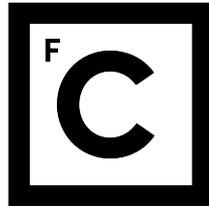


UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



**Ciências**  
**ULisboa**

# **VASELFCARE - COMPONENTE DE DIÁLOGO INTELIGENTE**

**Pedro Miguel Lemos das Neves**

**MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
Especialização em Engenharia de Software

**Versão Pública**

Trabalho de projeto orientado por:  
Prof. Doutor João Carlos Balsa da Silva  
e co-orientado pela Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Paula Boler Cláudio

2019



## **Agradecimentos**

Inicialmente gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio durante estes anos difíceis e por me incentivarem a seguir os meus objetivos. Gostaria de ajudar em especial ao meu irmão por todo o apoio nestes anos.

Agradeço aos meus orientadores o Professor Doutor João Carlos Balsa da Silva e a Professora Doutora Ana Paula Boler Cláudio por me darem a oportunidade de participar neste projeto, e pelo apoio que me foi dado durante o desenvolvimento deste projeto.

Gostaria também de agradecer aos alunos que trabalharam previamente neste projeto, a Susana Buinhas, o Diogo Marques e o António Dias, que me ajudaram na compreensão do protótipo previamente desenvolvido e das diferentes ferramentas criadas para facilitar o desenvolvimento do projeto.

Aos meus colegas de laboratório gostaria de agradecer as trocas de ideias realizadas e os momentos de descontração. Gostaria de agradecer especialmente ao Pedro Alves, que trabalhou no projeto em paralelo comigo, pela ajuda com o projeto quando necessário.

A todos os elementos da equipa VASelfCare por me acolherem de braços abertos e me darem uma oportunidade de realizar este projeto.

Gostaria também de agradecer a todos os meus amigos dentro e fora da faculdade pelos momentos de descontração durante estes anos.

Por fim gostaria de agradecer a todos os voluntários que realizaram os testes ao protótipo da aplicação resultante deste trabalho e pela paciência que tiveram quando foram encontrados problemas. Obrigado também pelas diversas sugestões e pelo tempo dispensado, contribuíram com informação valiosa para o desenvolvimento da aplicação.

Este trabalho recebeu o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia através do financiamento do projeto VASelfCare, projeto nº024250. Fico extremamente grato pela bolsa disponível durante o desenvolvimento deste trabalho.



## Resumo

Esta tese enquadra-se no projeto de investigação VASelfCare cujo objetivo é produzir uma ferramenta informática com um agente relacional, na forma de uma figura humana virtual, que ajuda pessoas mais velhas com diabetes tipo 2 a seguir os seus planos de tratamento. Este assistente virtual é um avatar com representação antropomórfica e dotado de inteligência artificial. Este sistema é disponibilizado para dispositivos tablet com sistema operativo Android. A aplicação irá ajudar o utilizador em três vertentes: medicação, atividade física e alimentação.

O trabalho discutido nesta tese tem como ponto de partida um protótipo já existente, tendo este sido desenvolvido para uma tese de mestrado do ano letivo anterior (2017/18).

O objetivo deste trabalho é a incorporação, no assistente virtual, de componentes de inteligência artificial que possibilitem uma interação mais realista entre o assistente e o paciente. Estas componentes incidirão na melhoria do fluxo da interação, com adaptação à situação concreta do doente, considerando todas as dimensões do contexto em causa, bem como na incorporação de componentes que permitam, utilizando informação contextual, enriquecer a dinâmica da atuação do assistente virtual.

O desenvolvimento da solução foi seguido da realização de testes com especialistas e utentes em centros de saúde da área de Lisboa que fazem parte do grupo alvo. Para este trabalho em particular foram também realizados testes às diferentes decisões realizadas pela aplicação quando o utilizador é ou não aderente a comportamentos adequados em cada uma das componentes trabalhadas na aplicação. Os resultados destes testes foram positivos sendo que as pessoas que testaram a aplicação afirmaram que gostaram de a usar e que gostariam de a usar com frequência. Durante estes testes foram revelados alguns erros que foram resolvidos e foram feitas diversas sugestões que foram ou podem vir a ser implementadas na aplicação.

