



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – DEDC – CAMPUS I
GESTEC – MESTRADO PROFISSIONAL
GESTÃO E TECNOLOGIAS APLICADAS À EDUCAÇÃO**



**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO I
GESTÃO DA EDUCAÇÃO E REDES SOCIAIS**

**RELAÇÕES ENTRE PERDA AUDITIVA, APRENDIZADO E MEMÓRIA EM
ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL I: AVALIAÇÃO E USABILIDADE DE
APLICATIVOS PARA O RASTREIO AUDITIVO.**

FERNANDA SUZART DA ROCHA

SALVADOR / BA

2018

FERNANDA SUZART DA ROCHA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO I
GESTÃO DA EDUCAÇÃO E REDES SOCIAIS

**RELAÇÕES ENTRE PERDA AUDITIVA, APRENDIZADO E MEMÓRIA EM
ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL I: AVALIAÇÃO E USABILIDADE DE
APLICATIVOS PARA O RASTREIO AUDITIVO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional Gestão e Tecnologias aplicadas à Educação (GESTEC), do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Área de Concentração I – Gestão da Educação e Redes Sociais, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho.

SALVADOR / BA

2018

Universidade do Estado da Bahia

Sistema de Biblioteca

Ficha Catalográfica - Produzida pela Biblioteca Edivaldo Machado Boaventura

Rocha, Fernanda Suzart da.

Relação entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: Avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo: / Fernanda Suzart da Rocha.-- Salvador, 2018.

99fls : il.:

Orientador: Fernando Luís de Queiroz Carvalho

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus I. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Aplicadas à Educação - GESTEC, 2018

1. Educação e saúde. 2. Triagem auditiva do escolar. 3. Aplicativos. I. Carvalho, Fernando Luís de Queiroz II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus I.

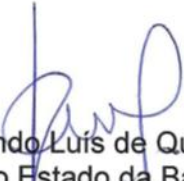
CDD: 370

FOLHA DE APROVAÇÃO

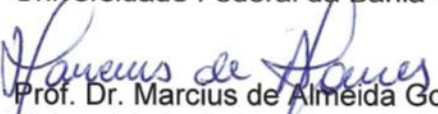
“RELAÇÕES ENTRE PERDA AUDITIVA, APRENDIZADO E MEMÓRIA EM ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL I: AVALIAÇÃO E USABILIDADE DE APLICATIVOS PARA RASTREIO AUDITIVO”

FERNANDA SUZART DA ROCHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação (*Scripto Sensu*) Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação, Área de Concentração I – Gestão da Educação e Redes Sociais, em 06 de setembro de 2018, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação, pela Universidade do Estado da Bahia, composta pela Banca Examinadora:


Prof. Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Patologia Humana
Universidade Federal da Bahia - UFBA


Prof.ª Dr.ª Maria da Glória Canto de Sousa
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas
Universidade Federal da Bahia – UFBA


Prof. Dr. Marcius de Almeida Gomes
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Educação Física
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC


Prof.ª Dr.ª Camila Vila Nova de Freitas Guimarães
União Metropolitana de Educação e Cultura - UNIME
Doutorado em Medicina e Saúde
Universidade Federal da Bahia – UFBA

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
APPS	Aplicativos
DA	Deficiente Auditivo
DM	Dispositivo Móvel
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAE	Meato Acústico Externo
MEEM	<i>Mini-Mental</i> – Mini Exame do Estado de Saúde Mental
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNPS	Programa Nacional de Promoção à Saúde
PSE	Programa de Saúde na Escola
SUS	Sistema Único de Saúde
TAE	Triagem Auditiva Escolar
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

DEDICATÓRIA

Dedico o meu mestrado aos meus maiores incentivadores: Meus pais!
Que em nenhum momento deixaram de acreditar no meu potencial.

“Não se pode falar de educação sem amor.”

Paulo Freire.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por mais uma vez me mostra o quanto sou capaz e por me guiar nessa grande e valorosa jornada de conhecimento pessoal e coletivo.

A minha linda família: meus pais amados **Fernando e Tina**, a meu casal preferido, **David e Dani**, minha linda flor de **Lis**, ao meu amado marido **Rafael** e a **Família Freitas**, obrigada pela fortaleza, entusiasmo, confiança e doçura que me envolveram em todo esse período desafiador que passei até aqui! Conto com vocês no doutorado! Com a mesma energia positiva e amor de sempre!

Ao Professor **Fernando Luís de Queiroz Carvalho**, meu orientador, de sempre e para sempre! Ele não calcula o bem que fez na minha vida como um todo. Conseguiu ser a luz que me guiou na escuridão, conduzindo-me para o caminho que nunca deveria ter deixado de lado: a pesquisa, a busca incansável pelo saber, a doação ao próximo. Meu amigo, você é um exemplo a ser seguido!

As minhas amigas queridas que o mestrado me presenteou tão grandiosamente, **Eloísa Bahia e Érica Santos**. Vocês são sensacionais! E juntas somos imbatíveis! As “meninas de Fernando”, o Trio “T”! Tenho certeza que esse momento é só o começo para o que ainda nos espera futuramente!

Aos meus amigos de vida: **Dene Mascarenhas, Nayana Marinho, Kíria Reis, Juliana Alves, Olyvesson Vieira, Tia Denise Mascarenhas, Olívia Suzart, Luciana Nery e Verônica Cardoso**. Como sempre digo: “Não sei o que seria de mim sem meus amigos”! Vocês são os melhores!

A **UNEB – Universidade do Estado da Bahia**, por mais uma vez me receber de braços abertos. Local que guardo recordações maravilhosas da minha graduação e que agora fará parte de mais um momento grandioso na minha vida: o que me tornei Mestre. Espero poder retribuir tudo que me ofertou.

Ao **GESTEC – Mestrado Profissional Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação** (professores, colegas e colaboradores) por todo conhecimento e encantamento proporcionado pela área da Educação.

Ao **Grupo de Pesquisa EDUSAUT – Educação, Saúde e Tecnologias**, o qual revigorou e confirmou o meu amor pela pesquisa e pelo saber. Pode contar sempre com as minhas contribuições.

Aos **meus colegas do EDUSAUT**, gratidão por todos os momentos que participei: sessões, apresentações de artigos, projetos, qualificações e defesas, trocas de conhecimentos e experiências. Vibrei com a conquista de cada um de vocês desde o início.

As **Escolas** onde realizamos o nosso trabalho de campo (diretoras, professoras, escolares e seus familiares) pelo acolhimento, por abrirem suas portas e seus corações, acreditar e valorizar a nossa pesquisa me proporcionando momentos inesquecíveis de aprendizado que vão além da esfera acadêmica.

A **Clínica OTOMED** por receber os encaminhamentos otorrinolaringológicos e, em especial a **Dra. Maria Alayde Madureira**, por sua ajuda ímpar na nossa pesquisa.

Aos professores da Banca examinadora, **Camila Vila Nova de Freitas Guimarães, Marcius de Almeida Gomes e Maria da Glória Canto de Sousa**, pela gentileza em aceitar o nosso convite e por todas as importantes contribuições ao nosso estudo.

Agradeço às possibilidades que as **práticas em educação e saúde** permitem a nós pesquisadores apaixonados por essa temática!

A todos que fizeram parte de cada momento dessa conquista! Ela é nossa! Gratidão sempre!

ROCHA, Fernanda Suzart da, Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação – GESTEC), da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador – Bahia, 2018.

RESUMO

Introdução: O período escolar caracteriza-se por sua grande influência na infância, o qual contribui para a construção social, acadêmica e cognitiva das crianças. Nesse contexto uma boa condição de saúde é crucial e possíveis alterações interferem no desenvolvimento de alguns desses processos. Crianças com perda auditiva apresentam desafio significativo na fase escolar. A triagem auditiva no escolar torna-se medida fundamental para a detecção precoce de possíveis casos de perda auditiva e na diminuição de seus agravos. Atualmente, essa prática não é contemplada na política nacional de saúde auditiva, justamente por não ter alternativas para a realização da avaliação auditiva no ambiente escolar. Contudo os aplicativos para dispositivos móveis (*apps*) apresentam características que o tornam ferramentas de uso potencial no rastreio auditivo, tanto nas escolas, quanto em regiões desassistidas de serviços de saúde especializados. **Objetivo:** Esse estudo teve como objetivo investigar as relações entre perda auditiva, aprendizado e memória usando aplicativo para rastreio auditivo em escolares do Ensino Fundamental I de escolas públicas de Salvador. **Metodologia:** Foi realizada revisão sistemática de literatura para investigar a aplicabilidade de *apps* na triagem audiológica como ferramenta na detecção dos níveis de audição em diversas situações. A partir dessa revisão o *app U-Hear* foi selecionado para a triagem auditiva dos escolares. Esses resultados foram comparados à avaliação da memória e do aprendizado por meio do *mini-mental* (MEEM) e, para a validação dos dados do *app*, realizou-se audiometria tonal limiar. **Resultados:** Na revisão realizada, foi observado que a maioria dos estudos pesquisados propõe a validação do *U-Hear* com percentual significativo de sensibilidade e especificidade no rastreio auditivo comparando seus resultados com os dados obtidos com a audiometria tonal limiar. Após o teste com o *app* em questão verificou-se, em sua maioria, resultados de normalidade auditiva e perdas auditivas de grau leve, sendo que em menor número perdas auditivas de grau moderado, ao analisar as orelhas em separado. Os dados da audiometria tonal limiar e do MEEM, em sua totalidade estavam dentro dos padrões considerados normais. Esses achados apresentaram-se paradoxais em relação às respostas demonstradas pelo *U-Hear* nesse estudo. **Conclusão:** Muitas pesquisas vislumbram a possibilidade de adotar soluções tecnológicas, como os *apps*, que somem com as práticas da triagem e saúde auditiva. Entretanto, a maioria dos estudos destaca a necessidade de aprimoramento dos *apps* para que se tornem uma realidade como instrumentos de maior acurácia para uso no rastreio auditivo. Esses dispositivos possuem futuro promissor em práticas de saúde auditiva, tanto escolar como de regiões carentes de serviços audiológicos, por apresentar características de portabilidade, acessibilidade e baixo custo. A integração entre a educação, saúde e tecnologias potencializa a elaboração de produtos capazes de inovar a execução do rastreio auditivo.

Palavras-chave: 1 Educação e saúde. 2 Triagem auditiva do escolar. 3 Aplicativos.

ROCHA, Fernanda Suzart da, Relationship between hearing loss, learning and memory in elementary school students I: evaluation and usability of hearing screening applications. Dissertation (Master in Management and Technologies Applied to Education - GESTEC), State University of Bahia (UNEB), Salvador - Bahia, 2018.

ABSTRACT

Introduction: The school period is characterized by its great influence in childhood, which contributes to the social, academic and cognitive construction of children. In this context a good health condition is crucial and possible changes interfere into the development of some of these processes. Children with hearing loss present a significant challenge in the school stage. Auditory screening at the student becomes a fundamental measure for the early detection of possible cases of hearing loss and the reduction of their injuries. Currently, this practice is not contemplated in the national auditory health policy, precisely because it does not have alternatives for hearing assessment at the school environment. However, mobile applications (apps) have features that make it a potential tool for auditory screening, both in schools and in unskilled areas of specialized health services. **Objective:** This study aimed to investigate the relation between hearing loss, learning and memory using an auditory screening application in elementary school students from public schools in Salvador. **Methodology:** A systematic literature review was carried out to investigate the applicability of the applications in the audiological screening as a tool in the detection of hearing levels in different situations. From this review the U-Hear app was selected for the auditory screening of schoolchildren. These results were compared to the evaluation of memory and mini-mental learning (MEEM) and, for the validation of the app data, threshold tonal audiometry was performed. **Results:** In the review, it was observed that most of the studies studied propose the validation of the U-Hear with a significant percentage of sensitivity and specificity in the auditory tracing comparing its results with the data obtained with threshold tone audiometry. After the test with the app mentioned, the majority of the patients had hearing loss and hearing losses of a mild degree, with a lower number of moderate hearing losses when analyzing the ears separately. Data from threshold tonal audiometry and MMSE, in their totality, were within the normal range. These findings were paradoxical in relation to the responses demonstrated by U-Hear in this study. **Conclusion:** Many researches see the possibility of adopting technology solutions, such as apps, that add up to the practices of screening and hearing health. However, most studies highlight the need for improved apps to become a reality as more accurate instruments for use in auditory screening. These devices have a promising future in auditory health practices, both in schools and in regions with lack of audiological services, because they have portability, accessibility and low cost characteristics. The integration between education, health and technologies enhances the development of products capable of innovating the performance of auditory screening.

