



STAES 22'

Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde

AdaptShaker: um dispositivo gamificado para o tratamento da Discinesia Ciliar Primária.

Maurício Giovanni Silva Montalvão Figueiredo¹² Romero Mendes Freire de Moura Júnior¹
André Luiz Andrade Rezende¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Grupo de Pesquisa Inter&Tec, País Brasil¹

Email de contato: montalvao.mauricio@gmail.com²

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia empregada através do projeto As tecnologias digitais auxiliando na realização dos exercícios fisioterapêuticos para mobilização de secreção em pacientes com Discinesia Ciliar Primária do edital de extensão nº 81/2021/proex/cppex/ifbaiano programa institucional de bolsas de iniciação em extensão – pibiex - modalidade superior, que tem como objetivo criar um modelo de solução gamificada para auxiliar no tratamento/manutenção de pacientes com Discinesia Ciliar Primária. Foi desenhada uma solução para adaptação em aparelho já existente no mercado de dispositivos para fisioterapia respiratória, o Shaker®, com o objetivo de coletar os dados do exercício e aplicar a gamificação para auxiliar no tratamento, principalmente em pacientes pediátricos.

Palavras-chave: gamificação, doenças respiratórias, fisioterapia respiratória, robótica.

1. Introdução

Como definido por Lucas et al. (2014), a discinesia ciliar primária (DCP) é um distúrbio genético autossômico recessivo. Caracteriza-se por infecções recorrentes e crônicas do trato respiratório superior e inferior, com início dos sintomas logo após o nascimento, causados pelo comprometimento da depuração mucociliar.

As doenças que afetam o sistema respiratório são uma das principais causas de morte em todo o mundo (Ooko et al. 2021). De acordo com Soriano et al. (2020), as doenças respiratórias crônicas (DRC) foram a terceira causa de morte em 2017, atrás das doenças cardiovasculares e neoplasias. Por isso, a fisioterapia respiratória possui um importante papel em doenças com produção aumentada de secreção brônquica, auxiliando em sua remoção e mobilização, melhorando a função pulmonar e prevenindo infecções no trato respiratório (Machado 1999; Volsko et al. 2003; Homnick et al. 1998; Azeredo 2000; Scalan e Myslinski, 2000; Morgado 2003 apud Duarte et al. 2007).

O Shaker® é um dispositivo oscilatório de alta frequência, sendo um dos adjuntos terapêuticos que vêm sendo largamente utilizados nas técnicas de remoção de secreção brônquica (Gava e Ortenzi, 1998; Padman et al. 1999; Winden et al. 1999; McIlwaine et al. 2001; Valente et al., 2004 apud Duarte et al. 2007). Observando os tratamentos fisioterapêuticos realizados com o aparelho Shaker®, nota-se que não há uma maneira de monitorar o esforço empregado nos exercícios de forma precisa, fazendo-se necessário que haja um fisioterapeuta acompanhando as sessões para garantir o uso correto do mesmo.

Este trabalho trata como melhorar o tratamento de doenças respiratórias utilizando a robótica e a gamificação para adaptar a um aparelho existente no mercado de fisioterapia respiratória, já que alguns tratamentos de doenças respiratórias não possuem uma precisão quanto ao esforço



STAES 22'

Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde

realizado pelo paciente. A robótica, aliada ao acompanhamento fisioterapêutico pode trazer mais qualidade de vida ao enfermo.

Durante a fase de pesquisa, foi encontrado um trabalho correlato. O Colete Mobilizador de Secreção Pulmonar foi criado com o intuito de ajudar pacientes que possuem a doença Fibrose Cística no ato de expelir secreções pulmonares (Sonoda et al. 2021) utilizando uma técnica diferente da proposta nesta pesquisa e em seu desenvolvimento não aplicou gamificação. Ainda que o intuito dos dois aparelhos seja a mobilização de secreção, o colete tem controles via aplicativo, enquanto o dispositivo proposto utiliza-se da força do paciente para soprar o Shaker®, que gera a vibração e, conseqüentemente, mobiliza a secreção.