**Palavras-chave:** autocuidado; avatar; ECA (Embodied Conversational Agent); inteligência artificial; diabetes; pessoas mais velhas; VASelfCare.



## Abstract

This thesis fits into the VASelfCare research project whose goal is to produce a computer tool with a relational agent in the form of a virtual human figure that helps older people with type 2 diabetes follow their treatment plans. This virtual assistant is an anthropomorphic avatar with artificial intelligence. This system is available for tablet devices with Android operating system. The application will help the user in three aspects: medication, physical activity and diet.

The work discussed in this thesis has as its starting point an already existing prototype, which was developed for a master thesis of the previous school year (2017/18).

The goal of this work is the incorporation, in the virtual assistant, of artificial intelligence components that allow a more realistic interaction between the assistant and the patient. These components will focus on improving the flow of interaction, adapting to the patient's specific situation, considering all the dimensions of the context in question, as well as incorporating components that allow, using contextual information, to enrich the dynamics of the virtual assistant's performance.

The development of the solution was followed by tests with specialists and users in health centers in the Lisbon area that are part of the target group. For this particular work, tests were also performed to the different decisions made by the application when the user is or not adhering to appropriate behaviors in each of the components worked in the application.

The results of these tests were positive and the people who tested the app stated that they enjoyed using it and would like to use it frequently. During these tests some errors were revealed that were solved and several suggestions were made that were or may be implemented in the application.

**Keywords:** avatar; artificial intelligence; diabetes; ECA (Embodied Conversational Agent); older people; selfcare; VASelfCare.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	1
1.2	O projeto VASelfCare . . . . .	2
1.3	Objectivos . . . . .	3
1.4	Contribuições . . . . .	3
1.5	Estrutura do documento . . . . .	4
	<b>Bibliografia</b>	<b>7</b>



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Motivação

O ritmo de desenvolvimento da tecnologia nos dias de hoje é muito acelerado e a ciência em geral tem beneficiado disso. Devido à ligação que existe entre estas duas áreas, um desenvolvimento numa leva ao melhoramento da outra, trazendo assim benefícios mútuos.

Em particular, as tecnologias têm vindo a ser cada vez mais usadas nos cuidados de saúde, tanto na prevenção, como no controlo e tratamento de doenças.

Com estas melhorias na prevenção, controlo e tratamento de doenças, a esperança de vida aumentou significativamente, e com esta apareceram várias doenças crónica relacionadas com o envelhecimento, sendo uma delas a diabetes tipo 2. Esta está associada a vários problemas como falta de visão, enfartes entre outros.

Os dados do Observatório da Diabetes, referentes a 2015[OND, 2015], vieram a confirmar o impacto que a diabetes tem nas pessoas mais velhas. Ao todo, mais de um quarto das pessoas entre os 60 e os 79 anos sofrem de diabetes. Este cenário tem tendência a agravar-se pois o número de casos de doentes com diabetes aumentou 12%, pela falta de adesão a alterações de comportamento por tempo indefinido, sendo esta doença uma causa de morte bastante significativa em Portugal.

Sendo a diabetes uma doença sistémica, que abrange mais do que um órgão, a sua abordagem tem de ser multidisciplinar e não a responsabilidade de uma área em particular. Sendo que a diabetes afeta uma grande parte da população idosa <sup>1</sup> em Portugal e que este grupo de população está a aumentar significativamente (o Instituto Nacional de Estatística (INE) prevê que em 2050 este grupo represente 32% da população total), é imprescindível fazer o diagnóstico e monitorização regular dos seus sintomas. Segundo [Kogut12] esta monitorização tem vindo a melhorar na última década e segundo [Rodbard2017] a contínua monitorização da glicose tem vindo a ser muito valiosa, reduzindo os riscos da hipoglicemia e da hiperglicemia e, no geral, melhorando a qualidade de vida dos doentes portadores da patologia.