Key words: 1 Health and Education. 2 School auditory screening. 3 Applications.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1: Caracterização dos estudos de aplicativos para dispositivos móveis na triagem e no monitoramento auditivo de acordo com o sistema operacional. 41
- Tabela 2: Descritivo e caracterização dos aplicativos utilizados em pesquisas científicas para triagem e/ou monitoramento auditivo desenvolvidos para a plataforma do sistema operacional *iOS*. 42
- Tabela 3: Descritivo e caracterização dos aplicativos utilizados em pesquisas científicas para triagem e/ou monitoramento auditivo compatíveis com a plataforma do sistema operacional *Android*. 43
- Tabela 4: Características relevantes dos artigos de acordo com suas possibilidades tecnológicas em aplicativos de triagem e monitoramento auditivo nos sistemas operacionais *iOS* e *Android*. 43
- Tabela 5: Características comparativas entre os apps *HearScreen* e *U-Hear*. 44

ARTIGO 2

- Tabela 1: Distribuição percentual dos dados sobre saúde auditiva dos escolares do 5º ano em escolas de Salvador- BA (n=55). 60
- Tabela 2: Distribuição percentual dos dados da entrevista sobre comportamento auditivo dos escolares do 5º ano (n=55). 60
- Tabela 3: Dados auditivos da triagem dos escolares com o aplicativo *U-Hear* baseados nos parâmetros audiológicos de normalidade auditiva até 25dB e perda auditiva para respostas acima de 26dB (n=49). 61
- Tabela 4: Classificação audiológica das respostas obtidas a partir da triagem dos escolares com o uso do aplicativo *U-Hear* de acordo com a média das frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz (n=49). 61
- Tabela 5: Resultado (escores) do teste MEEM aplicado aos escolares segundo os resultados audiológicos obtidos com a triagem do *U-Hear* de acordo com a presença ou ausência de perda auditiva na orelha direita (n=46). 61

- Tabela 6: Resultado (escores) do teste MEEM aplicado aos escolares segundo os resultados audiológicos obtidos na triagem com o *U-Hear* de acordo com a presença ou ausência de perda auditiva na orelha direita (n=46). 62
- Tabela 7: Perfil auditivo de escolares após triagem utilizando o *app U-Hear* e grau de acerto no MEEM (n=46). 62
- Tabela 8: Dados comparativos entre os resultados encontrados na triagem com o *app U-Hear* e os resultados da audiometria tonal limiar (n=6). 62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4 REFERENCIAL TEÓRICO	20
4.1 Educação, aprendizado e seus Teóricos	20
4.2 Promoção e educação em saúde	22
4.3 Processo saúde-doença e a relação ensino-aprendizado	25
4.4 A Audição e o seu papel no ambiente escolar	28
4.5 O uso de tecnologias e a saúde auditiva: Estímulo e triagem.	30
4.6 Gestão do aprendizado e o papel do fonoaudiólogo	33
5. RESULTADOS	36
5.1 ARTIGO 1	36
APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS E TRIAGEM AUDITIVA: POTENCIAL PARA DETECÇÃO DE PERDA NO AMBIENTE ESCOLAR	36
5.2 ARTIGO 2	54
APP PARA TRIAGEM AUDITIVA: RELAÇÕES ENTRE AUDIÇÃO, MEMÓRIA E APRENDIZADO	54
6 DISCUSSÃO GERAL	70
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A: CARTA DE ANUÊNCIA	84
APÊNDICE B: TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	85
APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	86
APÊNDICE D: TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR	88
APÊNDICE E: TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	89
APÊNDICE F: TERMO DE COMPROMISSO PARA COLETA DE DADOS EM ARQUIVOS	90
APÊNDICE G: DECLARAÇÃO DE CONCORDÂNCIA COM O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PESQUISA	91
APÊNDICE H: ENTREVISTA ESTUDANTES	92
APÊNDICE I: COLETA DOS DADOS AUDIOLÓGICOS	93

APÊNDICE J: TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR	94
ANEXO 1: PARECER CONSUBISTANCIADO DO CEP.....	95
ANEXO 2: MINI EXAME DO ESTADO DE SAÚDE MENTAL (MINI MENTAL - MEEM) ..	98

1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma importante preocupação com a saúde do estudante e os seus impactos sobre o aprendizado escolar. Em alguns casos, é possível verificar que a evolução acadêmica insatisfatória, pode estar relacionada a algumas alterações de saúde que ainda não foram detectadas de forma precisa e que influenciam no processo de aprendizado e na memória.

O período escolar é um momento de importância significativa para o aprendizado e socialização do estudante. Possui relação direta entre idade cronológica e maturidade, determinando comportamentos e habilidades específicas. Quando a idade cronológica não se ajusta aos conteúdos aprendidos, esperados para a sua faixa etária, tem-se então dificuldade de aprendizado.

O período escolar evidencia, de forma mais ampla, quando o estudante pode apresentar dificuldades de aprendizado e memória, principalmente pelo fato de ter como critério de comparação o próprio desenvolvimento global dos estudantes.

O período acadêmico pode ser prejudicado por algumas condições de saúde que interferem de forma direta em todo o processo de assimilação do conhecimento (aprendizado e memorização deste), dentre elas podem ser relacionadas condições físicas (deficiências visual, auditiva e motora); quadros neurológicos (paralisia cerebral, epilepsia, deficiências mentais); alterações psicológicas/psiquiátricas (depressão, ansiedade, esquizofrenia, TDAH); fatores de estresse, entre outros.

No contexto do presente estudo, a deficiência auditiva detém grande relevância e consiste em um dos fatores que podem interferir, de forma importante, no aprendizado e na memória durante a fase escolar, podendo influenciar na percepção da realidade e consequente na formação de memórias, além da cognição e fatores psicológicos, que podem levar a apatia, desinteresse e isolamento social, fechando um ciclo prejudicial à relação ensino-aprendizagem.

A integridade e neuromaturação da audição são fatores fundamentais para a recepção da informação. Esses processos participam de habilidades de atenção, detecção de estímulo e sua discriminação, localização e compreensão a partir da formação de conceitos auditivos em geral (PEREIRA, 2004).

A Organização Mundial da Saúde (OMS – WHO) apontou, em 2015, que 28 milhões de brasileiros apresentaram algum tipo de perda auditiva (PA), seja ela de graus

leve, moderado, severo ou profundo. Cenário este que configura um quadro, no qual 14,8% do total de 190 milhões de brasileiros possuíam problemas relacionados com a audição naquele ano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

Como a perda auditiva pode apresentar aparecimento tardio, o monitoramento das crianças de forma preventiva, em intervalos periódicos, principalmente em fase escolar, constitui uma significativa prática de saúde no ambiente educacional como estratégia na prevenção de agravos que interfiram no aprendizado e memória dos estudantes.

A investigação de possíveis impactos de perdas auditivas sobre o aprendizado e a memória de estudantes se faz necessária para ampliar o desenvolvimento de práticas de promoção à saúde nas escolas, com o intuito de promover melhores resultados na formação acadêmica. Em tempo, ao considerar as dificuldades encontradas no âmbito das escolas para a realização de triagem auditiva, fica evidente que o uso de novas tecnologias pode ser o maior aliado desse processo.

A avaliação auditiva depende de ambiente propício, equipamentos específicos e de alto custo que são capazes de detectar possíveis alterações na audição. Tais aparelhos apresentam configuração clínica complexa e estão alocados em unidades de saúde de média complexidade, tornando a sua aplicação nas escolas praticamente inviável. Desta forma, o desenvolvimento tecnológico tem gerado ferramentas que podem suprir ou, pelo menos, viabilizar a realização da triagem audiológica no ambiente escolar, para fins de encaminhamento oportuno dos possíveis casos de falha na triagem para a realização de avaliação completa da audição.

Dentre as ferramentas tecnológicas com importante potencial para uso na triagem auditiva estão os aplicativos para dispositivos móveis (*apps*), principalmente por suas características de grande portabilidade e por ser um dispositivo de baixo custo. Aplicado por profissionais especializados podem suprir a carência de locais de difícil acesso para serviços especializados ou aqueles que não possuem condições para investir em equipamentos específicos para avaliação auditiva.

Há alguns anos pesquisas são realizadas com o intuito de investigar a acurácia e validar o uso de *apps* para a triagem auditiva. Vale ressaltar que o uso de aplicativos no rastreio de respostas auditivas não substitui a realização de exames clínicos complementares, a exemplo da audiometria convencional. Esses chegam ao mercado como ferramenta de triagem para somar às demandas exigidas na área da audiolgia.

No mercado já existe grande variedade de aplicativos para triagem auditiva, sendo que alguns se destacam por resultados promissores em investigações científicas, devido

a respostas com importante sensibilidade e especificidade quando utilizados em diferentes situações de avaliação. A exemplo, podem ser citados o *app U-Hear* para sistema operacional *iOS*, o qual foi concebido para realizar rastreio auditivo semelhante à dinâmica da audiometria convencional com o uso de tom puro e o *HearScreen* para sistema operacional *Android*, que foi elaborado especificadamente para suprir a carência da triagem auditiva nos escolares de regiões desassistidas na África do Sul.

Diante do exposto nos diversos estudos, os aplicativos representam medidas tecnológicas com importante potencial nas práticas de promoção à saúde. Esses podem auxiliar gestores escolares, professores e estudantes na detecção de possíveis alterações auditivas, via utilização de tecnologias, permitindo aperfeiçoar o processo de aprendizado a partir de estratégias educacionais. Tais medidas poderão proporcionar maior desenvolvimento das demandas educacionais exigidas aos estudantes.

2 JUSTIFICATIVA

As crianças com perda auditiva possuem um importante desafio para o desenvolvimento de habilidades psicossociais, tais como: memória, aprendizado, emoções. Por esta razão torna-se cada vez mais necessária a realização de avaliações periódicas da função auditiva com o objetivo de minimizar os efeitos deletérios nas crianças e adolescentes em fase escolar.

Diversas pesquisas apontam que a perda auditiva com o passar dos anos, se não diagnosticada precocemente e tratada adequadamente, pode acarretar declínio significativo na cognição, pois a privação sonora dificulta a socialização e consequente estimulação cognitiva.

O acompanhamento regular de crianças e adolescentes com perda auditiva pelo médico (otorrinolaringologista) e pelo fonoaudiólogo se faz necessário na fase escolar. A criança com perda auditiva devidamente diagnosticada precisa ter linguagem, habilidades cognitivas e demandas educacionais estimuladas, a partir do uso de aparelho de amplificação sonora individual – AASI associado à terapia fonoaudiológica. Essas medidas podem garantir que essa população, com demandas específicas, obtenha maior sucesso para o desenvolvimento adequado das funções auditivas corriqueiras e às exigências que surgem em seu cotidiano.

A realização de avaliações auditivas em crianças e adolescentes, principalmente em fase escolar, é uma questão de saúde pública delicada, pois as consequências resultantes da perda auditiva podem interferir diretamente no aprendizado (o que afeta o processo de escolarização), como também na capacidade comunicativa em geral (fala, leitura e/ou escrita), ou até mesmo resultar em problemas comportamentais (apatia e isolamento social), principalmente pelo fato da via auditiva se caracterizar com uma das principais vias de acesso entre o indivíduo e o meio que o cerca.

No que se refere às habilidades que envolvem a memória (aquisição, armazenamento e evocação de informações), a audição participa do processamento e gerenciamento das informações aprendidas pelos sentidos em episódios denominados experiências, possibilitando o aprendizado e a organização do sistema de linguagem do indivíduo. Desta forma, o prejuízo auditivo interfere em todos esses processos e de forma mais deletéria na fase escolar, momento caracterizado por um processo de estimulação intensa.

Faz-se necessário, portanto, a elaboração de práticas em saúde que promovam o desenvolvimento educacional e social dos estudantes que possuem alterações auditivas, para que permita a sua inserção no meio educacional com oportunidades semelhantes às crianças normo-ouvintes.

É notório que há a necessidade de uma gestão em saúde auditiva escolar que estabeleça possibilidades de diminuir os efeitos deletérios sobre o social, emocional e educacional causados pela perda auditiva na infância. Essas medidas podem garantir um progresso significativo para nas práticas de desenvolvimento escolar e inclusão social.

Ressalta-se ainda que no ambiente escolar são escassos serviços de saúde (por mais que seja sugerido por lei) que ampare escolares, familiares e professores a partir de informações em saúde e medidas preventivas, que possam direcionar os possíveis casos percebidos de alterações para cuidados primários especializados, diagnóstico precoce e tratamento, quando necessários.

Dessa forma, estudos como este podem colaborar com a geração de conhecimentos que auxiliem na elaboração de ações em saúde correlacionadas com ações educacionais, que tenham como objetivo maior o bem-estar, a educação e o equilíbrio emocional nas crianças e adolescentes em fase escolar.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar as relações entre perda auditiva, aprendizado e memória usando aplicativo para rastreio auditivo em escolares do Ensino Fundamental I de escolas públicas de Salvador.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o uso de aplicativos (*apps*) para dispositivos móveis voltados à triagem auditiva apontando pontos positivos e negativos.
- Investigar a função auditiva da população do estudo por meio de aplicativo para dispositivos móveis.
- Comparar a função auditiva encontrada por meio do uso de aplicativo para dispositivos móveis com os resultados da audiometria convencional.
- Relacionar o impacto gerado pela possível perda auditiva sobre a memória e o aprendizado dos estudantes avaliados;

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Educação, aprendizado e seus Teóricos

O processo de aprendizado vai muito além da simples transmissão de informações e conhecimentos do professor para o aluno, constitui-se em um fenômeno extremamente dinâmico de construção cognitiva do sujeito, em que a interação social possui papel fundamental em sua formação (BARROUILLET, 2015).

Dentre os diversos teóricos que pesquisaram o processo do desenvolvimento cognitivo e do aprendizado das crianças, dois deles merecem destaque nesse contexto: Jean Piaget (1896-1980), que estabeleceu como ponto de partida para a compreensão dessa sistemática, o processo de assimilação e acomodação da informação pelo sujeito, que é o agente principal para a construção do conhecimento e, Vygotsky (1896-1934), que fundamentou sua teoria no processo de socialização com o outro, na importância das influências culturais e na interação com o meio para moldar o desenvolvimento cognitivo (BARROUILLET, 2015).

Em seus estudos, Piaget ressaltou que crianças de 5 a 7 anos, em fase pré-operacional, não poderiam apresentar ordenação linear ou relação de inclusão de classes no seu processo de desenvolvimento cognitivo, algo que só se tornaria disponível na transição para o pensamento concreto operacional, que vai dos 7 aos 11 anos. A participação de outra pessoa no processo descrito por Piaget se dá somente para apresentar o objeto, a criança elabora sozinha as suas hipóteses. As mudanças nos recursos cognitivos e conceituais são importantes para o aprendizado (CAREY, ZAITCHIK e BASCANDZIEV, 2015).

Em contrapartida a teoria sócio-construtivista de Vygotsky que ressalta a construção do conhecimento a partir da interação do indivíduo com o meio, descreve que o outro passa a ter um papel indispensável neste processo enquanto potencializador do conhecimento com participação ativa (VYGOTSKY, 1929).

O desenvolvimento psicológico é constituído pela fusão do natural ao cultural e tal processo é indissociável. O desenvolvimento cultural permite a transformação da natureza para entender às necessidades do homem (VYGOTSKY, 1929).

Um atraso no desenvolvimento natural ou cultural pode gerar sua dissociação aumentando o tempo necessário ao processo de evolução. Tal atraso pode ter como

causas alterações de fatores externos ou internos que não dominam os meios culturais de comportamento, que são aqueles que estão relacionados ao aperfeiçoamento cultural das funções psicológicas, elaboração de novos métodos de raciocínio e o domínio dos métodos culturais de comportamento, especialmente no que se refere à linguagem. A criança, portadora de conhecimento primitivo (um tipo especial de subdesenvolvimento) precisa da interação com o meio para que seu desenvolvimento cultural ocorra (VYGOTSKY, 1929).