2. Referencial teórico

Para este trabalho foram trabalhadas as seguintes categorias teóricas: tecnologias digitais, robótica, doenças respiratórias, Discinesia Ciliar Primária, fisioterapia respiratória, exercícios fisioterapêuticos, exercícios fisioterapêuticos para a Discinesia Ciliar Primária e gamificação.

As tecnologias são artefatos que viabilizam ações, serviços, produtos, processos que ampliam as possibilidades de comunicação de um para um, um para muitos e de muitos para muitos, produz textos em diferentes tempos e lugares, registra, compila dados com precisão e velocidade, localiza lugares através do georreferenciamento, capta e trata imagens, produz inteligências individuais e coletivas (Anjos e Silva, 2018). Dentro das tecnologias digitais, uma das suas subáreas é a robótica.

A ideia de se construir robôs começou a tomar força no início do século XX com a necessidade de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos (Ottoni 2010). Por definição, pode-se dizer que: Robótica é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação, que atualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos (Ottoni 2010). Em diferentes ramos a robótica gera impacto social positivo e essa ciência ou estudo lança mão da tecnologia associada a projeto, fabricação, teoria e aplicação dos robôs para auxiliar o homem em seus diversos trabalhos (Ottoni 2010; Alves., 2014). Segundo Barrientos (2008), a robótica na saúde pode ser aplicada em cirurgias, na farmácia, na reabilitação e em tratamentos radiológicos. Além disso, pode ser aplicada em: robôs assistentes, robôs hospitalares, próteses robotizadas e endo-robôs (Barrientos 2008). A robótica, aliada à fisioterapia respiratória, pode trazer precisão ao tratamento de doenças respiratórias ao aferir o quanto de esforço está sendo empregado pelo paciente no tratamento utilizando aparelhos como o Shaker®, como é o objetivo deste trabalho.

As infecções respiratórias estão presentes na sociedade há muito tempo. Por exemplo, no século 20 e 21 foram ao menos dez epidemias ou pandemias de diferentes doenças (Butantan, 2022). De acordo com o Ministério da Saúde:

Doenças respiratórias crônicas (DRC) são doenças crônicas tanto das vias aéreas superiores como das inferiores. A asma, a rinite alérgica e a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) são as DRC mais comuns. Representam um dos maiores problemas de saúde mundialmente. Centenas de milhões de pessoas de todas as idades sofrem dessas



STAES 22'

Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde

doenças e de alergias respiratórias em todos os países do mundo e mais de 500 milhões delas vivem em países em desenvolvimento (2010).

E, portanto, chamam a atenção de médicos, pesquisadores e cientistas do mundo que estão numa busca por aliviar os enfermos.

Discinesia Ciliar (DC) é o nome atribuído às doenças nas quais ocorrem alterações ultraestruturais e/ou da função ciliar, com conseqüente alteração do transporte mucociliar (Toledo e Adde). Como tratado por Mauviel (1991), esta patologia era anteriormente conhecida como síndrome dos cílios imóveis até ser descoberto que a maioria dos cílios se movia, embora de maneira descoordenada ou discinética.

Fisioterapia respiratória pode ser definida como:

um conjunto de técnicas manuais que podem ser preventivas ou curativas e tem como objetivo mobilizar secreções, melhorar oxigenação do sangue, promover reexpansão pulmonar, diminuir o trabalho respiratório, reeducar a função respiratória e prevenir complicações (Hospital Israelita Albert Einstein, 2020).

A fisioterapia respiratória surgiu em 1901, quando se relatou o benefício da drenagem postural no tratamento da bronquiectasia (Moroyama et al. 1999). Nessa época, a tomada de decisão na clínica diária baseava-se em estudos científicos em sua maioria realizados com métodos rudimentares, no conhecimento fisiopatológico das doenças, em experiências pessoais e em informações obtidas através de livros e opiniões de professores ou peritos (Britto et al. 2005).

