, os de baixa fidelidade são caracterizados pela integração de pouca tecnologia e destinados à aprendizagem e prática de habilidades simples e podem ser exemplificados pelas peças anatômicas, como as utilizadas no treino de aplicação de injetáveis. Já os de média e de alta fidelidade são caracterizados pela integração de níveis crescentes de tecnologia, que permitem o fornecimento de respostas fisiológicas às intervenções praticadas.²¹

A seleção do simulador deve ser precedida pela definição do objetivo de aprendizagem que se deseja alcançar.²² Cadáveres já foram considerados padrão-ouro quando utilizados como simuladores para treino de habilidades cirúrgicas.²³ Todavia, apesar da fidelidade anatômica, a fidelidade funcional dos cadáveres pode variar de acordo com o grau de preservação dos tecidos, fato que pode comprometer o realismo da experiência.²⁴

Nesse contexto, uma vez que o nível de compreensão e apreensão das informações nas capacitações baseadas em orientações fundamentalmente verbais é pequeno, a simulação deve ser explorada como uma ferramenta de ensino aprendizagem que favorece a problematização de conceitos abstratos

transportando-os para o campo concreto, o que pode favorecer a compreensão do processo de aplicação de insulina para o paciente e/ou o cuidador. Estudo realizado com pais de crianças com diabetes mellitus tipo 1, utilizou a simulação clínica para capacitar os pais para atuarem em situações de hipoglicemia, hiperglicemia e crise convulsiva. A possibilidade de praticar habilidades no simulador, antes que fosse necessário desenvolvê-las em seus filhos em uma situação de urgência, diminuiu significativamente o nível de ansiedade dos pais.²⁵

Ainda sobre o uso de simuladores na capacitação de pacientes, foi demonstrado que a simulação tem auxiliado paciente e cuidadores no desenvolvimento de habilidades para o cuidado de crianças em ventilação mecânica no ambiente domiciliar,²⁶ na realização do cateterismo urinário intermitente,²⁷ entre outros.

No entanto, apesar das experiências exitosas relatadas, a simulação clínica não é uma estratégia de ensino amplamente difundida entre os profissionais de saúde para a capacitação de pacientes e cuidadores. Seu acesso encontra obstáculos que vão desde o conhecimento dos profissionais, até aos custos onerosos e a dificuldade de acesso aos simuladores. Até mesmo simuladores de baixa fidelidade são considerados onerosos frente a algumas realidades econômicas e socioculturais. Baixo custo, realismo e relevância clínica são características desejáveis para um simulador²⁸ de capacitação de pacientes. Um estudo realizado na África com o objetivo de desenvolver e avaliar um simulador portátil de baixo custo para o treino de parteiras e enfermeiras obstétricas na zona rural do país mostrou que investimentos dessa natureza são bastante eficazes.²⁹

Nesse sentido, com vistas a minimizar tal situação e propor estratégias de ensino aprendizagem mais eficazes aos pacientes usuários de insulina e/ou seus cuidadores, este estudo tem como objetivo desenvolver, testar e validar um simulador de baixo custo para uso na capacitação de pacientes com diabetes mellitus e/ou de seus cuidadores para a aplicação de insulina.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em duas fases: Fase 1 - pesquisa-ação, de caráter aplicado, exploratório e abordagem qualitativa³⁰ e Fase 2 - estudo metodológico de validação de simulador.

Fase 1: Pesquisa ação

A pesquisa-ação se caracteriza pelo processo sistematizado, no qual práticos buscam por meio da pesquisa efetuar transformações em suas próprias práticas.³¹ Pesquisa e prática, enquanto ações dicotômicas, não favorecem a exploração da complementariedade dos dois campos, deixando ambos à margem de suas reais potencialidades.

Na pesquisa-ação o aprimoramento da prática se dá pela oscilação sistemática entre o agir no campo da prática e o investigar acerca dela. Esse tipo de pesquisa obedece a um ciclo clássico: identificação do problema, planejamento da solução, implementação, monitoramento e avaliação. Nesse processo, a mudança para a melhora da prática é a tônica do movimento, que busca construir a solução com base no método científico.³¹

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um levantamento de mercado com a finalidade de verificar quais simuladores as empresas do ramo recomendam para uso na capacitação de pacientes e/ou cuidadores para aplicação de insulina e seus preços de venda. A seleção das empresas foi feita via internet, aleatoriamente, em sites de busca. A solicitação da cotação foi feita via e-mail ou no próprio site da empresa.

Na etapa seguinte os simuladores foram avaliados pelos pesquisadores e participantes com base nas recomendações da Sociedade Brasileira de Diabetes sobre os aspectos importantes para o manejo seguro no preparo e aplicação da insulina.³ Foram elencados como características esperadas nos simuladores: 1) possibilitar reconhecimento de todas as áreas recomendadas para aplicação de insulina, 2) treinamento da antisepsia da pele, da realização da prega subcutânea, da inserção da agulha no tecido subcutâneo com angulação de 90° e 45°, da injeção no tecido subcutâneo e da manutenção da agulha no tecido subcutâneo por cinco segundos e 3) planejamento do rodízio dos pontos de aplicação.

