Sistema de Educação em Saúde no Tratamento do Diabetes *Mellitus* Tipo 2

Eduarda M. S. Montiel[1], **Alessandro M. Baldi**[2],
Ana C. G. C. Kluthcovsky[1], **Amaury A. Castro Jr.**[2]

[1]Departamento de Medicina – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Campus Uvaranas – Av. General Carlos Cavalcanti – 4748
84.030-900 – Ponta Grossa – PR – Brasil

[2]Câmpus de Ponta Porã – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Rua Itibiré Vieira, s/n – Residencial Julia Oliveira Cardinal
BR 463 – Km 4,5 – 79.907-414 – Ponta Porã – MS – Brasil

{eduarda.montiel,alessandromurtabaldi,anafabio2009,amaury.ufms}@gmail.com

Abstract. *This paper presents the construction of a prototype that aims at health education, to aid in the treatment of patients with type 2 diabetes mellitus. The prototype, made with open source hardware, was built based on research that indicates the capacity of interactive technologies to provide alternative ways to promote self-management of chronic diseases. It also shows that there is a low adherence to the treatment by patients with diabetes. The authors hope to contribute in a way that the users have a better understanding of health care peculiarities and to promote greater compliance.*

Resumo. *Este artigo apresenta a construção de um protótipo voltado à educação em saúde, para auxílio no tratamento de pacientes com diabetes mellitus tipo 2. O protótipo, feito com hardware de código aberto, foi construído baseado em pesquisas que indicam a capacidade das tecnologias interativas em fornecer medidas alternativas para a promoção da autogestão de doenças crônicas. Também evidenciam que há baixa adesão ao tratamento por parte dos pacientes diabéticos. Os autores esperam contribuir para que o usuário tenha uma melhor compreensão das peculiaridades do cuidado em saúde e para promover maior adesão ao tratamento.*

1. Introdução

O diabetes *mellitus* é considerado uma epidemia em curso [Wild et al. 2004]. Essa doença está entre as cinco doenças que mais matam no Brasil, chegando cada vez mais perto do topo da lista. Está também entre os maiores problemas de saúde do mundo. De acordo com a Federação Internacional de Diabetes, em 2013, o diabetes *mellitus* afetava mais de 382 milhões de pessoas mundialmente e, mais de 11,9 milhões no Brasil, sendo que o tipo 2 dessa doença corresponde a 90-95% dos casos.

Somando-se ao exposto, a patologia acarreta um alto custo para a vida do paciente, para sua família e para o sistema de saúde, devido às diversas complicações e à associação com doenças cardiovasculares, renais, entre outras. Também representa um grande ônus financeiro tendo em vista a demanda de boa parte dos recursos destinados à saúde para

DOI: 10.5753/cbie.sbie.2015.328

tratamento das complicações dessa doença [International Diabetes Federation 2013]. Embora ainda não exista uma cura definitiva, há vários tratamentos que podem melhorar a qualidade de vida do paciente [Ministério da Saúde 2015].

Nesse contexto, foi realizado um estudo de caso, analisando a importância da utilização de tecnologias que auxiliem no tratamento do diabetes *mellitus*, por meio da orientação e monitoramento do paciente. Um relatório de avaliação tecnológica em saúde da França comenta sobre a importância da autogestão que deve ser centrada na educação do paciente com diabetes. Vários trabalhos reconhecem a contribuição do ensino para o autogerenciamento do diabetes *mellitus* [Lobè et al.] [O'Reilly et al. 2014] [Diabetes 2014].

A literatura científica sobre o assunto incentiva o desenvolvimento e a implementação de tecnologias associadas aos cuidados primários para o diabetes *mellitus*, tendo como objetivo multiplicar os efeitos positivos das intervenções, com menores custos e recursos clínicos adequados. Essas iniciativas otimizariam os investimentos, reduzindo os encargos financeiros tanto para os pacientes, como para o sistema de saúde [Seidel W et al. 2014].

Sendo assim, este artigo descreve o trabalho de construção do protótipo educacional em saúde, implementado com o intuito de auxiliar na autogestão do diabetes *mellitus* tipo 2 para pacientes em tratamento, de forma amigável e interativa, usando tecnologias de código aberto e de baixo custo.