O processo de interação com o outro, com a cultura e com o meio em geral caracteriza-se como uma das condições para a aquisição e formação do ensino e aprendizado e apresenta nova concepção de troca mútua entre os estudantes e professores por meio da ideologia do educador revolucionário Paulo Freire (1921-1997). Este apresenta uma concepção de educação interessante, desafiadora e transformadora, pois se baseia na transmissão do conhecimento por meio do diálogo. O progresso dessa relação permite caracterizar professores-estudantes em um processo no qual os estudantes tornam-se alunos-professores e todos são co-pesquisadores e críticos do meio em que estão inseridos (BECKETT, 2013).

É justamente nesse contexto que o educador Paulo Freire cria um novo conceito a partir da palavra Empoderamento, o qual segue uma lógica diferente do significado atribuído a esta na língua inglesa (*Empowerment* = “dar poder” a alguém para realizar algo sem autorização prévia). O conceito de empoderamento caracterizado por Paulo Freire estabelece que uma pessoa, grupo ou instituição pode realizar por si só as mudanças e ações que resultam na evolução e no seu fortalecimento. Cria a ideia de movimento interno, no qual a mudança ocorre pela conquista (VALOURA, 2006).

Outra forma de pensar o processo de desenvolvimento da educação se configura a partir da ideia de complexidade estabelecida por Edgar Morin, antropólogo, sociólogo e filósofo (1921). Essa ideia está fundamentada em pilares definidos como movimento, conjugação e articulação de saberes, sem desconsiderar sua essência e pluralidade em cada fenômeno, conectando a matéria e o espírito, a natureza e a cultura, o sujeito e o objeto, a objetividade e a subjetividade, a arte, ciência e filosofia (SANTOS e HAMMERSCHMIDT, 2013).

O pensamento complexo caracterizado por Morin se estabelece a partir da interdisciplinaridade, por meio de princípios metodológicos que permitem a elaboração de uma sequência inicial de ações, preparadas para receber o inesperado

e, a partir daí, modificar suas ações em função das informações que surgem (MORIN, 2000).

Ainda nesse contexto, cabe ressaltar a importância de outro conceito fundamental, a autonomia. Ao pensar em ampliar o papel da educação no que se refere à saúde, é visível que o indivíduo participe do processo saúde-doença possa obter melhores resultados em sua terapia, ao ser o maior conhecedor do que está acontecendo consigo, se permitindo maior atuação/atividade em conjunto com os atores envolvidos na busca por melhores resultados, favorecendo as aplicações da educação em saúde.

4.2 Promoção e educação em saúde

Todos os estudos e conceitos elaborados por Paulo Freire podem ser aplicados também em diversos setores educacionais, inclusive nos aspectos relacionados à educação em saúde. No campo das ações de promoção à saúde, o empoderamento caracteriza-se como um processo de formação da comunidade, de capacitá-la, de proporcionar controle e habilidades que possam gerar mudanças nos aspectos sociais da saúde, a partir da ideia de mobilização coletiva. Entra como uma estratégia de ganho de conhecimento, de instrumentalização da saúde (TEIXEIRA, 2002).

A teoria da complexidade de Morin também fomenta as práticas atuais em educação em saúde. Trata-se de uma teoria que se constitui como requisito para a interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e multidisciplinaridade, tão difundidas na educação em saúde atualmente, partindo da ideia de que o ser humano é complexo e plural, sócio-político-cultural, com habilidades para evoluir em busca da sua cidadania e autonomia (MORIN, 2002).

Diante de todo esse movimento educacional em que o ensino e aprendizado se voltam para uma concepção participativa e de troca contínua de conhecimentos, é que se configuram as práticas de educação em saúde. Estas apresentam natureza multidisciplinar e tem como proposta pedagógica fornecer suporte necessário para a população ter acesso ao tema saúde em sua forma mais ampla, como também, atuar de maneira participativa, responsável, criativa e produtiva (MENDES e VIANNA, 2008), portanto com grau significativo de autonomia.

A Organização Mundial da Saúde – OMS (2011) define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, demonstrando de forma relevante que ter saúde é muito mais do que não ter doença.

A partir desse conceito, as práticas de promoção à saúde e educação em saúde têm como base para formulação de suas concepções de atuação na comunidade, melhorias na qualidade de vida e participação mais ativa das pessoas no controle e na adoção de medidas coletivas que propagem cultura da saúde na realidade em que vivem (MENDES e VIANNA, 2008).

A partir de um breve histórico pode-se verificar que a educação em saúde se desenvolveu de acordo com os avanços dos conhecimentos científicos relativos às questões das variáveis saúde/doença. Anteriormente não passava de transmissão de informações sobre saúde, por meio da exposição audiovisual em palestras, panfletos, cartazes, entre outros (MENDES e VIANNA, 2008).

O desenvolvimento das ciências do comportamento permitiu a inclusão das ideias de investigação social, no sentido de entender o modo como as pessoas viviam e o conhecimento que tinham sobre saúde. Isso permitiu a elaboração de projetos que se adequavam melhor à demanda e à realidade, nas quais estava inserida uma determinada população (CASTRO, MISHIMA e LESSA, 1981).

Surge então à ideia de planejamento participativo a partir dos anos 70, momento em que ocorre a implantação do Sistema Único de Saúde (SUS). A promoção à saúde passou a ter como foco a melhoria nas condições de vida das pessoas e do ambiente em que moram, estudam, trabalham e praticam hábitos de lazer. A população começa a ser motivada no sentido de auxiliar nas práticas (realização de ações em saúde) e na propagação destas ações nos mais diversos lugares (MENDES e VIANNA, 2008).

A educação para a participação em saúde se revela como processo pedagógico que tem o indivíduo como o principal responsável pela sua realidade, consciente da sua ação e participante desta, mesmo com todas as peculiaridades de sua individualidade (MENDES e VIANNA, 2008).

Trata-se de um processo de transformação que resulta em aplicação da visão crítica e de sua condição de gerenciamento na busca de soluções específicas que podem ser aplicadas tanto individualmente, quanto em comunidade (BRASIL, 1992).

Todo indivíduo pode ser capaz de reconhecer seus problemas de saúde e, quando este atua em conjunto com profissionais da área ocorre ampliação do

conhecimento e da assimilação de conceitos que permitem maior entendimento da relação saúde/doença. Tais ações implicam diretamente no bem-estar dos agentes envolvidos (MENDES e VIANNA, 2008).

A perspectiva de promoção da saúde pode e deve ser propagada no ambiente escolar, a partir do momento que este é visto como espaço coletivo no qual são desenvolvidas atividades de cuidado humano (COSTA. *et al*, 2013) .

Desta forma, a escola pode atuar tanto na promoção da saúde, quanto na propagação de hábitos saudáveis em conjunto com profissionais de saúde. O desenvolvimento técnico-científico e sócio-político da promoção da saúde nas escolas ocorreu em instituições promotoras de saúde, as quais têm como meta a busca por um estilo de vida, aprendizado e trabalho que permitam o desenvolvimento de hábitos saudáveis e preventivos (GRACIANO. *et al*, 2015).

Em 30 de março de 2006, o Ministério da Saúde lançou a Portaria nº 687 MS/GM, estabeleceu a Política Nacional de Promoção à Saúde (PNPS), tendo o Estado o compromisso de realizar ações de promoção à saúde nos serviços e na gestão do SUS (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2006).

Em 5 de dezembro de 2007, o decreto de nº 6.286 instituiu o Programa de Saúde na Escola (PSE), no âmbito dos Ministérios da Educação e da Saúde. Com a finalidade de contribuir com a formação integral dos estudantes da rede pública de educação básica, por meio de ações de prevenção, promoção e atenção à saúde, como também a construção de estratégias para a integração e articulação permanente entre políticas e ações de educação e de saúde com a participação da comunidade escolar, envolvendo equipes de saúde da família e da educação básica (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2007).

A escola é vista, portanto, como campo bastante favorável para o desenvolvimento de práticas em saúde, pois exerce importante papel na aquisição de hábitos saudáveis, prevenção de comportamentos deletérios, além de apresentar compromisso social com a comunidade em que está inserida. Esse espaço permite que a execução de atividades transdisciplinares crie possibilidades diversas para a implantação de ações de educação em saúde conscientes e capazes de influenciar a vida cotidiana de seus alunos (LOPES, *et al*, 2007).

Os profissionais de saúde podem trazer importante contribuição para a consolidação das práticas de promoção à saúde no ambiente escolar a partir de ações que trabalhem com prevenção de agravos, não somente observando a doença,

mas contemplando as necessidades da escola (gestores, professores e alunos), familiares e da comunidade onde esta se localiza (GONÇALVES, 2008). Esse olhar mais atento poderá contribuir para a redução futura dos impactos negativos provocados pelas doenças sobre o aprendizado.

4.3 Processo saúde-doença e a relação ensino-aprendizado

Alguns autores questionam que a definição de saúde da OMS, está incompleta, pois até o subjetivo do sujeito, suas vivências, crenças, cultura e valores, também devem ser levados em conta para que essa definição contemple o sujeito como um todo (SEGRE e FERRAZ, 1997).

O processo saúde-doença precisa recuperar o significado do indivíduo, em sua singularidade e subjetividade nas relações com os outros e com o ambiente em que se encontra inserido (BARATA, 2000).

Uma condição plena de saúde constitui-se em importante fator para boas condições de ensino-aprendizagem, pois qualquer alteração pode acarretar déficits significativos. As dificuldades de aprendizagem, conforme mencionado anteriormente, vão desde alterações sensoriais (deficiências visual, auditiva ou motora), alterações neurológicas (deficiências de percepção, lesão cerebral, disfunção cerebral mínima, dislexia e afasias), até alterações de um ou mais processos psicológicos básicos (compreensão ou uso da linguagem falada ou escrita, que pode influenciar na capacidade de ouvir, pensar, falar, ler, escrever, soletrar ou realizar cálculos matemáticos) (SMITH e STRICK, 2007).

Muitas crianças que possuem baixo rendimento acadêmico, por vezes, são caracterizadas como menos inteligentes, ou preguiçosas e até mesmo insolentes. O rendimento escolar insatisfatório pode estar relacionado a deficiências que ainda não foram percebidas e/ou devidamente diagnosticadas (SMITH e STRICK, 2007).

Uma importante lesão sensorial que pode interferir diretamente no rendimento acadêmico, psicológico e social do indivíduo é a perda auditiva. Pesquisas apontam que a perda da audição está associada também com situações de estresse, raiva, depressão, negativismo, solidão, isolamento social, prejuízo para a memória, menor capacidade na adaptação de situações de aprendizagem habituais e de novas tarefas, entre outros (KOCHKIN, 1998).

Alguns estudos experimentais em ratos relacionam a perda auditiva com o declínio cognitivo, interligando déficit de aprendizado espacial e de memória, com redução da neurogênese hipocampal (LIU, L. *et al*, 2016), mostrando portanto que podem haver conexões entre a privação sensorial e possíveis alterações orgânicas.

Essa relação causal entre perda auditiva e comprometimento cognitivo fornece evidências de que pode haver ligação importante entre as funções cognitivas e sensoriais e que a privação sensorial (a perda auditiva) pode ter influência deletéria no aprendizado (PARK, S. *et al*, 2016).

Em crianças com perda auditiva o grau de dificuldade para aquisição da linguagem é maior se comparado ao obtido, no mesmo período, por crianças ouvintes competentes. O aprendizado da linguagem e das características específicas que esta possui são eventos essencialmente auditivos. O comprometimento da linguagem interfere no processo educacional de habilidades de leitura e escrita, o que pode gerar repetência de séries escolares ou até mesmo o seu abandono por completo (WEBER e DIEFENDORF, 2001).

O desempenho escolar inferior provoca baixa autoestima e isolamento social, os quais acontecem, entre outros fatores, porque as crianças com perda auditiva aparentemente são idênticas às crianças ouvintes, porém elas são diferentes no que se refere ao atendimento de suas demandas no ambiente escolar, principalmente aquelas mais diretamente relacionadas à capacidade auditiva (WEBER e DIEFENDORF, 2001).

A integração da atividade verbal dos indivíduos ocorre a partir da relação direta com o outro, por meio de processos interativos verbais ou não verbais, nos quais a criança aprende as estruturas da língua falada em sua comunidade, importantes para o desenvolvimento da linguagem (REZENDE; *et al*, 1995). É conhecido que a perda auditiva diminui a capacidade de aprendizado e a discriminação do processo fonológico, pois afeta a percepção dos sons de fala (controle temporal e espectral) (STUDER-EICHENBERGER; STUDER-EICHENBERGER e KOENIG, 2016).

Nessa perspectiva, a triagem auditiva escolar consiste em importante método de detecção da perda auditiva na escola (NOGUEIRA e MENDONÇA, 2011). Vale salientar que crianças que possuem desempenho escolar não satisfatório podem apresentar fator de risco para alterações auditivas e devem ser investigadas com muito mais cautela (KHAIRI, *et al.*, 2010).

A própria legislação do SUS contempla a triagem auditiva do escolar enquanto programa da atenção básica à saúde que tem como regra principal promover saúde auditiva, prevenir agravos, triar, monitorar e diagnosticar os possíveis casos de alterações (CONTRIBUIÇÃO DA FONOAUDIOLOGIA PARA O AVANÇO DO SUS – 25 ANOS DO SUS, 2013).

O Programa Saúde na Escola (PSE – Decreto nº 6.286) prevê ações em saúde que incluam atenção, promoção, prevenção e assistência desenvolvidas em conjunto com a rede pública de educação básica, em conformidade com os princípios e diretrizes do SUS. Dentre as diversas ações previstas, esse decreto contempla a avaliação auditiva dessa população (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2007).

Entretanto, o que se observa é que a prática da triagem auditiva em escolares não faz parte da rotina das escolas, sobretudo as escolas públicas. Muitas crianças com perda auditiva poderão passar despercebidas pela equipe escolar (professores, cuidadores e gestores), como também pela família, resultando em prejuízos educacionais importantes por não conseguirem aprender e apreender o conteúdo que lhes é passado em todo o ano letivo, o que impacta no aumento do número de estudantes que repetem o ano (KLAS e LACERDA, 2014).

Em um estudo realizado em Curitiba em 2014, foi constatado que os professores não possuem ferramentas que relacionem problemas no desempenho escolar com possíveis casos de perda auditiva, como também não têm acesso a informações sobre os direitos e recursos que permitam direcionar esses casos adequadamente (KLAS e LACERDA, 2014).