---

<sup>1</sup>O Instituto Nacional de Estatística (INE) define pessoa idosa como tendo 65 ou mais anos.

O Plano Nacional de Saúde considera que a saúde começa em casa, na família, na comunidade e na sociedade, mas muitas vezes a saúde em casa não é tida em conta. Por esta razão o desenvolvimento de aplicações de autocuidado, que providenciam toda a informação necessária para um bem-estar e hábitos de vida saudáveis, é tão importante. Estas aplicações devem ajudar o utilizador a compreender e a alterar comportamentos que este tem vindo a ter. Estas aplicações devem também ser personalizadas para cada utilizador de maneira a obter os melhores resultados.

A aplicação VASelfCare tem como objetivo ser esta aplicação de autocuidado que pode ser usada em casa. Esta tem um componente de interação com o utilizador através de uma assistente virtual, que usa inteligência artificial de maneira a proporcionar um diálogo mais personalizado ao utilizador. Estas interações, ajudam a resolver a lacuna no aconselhamento alimentar, na motivação, no planeamento da atividade física e no registo da medicação, os quais são fundamentais para o controlo da diabetes. Esta lacuna existe devido ao elevado número de pessoas com diabetes em relação ao pequeno número de profissionais de saúde com as qualificações para os poderem acompanhar. Esta lacuna faz com que muitos pacientes desistam dos planos recomendados, por falta de conhecimento ou de motivação, resistência à terapia ou por não se sentirem enquadrados no tratamento. Os diálogos da aplicação VASelfCare estão estruturados de maneira a serem o mais realistas possíveis, usando para isso informação sobre o utilizador e como este usa a aplicação e adere às diferentes formas de tratamento de maneira a manter o interesse no tratamento.

Após ser feita uma pesquisa no mercado de aplicações, foi possível perceber que apesar de haver opções no mercado de aplicações para o autocuidado da diabetes e com características semelhantes a este projeto, nenhuma tem um assistente virtual dotado de inteligência artificial que ajuda a personalizar o cuidado para cada utilizador.

## 1.2 O projeto VASelfCare

O projeto VASelfCare [VAS, 2018] tem como objetivo a produção de uma ferramenta informática com um agente relacional, na forma de uma figura humana virtual, que ajuda as pessoas mais velhas com diabetes tipo 2 a seguir os seus planos de tratamento. Para interagir com esta aplicação será usado um tablet com sistema operativo Android. Usando este, as pessoas podem obter informação e receber conselhos para melhor controlar a sua doença, através do assistente virtual.

O VASelfCare é uma iniciativa de quatro escolas e faculdades na área da enfermagem (Escola Superior de Enfermagem de Lisboa), da informática (Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa), do desporto (Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém), e da farmácia (Faculdade de Farmácia Universidade de Lisboa), em associação com Unidades de Saúde Familiar.

A equipa multidisciplinar engloba nove investigadores, bem como estudantes de dou-

toramento, mestrado e licenciatura, com níveis de envolvimento que variam de tempo integral a algumas horas por semana.

Durante este trabalho a equipa do projeto reuniu múltiplas vezes para acompanhamento do desenvolvimento da aplicação e para tomar decisões sobre o projeto.

Na área da informática, foi realizado um trabalho neste projeto no ano letivo anterior (2017/18) e dois trabalhos no ano letivo atual, sendo um destes, o trabalho apresentado nesta tese, e o outro um trabalho realizado em paralelo com este.

Através do financiamento do projeto VASelfCare, projeto nº024250, este trabalho recebeu o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

### **1.3 Objectivos**

Este trabalho decorre no âmbito do projeto VASelfCare [VAS, 2018], no qual se pretende desenvolver um assistente virtual dedicado a auxiliar pessoas mais velhas que sofrem de diabetes tipo 2 no autocuidado desta doença.

O objetivo deste trabalho é a incorporação nesse assistente virtual de componentes de inteligência artificial que possibilitem uma interação mais realista entre o assistente virtual e o paciente. As componentes de inteligência artificial incidem na melhoria do fluxo da interação, com adaptação à situação concreta do doente, considerando todas as dimensões do contexto em causa, bem como na incorporação de componentes que permitam, utilizando informação contextual, enriquecer a dinâmica da atuação do assistente virtual no plano gráfico.