Na fisioterapia respiratória, um dos aparelhos utilizados é o Shaker®. O Shaker® é confeccionado com um material plástico resistente e apresenta uma forma básica, lembrando um pequeno cachimbo, contendo um canal em seu interior. Possui duas extremidades: uma, contendo uma abertura na peça bucal e outra angulada, tendo acoplado em seu interior um pequeno cone, onde repousa uma esfera de aço inoxidável de alta densidade, sendo coberto por uma tampa com uma série de pequenos orifícios, por onde o fluxo expirado é exalado (McIlwaine et al. 2001; Gondor et al. 1999; Bellone et al. 2000; Brooks et al. 2002; Thompson et al. 2002 apud Duarte et al. 2007).

O tratamento que seria realmente eficaz para o DCP seria aquele que superaria o defeito de disfunção ciliar e, assim, aumentar a depuração mucociliar. Não existem estudos randomizados sobre tratamento na DCP, portanto, todas as recomendações terapêuticas são baseadas ou extrapoladas das diretrizes de fibrose cística e de bronquiectasias de outra etiologia (Romero et al. 2017).

A fisioterapia varia de acordo com a idade, estado clínico do paciente, recursos e da experiência do fisioterapeuta. Seu principal objetivo é manter as vias aéreas desobstruídas de secreções para reduzir infecções pulmonares e melhorar a função pulmonar do paciente (Romero et al. 2017).

Vários são os recursos fisioterapêuticos disponíveis nos mercados nacional e internacional desenvolvidos com objetivo de promover a limpeza das vias aéreas. Dentre estes se destaca o aparelho de oscilação oral de alta frequência. O princípio de funcionamento deste aparelho é a expiração através de um orifício perfurado que produzirá a oscilação em alta frequência de uma bola metálica (Fitipaldi e Azeredo, 2006).



Para Deterding et al.(2011), o termo “gamificação” é um termo com várias definições, sendo algumas até opostas, mas uma dessas definições é o uso de elementos de design de jogo em contextos fora do mundo dos jogos.

Para Yang (2021), o uso da gamificação em plataformas de gestão em saúde tem potencial para motivar comportamentos de gestão de saúde em usuários, bem como permitir que os usuários tenham desempenho melhores no desempenho do seu tratamento.

3. Metodologia

3.1 Modelo

A fisioterapia respiratória realizada para pacientes com Discinesia Ciliar Primária pode ser realizada com alguns aparelhos fisioterapêuticos como o Shaker®. Esse aparelho tem como objetivo, a mobilização de secreção. Pensando em como coletar os dados do aparelho, foi pensada uma solução dentro do funcionamento básico do mesmo. O Shaker® é um aparelho com uma bola de ferro na ponta do cachimbo que, ao soprar, a bola vibra e essa vibração é transmitida para a caixa torácica e mobiliza a secreção. Se o exercício não for realizado de maneira correta, a mobilização não ocorre e o exercício é desperdiçado. Para o modelo proposto, pensou-se em captar a vibração do aparelho para saber o esforço feito pelo paciente e dessa forma determinar se o exercício está sendo feito de forma correta.

3.2 Solução

Para o desenvolvimento deste artefato, foi escolhido um sensor do Arduino, com o intuito de coletar os dados.

Para o Shaker® (Figura 1), foi escolhido o sensor Piezoelétrico (Figura 2), sensor esse que é capaz de captar as vibrações através de uma película que ele possui.

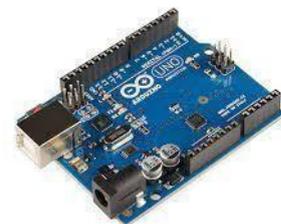
Figura 1: Shaker®



Figura 2: Piezoelétrico



Figura 3: Arduino



Fonte: google images

A ideia é acoplar esse sensor com o Arduino (Figura 3) ao Shaker® (Figura 1) e captar a vibração emitida pelo aparelho ao ser utilizado pelo paciente.