Estudos apontam que a identificação e intervenção precoces ainda são a melhor alternativa para que se tenha um efeito positivo voltado ao desenvolvimento da linguagem em termos de imagem, vocabulário relacional, oral, compreensão gramatical, análise fonológica, diferenciação e produção de palavras, semântica e sintaxe (SHOJAEI; JAFARI e GHOLAMI, 2016).

A perda auditiva na infância revela a necessidade de vigilância em saúde pública, devido a sua alta prevalência e principalmente porque esta acarreta prejuízos significativos ao aprendizado e socialização das crianças. A educação em saúde se faz cada vez mais necessária para o êxito no meio escolar (KLAS e LACERDA, 2014).

4.4 A Audição e o seu papel no ambiente escolar

A perda auditiva, no contexto escolar, consiste em uma condição de saúde que produz dificuldades no aprendizado, na memória e socialização do estudante. É uma alteração sensorial que está atrelada a diversos fatores causais, podendo se apresentar de forma subclínica e acarretar importantes prejuízos sociais e acadêmicos (ROBERTS, *et al*, 1988).

A audição é o principal meio que estabelece ligação entre o indivíduo e o ambiente em que está inserido e, é o pré-requisito para a comunicação, que necessariamente precisa de boa recepção e compreensão, para que a resposta ocorra por meio da linguagem (RAMOS, 1999).

A partir da 26ª semana de vida intrauterina o feto já possui capacidade auditiva de um indivíduo com audição dentro dos padrões de normalidade, isso porque a orelha interna é o único órgão sensorial que atinge o tamanho e a diferenciação definitivos na metade da vida fetal (RAMOS, 1999).

Entre as doenças associadas à deficiência auditiva, podem ser citadas: as infecções intrauterinas, tais como rubéola, sífilis, herpes, citomegalovírus e toxoplasmose e as alterações de aparecimento tardio como os casos de otite média de repetição e alterações na função da tuba auditiva, a exposição a substâncias ou medicações tóxicas à estrutura auditiva (ototóxicos) e fatores hereditários, que podem acarretar perda auditiva progressiva (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

A perda auditiva pode ser classificada em quatro tipos: condutiva (dificuldade e atraso na condução do som, devido a alguma desordem nas orelhas externa e/ou média); sensorineural (desordem auditiva que afeta a orelha interna e/ou nervo auditivo); mista (perda auditiva que apresenta componente condutivo e sensorineural) e; central, (se caracteriza por desordem no processamento da informação sonora no córtex) (ASHA, 2015).

O período escolar possui importância ímpar na evolução das funções intelectuais e cognitivas da criança e, o bom desenvolvimento da audição é um dos pré-requisitos para a construção e consolidação dessas funções, devido a sua estreita ligação com a aquisição da linguagem e formação linguística (REZENDE, *et al*, 1995).

Segundo o censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 9,7% dos brasileiros possuem deficiência auditiva (DA), o que

representa 5,1% da população brasileira. Cerca de 1 milhão de deficientes auditivos são crianças e jovens até 19 anos (IBGE, 2010).

Estudos apontam que crianças com perda auditiva enfrentam um grande desafio no desenvolvimento de suas habilidades psicossociais quando não têm a oportunidade de acesso à detecção da patologia e o diagnóstico precoce. Crianças diagnosticadas precocemente e que conseguem ter acesso às tecnologias de estimulação e amplificação sonora apresentam melhorias significativas no processo de aprendizado e conseguem se desenvolver de forma muito próxima às crianças normo-ouvintes (SORKIN, *et al*, 2015).

Os resultados encontrados em alguns estudos realizados em escolas, que tinham como objetivo a avaliação audiológica das crianças, demonstraram que há necessidade de implementação de programas de conservação auditiva com ênfase na atenção à saúde desse trato e na saúde geral dos estudantes (KLAS e LACERDA, 2014).

O ato de ouvir possui fundamental importância na aquisição, desenvolvimento e no uso da linguagem. As informações auditivas, principalmente os sons verbais, vivenciados pela criança, são muito importantes na formação do seu léxico oral e/ou escrito (BRASIL, 2009).

A categorização auditiva é um processo natural e adaptável, o qual permite a organização de informações acústicas que estimulam regiões específicas do cérebro relacionadas à memória, atenção e aprendizado, garantindo assim a sua maturação (REETZKE; MADDOX e CHANDRASEKARAN, 2016).

Todo profissional que atua com crianças (pediatra, fonoaudiólogo, pedagogo ou professor) precisa ficar atento a problemas otológicos e/ou auditivos, pois a criança pode passar meses sem que apresente sintomas ou queixas significativas que possam sinalizar algum problema. Geralmente os principais sinais são desatenção e agitação (RAMOS, 1999). Atualmente, face às dificuldades encontradas nas escolas para realização de triagem auditiva, pode-se buscar como aliada a aplicação de tecnologias, com vistas à ampliação da detecção de possíveis perdas e posterior encaminhamento para a terapêutica mais adequada.

4.5 O uso de tecnologias e a saúde auditiva: Estímulo e triagem.

Uma importante alternativa para a estimulação do aprendizado e da memória reside no uso das ferramentas tecnológicas, as quais podem ser encontradas em *softwares* como, aplicativos para celular (*apps - applications*), jogos eletrônicos ou outros dispositivos que permitam novo acesso ao conhecimento, diferente do que é aplicado cotidianamente (CASTELLS, 1999).

O uso dos aplicativos, presentes nos telefones celulares do tipo *smartphones* permite ampla acessibilidade e funciona como alternativa de aprendizado auxiliando direta ou indiretamente nas práticas de educação em saúde. Os usuários podem ser orientados quanto à utilização adequada dessas ferramentas e monitorados por profissionais para verificação da evolução, após a introdução das tecnologias em suas práticas de aprendizagem (TIBES, DIAS e MASCARENHAS, 2014).

O interesse em tecnologias que incorporem o uso de aplicativos, jogos sérios (*serious games*) e simuladores para computadores por profissionais que atuam nas áreas de saúde e educação, como também na gestão educacional, apresenta um grande número de adeptos, principalmente pelo fato desses gerarem respostas positivas no processo de aprendizagem. Essa inclusão tecnológica possui, de maneira geral, boa adesão do público alvo e consiste em importante ferramenta para a capacitação, atuação profissional e otimização de tarefas auditivas (KATO, 2012).

Verificou-se, em estudo anterior, que o treinamento auditivo de pessoas com perda auditiva de grau leve, por meio de um programa para uso doméstico em computadores, proporcionou benefícios relevantes à escuta do mundo real, especialmente em condições adversas, a exemplo de ambientes ruidosos, aumentando ainda mais os níveis de concentração e atenção auditiva e, ampliando a busca de ajuda e apoio para seus semelhantes. O resultado positivo do uso deste *software* gerou adesão e motivação para a realização do processo de reabilitação auditiva (HENSHAW, Mc COMARCK, FERGUSON, 2015).

Outro estudo demonstrou a preferência de deficientes auditivos por métodos de apoio educativo multimídia (aplicativos de *internet*). Por esta razão observa-se a clara necessidade de desenvolver aplicativos que estimulem a audição (FERGUSON e HENSHAW, 2015).

O treinamento auditivo ajuda a compensar a degeneração do sinal auditivo e promove melhorias significativas nas medidas de audição, discurso competitivo,

tarefas auditivas complexas e habilidades cognitivas, as quais superam o refinamento do processamento auditivo sensorial, que pode ser utilizado juntamente no processo de terapia de estimulação para deficientes auditivos (FERGUSON e HENSHAW, 2015).

Nesse mesmo estudo, foi proposto que o treinamento auditivo deve ocorrer combinado com o treinamento cognitivo, pois as melhorias cognitivas são incorporadas dentro das tarefas auditivas, oferecendo maior benefício para as atividades reais de indivíduos com perda auditiva (FERGUSON e HENSHAW, 2015).

Seguindo essa linha de pensamento, outra forma de treinamento auditivo que pode incorporar o uso de tecnologias consiste na estimulação da memória de trabalho, a qual é conhecida por ser altamente associada com a compreensão da linguagem. Estudos recentes evidenciaram que as tarefas que estimulavam a memória de trabalho em crianças com perda auditiva trouxeram benefícios nas habilidades de percepção de fala por meio da repetição de sentenças (HENSHAW e FERGUSON, 2013).

A memória de trabalho é constituída em parte pela memória de longo prazo (sua porção mais ativa e mais recente), mas abrange a memória de curto prazo. É utilizada para lembrar temporariamente informações, conhecimentos ou fatos que tenham sido recentemente ativados na memória (STERNBERG, 2000).

Os três níveis de tratamento para funções da memória de trabalho são: físico (aspectos das letras aparentes visualmente), acústico (combinações sonoras associadas às letras) e semântico (significado das palavras). Caracteriza-se por integração intermodal de informações acústicas e visuais, organizando em grupos de significados que relacionam as novas informações às formas existentes de representações do conhecimento da memória de longo prazo (STERNBERG, 2000).

Outro importante fator a ser considerado e que pode interferir no processo de reabilitação e estimulação de pessoas com perda auditiva que utilizam as tecnologias supracitadas está relacionado à habilidade e familiaridade do usuário com os dispositivos (as atividades devem ser previamente ensinadas e posteriormente monitoradas) e a disponibilidade de acesso à *internet* no caso das ferramentas *online*. Caso a atividade seja desenvolvida no ambiente escolar, este tem que proporcionar acesso *wi-fi* livre (THORÉN; *et al*, 2013).

A escassez de serviços de referência e programas em saúde auditiva, observada em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos é um fato limitante ao

acesso da população que realmente precisa de profissionais especializados. Atualmente os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, são aparatos tecnológicos que podem auxiliar a realização de triagens audiológicas em locais de difícil acesso, principalmente para a utilização de equipamentos diagnósticos convencionais ou serviços de referência capazes de amparar essa demanda de saúde pública (PEER e FAGAN, 2015).

Um dos principais obstáculos para a reabilitação da perda auditiva tanto em crianças, como em adultos e idosos é a dificuldade em se realizar o diagnóstico precoce (ABU-GHANEM; *et al*, 2016).

Alguns estudos apontam que já existem no mercado aplicativos que permitem boa sensibilidade e especificidade, ao ter seus dados comparados com os resultados de exames audiológicos convencionais, classificando-os como testes de rastreio razoáveis para a detecção de perdas auditivas moderadas (SZUDECK; *et al*, 2012).

É importante salientar que embora os aplicativos para *smartphones* não sejam capazes de determinar com precisão o nível de perda auditiva, esses podem ser importantes ferramentas para a realização de triagens auditivas (detecção audiológica), principalmente por sua portabilidade, baixo custo e acessibilidade para o profissional que utilizará como ferramenta de avaliação (ABU-GHANEM; *et al*, 2016).

Os estudos demonstram a necessidade da ampliação de pesquisas para que seja possível padronizar métodos de avaliação auditiva disponibilizados por aplicativos (*apps*) para a sua utilização como uma ferramenta de avaliação rápida que garanta maior precisão para a triagem clínica e escolar (AL-ABRI; *et al*, 2016).

Mesmo com uma infinidade de aplicativos para *smartphones* existentes atualmente, ainda é grande a carência de dispositivos que avaliem a função auditiva de forma precisa e rápida e que possam ser utilizados como instrumentos de triagem confiáveis em situações diversas de avaliação da população com o auxílio de um profissional da área (PÉREZ; DÍEZ e CORONADO, 2013).

O uso de *smartphones* como ferramenta para a triagem auditiva no escolar, tendo como base aplicativos criados para realizar esse tipo de rastreio e detecção audiológica, abre importante possibilidade para fonoaudiólogos atuarem de forma efetiva no ambiente escolar com a promoção da saúde auditiva, principalmente pelo fato de ser um aparato tecnológico acessível, de baixo custo e fácil manuseio, que pode permitir o direcionamento de casos suspeitos de perda auditiva para o diagnóstico aprofundado e adequado (MAHOMED-ASMAIL, *et al*, 2016).

O campo de possibilidades que o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) promove é vasto para o desenvolvimento de novos aplicativos e, pode ser adequado ao avanço tecnológico e à demanda técnico-científica educacional (LÉVY, 1999), revelando que esse caminho está apenas no início.

O ciberespaço possui uma capacidade enorme de suportar tecnologias intelectuais que estimulam, de forma significativa, à memória, imaginação, percepção e raciocínio e, em breve, se tornará a principal estrutura para a produção, transação e divulgação do conhecimento e de diversas experiências das comunidades virtuais. As políticas educacionais precisam levar em conta todo esse avanço e inseri-lo em seu ambiente (LÉVY, 1999).

4.6 Gestão do aprendizado e o papel do fonoaudiólogo

Para que se tenha um meio educacional favorável para a potencialização do aprendizado, a saúde exerce importante papel nesse processo, pois esta pode ser determinante na forma como os estudantes recebem a informação e a transformam em aprendizado (CALHETA, 2004).

O ambiente escolar, em toda a sua ampla dimensão, é um meio propício para a detecção de alterações que, por vezes, interferem de forma crucial no processo de aprendizagem e memória dos estudantes. Por essa razão faz-se necessária a adoção de medidas em conjunto com gestores, professores e profissionais de saúde com o objetivo de promover a melhor assistência possível para todos os membros envolvidos (SILVA e FERREIRA JUNIOR, 2010).

O campo da saúde física e mental em ambiente escolar está em grande discussão na contemporaneidade, principalmente no que se refere à articulação das redes de cooperação e aprendizagem que priorizem a inclusão social, demonstrando a necessidade de maior compreensão dessa temática (FIALHO e NOVAIS, 2008).

O ponto de partida para a análise do ambiente escolar parte do diagnóstico institucional, que deve seguir parâmetros de organização da instituição. Esse permite que se tenha acesso ao contexto que a instituição está inserida e de que forma a sua população (gestores, professores, funcionários, alunos e a família) se comporta neste ambiente, seus aspectos físicos, materiais, estruturais e funcionais (CALHETA, 2004).