### **1.4 Contribuições**

Ao longo deste trabalho foi possível criar um segundo protótipo funcional da aplicação VASelfCare que dará apoio a pessoas mais velhas com diabetes tipo 2. Este protótipo foi desenvolvido em conjunto com outro elemento da equipa do projeto, que está a realizar outro trabalho para a aplicação VASelfCare, sendo que este outro trabalho tem como foco as interfaces da aplicação fora do diálogo, enquanto que este trabalho tem como foco a componente de diálogo com a assistente virtual. No protótipo desenvolvido nesta tese é possível interagir com a assistente virtual com o nome de Vitória durante 90 dias, sendo que esta interação é feita através de voz por parte da Vitória e através de botões com possíveis opções de resposta por parte do utilizador. Existem também diversos outros menus, nos quais não existe interação com a Vitória. Nestes é possível registar informação adicional que é importante para o tratamento da doença, visualizar o progresso de toda a informação recolhida ao longo do uso da aplicação e consultar informação adicional que pode não ser mostrada durante os diálogos.

Ao longo deste trabalho surgiram diversas oportunidades de divulgação em alguns eventos e desenvolvimento de algumas publicações acerca deste projeto.

*Magyar, G., Balsa, J., Cláudio, A., Carmo, M., Neves, P., Alves, P., Félix, I., Pimenta, N., and Guerreiro, M. (2019). Anthropomorphic virtual assistant to support self-care of type 2 diabetes in older people: A perspective on the role of artificial intelligence. pages 323–331.*

*Balsa, J., Neves, P., Félix, I., Pereira Guerreiro, M., Alves, P., Carmo, M. B., Marques, D., Dias, A., Henriques, A., and Cláudio, A. P. (2019). Intelligent virtual assistant for promoting behaviour change in older people with t2d. In Moura Oliveira, P., Novais, P., and Reis, L. P., editors, *Progress in Artificial Intelligence*, pages 372–383, Cham. Springer International Publishing.*

Este protótipo foi testado por diversos profissionais de saúde e potenciais utilizadores da aplicação, ou seja, pessoas com diabetes tipo 2 e com mais de 65 anos. Nestes testes foram recolhidas diversas sugestões para melhoramento da aplicação e possíveis novas funcionalidades.

## 1.5 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

### **Capítulo 2 – Conceitos e trabalho relacionado**

Neste capítulo são descritos vários conceitos que são considerados críticos para a compreensão deste relatório. São também descritos todos os trabalhos de investigação analisados que de alguma maneira contribuíram para o desenvolvimento deste projeto.

### **Capítulo 3 – A aplicação VASelfCare**

Neste capítulo é apresentada a aplicação VASelfCare. Isto inclui a descrição do seu estado no início deste trabalho e os desenvolvimentos e funcionalidades adicionados durante este trabalho. É também descrita a arquitetura da aplicação e as ferramentas utilizadas.

### **Capítulo 4 – Avaliação da aplicação**

Neste capítulo são apresentados os resultados dos testes realizados à aplicação. Estes testes foram realizados com elementos da equipa do projeto, profissionais de saúde e potenciais utilizadores da aplicação.

### **Capítulo 5 – Conclusões e trabalho futuro**

Neste capítulo procura-se fazer um apanhado geral de todo o processo de desenvolvimento, bem como descrever a minha opinião pessoal no contributo que dei ao projeto. É feito um resumo de todas as tarefas propostas durante este trabalho e falado se estas correram bem ou menos bem. São descritas soluções alternativas encontradas para

problemas encontrados durante este trabalho. Como trabalho futuro, são apresentadas diversas tarefas que podem vir a ser completas no futuro de maneira a melhorar a aplicação. Estas tarefas podem consistir de problemas encontrados que não foram ultrapassados ou funcionalidades novas para a aplicação.