A fase seguinte consistiu na busca e avaliação de materiais para o desenvolvimento de um protótipo a um custo baixo que atendessem aos resultados esperados.

Em seguida, a proposta foi apresentada aos técnicos da Oficina de Precisão da Universidade de São Paulo - *Campus* de Ribeirão Preto, que procederam o desenvolvimento do protótipo.

Fase 2: Estudo metodológico de validação de simulador

Para o desenvolvimento da segunda fase desse estudo, foram enviados convites por e-mail para 14 experts com atuação nos campos da assistência, da docência e da gestão no município onde o estudo foi desenvolvido. A seleção dos experts foi feita por meio da análise do Currículo Lattes, segundo os critérios adaptados de Fehring.³² Dentre os experts estavam representantes do grupo de profissionais que colaboraram na delimitação do problema relacionado à aplicação de insulina no município onde o estudo foi desenvolvido.

Foram selecionados profissionais da área da saúde e educação, com pelo menos um certificado de especialização na área do estudo, e/ou titulação de mestre, e/ou tese de doutorado, e/ou prática de pelo menos um ano na área, e/ou publicação de pesquisa relevante para a área de interesse do estudo.

Para a avaliação do simulador, foi utilizada uma escala sociométrica desenvolvida pelos próprios pesquisadores, que avaliou o simulador em relação aos mesmos itens utilizados para a avaliação dos simuladores encontrados na pesquisa de mercado.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo sob o parecer consubstanciado nº 2.144.495 e pela Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Ribeirão Preto, sob o Ofício nº 1447 de 11 de abril de 2017, a participação dos sujeitos foi formalizada pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

RESULTADOS

Fase 1

Das 17 empresas consultadas, apenas oito enviaram carta respostas, sendo que uma delas, informou não comercializar produtos que pudessem ser utilizados na capacitação de pacientes e/ou de cuidadores para aplicação de insulina. Entre as empresas respondentes houve indicação de quatro simuladores de corpo inteiro e três simuladores por partes, tipo peças anatômicas. Para a composição do Quadro 1, foi considerado o menor valor de cotação por simulador entre as empresas.

O Quadro 1, apresenta os preços, tipos, origens e avaliação à luz dos resultados esperados, dos simuladores encontrados na pesquisa de mercado.

Em relação ao desenvolvimento do protótipo, com o objetivo de garantir a visão e adaptação de todas as áreas recomendadas para aplicação de insulina, foi selecionado para constituir a estrutura do simulador, um manequim utilizado para exposição de roupas em lojas, tamanho adulto, caracterizado como obeso e do sexo feminino. O manequim adquirido foi de plástico rígido,

com suporte de ferro nos pés para garantir a posição ortostática e teve custo de R\$ 150,00 (US\$ 47,51).

A estrutura selecionada para simular o tecido subcutâneo, foi a espuma laminada de oito centímetros de espessura e de densidade 20, sendo que seu custo foi de R\$ 40,00 (US\$ 12,67). O tecido muscular não foi demonstrado na estrutura do simulador desenvolvido, por tratar-se de uma estrutura dispensável, dados os objetivos do estudo e a necessidade de garantir baixo custo.

Foi ainda desenvolvido um simulador de pele utilizando-se silicone líquido, catalisador e tinta à base de água, o qual alcançou boa fidelidade em relação a cor, textura e espessura da pele, em relação a outros materiais testados. O custo do simulador de pele foi de R\$ 15,50 (US\$ 4,91). Os materiais utilizados estão demonstrados na Figura 1.

O desenvolvimento do simulador foi feito pela equipe de técnicos da Oficina de Precisão da Universidade de São Paulo, Campus Ribeirão Preto, com custo de mão-de-obra de R\$100,00 (US\$ 31,57). A Oficina de Precisão tem como missão propiciar benefícios contínuos à sociedade e dar apoio técnico

Quadro 1. Avaliação dos simuladores de paciente encontrados na pesquisa de mercado em relação às recomendações da Sociedade Brasileira de Diabetes (2016)³, tipo, preço e origem. Ribeirão Preto, 2017.

Simulador	1	2	3	4	5	6	7
Tipo	Peça anatômica	Peça anatômica	Peça anatômica	Corpo inteiro	Corpo inteiro	Corpo inteiro	Corpo inteiro
Preço							
*Cotação dólar Banco Central do Brasil 13/10/2017, taxa US\$ 1,00 = R\$ 3,1572005.	R\$ 460,00 US\$ 145,69	R\$ 608,00 US\$ 192,57	R\$ 1.210,00 US\$ 383,25	R\$ 1.940,00 US\$ 614,46	R\$ 2.498,00 US\$ 791,20	R\$ 4.480,00 US\$1418,97	R\$ 4.752,00 US\$ 1505,13
Origem	Importado	Importado	Importado	Importado	Importado	Importado	Importado
Permite o reconhecimento e a delimitação de todas as áreas recomendadas para aplicação de insulina e a compreensão de sua delimitação	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Permite o treinamento da antisepsia da pele.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite o treinamento da realização da prega cutânea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite o treinamento da inserção da agulha no tecido subcutâneo com angulação de 90° e 45°	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite o treinamento da injeção de conteúdos líquidos no tecido subcutâneo	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite o treinamento da manutenção da agulha no tecido subcutâneo por cinco segundos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite o planejamento do rodízio dos pontos de aplicação	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: arquivos do pesquisador

Figura 1. Materiais utilizados para construção de simulador para aplicação de insulina. Ribeirão Preto, 2017. Fonte: Arquivo do pesquisador.