Existe claramente a necessidade de promover formação e qualificação adequadas dos profissionais que atuam na rede de ensino, pois os professores são sujeitos do processo de aprendizagem e possuem responsabilidade institucional e social. As redes de cooperação e aprendizagem, que estão relacionadas aos processos formativos no sistema de ensino (políticas públicas, inclusão digital, sistemas de ensino e redes), precisam ampliar o acesso às tecnologias, trocas de conhecimentos, técnicas e principalmente formação adequada desses profissionais (FIALHO e NOVAIS, 2008).

Neste contexto a atuação fonoaudiológica na área educacional tem como meta colaborar com o processo educativo, sendo que esta contribuição se dispõe a partir de cinco eixos: acolhimento da demanda escolar, análise da situação institucional, proposição de estratégias, implantação de propostas e o monitoramento de ações. Além disso, esse profissional atua em gestão, pesquisa e em ações intersetoriais, que são articulações de estratégias entre diferentes setores sociais ou de diferentes políticas públicas que podem afetar positivamente a sociedade (GUIA NORTEADOR, 2016).

O profissional fonoaudiólogo pode atuar nas escolas com a realização de triagens (auditiva, de linguagem, letramento infantil, leitura e escrita), que permitem a detecção de possíveis alterações na saúde da criança, atuando em equipe multidisciplinar, participando dos processos de planejamento e gestão de ações, incluindo os educadores (professores e outros profissionais da instituição), desenvolvendo trabalhos com os pais e/ou familiares responsáveis pelos alunos e realizando programas de preservação da saúde auditiva e vocal (CALHETA, 2004).

Quanto ao processo de reabilitação auditiva, o fonoaudiólogo, em conjunto com a equipe multidisciplinar, atua de forma consciente com as queixas (dos alunos, professores e familiares), com os dados encontrados na triagem auditiva e a demanda que a criança possui em sala de aula. O estudo de protocolo de treinamento auditivo, desenvolvido na escola de medicina da Universidade de Nottingham, no Reino Unido, propõe o uso do computador para a terapia, com o intuito de permitir melhor desempenho de tarefas auditivas, tais como: habilidades de inteligibilidade de fala, cognição e comunicação (HENSHAW e FERGUSON, 2013).

Os elementos da gestão em saúde estão estreitamente vinculados com as competências e habilidades gerais para a atuação com atenção à saúde, comunicação, liderança, administração, gerenciamento e educação permanente, tanto

dos profissionais de saúde que estão envolvidos no processo quanto dos gestores e funcionários do ambiente em que serão desenvolvidas as atividades e práticas em saúde e educação (CARVALHO e CUNHA, 2007).

Os gestores precisam ter muito bem definidos suas prioridades, metas e estratégias para alcançar os objetivos que compõem o seu plano de ação, avaliando sua eficiência e eficácia, investimento/efetividade e investigando as necessidades reais da população-alvo (ARAKAWA, *et al*, 2013).

Apesar de existirem políticas públicas que preconizam a inclusão digital, o desenvolvimento de redes de cooperação e sistemas de tecnologia da Informação não vem sendo aplicados a contento impactando nas práticas de promoção à saúde em ambiente escolar, na formação e qualificação adequada dos profissionais que atuam na rede de ensino o que, portanto, deixa essa população carente do que lhe é de direito (ARAKAWA, *et al*, 2013).

A partir do exposto fica ainda mais evidenciada a importância da investigação em tela ao se buscar elevar a aplicabilidade das tecnologias em prol da inclusão do maior número de indivíduos, com possíveis perdas auditivas, e o quanto podem ser impactados no ambiente escolar.

5. RESULTADOS

Nessa seção, estão apresentados os resultados obtidos, por meio de artigos científicos, nos quais está contemplada a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

O primeiro artigo apresenta revisão sistemática atualizada sobre a viabilidade do uso de aplicativos para dispositivos móveis na triagem auditiva e o segundo artigo correlaciona a triagem auditiva, realizada por meio de aplicativo específico, com aprendizado e memória de escolares do ensino fundamental I.

5.1 ARTIGO 1

Artigo escrito de acordo com as instruções para publicação da Revista Latino-Americana de Tecnologia Educativa, *Qualis A2 CAPES*, ISSN: 1695-288X.

APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS E TRIAGEM AUDITIVA: POTENCIAL PARA DETECÇÃO DE PERDA NO AMBIENTE ESCOLAR

ROCHA, Fernanda Suzart da¹; CARVALHO, Josiane Silva Martins²; CARVALHO, Fernando Luís de Queiroz³.

¹Mestranda do GESTEC, Departamento de Educação – Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador, BAHIA, nandasuzart@yahoo.com.br; ²Mestre em Imunologia, Departamento de Saúde – União Metropolitana de Educação e Cultura (UNIME), Salvador, BAHIA, jomartinscarvalho@gmail.com; ³Doutor em Patologia, Departamento de Ciências da Vida – Universidade do Estado da BAHIA (UNEB), Salvador, Bahia, fcarvalho@uneb.br

RESUMO

Introdução: A triagem auditiva, importante prática de saúde pública, consiste em técnica de rastreio rápido da audição, que pode detectar a perda auditiva precocemente. Estudos discutem a utilização de aplicativos para dispositivos móveis (*apps*) na triagem. Este artigo teve como objetivo realizar revisão de literatura sistemática nas principais bases de dados de artigos indexados acerca do uso de *apps* na triagem auditiva. **Método:** Foram coletados 22 artigos com essa temática, nas bases de dados de periódicos indexados PUBMED, BVS, Scielo e Lillacs, utilizando como descritores: *app*, audição, aplicativos para dispositivos móveis, perda auditiva e triagem auditiva. **Discussão-Resultados:** Verificou-se que fatores como a falta de informação sobre a triagem auditiva, profissionais qualificados e investimentos em equipamentos, dificultam a efetivação da triagem auditiva nas escolas, em regiões afastadas dos grandes centros urbanos e até mesmo para a prescrição de fármacos. Muitos estudos sobre a acurácia dos aplicativos e sua possível validação para a triagem auditiva ressaltam o baixo custo e a alta portabilidade para a propagação e ampliação de triagem em lugares distantes. Alguns estudos verificaram sensibilidade e especificidade dos aplicativos *U-Hear* (iOS) e *HearScreen* (Android). Estudos ressaltam aprimoramento no funcionamento dos aplicativos em ambientes ruidosos, fator que interfere incisivamente na resposta final da triagem. **Conclusão:** Os aplicativos representam ferramentas tecnológicas com potencial significativo, que uma vez aprimoradas podem ser validadas como instrumento para rastreio auditivo.

Palavras-chave: *app*; audição; aplicativo móvel; perda auditiva; triagem auditiva.

APPLICATIONS FOR MOBILE DEVICES AND HEARING TRIAL: POTENTIAL FOR DETECTING LOSS IN THE SCHOOL ENVIRONMENT

ABSTRACT

Introduction: Auditory screening, an important public health practice, consists of a rapid auditory screening technique that can detect hearing loss early. Studies discuss the use of mobile apps in sorting. This article aimed to review systematic literature in the main databases of articles indexed about the use of apps in hearing screening. **Method:** 22 articles with this theme were collected from PUBMED, BVS, Scielo and Lillacs indexed databases, using app, hearing, mobile app, hearing loss and hearing screening as descriptors. **Discussion-Results:** Factors such as lack of information about hearing screening, skilled professionals and equipment investments made it difficult to perform hearing screening in schools, in regions away from large urban centers, and even for prescription of drugs. Many studies on the accuracy of applications and their possible validation for auditory screening highlight the low cost and high portability for the propagation and scaling expansion in distant places. Some studies have verified the sensitivity and specificity of *U-Hear* (iOS) and *HearScreen* (Android) applications. Studies highlight improvements in the operation of applications in noisy environments, a factor that interferes incisively in the final screening response. **Conclusion:** The applications represent technological tools with significant potential, which once improved can be validated as an instrument for auditory screening.

Key words: app; hearing; mobile app; hearing loss; hearing screening.

INTRODUÇÃO

A triagem auditiva auxilia na detecção de possíveis casos de perda auditiva. Comumente a sua utilização está associada a neonatos e escolares. A perda auditiva é considerada uma questão de saúde pública por diversos especialistas em saúde e educação, principalmente por causa de suas consequências deletérias para a aquisição e desenvolvimento da linguagem, aprendizado, memória e socialização das crianças (KLAS e LACERDA, 2014).

A Organização Mundial de Saúde (OMS – WHO) estimou no ano de 2015 que 28 milhões de brasileiros apresentaram algum tipo de perda auditiva (PA) de grau leve, moderado, severo ou profundo. Nesse quadro, 14,8% do total de 190 milhões de brasileiros foram diagnosticados com problemas auditivos naquele ano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

A criança com perda auditiva apresenta prejuízos no desenvolvimento de habilidades psicossociais como a memória, aprendizado e emoções. A realização de avaliações periódicas da função auditiva permite minimizar esses efeitos deletérios causados nas crianças e adolescentes, principalmente em fase escolar com a detecção precoce de qualquer alteração auditiva, seja ela leve ou até mesmo profunda (SORKIN; GATES; MELLON, 2015).

Quando se pensa em triagem auditiva de crianças, a escola é um campo favorável para o desenvolvimento e propagação de práticas em saúde e na execução de ações de educação em

saúde consistentes, que são capazes de influenciar positivamente não só o cotidiano dos escolares, como também a comunidade em que está inserida. Exerce importante papel na aquisição de hábitos saudáveis e prevenção de comportamentos deletérios. É um local que apresenta compromisso social com a comunidade, ideal para a promoção da saúde, principalmente a auditiva, a qual tem como medida principal a triagem auditiva do escolar (KHAIRI, NOOR, RAHAMAN, SIDEK e MAHOMAD, 2010).

Existe uma série de fatores que dificultam a sistematização de práticas em saúde pública para a triagem auditiva na maioria das escolas do Brasil, tais como: falta de investimentos em equipamentos portáteis e específicos para triagem auditiva, falta de conhecimento e preparo de gestores escolares e professores sobre a importância da periodicidade de avaliações auditivas nos escolares, profissionais especialistas da área capacitados (fonoaudiólogos, otorrinolaringologistas) e a conscientização da escola, como um todo, juntamente com a comunidade mostrando que as práticas em saúde são viáveis, benéficas e podem ser realizadas também na escola (PEER e FAGAN, 2015).

Diversos autores discutem o uso medidas tecnológicas como ferramentas práticas voltadas à promoção da saúde no meio educacional. O avanço tecnológico permite que as tecnologias digitais, da informação e comunicação (TDIC) possam auxiliar no desenvolvimento de pesquisas para *softwares* e aplicativos (*apps*) para práticas em saúde (LÉVY, 1999).

Podemos considerar os aplicativos para *smartphones* potenciais ferramentas tecnológicas com diversas possibilidades de uso, tanto para o acesso rápido a grande diversidade de informações, monitoramento e gerenciamento de dados de saúde entre profissionais de diversas áreas e, não menos importante, para a realização de avaliações rápidas da audição (triagens auditivas), favorecendo o rastreio de possíveis perdas auditivas e seu impacto sobre o aprendizado. Por se tratar de tecnologia com funcionalidade ampla, estes aplicativos podem funcionar em telefones celulares, possuindo grande alcance na propagação de dados e atingindo maior número de pessoas. Suas utilidades são facilitadas por serem portáteis, de fácil manipulação por profissionais, possuírem *downloads* gratuitos e compatibilidade para diversos sistemas operacionais (VALOURA, 2014).

Os *apps* para dispositivos móveis (DM), específicos para triagem auditiva, podem fornecer significativo auxílio para a detecção de perdas auditivas em escolares, pois permitem a realização do rastreio auditivo na própria escola (ABU-GHANEM, HANDZEL, NESS, BEM-ARTZI-BLIMA, FAIT-GHELBENDORF, HIMMELFARB, 2016) o que pode proporcionar maior acesso dos estudantes ao procedimento e aos profissionais de saúde, sem a necessidade inicial de deslocamento para unidades especializadas em saúde auditiva.

Um dos principais obstáculos para a reabilitação de perda auditiva tanto em crianças, como adultos e idosos é a dificuldade em se realizar o diagnóstico precoce. O tempo que leva para a detecção da alteração auditiva, seu correto diagnóstico com especialistas (Otorrinolaringologista e fonoaudiólogo) e sua reabilitação pode ser crucial na vida desse indivíduo. A incorporação dos *Apps* para triagem auditiva na detecção da deficiência permitiria direcionar de forma apropriada os casos suspeitos (ABU-GHANEM; *et al*, 2016).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo realizar revisão de literatura sistemática nas principais bases de dados de artigos indexados acerca do uso de *apps* na triagem auditiva. Esse levantamento permitiu identificar os aplicativos para triagem auditiva disponíveis no mercado que já passaram por processos de estudos para validação e investigação da viabilidade do seu uso de forma segura e com acurácia necessária como facilitadores no processo do rastreio auditivo.

MÉTODO

Foi realizada revisão de literatura sistemática nas maiores bases de dados de artigos indexados (PUBMED, BVS, Scielo e Lilacs) na língua inglesa, utilizando como descritores: *app*, audição, aplicativo móvel, perda auditiva, triagem auditiva, associados entre si ou isolados. Foram considerados artigos publicados na íntegra e, em todas as categorias (original, revisão de literatura, reflexão, atualização, relatos de experiências), além de dissertações, teses e ensaios. A busca foi realizada entre os anos 2011 a 2018. Foram encontrados 28 artigos sobre a temática, sendo que, destes, 22 artigos abordavam, especificamente, o uso de aplicativos como ferramenta para a realização de triagem auditiva, estes tiveram seus conteúdos analisados de acordo com o objetivo dessa investigação.

RESULTADOS

De acordo com a revisão de literatura supracitada os artigos selecionados foram divididos em três categorias: *apps* para *iOS*, *apps* para *Android*, e aplicabilidade e validação de *apps* para triagem auditiva. Um total de 13 artigos demonstraram os resultados obtidos nos estudos utilizando aplicativos para o sistema operacional *iOS*, outros 4 artigos abordaram a relevância do uso de aplicativos para o sistema operacional *Android*, e 5 artigos discutiam o uso dos *apps* para triagem auditiva, como método para rastreio inicial da condição de saúde auditiva sem

especificar o sistema operacional utilizado por esses, enfatizando a acurácia e validação dos mesmos (Tabela 1).