Com a solução criada, entram o smartphone (Figura 4) com a interface e a gamificação (Figura 5).

Figura 4: Smartphone



Figura 5: Gamificação



3.3 Middleware

Com este artefato criado com o sensor já instalado, é preciso um software responsável por unificar e apresentar esses dados coletados. Para isso, a ideia é desenvolver um aplicativo de celular que possa apresentar todos os dados em tempo real para o fisioterapeuta. A ideia é que, com a coleta desses dados, seja possível realizar consultas aos tratamentos feitos pelo paciente, histórico dos exercícios e definir os parâmetros que ele precisa para realizar o exercício de maneira correta.

3.4 Gamificação

Com o artefato construído e os dados coletados, agora é a hora de aplicar a gamificação ao tratamento. A ideia de trazer a gamificação para o tratamento se deve ao fato de que os exercícios realizados pelos pacientes com DCP são exercícios diários e monótonos. Para que um paciente pediátrico consiga realizar os exercícios corretamente, os jogos digitais podem auxiliar ao trazer uma parte lúdica ao tratamento.

Dito isso, dois jogos foram pensados:

O primeiro é um jogo de balão em que uma bexiga virtual seria apresentada no dispositivo e à medida que o paciente sopra o Shaker®. Se o exercício for feito de forma correta, o balão será inflado até estourar e contará um ponto para o paciente. Caso o exercício não seja feito de maneira correta, o balão murcha e uma mensagem surge auxiliando a maneira correta de executar a expiração



STAES 22'

Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde

O segundo é um jogo com uma flor com pétalas individuais. Ao soprar corretamente, uma pétala cai, repetindo assim até concluir a série que ele precisa realizar. Caso o paciente não sopre corretamente, surgirá uma mensagem pedindo que repita e sopre mais forte.

A ideia é que esses jogos sejam apenas jogos iniciais. Com a captura dos dados e o gerenciamento do que está acontecendo através do middleware, outros jogos podem ser criados, dando a liberdade de escolha de como o paciente pediátrico deseja se divertir enquanto faz o exercício.

4. Resultado esperados

Espera-se comprovar que o modelo proposto neste trabalho é capaz de facilitar a aplicação do tratamento para a DCP na vida diária do paciente, motivando-o a realizar os exercícios de maneira correta e permitindo um acompanhamento remoto do fisioterapeuta, bem como acesso ao histórico de atividades, ajustes precisos ao tratamento e melhor qualidade de vida para o paciente.

Com a solução construída, testada e avaliada, há ainda a possibilidade de se estender para outras patologias cujo tratamento também engloba a mobilização de secreção, permitindo uma abordagem com a tecnologia aplicada para a melhoria da qualidade de vida e melhoria no tratamento.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano pelo apoio institucional e financeiro ao projeto que deu origem a este documento.

Referências

- ALVES, A. B., 2014. Plataforma móvel com detecção de obstáculos - Universidade De Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento De Engenharia Elétrica.
- ANJOS, A. M., & SILVA, G. E. G., 2018. Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) na Educação UNIDADE I.
- BARRIENTOS, A., 2008. Robótica em Medicina. Apresentação Robots en medicina. Disponível em: https://webs.um.es/jmz/roboticaenlaula/ponencias/Robots_medicina.pdf [acesso em 04 setembro de 2022].
- DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., & NACKE, L., 2011. From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011, 9–15.
- DUARTE, P. E. C. R., SILVA, V. L., & SILVA, D. DE A. L., 2007. Analysis-of-the-functioning-of-the-Shaker®-to-diverse-levels-of-flow.-1-1. *Pulmão RJ*, 16, 70–75.
- FITIPALDI, R. M. DA S. B., & AZEREDO, C. A. C., 2006. Utilização do Aparelho de Oscilação Oral de Alta Frequência com ventilador Mecânico. *Revista Brasileira Terapia Intensiva*, 18(1), 34–37.
- INSTITUTO BUTANTAN, 2022. A era das doenças respiratórias: por que continuamos sofrendo com gripe e outros vírus apesar de todos os avanços da medicina?. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/a-era-das-doencas-respiratorias-por-que-continuamos-sofrendo-com-gripe-e-outros-irus-apesar-de-todos-os-avancos-da-medicina>. [Acesso em 04 de setembro de 2022]