às atividades de docência e pesquisa, sendo escolhida para o desenvolvimento do protótipo.

Para a construção do simulador, o manequim de loja foi encaminhado para a oficina, onde foi realizado o recorte das áreas recomendadas para aplicação de insulina. Para a delimitação das áreas foram seguidas as recomendações da Sociedade Brasileira de Diabetes.⁵ O recorte das áreas foi feito, utilizando-se uma lâmina de serra manual e as bordas resultantes foram lixadas com folhas de lixa seca.

A seguir as bases plásticas resultantes do recorte foram fixadas na parte interna do manequim a cerca de oito centímetros da superfície utilizando hastes metálicas e parafusos. As hastes metálicas foram fixadas internamente a cinco centímetros da borda recortada para evitar o desacoplamento do simulador de tecido subcutâneo, quando a prega fosse realizada. O custo com hastes metálicas e parafusos foi de R\$ 32,00 (US\$ 10,14).

Nos braços do manequim, em função das dimensões limitadas, a estratégia adotada foi distinta, a base plástica recortada foi redimensionada e fixada com cola, a 4 centímetros da superfície, não sendo necessário a instalação de hastes metálicas, o

custo da cola foi de R\$ 2,00 (US\$ 0,63). A Figura 2 apresenta o manequim recortado, a estrutura de sustentação desenvolvida e a adaptação da estrutura do braço.

O simulador foi desenvolvido utilizando recursos de baixa tecnologia e teve como custo total R\$ 339,50 (US\$ 107,43). O protótipo final de simulador de baixo custo, desenvolvido para a capacitação de pacientes e/ou de seus cuidadores para a aplicação de insulina encontra-se apresentado na Figura 3.

Fase 2

Dos 14 (100,0%) experts convidados, apenas 09 (64,3%) participaram da validação. Entre eles 01 (11,1%) farmacêutico, 01 (11,1%) dentista, 01 (11,1%) psicólogo, 03 (33,3%) médicos endocrinologistas, 01 (11,1%) médico especialista em doenças crônicas e 02 (22,2%) enfermeiros. Todos com expertise comprovada na área do estudo. A validação foi desenvolvida em um único encontro, com duração de duas horas, no qual foi feita a apresentação do projeto de pesquisa, seguida pela exploração e discussão do protótipo.

Os itens avaliados pelos experts no processo de validação do protótipo do simulador estão descritos na Tabela 1.

Figura 2. Estrutura recortada do simulador para inclusão do tecido subcutâneo e da pele simulados. Ribeirão Preto, 2017. Fonte: Arquivo do pesquisador.



Figura 3. Protótipo do simulador para aplicação de insulina, visão anterior, posterior e lateral. Ribeirão Preto, 2017. Fonte: Arquivo do pesquisador.