2. Educação em Saúde

A educação em saúde favorece a participação do indivíduo como forma de garantir a ele e à comunidade, a possibilidade de decidir sobre seus próprios destinos e ainda favorece a capacitação destes sujeitos para atuarem na melhoria de seus níveis de saúde [Santos and Lima 2008].

Nessa linha de raciocínio, as Tecnologias Educativas em Saúde (TES) são ferramentas importantes para o desempenho do trabalho educativo e do processo de atenção à saúde. Elas integram o grupo das tecnologias leves, denominadas tecnologias de relações, como acolhimento, vínculo, automação, responsabilização e gestão [Santos and Lima 2008]. A utilização desses recursos tecnológicos contempla a existência de um objeto de aprendizagem, comumente definido como recurso digital com características de acessibilidade, reusabilidade e interoperabilidade [Cavalcante and Vasconcellos 2007].

Sabe-se também que o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) modernas e corretamente projetadas pode reduzir os índices de erros clínicos, melhorar o suporte dos cuidados em saúde, aumentar a eficiência do tratamento e melhorar a qualidade de vida do paciente. No setor saúde, como em qualquer outra atividade, a informação deve ser entendida como um redutor de incertezas, um instrumento para detectar focos prioritários, levando a um planejamento responsável e à execução de ações que condicionem a realidade às transformações necessárias [Tan 2008].

Esses dois campos tecnológicos, TES e TIC, podem ser trabalhados em conjunto no Sistema de Informações em Saúde (SIS). Trata-se de um mecanismo de coleta, processamento, análise e transmissão de informações necessárias para se planejar, organizar,

operar e avaliar os serviços de saúde, e considera que a transformação de um dado em informação exige análise, divulgação e recomendações para a ação [Lessa et al. 2000].

O dispositivo associa a saúde com a educação e pode ser considerado um protótipo de um objeto de aprendizagem dado que é uma parte digital do material de educação em saúde no tratamento do Diabetes *Mellitus* tipo 2. Além disso, é interativo pois há a participação do aprendiz de forma bidimensional com o dispositivo [Monteiro et al. 2006]. Assim como os Serious Games, jogos com um propósito sério que podem ser utilizados de diversas formas, o bichinho virtual criado para o protótipo também busca oferecer ao aprendiz momentos interativos como etapas do processo de aprendizagem [Souza 2013].

O objetivo principal deste trabalho é apresentar o protótipo de um dispositivo educacional e de monitoramento em saúde, desenvolvido para permitir a interação com o usuário em tratamento de diabetes *mellitus* tipo 2. Outro objetivo é manter um sistema em *hardware* de código aberto (*open source hardware*), garantindo que o sistema implementado seja reaproveitável, flexível e de baixo custo. Dessa forma, o sistema implementado poderá ser adaptado a diversos contextos e pesquisas na área de educação em saúde, ou mesmo em outras áreas de aplicação.

3. Sistema Educacional para Auxiliar no Tratamento do Diabetes *Mellitus* Tipo 2

Considerando o exposto, este projeto visa o desenvolvimento de um protótipo utilizando componentes de código aberto (*open source hardware*) baseado no método de utilização do *Tamagotchi*, brinquedo em que se cria um animal de estimação virtual. Nesta proposta, foi criado um "bichinho virtual" chamado Togushi, para a interação com o usuário em tratamento de diabetes *mellitus* tipo 2.

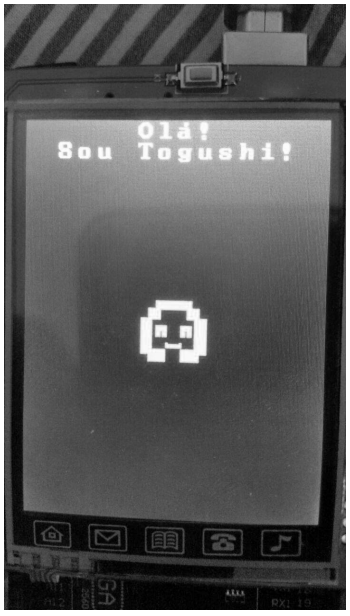

Figura 1. Togushi. Fonte: Arquivo

O Togushi é um dispositivo de educação em saúde para o paciente à medida que

mostra, usando uma linguagem acessível, informações baseadas em evidência sobre a terapêutica da doença em questão. Além disso, faz perguntas relacionadas ao dia-a-dia do paciente, possibilitando um tratamento personalizado e auxilia na utilização correta de medicamentos, pois possui a função de alerta no horário indicado para uso do fármaco.