A maioria dos artigos selecionados baseavam-se em estudos sobre a aplicabilidade, acurácia e validação dos aplicativos para uso na triagem auditiva como alternativa de baixo custo e com maior acessibilidade na detecção de possíveis alterações. Discutem critérios comparativos com outros aplicativos que funcionam no mesmo sistema operacional, com aplicativos que funcionam em sistemas operacionais diferentes (*iOS e Android*) e também utilizam os dados obtidos na audiometria tonal, exame auditivo considerado padrão-ouro da avaliação auditiva, para a validação dos resultados obtidos na triagem realizada com os *apps* (Tabelas 2, 3 e 4). Os estudos selecionados utilizaram os aplicativos para triagem em crianças, adultos e idosos, no monitoramento auditivo de pacientes com câncer e como método avaliativo para uso de fármacos (monitoramento da dose de ataque) no tratamento de perda auditiva súbita.

Tabela 1. Caracterização dos estudos de aplicativos para dispositivos móveis na triagem e monitoramento auditivo, de acordo com o sistema operacional.

Sistema Operacional	Artigos selecionados
Sistema operacional iOS	ABU-GHANEM, S.; <i>et al.</i> Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly, 2016. AL-ABRI, R.; <i>et al.</i> The Accuracy of IOS Device-based uHear as a Screening Tool for Hearing Loss: A Preliminary Study From the Middle East, 2016. DERIN, S.; <i>et al.</i> Initial assessment of hearing loss using a mobile application for audiological evaluation, 2016. FOULAD, A.; BUI, P.; DIJALILIAN, H. Automated audiometry using apple iOS-based application technology, 2013. HANDZEL, O. <i>et al.</i> Smartphone-based hearing test as an aid in the initial evaluation of unilateral sudden sensorineural hearing loss, 2013. LIVSHITZ, L.; <i>et al.</i> Application-Based Hearing Screening in the Elderly Population, 2017. LYCKE, M.; <i>et al.</i> Implementation of uHear™ - an iOS-based application to screen for hearing loss - in older patients with cancer undergoing a comprehensive geriatric assessment, 2016. MASALSKI, M. <i>et al.</i> Hearing test on mobile devices: Evaluation of the reference sounds level by means of biological calibration, 2016. PEER, S.; FAGAN, J.J. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool, 2015. SALIBA, J.; <i>et al.</i> Accuracy of Mobile-Based Audiometry in the Evaluation of Hearing Loss in Quiet and Noisy Environments, 2017. SZUDEK J.; <i>et al.</i> Can Uhear me now? Validation of an iPod-based hearing loss screening test, 2012. YEUNG, J.; <i>et al.</i> Self-administered hearing loss screening using an interactive, tablet play audiometer with ear bud headphones, 2015.
Sistema operacional Android	MAHOMED-ASMAIL, F.; <i>et al.</i> Clinical Validity of hearScreen™ Smartphone Hearing Screening for School Children, 2016. POTGIETER, J.; <i>et al.</i> Development and validation of a smartphone-based digits-in-noise hearing test in South African English. International Journal of Audiology, 2015. SANDSTRÖM, J. <i>et al.</i> Smartphone threshold audiometry in underserved primary health-care contexts, 2016. SWANEPOEL, D.W.; <i>et al.</i> Smartphone hearing screening with integrated quality control and data management, 2014.
Análise de aplicativos em geral	BRIGHT, T. e PALLAWELA, D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review, 2016. PAGLIALONGA, A. <i>et al.</i> Apps for Hearing Science and Care, 2015. PÉREZ, B. M.; DIÉZ, I. T.; CORONADO, M. L. Mobile Health applications of the most prevalent conditions by the world health organization: Review and analysis, 2013. RENDA, L.; <i>et al.</i> Smartphone Based Audiometric Test for Confirming the Level of Hearing: Is It Useable in Underserved Areas?, 2016. SETHI, R.K.V. <i>et al.</i> Mobile Hearing Testing Applications and the Diagnosis of Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Cautionary Tale, 2018.

Fonte: PUBMED

A Tabela 2 demonstra as características dos aplicativos desenvolvidos para o sistema operacional *iOS* que foram pesquisados nos artigos selecionados para esse estudo e passaram por processo de validação a partir da comparação dos seus resultados com os dados obtidos na audiometria tonal.

Tabela 2. Descritivo e caracterização dos aplicativos utilizados em pesquisas científicas para triagem e/ou monitoramento auditivo desenvolvidos para a plataforma do sistema operacional *iOS*.

Aplicativo (app)	Origem	Características
<i>U-Hear</i>	Canadá	Alta sensibilidade e especificidade nos resultados da triagem Viável na triagem de perdas auditivas moderadas (> 40dB) Testado no <i>iPhone</i> , <i>iPod</i> e <i>iPad</i> Pode ser utilizado para triagem auditiva escolar Uso de fones compatíveis com os dispositivos móveis da <i>Apple</i> ® Sensível ao ruído ambiental (ideal para ser utilizado em ambiente silencioso) Resultados comparados com audiometria tonal
<i>Ear Trompet</i>	EUA	Ofereceu resultados razoáveis na pesquisa na pesquisa realizada Testado no <i>iPhone</i> , <i>iPod</i> e <i>iPad</i> Uso de fones compatíveis com os dispositivos móveis da <i>Apple</i> ® Sensível ao ruído ambiental (ideal para ser utilizado em ambiente silencioso) Resultados comparados com audiometria tonal
<i>ShoeBOX Audiometry</i>	Canadá	<i>App</i> interativo, utiliza jogos para avaliação auditiva de crianças Eficiência e sensibilidade para avaliação infantil (média de idade: 3,5 anos) Testado no <i>iPad</i> Uso de fones profissionais para a triagem (<i>TDH39</i>) Resultados comparados com audiometria tonal
<i>AudCal</i>	Espanha	Calculadora para deficientes auditivos Testado no <i>iPad</i> e <i>iPhone</i> Confiabilidade para avaliações em adultos Resultados comparados com audiometria tonal

A Tabela 3 caracteriza os aplicativos para o sistema operacional *Android* que foram pesquisados nos artigos selecionados para esse estudo e passaram por processo de validação a partir da comparação dos seus resultados com os dados obtidos na audiometria tonal.

Tabela 3. Descritivo e caracterização dos aplicativos utilizados em pesquisas científicas para triagem e/ou monitoramento auditivo compatíveis com a plataforma do sistema operacional *Android* :

Aplicativo (app)	Origem	Características
<i>HearScreen</i>	África do Sul	Uso no monitoramento auditivo em tempo real Controle de qualidade da avaliação Gerenciamento de dados coletados e controle do ruído ambiental Uso de fones profissionais para a triagem (<i>TDH39 e HDA200</i>) Solução de baixo custo (funciona em Smartphones acessíveis) Especialmente elaborado para uso na triagem auditiva escolar Avalia detecção e inteligibilidade de fala Resultados comparados com audiometria tonal
<i>Hearing Test</i>	Alemanha	Uso na triagem auditiva Resultados comparados com audiometria tonal (diferença de 8,8dB entre os dois métodos) Solução de baixo custo (funciona em Smartphones acessíveis) Participantes da pesquisa: adultos Uso dos fones do smartphone

A Tabela 4 demonstra as características relevantes entre os sistemas operacionais estudados nos artigos que pesquisam o uso de aplicativos para triagem e monitoramento auditivo de acordo com as possibilidades tecnológicas ofertadas.

Tabela 4: Características relevantes dos artigos de acordo com suas possibilidades tecnológicas em aplicativos de triagem e monitoramento auditivo nos sistemas operacionais *iOS* e *Android* .

Sistema Operacional	Características Relevantes
Sistema Operacional <i>iOS</i> (MASALSKI, et al, 2016)	Homogeneidade nas atualizações do sistema operacional Soluções em <i>Hardware</i> iguais para toda a linha tecnológica Maior qualidade na intensidade do som, melhor audibilidade Sugerem calibração prévia dos fones dos <i>smartphones</i> antes do teste
Sistema Operacional <i>Android</i> (SWANEPOEL, et al, 2016)	Pesquisa voltada para a validação do app <i>HearScreen</i> para escolares Realizada com dispositivos <i>Android</i> Dispositivos <i>Android</i> possuem baixo custo e maior acessibilidade Preocupação em disponibilizar o teste auditivo para áreas desatendidas

A Tabela 5 demonstra as características comparativas relevantes entre os aplicativos para *smartphone* mais citados e pesquisados nos artigos coletados: *U-Hear*, para dispositivos *iOS* e *HearScreen*, para dispositivos *Android*.

Tabela 5: Características comparativas entre os *apps* *HearScreen* e *U-Hear*

Características comparativas entre os aplicativos mais pesquisados	Android	S. O. iOS
	HearScreen	U-Hear
Alta sensibilidade e especificidade nos resultados da triagem	+	+
Resultados comparados com audiometria tonal	+	+
Pode ser utilizado para triagem auditiva escolar	+	+
Uso de fones compatíveis com os dispositivos móveis		+
Uso de fones profissionais para a triagem (<i>TDH39 e HDA200</i>)	+	
Uso no monitoramento auditivo em tempo real	+	
Sensível ao ruído ambiental uso em ambiente silencioso	+	+
Solução de baixo custo (Smartphones acessíveis)	+	
Avalia detecção e inteligibilidade de fala	+	
Controle de qualidade da avaliação	+	
Gerenciamento de dados coletados e controle do ruído ambiental	+	+
Aplicativo com maior número de investigações científicas		+
Especialmente elaborado para uso na triagem auditiva escolar	+	

DISCUSSÃO – CONCLUSÃO

Estudos feitos tendo como base uso do aplicativo *U-Hear* para o sistema operacional *iOS* demonstraram viabilidade para a triagem de perdas auditivas de grau moderado, (com limiares auditivos superiores a 40dB), para as quais mostrou algum grau de sensibilidade, mesmo quando utilizado em ambientes ruidosos (salas sem isolamento acústico) e com respostas mais precisas em ambientes silenciosos (cabine audiométrica). Em tempo, esse aplicativo permite o acesso aos resultados sem a necessidade de conexão com computadores, como é necessário a outros aplicativos voltados a essa temática (SZUDECK; *et al*, 2012; PEER e FAGAN, 2015; SALIBA, AL-REEFI, CARRIERE, VERMA, PROVENCAL, RAPPAPORT, 2017).

A utilização do *U-Hear* demonstrou razoável aplicabilidade como teste de rastreio para perdas auditivas moderadas em população de idosos. Os resultados desse estudo não detectaram valores significativos entre os resultados obtidos pelo aplicativo (teste realizado em sala silenciosa) em comparação com a audiometria convencional, contudo os autores acreditam que a ferramenta tecnológica em questão possui potencial para a triagem auditiva na população estudada (LIVSHITZ; *et al*, 2017).

Alguns fatores devem ser considerados para uma avaliação com maior precisão, tais como: ambiente de teste com ruído controlado, pois a avaliação feita pelo aplicativo sofre interferência negativa do ruído onde é realizada, dificultando a percepção dos sons durante a triagem, interferindo no resultado final. O *app* antes de iniciar o teste faz uma verificação do nível de ruído ambiental e, caso este ultrapasse o limite máximo estabelecido pelo aplicativo (o qual não é informado em números), o teste não inicia. Os fones de ouvido devem ser compatíveis com o *smartphone* em questão, pois o teste foi desenvolvido e calibrado para ocorrer com os fones que são integrados ao dispositivo móvel. O *U-Hear*, mostrou-se sensível (100%) na avaliação de pacientes idosos com câncer, como teste de rastreio para perda auditiva de grau moderado, tendo seus dados comparados com a audiometria tonal limiar. Entretanto apresentou baixa especificidade (36,4%) para a média de tom puro de perda auditiva adotada como parâmetro para as respostas no estudo ($\geq 40\text{dBNA}$). Vale salientar que esses pacientes precisam passar por um monitoramento auditivo periódico, pois fazem uso em larga escala de medicação ototóxica para combater a doença (LYCKE; *et al*, 2016).

Em um estudo realizado no Oriente Médio, o *app U-Hear* demonstrou maior precisão para avaliações realizadas em ambiente clínico (tratado acusticamente), do que em salas sem tratamento acústico, caracterizando-se como ferramenta rápida para a triagem clínica. Os autores relataram a importância do controle do ruído ambiental nos momentos de avaliação, como demonstrado na tabela 2 (AL-ABRI; *et al*, 2016).

Uma pesquisa que comparou a preferência da avaliação feita com o *app Ear Trompet*, em sala silenciosa ou audiometria convencional, em cabine audiométrica (duas condições de teste padronizadas), revelou que os participantes relataram preferência pela avaliação realizada com o aplicativo. Entretanto, não houve diferença significativa nos resultados obtidos em duas avaliações realizadas em dois ambientes de testes (utilização do *app* dentro da cabine audiométrica ou em uma sala silenciosa). Por outro lado, ao comparar os resultados do aplicativo com a audiometria convencional foi observada diferença de 10dB nos limiares auditivos, além da diferença de 4dB quando foram incluídos nos testes dois tipos diferentes de fones de ouvido. Essa diferença encontrada entre os limiares auditivos quando comparados os métodos de triagem utilizados na investigação é esperada e aceitável (BECK, RAMOS, GRASEL, RAMOS, MORAES, ALMEIDA e BENTO, 2013). Os autores concluíram que esse aplicativo tem potencial para realizar avaliações com repostas muito próximas àquelas obtidas pela audiometria convencional, desde que as condições de ruído ambiental durante os testes sejam controladas (FOULAD, BUI e DIJALILIAN, 2013).

De acordo com esse estudo, o *app Ear Trompet* para dispositivos *iOS*, forneceu respostas compatíveis com os dados obtidos na audiometria convencional e pode ser utilizado como ferramenta para a triagem auditiva inicial, principalmente em regiões em que não há disponibilidade de serviços de saúde para este tipo de avaliação. Por se tratar de um teste para a detecção do padrão auditivo, este poderia facilitar os encaminhamentos necessários de forma adequada (DERIN, CAM, BEYDILLI, ACAR, ELICORA e SAHAN, 2016). De fato, não se pode excluir a potencialidade do *app* em questão, mas certamente novos estudos deverão corrigir suas limitações buscando aproximar ainda mais os valores encontrados nas triagens utilizando o aplicativo e os obtidos na audiometria convencional.

Estudos descreveram a necessidade dos aplicativos para triagem auditiva fornecerem algoritmos que permitam calibração biológica dos fones de ouvido e microfone dos *smartphones* para que se obtenha repostas mais precisas nos testes realizados, independente do seu sistema operacional (MASALSKI, KIPINSKI, GRYSINSKI e KRECIKI, 2016).