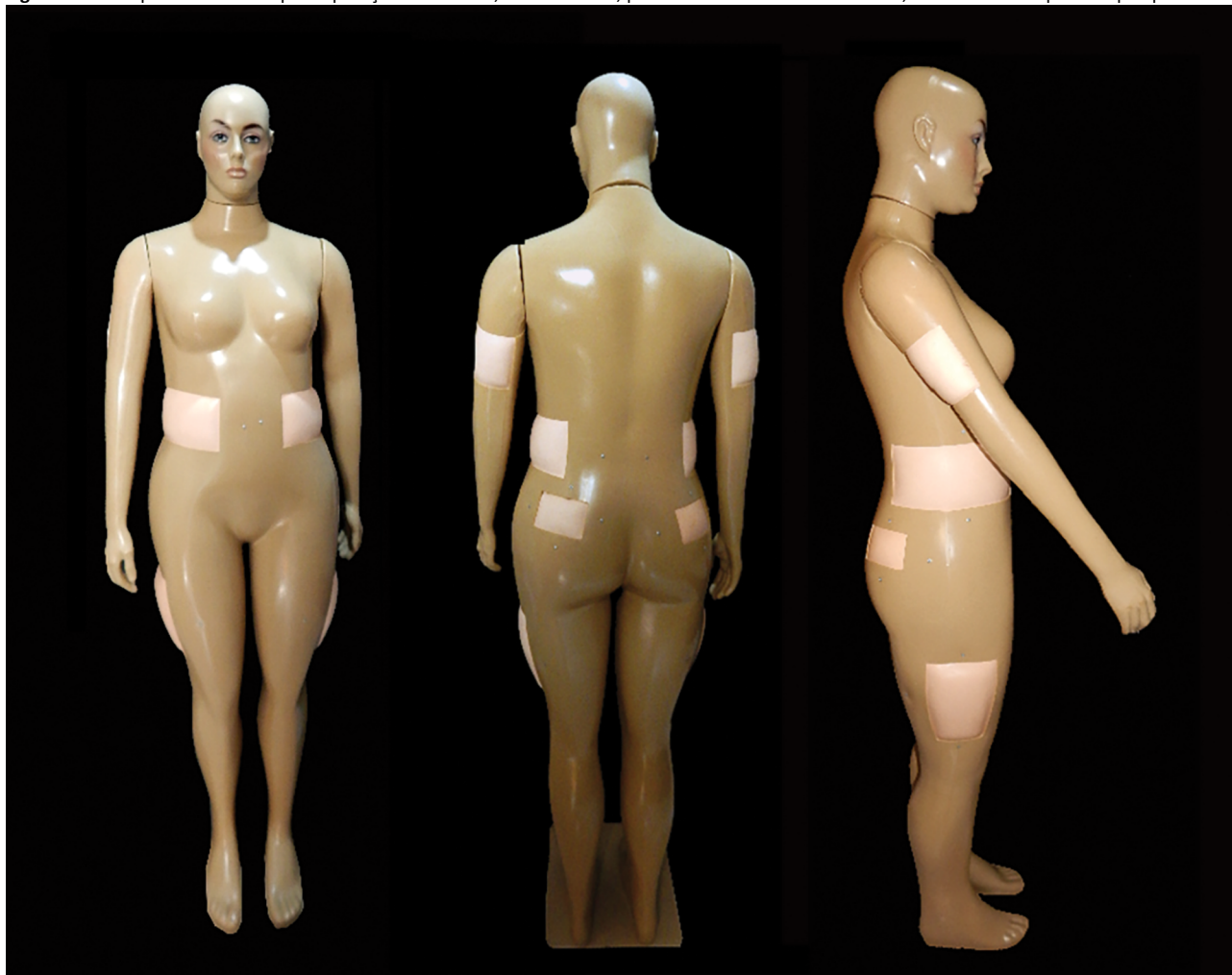


Tabela 1. Itens avaliados pelos experts para validação de um simulador de baixo custo para capacitação de pacientes com diabetes mellitus e de seus cuidadores para a aplicação de insulina. Ribeirão Preto, 2017.

Itens avaliados	Concordo fortemente	Concordo	Concordo parcialmente	Discordo	Não sei
Permite o reconhecimento de todas as áreas recomendadas para aplicação de insulina e a compreensão de sua delimitação	8 (89,0%)	1 (11,0%)	-	-	-
Permite o treinamento da antissepsia da pele.	9 (100,0%)	-	-	-	-
Permite o treinamento da realização da prega cutânea	9 (100,0%)	-	-	-	-
Permite o treinamento da inserção da agulha no tecido subcutâneo com angulação de 90° e 45°	9 (100,0%)	-	-	-	-
Permite o treinamento da injeção no tecido subcutâneo	8 (89,0%)	1 (11,0%)	-	-	-
Permite o treinamento da manutenção da agulha no tecido subcutâneo por cinco segundos	9 (100,0%)	-	-	-	-
Permite o planejamento do rodízio dos pontos de aplicação	6 (67,0%)	3 (33,0%)	-	-	-
É útil na capacitação de pacientes com diabetes mellitus usuários de insulina e/ou de seus cuidadores para a aplicação de insulina	9 (100,0%)	-	-	-	-

DISCUSSÃO

Nesse estudo foi proposto e desenvolvido um simulador de baixo custo para aplicação de insulina. O Governo Federal tem como objetivo tornar o Brasil independente em relação ao mercado externo no desenvolvimento de equipamentos e tecnologias.³³ Todos os simuladores encontrados na pesquisa de mercado realizada nesse estudo eram importados.

A autoaplicação de insulina é um tema de grande relevância epidemiológica. Nesse contexto, conforme os dados encontrados e descritos no Quadro 1, a oferta de simuladores no mercado, destinados ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao tema, parece ainda não contemplar alguns dos principais pontos críticos.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes,³ a insulina deve ser aplicada nos braços, no abdome, nas coxas ou nas nádegas. Em relação a delimitação das áreas de aplicação orienta-se os seguintes parâmetros anatômicos: 1) nos braços pode-se utilizar a face posterior, de três a quatro dedos abaixo da axila e de três a quatro dedos acima do cotovelo; 2) no abdome pode-se utilizar as regiões laterais, distante de três a quatro dedos da cicatriz umbilical; 3) nas coxas pode-se utilizar as faces anterior e lateral externa, quatro dedos abaixo da virilha e quatro dedos acima do joelho e 4) nas nádegas pode-se utilizar o quadrante superior lateral externo. Todas essas áreas foram adaptadas no manequim para permitir o reconhecimento e a compreensão.

Os simuladores sugeridos pelas empresas consultadas nesse estudo eram na sua maioria de corpo inteiro, todavia, não apresentavam todas as áreas recomendadas para aplicação de insulina adaptadas para tal fim, fato que compromete o reconhecimento das áreas, sua delimitação e o planejamento do rodízio dos locais de aplicação. Além disso, todos os simuladores de corpo inteiro encontrados possuíam a região do deltóide adaptada para a administração de injetáveis, não sendo esta uma área recomendada para a aplicação de insulina. A aplicação de insulina na região deltóidea pode resultar em aplicação no tecido intramuscular, o que aumenta a velocidade de absorção da insulina, podendo provocar sérios danos à saúde do paciente.