No mercado existem algumas tecnologias semelhantes, porém de alto custo e de difícil acesso à população mais carente. Além disso, poucas são baseadas em evidência [Brandell and Ford 2013]. Nesse contexto, a utilização de um sistema de informação em uma plataforma de código aberto possibilita o uso de componentes de baixo custo, repassando a redução de gastos ao consumidor final, sem perder a qualidade das informações e a praticidade do uso.

Devido a vários estudos que apontam a baixa adesão ao tratamento por parte dos pacientes [de Araújo et al. 2011] [Faria et al. 2014]] [International Diabetes Federation 2013], esse dispositivo poderia atuar como ferramenta para a promoção da autogestão e consequentemente auxiliar na adesão ao tratamento do diabetes.

4. Método

Considerando a problemática apontada, foram feitas diversas pesquisas em bases de dados como a *PubMed*, *Bireme*, *Cochrane*, entre outras fontes confiáveis, nas quais analisamos as tecnologias já existentes e procuramos desenvolver um protótipo com funções semelhantes.

O protótipo foi desenvolvido através da troca de ideias entre os membros de Medicina e Computação, montando um esquema de desenhos em forma de fluxogramas e descrevendo as funções e o uso do dispositivo.

Para ser implementado, foi preciso também pesquisar as bibliotecas e referências para a programação da plataforma Arduino com os componentes montados.

5. Materiais Utilizados na Construção

Diante das perspectivas mostradas, desenvolveu-se um protótipo com três componentes principais: um Arduino Mega 2560, um *display LCD* com *touchscreen* resistivo integrado (SPFD5408), um buzzer e pilhas AA. Os componentes empregados na construção do protótipo são descritos a seguir.

5.1. Arduino Mega 2560

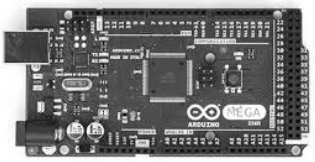

Figura 2. Arduino Mega 2560. Fonte: [Arduino 2015]

O Arduino é uma plataforma de computação física em código aberto com base em uma simples placa microcontroladora e um ambiente de desenvolvimento próprio.

O Arduino Mega 2560, utilizado na construção, possui um microcontrolador ATmega 2560 operando com 5 volts e com uma configuração de 54 entradas e saídas digitais, 16 entradas analógicas, 256KB de memória *flash*, 8KB de SRAM, 4KB de EEPROM e um *clock* de 16 Mhz [Arduino 2015].

A utilização deste ambiente foi escolhida devido ao baixo custo, a facilidade de integração com diversos componentes e a praticidade de modificar o *software*, adicionando e corrigindo funções.

5.2. *Display LCD* com *touchscreen* resistivo integrado (SPFD5408)

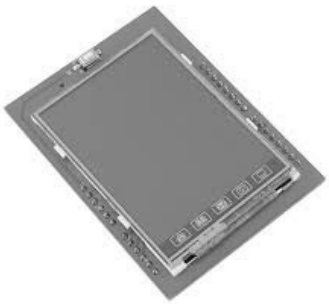

Figura 3. *Display LCD* com *touchscreen* resistivo integrado (SPFD5408). Fonte: [of Circuits 2015]

O *display LCD* com *touchscreen* (tecnologia de toque na tela) resistivo integrado é utilizado para fazer a interação do Togushi com o usuário. A interface nele mostrada é de fácil entendimento e interação, bastando o simples toque nos botões virtuais da tela.

O SPFD5408 utilizado possui uma dimensão de 2,4 polegadas, *slot* para cartão MicroSD, 262 mil cores no *LCD* (tela de cristal líquido), resolução de 240x320, luz de fundo embutida e *touchscreen* resistivo [of Circuits 2015].

Este *LCD* é um dos mais baratos disponíveis no mercado brasileiro e permite uma fácil integração com o Arduino através de bibliotecas especialmente desenvolvidas para o seu correto funcionamento.

5.3. *Buzzer*

Figura 4. *Buzzer*. Fonte: [de Silício 2015].