Pesquisadores compararam os sistemas operacionais *iOS* e *Android*, com relação a intensidade do som e a possibilidade de incorporação da calibração biológica ao *app* e constataram que os *smartphones* desenvolvidos para o sistema operacional *iOS* apresentaram diferença de intensidade do som 4dB abaixo dos valores encontrados ao uso do sistema operacional *Android* (MASALSKI; *et al*, 2016). Os autores salientaram em seus estudos que o sistema operacional *Android* não forma um grupo homogêneo para processadores de som e áudio nos diversos modelos de *smartphones* ocasionando grande variabilidade de soluções em *Hardware* adotadas por cada fabricante. Não possuem, portanto, uma plataforma única e padronizada tanto para a linha de processadores de som e áudio, quanto nas atualizações do sistema operacional (MASALSKI; *et al*, 2016), ou seja, a falta de padrão dificulta de maneira importante as suas aplicações, uma vez que poderão ser encontrados valores audiométricos totalmente diferentes.

Os autores, em sua grande maioria, descrevem que embora um aplicativo para *smartphone* não seja capaz de determinar com precisão o nível de audição, a sua utilização pode ser uma importante ferramenta para a realização de triagens auditivas, principalmente por sua portabilidade, aplicável em regiões de difícil acesso ou que não possuam serviços de referência para avaliação auditiva, além do seu baixo custo, pois são necessários apenas o uso do dispositivo móvel e seu fone de ouvido integrado (ABU-GHANEM; *et al*, 2016; BRIGHT e PALLAWELA, 2016).

O aplicativo *ShoeBOX Audiometry* para a plataforma *iOS* realiza avaliação audiométrica interativa para crianças, a partir de jogos. É o primeiro aplicativo auto-administrado para uso em triagens. Segundo os pesquisadores que o testaram, o *app* mostrou-se eficiente nas triagens

auditivas, devido a sua sensibilidade, com resultados de 91,2% e especificidade de 57,8%, para detecção de limiares em 30dB, para a triagem das frequências de 500Hz, 1kHz, 2kHz e 4kHz. Os pesquisadores salientam que os resultados obtidos podem servir de base para desenvolver algoritmos que refinem a avaliação do *app*, garantindo melhores resultados. Quando utilizado com fones profissionais (fones calibrados de audiômetro), os resultados são mais próximos aos encontrados na audiometria convencional (YEUNG, HELEY, BEAUREGARD, CHAMPAGNE e BROMWICH, 2015). Fica evidente o potencial deste aplicativo, pois seria capaz de indicar possíveis perdas auditivas nas crianças usuárias do mesmo. Por outro lado, considerando essa faixa etária, não há segurança de que o resultado obtido no jogo, mesmo que indique possível perda auditiva, seja informado aos pais ou responsáveis para que possam buscar avaliação profissional. Assim, esse tipo de aplicação deve ser amplamente orientado para que possa haver retorno positivo nos casos em que possam estar sendo detectadas tais perdas auditivas.

A análise de estudos realizados para a plataforma *Android*, por sua vez, revelou ênfase para investigações realizadas utilizando o *App HearScreen* e sua validação para a realização da triagem auditiva. Os pesquisadores constataram sua precisão e eficiência com relação ao tempo do teste, contudo sua especificidade e sensibilidade não foram satisfatórias em relação a audiometria convencional (MAHOMED-ASMAIL, SWANEPOEL, EIKELBOOM, MYBURGH e HALL, 2016).

Em outro estudo, realizado na África do Sul, com o mesmo aplicativo, porém em triagem auditiva do escolar, os resultados clínicos se mostraram compatíveis com a avaliação convencional (audiometria) a partir do controle do ruído ambiental em tempo real (SWANEPOEL, MYBURGH, HOWE, MAHOMED e EIKELBOOM, 2014), mostrando que o controle do ambiente para testes dessa natureza é fundamental para o sucesso da avaliação.

O *app HearScreen* se destaca dentre os outros, citados neste estudo, por sua usabilidade voltada a crianças de 5 a 7 anos, e sua confecção de baixo custo para a triagem auditiva escolar em locais isolados, que não possuem serviços de referência para a avaliação auditiva (SWANEPOEL, *et al*, 2014), favorece sua aplicação prática.

Os autores argumentam como vantagem do aplicativo *HearScreen*, a característica de ser um *app* para o sistema operacional *Android* com capacidade para funcionar em *smartphones* de baixo custo, o que o torna mais viável e acessível para aplicações em populações carentes. Algo que não é observado no caso dos *smartphones* e *tablets* fabricados para funcionar com o sistema operacional *iOS*, os quais se caracterizam como aparatos tecnológicos de alto custo,

portanto produtos, por vezes, inviáveis para regiões que não possuem recursos para investimento imediato (SWANEPOEL, *et al*, 2014).

O mesmo aplicativo foi testado em cabine audiométrica e em sala de ambiente clínico, silenciosa (sem tratamento acústico) e os resultados foram satisfatórios para a realização de triagem auditiva (detecção) nos dois ambientes e, mais uma vez, os autores salientam a vantagem para uso em locais com baixa atenção básica à saúde, representando uma solução acessível para atender a população carente (SANDSTRÖM, SWANEPOEL, MYBURGH e LAURENT, 2016), no que tange ao rastreio de possíveis perdas auditivas.

O *HearScreen* também foi testado para a detecção e reconhecimento de fala no ruído (teste comparável à logaudiometria realizada na cabine audiométrica) e se mostrou compatível com outros testes para a mesma função desenvolvidos anteriormente (POTGIETER, SWANEPOEL, MYBURGH, HOPPER e SMITS, 2015).

Na pesquisa realizada com o *app Hearing Test* para *Android*, verificou-se resultados comparáveis com os dados obtidos na audiometria tonal, com diferença absoluta registrada em valor inferior a 8,8dB entre os dois métodos de avaliação, demonstrando ser importante ferramenta alternativa para uso em serviços audiológicos que não disponibilizam audiometria à sua população (RENDA, SELÇUK, EYIGÖ, OSMA e YILMAZ, 2016), embora seja importante ressaltar que o melhor desenvolvimento de aplicativos como este pode permitir que no futuro a triagem realizada com esse auxílio tecnológico ocorra com frequência maior e em regiões de difícil acesso, desde que a acurácia do *app* possa garantir ausência ou presença de perda auditiva. Vale salientar que a triagem auditiva realizada pelo *app*, não substitui a avaliação audiológica considerada padrão-ouro, a qual é composta pela audiometria tonal e vocal e imitanciometria.

Como exposto nessa revisão, alguns pesquisadores estabeleceram critérios comparativos entre a acurácia dos aplicativos e a sua relação com o sistema operacional para o qual estes foram produzidos. O trabalho de MASALSKI; *et al*, 2016, aponta vantagens para o uso do sistema operacional *iOS*, principalmente no que se refere à qualidade tecnológica e as padronizações de atualização dos *softwares*. Por outro lado, SWANEPOEL, *et al*, 2014, discute a importância dessa alta tecnologia, porém praticamente inacessível devido ao seu alto custo, portanto, este autor defende o uso do sistema operacional *Android*, o qual acredita ser suficientemente funcional e, ao mesmo tempo, de baixo custo para uso em triagem auditiva.

Outra possível funcionalidade dos aplicativos para dispositivos móveis é o seu uso em ambiente clínico nos casos em que há a necessidade de avaliação auditiva rápida ou quando a audiometria não está disponível naquele momento. Podem ser citados os casos de surdez súbita,

em que o *app*, ao ser utilizado, daria agilidade para a detecção dos dados auditivos como em uma avaliação inicial, fornecendo informações importantes, por exemplo, para a prescrição dos corticosteróides necessários para o controle da enfermidade com maior agilidade visando a resolução do quadro clínico. Configura-se como mais uma ferramenta em potencial, capaz de orientar decisões clínicas antes que um audiograma convencional esteja disponível (HANDZEL, O., BEN-ARI, O., DAMIAN, D., PRIEL, M., COHEN, J e HIMMELFARB, 2013; SETHI, GHANAD, KANUMURI, HERRMANN, KOZIN e REMENSCHNEIDER, 2018).

As pesquisas que apontam o uso de *apps* enquanto ferramentas para a promoção da saúde auditiva demonstram a sua aplicabilidade para triagem e avaliação (avaliação, rastreio, medidas de solução temporal, alternativas para minimizar os efeitos do zumbido e questionários de *Handicap*), intervenção e reabilitação (serviços para treinamento auditivo, reabilitação de fala e linguagem, serviços para pessoas com transtorno no processamento auditivo central, ferramentas de aprendizado para crianças com deficiência auditiva e distúrbios de comunicação, disponibilidade de técnicas e exercícios para uso em terapias), educação e informação (dicionários interativos, atlas, vídeos, material didático) e como ferramenta assistiva (variedade de alternativas de comunicação para surdos, vídeos legendados ou que vibram ao toque). O *e-Health* tornou-se um campo promissor para a difusão de práticas de saúde e medidas de promoção à saúde, a partir do momento em que as tecnologias da comunicação e informação ganharam espaço na vida da população (PAGLIALONGA, TOGNOLA e PINCIROLI, 2015).

Os pesquisadores concluíram que existe grande variedade de aplicativos para *smartphone* sobre saúde auditiva que disponibilizam diversos serviços que trazem benefícios não só para o usuário que possui a perda auditiva (principal grupo consumidor dos produtos), como também para os profissionais que atuam na área, pois os *apps* representam mais uma possibilidade tecnológica de atenção à saúde. Os resultados revelaram que as soluções tecnológicas em saúde na atualidade vêm se tornando preferenciais, o que pode ocasionar mudanças no paradigma das alternativas do cuidado à saúde, por vezes com mediação profissional e permitindo que o usuário com perda auditiva tenha papel ativo no seu processo de autoconhecimento e de acesso a informações e serviços que lhe proporcione melhor qualidade de vida, com maior independência e inclusão (PAGLIALONGA, TOGNOLA e PINCIROLI, 2015).

Mesmo com uma infinidade de aplicativos para *smartphones* existentes atualmente, ainda há carência de estudos que aprimorem os *apps* dando maior especificidade e sensibilidade para as respostas analisadas pelos dispositivos para a triagem auditiva. Esses estudos permitirão que

aplicativos que avaliam a audição forneçam respostas mais precisas e compatíveis com a audiometria convencional, o que possibilitará o seu uso como instrumentos de triagem confiáveis em situações diversas de avaliação da população com a supervisão de um profissional da área (PÉREZ; DÍEZ e CORONADO, 2013).

Dessa forma, é possível concluir que os aplicativos para dispositivos móveis possuem importante potencial e resultados promissores quando pensados e utilizados como ferramentas tecnológicas assistivas para a detecção de alterações auditivas de forma rápida. Em tempo, deve-se considerar que a aquisição de *smartphones* e dos próprios *apps* certamente terá custo menor em relação a outros equipamentos audiológicos tradicionais para rastreio, algo que poderá se configurar como grande vantagem para localidades remotas ou sem serviços audiológicos especializados.

As aplicações poderão possibilitar o encaminhamento adequado e em curto prazo dos casos suspeitos para a realização de exames diagnósticos com especialistas da área. Vale salientar que muitos pesquisadores constataram em seus estudos que o uso de aplicativos para detecção de perda auditiva ainda apresenta limitações que podem impactar na precisão do resultado final da triagem, as quais precisam ser resolvidas, sendo que uma das maiores limitações é o controle do ruído ambiental. Os resultados de triagens auditivas realizadas em cabine audiométrica e nos ambientes em que o nível de ruído foi controlado mostraram-se mais compatíveis aos encontrados na audiometria convencional, mostrando a necessidade de monitoramento durante a realização do teste, pois nas triagens realizadas com orientação profissional o teste apresentou resultados mais satisfatórios, com taxas de significância e especificidade elevadas e bem próximas aos limiares encontrados na audiometria convencional.

Novos estudos se fazem necessários para aprimorar os aplicativos já existentes no mercado e permitir a criação de novos, capazes de fornecer resultados com maior precisão. O uso rotineiro dessa ferramenta tecnológica é desafiador e merece maior aprofundamento, principalmente no que se relaciona com os potenciais benefícios da detecção precoce de perdas auditivas que poderão ser percebidas inclusive no ambiente escolar, dando condição de implantação de encaminhamentos especializados evitando resultados negativos na relação ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS:

- ABU-GHANEM, S., HANDZEL, O., NESS, L., BEM-ARTZI-BLIMA, M., FAIT-GHELBENDORF, K. e HIMMELFARB, M. Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. **Eur Arch Otorhinolaryngol.** v.273, n.2, 2016, p.333-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25655259>.
- AL-ABRI, R., AL-BALUSHI, M., KOLETHEKKAT, A., BHARGAVA, D, AL-ALWI, A, AL-BAHLANI, H. e GARADI, M. The Accuracy of IOS Device-based uHear as a Screening Tool for Hearing Loss: A Preliminary Study From the Middle East. **Oman Medical Journal.**; v.31, n.2, 2016, p.142–45 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4861391/>.
- BECK, R.M.O.; RAMOS, B. F.; GRASEL, S. S.; RAMOS, H. R.; MORAES, M. F. B. B.; ALMEIDA, E. e BENTO, R. F. Comparative study between pure tone audiometry and auditory steady-state response in normal hearing subjects. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 80, p.35-40, 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24626890>.
- BRIGHT, T. e PALLAWELA, D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. **JMIR Rehabil Assist Technol.**; v.3, n.2, 2016.; <https://doi:10.2196/rehab.6074>.
- DERIN, S., CAM, O., BEYDILLI, H., ACAR, E., ELICORA, S. e SAHAN, M. Initial assessment of hearing loss using a mobile application for audiological evaluation. **J Laryngol Otol.**; v.130, n.3, 2016, p.248-51. <https://doi:10.1017/S0022215116000062>.
- FOULAD, A.; BUI, P. e DIJALILIAN, H. Automated audiometry using apple iOS-based application technology. **Otolaryngol Head Neck Surg.**; v. 149, n.5, 2013, p. 700-6. <https://doi:10.1177/0194599813501461>
- HANDZEL, O., BEN-ARI, O., DAMIAN, D., PRIEL, M., COHEN, J e HIMMELFARB, M. Smartphone-based hearing test as an aid in the initial evaluation of unilateral sudden sensorineural hearing loss. **Audiol Neurotol**, v.18, n.4, 2013, p.201-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23689282>.
- KHAIRI, M., NOOR, R., RAHAMAN, N., SIDEK, D. e MAHOMAD, A. The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. **Int Pediatr Otorhinolaryngol**, v.74, n.1, 2010, p.67-70. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19913305>
- KLAS, R.; LACERDA, A. The Audiometric Findings among Curitiba and Metropolitan Area Students. **Int Arch Otorhinolaryngol.** V.18, n.2, Apr, 2014, p.165–171. Published online 2014 Feb 10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4297028/>
- LÉVY, P. A nova relação com o saber. In: LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo, **Ed. 34**, 1999, p.157-68.
- LIVSHITZ, L., GHANAYIM, R., KRAUS, C., FARAH, R., EVEN-TOV, E., AYRAHAM, Y., SHARABI-NOV, A. e GILBEY, P. Application-Based Hearing Screening in the Elderly Population. **Ann Otol Rhinol Laryngol.**, v.126, n.1, 2017, p.36-41. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27913721>

LYCKE, M., BOTERBERG, T., MARTENS, E., KETELAARS, L., POTTEL, H., LAMBRECHT, A., VAN EYGEN, K., COSTE, L., DHOOGHE, I., WILDIERS, H. e DEBRUYNE, P. Implementation of uHear™ - an iOS-based application to screen for hearing loss - in older patients with cancer undergoing a comprehensive geriatric assessment. *Journal of geriatric oncology.*; v.7, 2016, p.126-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jgo.2016.01.008>

MAHOMED-ASMAIL, F., SWANEPOEL, D. W., EIKELBOOM, R., MYBURGH, H. e HALL, J. Clinical Validity of hearScreen™ Smartphone Hearing Screening for School Children. **Ear Hear**, v.37, n.1, 2016, p.11-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26372265>.