# Bibliografia

- [OND, 2015] (2015). Diabetes factos e números. <http://www.spd.pt/images/bolsas/dfn2015.pdf>. [Online; Acedido em 20 de Outubro de 2018].
- [VAS, 2018] (2018). Vaselfcare - o seu ajudante inteligente na diabetes. <http://vaselfcare.rd.ciencias.ulisboa.pt/>. [Online].
- [Amini et al., 2013] Amini, R., Lisetti, C., Yasavur, U., and Rishe, N. (2013). On-demand virtual health counselor for delivering behavior-change health interventions. In *Healthcare Informatics (ICHI), 2013 IEEE International Conference on*, pages 46–55. IEEE.
- [Balsa et al., 2019] Balsa, J., Neves, P., Félix, I. B., Guerreiro, M. P., Alves, P., Carmo, M. B., Marques, D., Dias, A., Henriques, A., and Cláudio, A. P. (2019). Intelligent virtual assistant for promoting behaviour change in older people with T2D. In [Oliveira et al., 2019], pages 372–383.
- [Bickmore and Mauer, 2006] Bickmore, T. and Mauer, D. (2006). Modalities for building relationships with handheld computer agents. In *CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 544–549. ACM.
- [Bickmore et al., 2007] Bickmore, T., Mauer, D., Crespo, F., and Brown, T. (2007). Persuasion, task interruption and health regimen adherence. In *International conference on persuasive technology*, pages 1–11. Springer.
- [Bickmore et al., 2008] Bickmore, T., Mauer, D., Crespo, F., and Brown, T. (2008). Negotiating task interruptions with virtual agents for health behavior change. In *Proceedings of the 7th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems-Volume 3*, pages 1241–1244. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- [Bickmore and Picard, 2003] Bickmore, T. and Picard, R. (2003). Subtle expressivity by relational agents. In *Proceedings of the CHI 2003 Workshop on Subtle Expressivity for Characters and Robots*.