O *buzzer* é um componente gerador de sons em diversas frequências. Através do *buzzer* é feito um alerta sonoro ao usuário, informando horário da administração do medicamento e outros avisos importantes, como alertar sobre a importância de exames para o controle glicêmico.

5.4. *Pilhas AA*

Figura 5. *Pilhas AA*. Fonte: Arquivo.

O Arduino pode trabalhar entre 6 e 20 volts [Arduino 2015]. Pensando na usabilidade e praticidade dos usuários, utilizamos 6 pilhas AA em série produzindo 9v. O uso dessas pilhas permite uma reposição rápida na falta de carga pois podem ser encontradas facilmente no comércio em modelos recarregáveis e não recarregáveis.

O consumo elétrico deste protótipo é muito pequeno pois ele utiliza componentes de baixo consumo e uma programação dedicada ao *hardware*, permitindo a utilização de pilhas ou baterias mais portáteis.

6. Programação e Funcionamento do Protótipo

Os materiais utilizados na construção do protótipo permitem uma mobilidade, desta forma o usuário poderá carregá-lo à todos os lugares. Ao fazer isso, será alertado sobre os horários do medicamento. Além disso, o protótipo foi construído com a finalidade de interagir com o usuário através de perguntas e dicas a respeito do tratamento de tempos em tempos por uma interface lúdica, com um bichinho virtual. Estas funções permitem ao usuário aprender mais sobre o diabetes *mellitus* tipo 2 e o tratamento que deverá seguir durante a vida.

Primeiramente construiu-se o esboço em forma de desenhos para implementação pelos envolvidos que integram a área de Medicina e Computação. Foi utilizada a *IDE* (Ambiente de Desenvolvimento) Arduino e a linguagem de programação Arduino, baseada em C/C++. Na *IDE* foram instaladas as bibliotecas TIME, TIMEALARMS e UTFT. A biblioteca TIME é usada para gerenciar a hora e a data na memória do aparelho. A biblioteca TIMEALARMS é usada para o correto funcionamento dos alarmes. Já a UTFT é responsável pelo funcionamento e integração do *Display LCD* SPFD5408 na placa de desenvolvimento Arduino. Essa biblioteca possui fontes incorporadas e funções que permitem a escrita e desenho na tela.

A construção de uma nova fonte para desenvolvimento do projeto fez-se necessária pois as fontes disponíveis na biblioteca UTFT não possuem acentos e caracteres especiais do idioma português. Após a construção das fontes, foi desenhado o Togushi pixel por pixel na tela do SPFD5408, o que permitiu a troca de cores e expressões faciais facilmente do “bichinho virtual”. Em seguida foram programadas as funções do aparelho por ordem de importância:

1. Informações primordiais a respeito do diabetes *mellitus* tipo 2 e seu tratamento;
2. Informações sobre o uso do aparelho;
3. Ajuste de data e hora;
4. Ajuste de horários para administração do medicamento;

5. Perguntas sobre as características pessoais do paciente;
6. Perguntas sobre o tratamento que o paciente segue;
7. Dicas e alertas sobre o tratamento;
8. Mecanismos de segurança por senha e criptografia de dados;
9. Área restrita (acesso ao médico e/ou outros profissionais de saúde);
10. Dicas e alertas sobre hábitos saudáveis;
11. Alertas sobre a bateria;
12. Otimização do código.

O aparelho possui uma interação através diálogos amigáveis entre o usuário e o "bichinho virtual" Togushi. O Togushi demonstrará emoções e mudará de cor dependendo das ações do paciente, um exemplo é deixar de atender o alarme do remédio no tempo exato, deixando o "bichinho virtual" vermelho e com expressões de irritação.

As informações do paciente ficam salvas na memória EEPROM do aparelho e não são perdidas, permitindo ao médico e/ou outros profissionais de saúde acompanhar o andamento do tratamento através de um local exclusivo de visualização dos dados. O aparelho foi programado garantindo a segurança dos dados por senha e criptografia, que não permitem o acesso indevido.

Como o aparelho construído é de baixo custo e portátil, não foi incluso um RTC (*Real time Clock*) na construção, que permitiria o funcionamento do relógio com o aparelho desligado. Desta forma, o ajuste de data e hora do aparelho é feito a cada desligamento.

Todo o funcionamento e desenvolvimento do aparelho foi acompanhado de perto por especialistas das áreas de Ciência da Computação e Medicina, assegurando o funcionamento e análise de riscos clínicos.