Outro tipo de simulador encontrado na pesquisa de mercado são as peças anatômicas, simuladores por partes, que apesar de serem consideradas práticas em função da facilidade de transporte e manipulação, não favorecem a compreensão da delimitação das áreas recomendadas para aplicação da insulina, por não permitirem a visualização adequada dos pontos de referência.

O passo-a-passo da construção de um simulador de alta fidelidade e baixo custo para o treinamento da habilidade de verificação da taxa de glicose no sangue foi descrito em um estudo realizado na Austrália.³⁴

O desenvolvimento de um simulador demanda a compreensão e a descrição de quais resultados são esperados a partir de seu uso. Quando esse desenvolvimento se dá junto a equipe que fará a utilização desse novo recurso, as chances de sucesso aumentam.³⁵ Nesse estudo, a opinião dos experts demonstra que o simulador proposto pode ser uma ferramenta útil para a educação de pacientes e/ou cuidadores.

Investimentos em estratégias inovadoras para educação em diabetes mellitus tem eficácia superior em relação à educação tradicional.³⁶ Estudo mostrou que a maioria dos pacientes com diabetes mellitus tratados com insulina apresenta déficit de conhecimento sobre o procedimento de aplicação e, desta forma, investir em educação sobre técnicas de aplicação pode resultar em melhores resultados.³⁷

O uso de dispositivos para aplicação de insulina com alto grau de tecnologia integrada, como as bombas de insulina e as canetas de aplicação têm crescido, todavia, na ausência de um programa estruturado de educação, apesar da tecnologia e custos empregados, os resultados ainda podem ser insatisfatórios.³⁸

O uso do protótipo permite que o aprendiz, próprio paciente e/ou seu cuidador, compreenda o sistema de rodízio proposto. A realização correta do rodízio dos locais de aplicação de insulina parece ser fator crítico na prevenção da lipohipertrofia, uma complicação comum, que está relacionada a variabilidade dos níveis glicêmicos e a episódios de hipoglicemia.¹³

Um estudo avaliou a espessura da pele em adultos que utilizam insulina concluiu que raramente ultrapassa 3 mm, independente do local de aplicação, do sexo, do índice de massa corporal, da idade e da etnia.³⁹ A pele desenvolvida para a construção do protótipo tem espessura de 03 mm, todavia, apesar de apresentar boa fidelidade em relação a cor, espessura e textura, precisa de investimentos para melhora de sua resistência, uma vez que, apesar de ser resistente a múltiplas perfurações com agulha de insulina, sua manipulação, necessária nos momentos de higienização do protótipo, resultou, algumas vezes, em danos à sua estrutura. Estudo avaliou a espessura do tecido subcutâneo em pacientes que aplicam insulina e concluiu que há grande variabilidade, sendo mais espesso na região glútea e no abdome.³⁸ Na construção do protótipo, a espuma laminada foi selecionada para simular o tecido adiposo, já que se caracteriza como uma estrutura macia, com capacidade de absorção e retenção de pequenos volumes de líquidos. A espuma viscoelástica foi testada, todavia, apresentou tempo de recuperação à forma inicial lentificado, distanciando-se da fidelidade funcional desejada.

O tecido muscular não foi apresentado na estrutura do simulador, já que a autoaplicação de insulina no ambiente domiciliar, deve ser feita apenas no tecido subcutâneo, dada as características de absorção deste. A aplicação de insulina no tecido muscular pelo paciente, normalmente, decorre de erro relacionado à seleção do tamanho da agulha, à angulação adotada para a realização da injeção e à não realização de prega cutânea e tem como consequência a variabilidade glicêmica. A não visualização do tecido muscular no simulador desenvolvido, pode ser considerada como outra limitação do estudo, uma vez que se demonstrado, o tecido muscular poderia ser utilizado para trabalhar aspectos relacionados à prevenção da aplicação em regiões mais profundas que alterariam a velocidade de absorção. Todavia, nesse simulador para manter o baixo custo esse aspecto não foi priorizado.

O protótipo foi construído utilizando-se um manequim de loja utilizado para exposição de roupas como estrutura principal, o manequim selecionado é caracterizado pela indústria como

obeso. A altura do manequim é de 1,70 metros (m) e o peso estimado de um indivíduo com o mesmo biótipo físico é de cerca de 80 quilogramas (kg), que resultaria em um índice de massa corporal de 27,6 kg/m², o qual na classificação do estado nutricional é considerado sobrepeso. Para o desenvolvimento de outros protótipos, outros biótipos de manequim, que representassem indivíduos eutróficos e com obesidade grau 1, 2 e 3, poderiam ser adotados.

Devido suas dimensões e possibilidade de desarticulação apenas da cabeça e dos membros superiores, uma das limitações do protótipo produzido é o transporte. Apesar de seu volume, o peso final do protótipo foi de 6,8 kg.