- [Bickmore and Schulman, 2006] Bickmore, T. and Schulman, D. (2006). The comforting presence of relational agents. In *CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 550–555. ACM.
- [Bickmore et al., 2009] Bickmore, T., Schulman, D., and Yin, L. (2009). Engagement vs. deceit: Virtual humans with human autobiographies. In Ruttkay, Z., Kipp, M., Nijholt, A., and Vilhjálmsson, H. H., editors, *Intelligent Virtual Agents*, pages 6–19, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- [Bickmore et al., 2005a] Bickmore, T. W., Caruso, L., and Clough-Gorr, K. (2005a). Acceptance and usability of a relational agent interface by urban older adults. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1212–1215. ACM.
- [Bickmore et al., 2005b] Bickmore, T. W., Caruso, L., Clough-Gorr, K., and Heeren, T. (2005b). ‘it’s just like you talk to a friend’ relational agents for older adults. *Interacting with Computers*, 17(6):711–735.
- [Bickmore and Picard, 2005] Bickmore, T. W. and Picard, R. W. (2005). Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12(2):293–327.
- [Bickmore et al., 2010] Bickmore, T. W., Puskar, K., Schlenk, E. A., Pfeifer, L. M., and Sereika, S. M. (2010). Maintaining reality: relational agents for antipsychotic medication adherence. *Interacting with Computers*, 22(4):276–288.
- [Bickmore et al., 2013] Bickmore, T. W., Schulman, D., and Sidner, C. (2013). Automated interventions for multiple health behaviors using conversational agents. *Patient education and counseling*, 92(2):142–148.
- [Bickmore et al., 2011] Bickmore, T. W., Schulman, D., and Sidner, C. L. (2011). A reusable framework for health counseling dialogue systems based on a behavioral medicine ontology. *Journal of biomedical informatics*, 44(2):183–197.
- [Buinhas et al., 2019] Buinhas, S., Cláudio, A. P., Carmo, M. B., Balsa, J., Cavaco, A., Mendes, A., Félix, I., Pimenta, N., and Guerreiro, M. P. (2019). Virtual assistant to improve self-care of older people with type 2 diabetes: First prototype. In García-Alonso, J. and Fonseca, C., editors, *Gerontechnology*, pages 236–248, Cham. Springer International Publishing.
- [Buinhas, 2018] Buinhas, S. d. S. (2018). Assistente virtual para facilitar o autocuidado de pessoas mais velhas com diabetes tipo 2. Master’s thesis, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- [Cassell et al., 2000] Cassell, J., Sullivan, J., Churchill, E., and Prevost, S. (2000). *Embodied conversational agents*. MIT press.
- [Cheng et al., 2018] Cheng, A., Raghavaraju, V., Kanugo, J., Handrianto, Y. P., and Shang, Y. (2018). Development and evaluation of a healthy coping voice interface application using the google home for elderly patients with type 2 diabetes. In *Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 2018 15th IEEE Annual*, pages 1–5. IEEE.
- [Cláudio et al., 2015] Cláudio, A. P., Carmo, M. B., Pinto, V., Cavaco, A., and Guerreiro, M. P. (2015). Virtual humans for training and assessment of self-medication consultation skills in pharmacy students. In *2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, pages 175–180. IEEE.
- [Correia, 2018] Correia, M. A. N. (2018). Revisão sobre aplicações móveis de apoio à autogestão da diabetes. Master’s thesis.
- [Fulano et al., 2009] Fulano, Cicrano, and Beltrano (2009). A paper on something. In *The 7th Conference on Things and Stuff (CTS 2009)*, Lisbon, Portugal. Accepted for publication.
- [Gao et al., 2017] Gao, C., Zhou, L., Liu, Z., Wang, H., and Bowers, B. (2017). Mobile application for diabetes self-management in china: Do they fit for older adults? *International journal of medical informatics*, 101:68–74.
- [Kidd, 2008] Kidd, C. D. (2008). *Designing for Long-term Human-robot Interaction and Application to Weight Loss*. PhD thesis, Cambridge, MA, USA. AAI0819995.
- [Kreps and Neuhauser, 2013] Kreps, G. L. and Neuhauser, L. (2013). Artificial intelligence and immediacy: designing health communication to personally engage consumers and providers. *Patient education and counseling*, 92(2):205–210.
- [Magyar et al., 2019] Magyar, G., Balsa, J., Cláudio, A., Carmo, M., Neves, P., Alves, P., Félix, I., Pimenta, N., and Guerreiro, M. (2019). Anthropomorphic virtual assistant to support self-care of type 2 diabetes in older people: A perspective on the role of artificial intelligence. pages 323–331.
- [Neuhauser et al., 2011] Neuhauser, L., Kreps, G. L., et al. (2011). Participatory design and artificial intelligence: Strategies to improve health communication for diverse audiences. In *AAAI Spring Symposium: AI and Health Communication*.
- [Oliveira et al., 2019] Oliveira, P. M., Novais, P., and Reis, L. P., editors (2019). *Progress in Artificial Intelligence - 19th EPIA Conference on Artificial Intelligence, EPIA*

2019, Vila Real, Portugal, September 3-6, 2019, *Proceedings, Part I*, volume 11804 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer.

- [PASTORE et al., 2008] PASTORE, E., ROSA, L. D., and HOMEM, I. D. (2008). Relações de gênero e poder entre trabalhadores da área da saúde. *Fazendo Gênero*, 8.
- [Pereira et al., 2012] Pereira, M. d. G., Pedras, S., and Machado, J. C. (2012). Adaptação do questionário de adesão à medicação numa amostra de pacientes portugueses com diabetes tipo 2. *Revista da SBPH*, 15(2):148–166.
- [Serra et al., 2012] Serra, J., Ribeiro, M., Freitas, J., Orvalho, V., and Dias, M. S. (2012). A proposal for a visual speech animation system for european portuguese. In *Advances in Speech and Language Technologies for Iberian Languages*, pages 267–276. Springer.
- [Vorderstrasse et al., 2014] Vorderstrasse, A., Shaw, R. J., Blascovich, J., and Johnson, C. M. (2014). A theoretical framework for a virtual diabetes self-management community intervention. *Western journal of nursing research*, 36(9):1222–1237.