7. Análise dos resultados

Algumas tecnologias semelhantes ao protótipo apresentado foram desenvolvidas com o mesmo intuito: educação em saúde. Entretanto, nenhuma foi desenvolvida, nem aplicada no país. Um dos estudos analisados mostra um sistema computadorizado de gestão de doenças crônicas, entre as quais está o diabetes. O sistema, assim como o protótipo, adquire e integra os dados, além de fornecer apoio orientado para os pacientes a partir de informações médicas [O'Reilly et al. 2014]. No protótipo, as orientações mostradas na tela do aparelho tratam da peculiaridade do tratamento para esta doença, educando o paciente corretamente através de informações que serão úteis no decorrer de sua vida.

Em 2010, foram avaliados alguns instrumentos de gerenciamento do diabetes disponíveis no mercado, dos quais o *WaveSense Diabetes Manager* foi identificado como o mais fácil, rápido e confiável. Porém, apresenta faltas quanto ao tratamento medicamentoso, diferentemente do protótipo desenvolvido neste trabalho [Brandell and Ford 2013]. O protótipo desenvolvido possui a função de alarme, alertando sonoramente e visualmente o paciente sobre o horário indicado para o medicamento. Além disso, o médico poderá acompanhar através da área restrita se o paciente está tomando corretamente o(s) fármaco(s), devido à percepção do Togushi no tempo de resposta ao alarme.

Outro avanço tecnológico ocorre na forma de aplicativos direcionados para a saúde. Existem cerca de 97 mil aplicativos móveis de saúde, sendo uma área em forte

expansão. Apesar dessa disseminação, deve-se considerar que poucos são baseados em informações científicas aceitas na prática clínica e, portanto, com baixo benefício real. Também, apresentam algumas limitações, as quais incluem desafios de entrada de dados e integração com registros eletrônicos de saúde e, ainda, muitos não conseguem incluir fatores humanos em seus modelos [Brandell and Ford 2013].

A implementação deste sistema como um aplicativo de *smartphone* não foi escolhida em razão do alto custo de um aparelho com sistema operacional Android ou iOS e da quantidade de pessoas que não possuem esta tecnologia, segundo a empresa *eMarketer*, apenas 1/4 da população mundial terá um *smartphone* em 2016. Vale ressaltar que o protótipo deste trabalho foi desenvolvido utilizando materiais de baixo custo com base em informações científicas, aceitas na prática clínica. Também, há uma programação dedicada ao hardware, desta forma há a minimização dos erros nos processos de execução decorrentes de sistemas operacionais de terceiros e aumento da performance de execução. Além disso, o custo da versão final é menor que o protótipo em si.

A plataforma Arduino neste aparelho permite a fácil atualização, inclusão de novas funções e sensores. O usuário poderá atualizar o aparelho de forma simples e fácil. Este sistema já está pronto para os primeiros testes, bastando a inclusão da parte visual de proteção (plástica ou acrílica) que encobrirá o *hardware*. Durante os testes, poderá ser feita uma avaliação mínima do protótipo construído.

Para que se torne um produto final são necessários testes para verificação do correto funcionamento de todas as funções do protótipo, além da verificação de novas funcionalidades que possam ser úteis para favorecer a adesão do paciente ao tratamento. É importante, por exemplo, pensar em uma plataforma virtual, online e em tempo real que possa ser acessada pelo médico e outros profissionais desde o centro de saúde, acompanhando o paciente à distância.

Sendo assim, os próximos passos para a transformação do protótipo em produto final serão de testes para verificação de funcionamento do dispositivo e de validação por meio de estudos com pacientes reais, a partir da permissão do Comitê de Ética em Pesquisas.

8. Conclusão

O sistema proposto poderá causar grande impacto no auxílio ao tratamento de pacientes com diabetes *mellitus* tipo 2 por meio da educação em saúde. Além disso, incentiva o desenvolvimento e aprimoramento de dispositivos e métodos tecnológicos nessa área.

A tecnologia desenvolvida em cuidados de saúde tem o potencial de apoiar, não só o tratamento dos pacientes com diabetes *mellitus* tipo 2, mas também de outros tipos de diabetes e doenças crônicas prevalentes na população, incluindo hipertensão arterial, obesidade, doenças cardiovasculares, entre outras. Além da área da saúde, a modificação do protótipo para outras áreas também poderá ser feita facilmente.