Os experts sugeriram a construção de um protótipo em manequim pediátrico para o alcance dessa população e também para facilitar o transporte dessa ferramenta de ensino, devido suas dimensões reduzidas.

O simulador construído teve custo inferior ao preço da peça anatômica mais barata encontrada na pesquisa de mercado.

A validação do protótipo foi feita por nove experts, a seleção da amostra de experts foi feita por conveniência a partir da análise do Currículo Lattes e da adequação da área de domínio dos profissionais convidados aos objetivos do estudo, o número reduzido de experts nessa fase pode ser considerado uma das limitações desse estudo.

Para um profissional da saúde pode ser relativamente simples realizar a aplicação de uma injeção no tecido subcutâneo, todavia, para um paciente e/ou cuidador, realizar a técnica de aplicar uma medicação, potencialmente perigosa, em seu domicílio, sem antes ter tido a oportunidade de treinar sob a supervisão de um profissional em um ambiente controlado, pode se constituir um fator estressante importante e comprometer os resultados.

CONCLUSÕES

O simulador de baixa fidelidade apresentado neste estudo é uma ferramenta que pode facilitar o processo de capacitação para o autocuidado. Apresenta baixo custo e maior fidelidade anatômico funcional, que os modelos disponíveis no mercado.

Por ter sido construído de maneira coletiva, considerando as observações de todos os participantes, tem maiores chances de ser incorporado como material educativo no processo de capacitação dos pacientes, benefício que pode claramente ser atribuído ao processo de pesquisa-ação.

A Sociedade Brasileira de Diabetes recomenda que a técnica adequada de aplicação da insulina seja demonstrada ao paciente e ao cuidador e que em seguida paciente e cuidador demonstrem a técnica ao profissional, o simulador desenvolvido possibilita o atendimento dessa recomendação de maneira segura.

CONTRIBUIÇÕES

O simulador desenvolvido pode ser utilizado por profissionais da saúde como ferramenta para capacitação de pacientes com diabetes mellitus e de seus cuidadores para aplicação de insulina. Seu uso pode favorecer a identificação de pontos críticos

relacionados a técnica de aplicação, permitindo assim o planejamento de intervenções educacionais mais diretas e eficazes.

Uma inovação que permite o atendimento da recomendação da Sociedade Brasileira de Diabetes em relação a abordagem dessa técnica com o menor nível de abstração possível.

Por seu baixo custo e fácil manipulação pode ser adotado pelas equipes de saúde como ferramenta de capacitação dos pacientes, diminuindo a lacuna entre conhecimento e prática e colaborando para solucionar a questão da dificuldade apresentada pelos pacientes na compreensão de orientações fundamentalmente verbais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o empenho e a dedicação dos profissionais da Oficina de Precisão da Universidade de São Paulo, *Campus* de Ribeirão Preto no desenvolvimento desse protótipo.

REFERÊNCIAS

1. Faria HTG, Rodrigues FFL, Zanetti ML, Araújo MFMD, Damasceno MMC. Factors associated with adherence to treatment of patients with diabetes mellitus. *Acta Paul Enferm* [Internet]. 2013; [cited 2017 Nov 30]; 26(3):231-7. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-21002013000300005&script=sci_arttext&tlng=pt
2. International Diabetes Federation (IDF). *Diabetes Atlas*. 8th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2017. [cited 2016 Sep 9] Available from: <http://www.diabetesatlas.org/>
3. Sociedade Brasileira de Diabetes (BR). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016). São Paulo: AC. Farmacêutica; 2016. [cited 2017 Jul 24]. Available from: <http://www.diabetes.org.br/profissionais/images/docs/DIRETRIZES-SBD-2015-2016.pdf>
4. Oliveira Chaves M, Franco Teixeira MR, Dias da Silva SE. Percepções de portadores de diabetes sobre a doença: contribuições da Enfermagem. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2013 Mar/Apr; [cited 2017 Jul 10]; 66(2):215-21. Available from: <http://www.redalyc.org/html/2670/267028666010>
5. Levich BR. Diabetes management: optimizing roles for nurses in insulin initiation. *J Multidiscip Healthc* [Internet]. 2011; [cited 2017 Dec 21]; 4:15-24. Available from: <https://www.dovepress.com/diabetes-management-optimizing-roles-for-nurses-in-insulin-initiation-peer-reviewed-article-JMDH>
6. Sociedade Brasileira de Diabetes (BRD). *Conduta Terapêutica no Diabetes Tipo 2: Algoritmo SBD 2017*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes; 2017. Available from: <http://www.diabetes.org.br/profissionais/images/2017/POSICIONAMENTO-OFICIAL-SBD-02-2017-ALGORITMO-SBD-2017.pdf>
7. American Diabetes Association. 14. Diabetes Care in the Hospital. *Diabetes Care* [Internet]. 2017 Jan; [cited 2017 Dec 11]; 40(Suppl 1):S120-7. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Diabetes+Care+2017%3B+40+\(Suppl.+1\)%3BS120%E2%80%93127](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Diabetes+Care+2017%3B+40+(Suppl.+1)%3BS120%E2%80%93127)
8. Institute for Safe Medication Practices (ISMP). *High-Alert Medications in Acute Care Settings*. 2014. [cited 2014 Jun 14]. Available from: <https://www.ismp.org/tools/highalertmedications.pdf>
9. Guedes TG, Oliveira FC, Diógenes MAR, Damasceno CF. Cliente diabético: avaliação da auto-aplicação da insulina. *Rev Rene* [Internet]. 2005 May/Aug; [cited 2017 Sep 30]; 6(2):80-7. Available from: <http://periodicos.ufc.br/index.php/rene/article/view/5513>
10. Spollett G, Edelman SV, Mehner P, Walter C, Penforis A. Improvement of Insulin Injection Technique: Examination of Current Issues and Recommendations. *Diabetes Educ* [Internet]. 2016 Aug; [cited 2017 Jun 25]; 42(4):379-94. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27216036>