STAES 22'

Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde

Le MAUVIEL, L., 1991. *Primary Ciliary Dyskinesia*.

LUCAS, J. S., BURGESS, A., MITCHISON, H. M., MOYA, E., WILLIAMSON, M., & HOGG, C., 2014. Diagnosis and management of primary ciliary dyskinesia. In *Archives of Disease in Childhood* (Vol. 99, Issue 9, pp. 850–856). BMJ Publishing Group.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Caderno de atenção básica - Doenças Respiratórias Crônicas, 2010. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_respiratorias_cronicas.pdf. [Acesso em 03 maio de 2022].

MORIYAMA LT, GUIMARÃES MLLG, JULIANI RCTP., 1999. Fisioterapia respiratória para crianças. In: Rozov T, editor. *Doenças pulmonares em pediatria. Diagnóstico e tratamento*. São Paulo: Atheneu; p.609-17.

OOKO, S. O., MUKANYILIGIRA, D., MUNYAMPUNDU, J. P., & NSENGA, J., 2021. Synthetic Exhaled Breath Data-Based Edge AI Model for the Prediction of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *2021 International Conference on Computing and Communications Applications and Technologies (I3CAT)*, 1–6.

OTTONI, A. L. C., 2010. Material de estudo – Introdução à robótica. Disponível em: https://www.ufsj.edu.br/portal2/repositorio/File/orcv/materialdeestudo_introducaoarobotica.pdf. [Acesso em 04 de setembro de 2022].

ROMERO R. T., ROVIRA A. S., CABALLERO R. A., 2017. Manejo del paciente afecto de discinesia ciliar primaria. *Protoc diagn ter pediatr*;1:423-437.

SILVA, P. O., SALLES, J. C., MENDONÇA, V. A., dos REIS, A. B., & de LIMA, V. P., 2013. Comparação entre os dispositivos de higiene brônquica Shaker® e “Soprinho” em relação aos parâmetros físicos e não físicos em indivíduos saudáveis. *ConScientiae Saúde*, 11(4), 550–558.

SONODA, G. S., TOLEDO, L., MOTA, M., SANCHES, C., MONTEDORI, M., PEDRO, J., DE OLIVEIRA, C., DELFORNO, L., RICHTER, E., VALENTIM, G., FABIUS, M., DE CARVALHO, H., & BEHRENS, F., 2021. *Colete vibratório mobilizador de secreção pulmonar*.

SORIANO, J. B., KENDRICK, P. J., PAULSON, K. R., GUPTA, V., ABRAMS, E. M., ADEDOYIN, R. A., ADHIKARI, T. B., ADVANI, S. M., AGRAWAL, A., AHMADIAN, E., ALAHDAB, F., ALJUNID, S. M., ALTIRKAWI, K. A., ALVIS-GUZMAN, N., ANBER, N. H., ANDREI, C. L., ANJOMSHOA, M., ANSARI, F., ANTÓ, J. M., & VOS, T., 2020. Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(6), 585–596.

TOLEDO, M. F., & ADDE, F. V., 2000. Discinesia ciliar primária na infância Primary ciliary dyskinesia in children. In *J. pediatr. (Rio J.)* (Vol. 76, Issue 1).

YANG, H., & LI, D., 2021. Health management gamification: Understanding the effects of goal difficulty, achievement incentives, and social networks on performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 169.