É importante ressaltar que apesar do custo de um aparelho *Smartphone* superar o *hardware* do protótipo desenvolvido, a implementação para este sistema móvel poderá ser adotada futuramente, pois todas as funcionalidades do protótipo podem ser facilmente migradas para o sistema dos *Smartphones*.

Referências

Arduino (Acesso em 05/2015). Arduino mega. http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560.

Brandell, B. and Ford, C. (2013). Diabetes professionals must seize the opportunity in mobile health. *Journal of diabetes science and technology*, 7(6):1616–1620.

Cavalcante, M. T. L. and Vasconcellos, M. M. (2007). Tecnologia de informação para a educação na saúde: duas revisões e uma proposta. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(3):611–622.

de Araújo, M. F. M., de Freitas, R. W. J. F., Carvalhêdo, L. V., Fragoso, T. M. d. A., Damasceno, M. M. C., and Zanetti, M. L. (2011). Cumprimento da terapia com antidiabéticos orais em usuários da atenção primária. *Texto & Contexto Enfermagem*, 20(1):135–143.

de Silício, B. V. (Acesso em 05/2015). Usando o buzzer com arduino transdutor piezo elétrico. http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/usando-o-buzzer-com-arduino-transdutor-piezo-eletrico/.

Diabetes, S. B. D. (2013-2014). Diretrizes da sociedade brasileira de diabetes 2013-2014. *São Paulo: AC Farmacêutica*.

Faria, H. T. G., Santos, M. A. d., Arrelias, C. C. A., Rodrigues, F. F. L., Gonela, J. T., Teixeira, C. R. d. S., and Zanetti, M. L. (2014). Adherence to diabetes mellitus treatments in family health strategy units. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 48(2):257–263.

International Diabetes Federation, I. (2013). Diabetes atlas. In IDF, editor, *IDF Diabetes Atlas: Sixth edition*. http://www.idf.org/diabetesatlas/download-book.

Lessa, F. J. D., Mendes, A. d. C. G., Farias, S. F., Sá, D. A. d., Duarte, P. O., and Melo Filho, D. A. d. (2000). Novas metodologias para vigilância epidemiológica: uso do sistema de informações hospitalares-sih/sus. *Informe Epidemiológico do SUS*, 9:3–19.

Lobè, C., Prémont, A., Guay, H., Tremblay, É., and Bouchard, S. Recommandations pour l'usage optimal de l'autosurveillance glycémique chez les adultes atteints de diabète de type 2 non traités par l'insuline.

Ministério da Saúde, G. F. (Acesso em 04/2015). Portal da saúde. http://portal.saude.gov.br.

Monteiro, B. d. S., Cruz, H. P., Andrade, M., Gouveia, T., Tavares, R., and dos Anjos, L. F. (2006). Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. *XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.

of Circuits, A. (Acesso em 05/2015). Spfd5408 product description. http://artofcircuits.com/product/2-4-inch-tft-touch-lcd-module-lcd-screen-module-for-arduino.

O'Reilly, D., Bowen, J., Sebaldt, R., Petrie, A., Hopkins, R., Assasi, N., MacDougald, C., Nunes, E., and Goeree, R. (2014). Evaluation of a chronic disease management system for the treatment and management of diabetes in primary health care practices in ontario: An observational study. *Ontario health technology assessment series*, 14(3):1.

Santos, Z. M. d. S. A. and Lima, H. d. P. (2008). Tecnologia educativa em saúde na prevenção da hipertensão arterial em trabalhadores: análise das mudanças no estilo de vida. *Texto & contexto enferm*, 17(1):90–97.

Seidel W, R., Pardo, K. A., A Estabrooks, P., Wall, S. S., M Davy, B., A Almeida, F., et al. (2014). Beginning a patient-centered approach in the design of a diabetes prevention program. *International journal of environmental research and public health*, 11(2):2003–2013.

Souza, W. O. d. S. (2013). Jogos educacionais como ferramenta de auxílio em sala de aula. *II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) / XIX Workshop de Informática na Escola (WIE 2013)*.

Tan, J. (2008). *Medical Informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global.

Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., and King, H. (2004). Global prevalence of diabetes estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes care*, 27(5):1047–1053.