11. Grassi G, Scuntero P, Trepiccioni R, Marubbi F, Strauss K. Optimizing insulin injection technique and its effect on blood glucose control. *J Clin Transl Endocrinol* [Internet]. 2014 Dec; [cited 2017 Nov 11]; 1(4):145-50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214623714000271>
12. International Hypoglycaemia Study Group. Minimizing Hypoglycemia in Diabetes. *Diabetes Care* [Internet]. 2015 Aug; [cited 2017 Sep 26]; 38(8):1583-91. Available from: <http://care.diabetesjournals.org/content/38/8/1583>
13. Blanco M, Hernández MT, Strauss KW, Amaya M. Prevalence and risk factors of lipohypertrophy in insulin-injecting patients with diabetes. *Diabetes Metab* [Internet]. 2013 Oct;39(5):445-53. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23886784>
14. De Coninck C, Frid A, Gaspar R, Hicks D, Hirsch L, Kreugel G, et al. Results and analysis of the 2008-2009 Insulin Injection Technique Questionnaire survey. *J Diabetes* [Internet]. 2010 Sep; [cited 2017 Dec 10]; 2(3):168-79. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20923482>
15. Diggle J. The management of diabetes and best practice in injection technique. *Nurse Prescr* [Internet]. 2015 Feb; [cited 2017 Nov 25]; 13(2):72-8. Available from: <http://www.magonlineibrary.com/doi/abs/10.12968/npre.2015.13.2.72>
16. Frid AH, Kreugel G, Grassi G, Halimi S, Hicks D, Hirsch LJ, et al. New Insulin Delivery Recommendations. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2016 Sep; [cited 2017 Sep 30]; 91(9):1231-55. Available from: [http://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196\(16\)30321-4/references](http://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196(16)30321-4/references)
17. Daupin J, Atkinson S, Bédard P, Pelchat V, Lebel D, Bussièrès JF. Medication errors room: a simulation to assess the medical, nursing and pharmacy staffs' ability to identify errors related to the medication-use system. *J Eval Clin Pract* [Internet]. 2016 Dec;22(6):907-16. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Medication+errors+room%3A+a+simulation+to+assess+the+medical%2C+nursing+and+pharmacy+staffs'+ability+to+identify+errors+related+to+the+medication+use+system>
18. Meakim C, Boese T, Decker S, Franklin AE, Gloe D, Lioce L, et al. Standards of Best Practice: Simulation Standard I: Terminology. *Clin Simul Nurs* [Internet]. 2013; [cited 2017 Jan 23]; 9(6S):S3-11. Available from: [http://www.nursingsimulation.org/article/S1876-1399\(13\)00071-6/pdf](http://www.nursingsimulation.org/article/S1876-1399(13)00071-6/pdf)
19. The Inascl Board of Directors (US). Standard I: Terminology. *Clin Simul Nurs* [Internet]. 2011; [cited 2017 Jan 23]; 7(Suppl 4):S3-7. Available from: [http://www.nursingsimulation.org/issue/S1876-1399\(11\)X0005-1](http://www.nursingsimulation.org/issue/S1876-1399(11)X0005-1)
20. Walsh K, Jaye P. The relationship between fidelity and cost in simulation. *Med Educ* [Internet]. 2012 Dec; [cited 2017 Jan 24]; 46(12):1226. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.2012.04352.x/full>
21. Cant RP, Cooper SJ. Simulation based learning in nurse education: systematic review. *J Adv Nurs* [Internet]. 2010 Jan; [cited 2017 Jul 24]; 66(1):3-15. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2648.2009.05240.x/full>
22. Munshi F, Lababidi H, Alyousef S. Low-versus high-fidelity simulations in teaching and assessing clinical skills. *J Taibah Univ Sci* [Internet]. 2015 Mar; [cited 2017 Feb 20]; 10(1):12-5. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658361215000141>
23. McDougall EM. Validation of surgical simulators. *J Endourol* [Internet]. 2007 Mar; [cited 2016 Aug 20]; 21(3):244-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17444766>
24. Tan SSY, Sarker SK. Simulation in surgery: a review. *Scott Med J* [Internet]. 2011 May; [cited 2017 Sep 29]; 56(2):104-9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1258/smj.2011.011098>
25. Ramchandani N, Maguire LL, Stern K, Quintos JB, Lee M, Sullivan-Bolyai S. PETS-D (parents education through simulation-diabetes): Parents' qualitative results. *Patient Educ Couns* [Internet]. 2016 Aug; [cited 2017 Nov 23]; 99(8):1362-7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0738399116301410>
26. Tofil NM, Rutledge C, Zinkan JL, Youngblood AQ, Stone J, Peterson DT, et al. Ventilator caregiver education through the use of high-fidelity pediatric simulators: a pilot study. *Clin Pediatr* [Internet]. 2013 Nov; [cited 2017 Dec 12]; 52(11):1038-43. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0009922813505901>
27. Silva DRA, Mazzo A, Jorge BM, Souza Júnior VD, Fumincelli L, Almeida RGS. Intermittent Urinary Catheterization: The Impact of Training on a Low-Fidelity Simulator on the Self-Confidence of Patients and Caregivers. *Rehabil Nurs* [Internet]. 2017 Mar/Apr;42(2):97-103. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Silva+DR%2C+Mazzo+A%2C+Jorge+BM%2C+Souza+J%2C%2BAnior+VD%2C+Fumincelli+L%2C+Almeida+RG.+Intermittent+Urinary+Catheterization%3A+The+Impact+of+Training+on+a+Low-fidelity+Simulator+on+the+Self-confidence+of+Patients+and+Caregivers.+Rehabil+Nurs>
28. Cabrera-Muffly C, Clary MS, Abaza M. A low-cost transcervical laryngeal injection trainer. *Laryngoscope* [Internet]. 2016 Apr; [cited 2017 Dec 21]; 126(4):901-5. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lary.25561/full>
29. Perosky J, Richter R, Rybak O, Gans-Larty F, Mensah MA, Danquah A, et al. A low-cost simulator for learning to manage postpartum hemorrhage in rural Africa. *Simul Healthc* [Internet]. 2011 Feb; [cited 2017 Jun 30]; 6(1):42-7. Available from: http://journals.lww.com/simulationinhealthcare/Abstract/2011/02000/A_Low_Cost_Simulator_for_Learning_to_Manage.9.aspx
30. Pozzebon M, Freitas HMR. Pela aplicabilidade - com um maior rigor científico - dos estudos de caso em sistemas de informação. *Rev Adm Contemp* [Internet]. 1998 May/Aug; [cited 2016 Jan 22]; 2(2):143-70. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65551998000200009&script=sci_arttext
31. Tripp D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educ Pesqui* [Internet]. 2005 Sep/Dec; [cited 2017 Feb 27]; 31(3):443-66. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000300009&lng=en&nrm=iso
32. Fehring RJ. Methods to validate nursing diagnoses. *Nurs Facul Res Public* [Internet]. 1987 Nov; [cited 2017 Jan 23]; 16(6 Pt 1):625-9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Fehring+RJ.+Methods+to+validate+nursing+diagnoses>
33. Ministério da Saúde (BR). Apresentação de Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE). Relatório de Gestão 2016. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2017. [cited 2017 Apr 4]. Available from: <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/fevereiro/23/RAG-SCTIE-2016.pdf>
34. Andersen P, O'Brien S, Cox K. Developing Low-Cost, High-Fidelity Resources for Blood Glucose Measurement and Cord Blood Sampling. *Clin Simul Nurs* [Internet]. 2016 Nov; [cited 2017 Apr 18]; 12(11):504-10. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876139916300469>
35. Jabir S. Simulation in surgery: a proposal for quality control in the use of simulators in surgical training. *Intern J Med Simul* [Internet]. 2012; [cited 2016 May 4]; 3(2):1-9. Available from: <http://ispub.com/IJMS/3/2/13959>
36. Huang MC, Hung CH, Yu CY, Berry DC, Shin SJ, Hsu YY. The effectiveness of multimedia education for patients with type 2 diabetes mellitus. *J Adv Nurs* [Internet]. 2017 Apr; [cited 2017 Dec 21]; 73(4):943-54. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jan.13194/full>
37. Ibrahim HA. Poor Awareness of the Right Injection Techniques Deteriorates Glycemic Control Among Insulin Treated Diabetic Patients. In: *Endocrine Society's 96th Annual Meeting and Expo*; 2014 Jun 21-24; Chicago, IL, USA [Internet]. 2014; [cited 2017 Jun 23]. Available from: <http://press.endocrine.org/doi/abs/10.1210/endo-meetings.2014.DGM.3.MON-0996>
38. Strollo F, Gentile S. Comment on the New Indian Injection Technique Recommendations: Critical Appraisal of the Real-World Implementation of the Current Guidelines. *Diabetes Therapy* [Internet]. 2017 Jun; [cited 2017 Dec 20]; 8(3):507-11. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13300-017-0262-7>
39. Gibney MA, Arce CH, Byron KJ, Hirsch LJ. Skin and subcutaneous adipose layer thickness in adults with diabetes at sites used for insulin injections: implications for needle length recommendations. *Curr Med Res Opin* [Internet]. 2010 Jun; 26(6):1519-30. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Skin+and+subcutaneous+adipose+layer+thickness+in+adults+with+diabetes+at+sites+used+for+insulin+injections%3A+implications+for+needle+length+recommendations>