MASALSKI, M., KIPINSKI, L., GRYSINSKI, T. e KRECIKI, T. Hearing Tests on Mobile Devices: Evaluation of the Reference Sound Level by Means of Biological Calibration. **J Med Internet Res.**, v.18, n.5, 2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27241793>.

PAGLIALONGA, A., TOGNOLA, G. e PINCIROLI, F. Apps for Hearing Science and Care. **Am J Audiol.** v.24, n.3, p.293-8, 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26649533>.

PEER, S. e FAGAN, J.J. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. **S Afr Med J.** v. 105, n.1, 2015, p.35-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5784183/>.

PÉREZ, B. M.; DIÉZ, I. T. e CORONADO, M. L. Mobile Health applications of the most prevalent conditions by the world health organization: Review and analysis. **J. Med. Internet. Res.**; v.15, n.3, 2013. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23770578>.

POTGIETER, J., SWANEPOEL, D.W., MYBURGH, H., HOPPER, T e SMITS, C. Development and validation of a smartphone-based digits-in-noise hearing test in South African English. *International Journal of Audiology.*; v.55, n.7, 2015, p.405-11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27121117>.

RENDA, L., SELÇUK, O., EYİĞÖ, H., OSMA, U. e YILMAZ, M. Smartphone Based Audiometric Test for Confirming the Level of Hearing; Is It Useable in Underserved Areas? **J Int Adv Otol .**; v. 12, n.1, 2016, p. 61-6 . DOI: 10.5152/iao.2016.1421

SALIBA, J., AL-REEFI, M., CARRIERE, J., VERMA, N., PROVENCAL, C. e RAPPAPORT, J. Accuracy of Mobile-Based Audiometry in the Evaluation of Hearing Loss in Quiet and Noisy Environments. **American Academy of Otolaryngology.**,v.156, n.4, 2017, p.706-11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28025906>.

SANDSTRÖM, J., SWANEPOEL, D.W., MYBURGH, H. e LAURENT, C. Smartphone threshold audiometry in underserved primary health-care contexts. **International Journal of Audiology.**; v.55, n.4, 2016, p.232-38. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26795898>.

SETHI, R., GHANAD, I., KANUMURI, V., HERRMANN, B., KOZIN, E e REMENSCHNEIDER, A. Mobile Hearing Testing Applications and the Diagnosis of Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Cautionary Tale. **Otol Neurotol.** v.39, n.1, p.1-4,2018. <https://doi: 10.1097/MAO.0000000000001621>.

SORKIN, D.L.; GATES, U.P.; MELLON, N.K. Psychosocial Aspects of Hearing Loss in Children. **Otolaryngol Clin North Am**, v.29, 2015.

SWANEPOEL, D. W., MYBURGH, H., HOWE, D., MAHOMED, F. e EIKELBOOM, R. Smartphone hearing screening with integrated quality control and data management. **International Journal of Audiology**.; v.53, n.12, 2014, p.841-9. [https://doi: 10.3109/14992027.2014.920965](https://doi.org/10.3109/14992027.2014.920965).

SZUDEK J., OSTEVIK, A., DZIEGIELEWSKI, P., ROBINSON-ANAGOR, J., GOMAA, N., HODGETTS, B. e HO, A. Can Uhear me now? Validation of an iPod-based hearing loss screening test. **J Otolaryngol Head Neck Surg.** v.1, 2012, p.78-84. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569055>.

VALOURA, L.C. Paulo Freire, o educador brasileiro autor do termo Empoderamento, em seu sentido transformador. **Residente do Programa Comunicante de Residência Social**, 2005/2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **World Health Statistics Annual**, 2015. www.who.int/whosis/whostat/2015/en/.

YEUNG, J., HELEY, S., BEAUREGARD, Y., CHAMPAGNE, S. e BROMWICH, M. Self-administered hearing loss screening using an interactive, tablet play audiometer with ear bud headphones. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**. ;v.79 , 2015, p.1248–52. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26055197>

5.2 ARTIGO 2

Artigo escrito de acordo com as instruções para publicação da Revista Ciências e Educação (UNESP), *Qualis A1 CAPES*, ISSN: 1516-7313.

APP PARA TRIAGEM AUDITIVA: RELAÇÕES ENTRE AUDIÇÃO, MEMÓRIA E APRENDIZADO.

ROCHA, Fernanda Suzart da¹; CARVALHO, Josiane Silva Martins²; CARVALHO, Fernando Luís de Queiroz³.

¹Mestranda do GESTEC, Departamento de Educação – Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador, BAHIA, nandasuzart@yahoo.com.br; ²Mestre em Imunologia, Departamento de Saúde – União Metropolitana de Educação e Cultura (UNIME), Salvador, BAHIA, jomartinscarvalho@gmail.com; ³Doutor em Patologia, Departamento de Ciências da Vida – Universidade do Estado da BAHIA (UNEB), Salvador, Bahia, fcarvalho@uneb.br

RESUMO

Introdução: A audição permite ao indivíduo constante relação de troca com o meio em que está inserido. Participa do processo de aquisição e desenvolvimento de diversas habilidades como a comunicação, interação social, a construção da memória e da cognição. A perda auditiva produz efeitos deletérios no desenvolvimento das crianças. Nesse cenário, a triagem auditiva no escolar se configura enquanto prática de promoção à saúde, pois objetiva detectar, monitorar e prevenir agravos, em tempo o uso de novas tecnologias pode se fundamental para a aplicação da prática da triagem nas escolas. **Objetivos:** Esse estudo teve como objetivo investigar a viabilidade do uso de aplicativo para dispositivos móveis como instrumento para triagem auditiva no escolar e as relações entre possíveis perdas auditivas, memória e aprendizado. **Metodologia:** Inicialmente foi realizada entrevista estruturada com os escolares para avaliação de práticas de saúde e do comportamento auditivo, seguida da triagem com o uso do *app U-Hear*, e posterior comparação dos resultados aos dados da audiometria tonal limiar. O *Mini-mental* foi utilizado para avaliar a memória e o aprendizado relacionando aos dados auditivos encontrados entre os participantes do estudo. **Resultados:** Um total de 49 escolares foram triados e suas orelhas (orelha direita, OD e orelha esquerda, OE) foram avaliadas separadamente. O aplicativo revelou rastreio para audição normal (23 OD e 23 OE) e perdas auditivas de graus leve (24 OD e 23 OE) e moderado (2 OD e 3 OE). Esses resultados não foram confirmados pela audiometria tonal limiar. Em relação à aplicação do *mini-mental*, não foram encontrados diferenças significativas entre os participantes, independente da função auditiva observada. **Conclusão:** O avanço tecnológico no desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis representa uma alternativa viável para o rastreio auditivo, de baixo custo, com maior portabilidade e alcance para regiões desassistidas. Entretanto, vale salientar a necessidade pesquisas e investimentos no desenvolvimento e aprimoramento de aplicativos com maior acurácia nos seus resultados, principalmente para o uso em ambientes ruidosos. **Palavras-chaves:** App. Aprendizado. Memória. Perda auditiva. Triagem auditiva. *U-Hear*.

APP FOR HEARING SCREENING: HEARING, MEMORY AND LEARNING RELATIONSHIPS

ABSTRACT

Introduction: Hearing allows the individual to constantly exchange experience with the environment in which he is inserted. Participates in the process of acquiring and developing various skills such as communication, social interaction, memory building and cognition. Hearing loss has deleterious effects on the development of children. In this scenario, hearing screening in school is a health promotion practice, since it aims to detect, monitor and prevent injuries, and in time the use of new technologies may be fundamental for the application of the practice of screening in schools. **Objectives:** This study aimed to investigate the feasibility of mobile application as an instrument for hearing screening in school and the relations between possible hearing loss, memory and learning. **Methodology:** Initially, a structured interview was conducted with the students to evaluate health practices and auditory behavior, followed by screening using the U-Hear app, and then comparing the results with the threshold tonal audiometry data. Mini-mental was used to evaluate memory and learning relating to the auditory data found among study participants. **Results:** A total of 49 students were screened and their ears (right ear, OD and left ear, OE) were evaluated separately. The application revealed normal hearing screening (23 OD and 23 OE) and hearing loss of mild (24 OD and 23 OE) and moderate (2 OD and 3 OE) degrees. These results were not confirmed by threshold tonal audiometry. Concerning the application of the mini-mental, no significant differences were found between the participants, regardless of the auditory function observed. **Conclusion:** The technological advancement in the development of mobile applications represents a viable alternative for low-cost auditory tracing, with greater portability and reach for unassisted regions. However, it is worth emphasizing the need for research and investments in the development and improvement of applications with accuracy in its results, especially for use in noisy environments.

Key words: App. Learning. Memory. Hearing Loss. Auditory screening. U-Hear.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento infantil é cercado de uma série de atividades comportamentais integradas à maturação de diversas estruturas do sistema nervoso central que processam as informações recebidas por meio da audição.

A habilidade auditiva é composta por processos como: atenção, detecção e discriminação, exercendo papel fundamental no desenvolvimento do indivíduo e na sua integração simbiótica com o meio que o cerca (PEREIRA, NAVAS e SANTOS, 2002).

Para a pedagogia a aprendizagem pode ser entendida como o processamento da informação, em que a audição participa da detecção, seleção, análise, interpretação e organização e, por fim, o armazenamento dos estímulos recebidos, que podem ser resgatados quando necessários (construção das memórias). Mesmo as tarefas auditivas mais simples sofrem influências de funções de alto nível, como a atenção, a aprendizagem, a motivação, a memória e os processos de decisão (PFROMM NETTO, 1987).

A memória atua na aquisição (aprendizado) e, principalmente, no gerenciamento de informações que são recebidas pelo sentido da audição (memória de trabalho ou operacional). Esta permite que sejam estabelecidas relações entre a percepção da realidade, por meio da captação sensorial auditiva e seu posterior armazenamento, o que promove o aprendizado e

organização linguística. Portanto, pode-se observar a intrínseca relação entre a memória e a audição para o desenvolvimento do indivíduo (IZQUIERDO, *et al.*, 2003).

Por estas razões, alterações no padrão auditivo produzem efeitos deletérios para o desenvolvimento de habilidades como leitura, fala, compreensão e comunicação. Processos esses, cruciais na infância, momento em que a criança precisa estabelecer trocas constantes com o meio para promover a sua formação global (PEREIRA, 2004).

A Organização Mundial da Saúde (OMS – WHO) estimou no ano de 2015, que 28 milhões de brasileiros apresentavam algum tipo de perda auditiva (PA), seja ela de grau leve, moderado, severo ou profundo. Este cenário revela que 14,8% do total de 190 milhões de brasileiros possuíam problemas relacionados com a audição naquele ano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

De acordo com o censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 9,7% dos brasileiros possuem deficiência auditiva (DA), o que representa 5,1% da população brasileira. Cerca de 1 milhão de deficientes auditivos são crianças e jovens até 19 anos (IBGE, 2010).

A perda auditiva pode gerar diversos prejuízos, tais como: ansiedade, desânimo, baixa autoestima e sérios problemas acadêmicos que podem culminar com o abandono escolar, pela dificuldade para a adequação a um meio que exige constantemente retorno do que foi aprendido e apreendido pela criança. O diagnóstico precoce da perda auditiva possibilita minimizar as dificuldades intelectuais e comportamentais enfrentadas tornando favorável a perspectiva de adaptação e superação de tal déficit (PARK, S. *et al.*, 2016).

O processo diagnóstico da perda auditiva tem como ponto de partida a triagem, que consiste na realização de avaliação rápida e não invasiva, por meio de equipamentos de avaliação audiológica, realizada por profissionais como fonoaudiólogos e otorrinolaringologistas, a qual tem como objetivo detectar de forma precisa, presença ou ausência de audição. A partir dos resultados da triagem, os casos suspeitos de perda auditiva podem ser direcionados adequada e precocemente para especialistas da área de audiologia, algo que pode reduzir os possíveis prejuízos que o déficit auditivo venha a acarretar à vida da criança (AZEVEDO, 2004).

A triagem auditiva é considerada ideal na fase neonatal, sendo a maternidade o primeiro local de avaliação. Sua continuidade é fundamental e funciona por meio do acompanhamento do desenvolvimento da audição, ao longo do período escolar (AZEVEDO, 2004).

A escola é o ambiente ideal para as práticas de atividades de educação em saúde e de práticas de promoção à saúde. Esse período de formação possui grande representatividade na vida da criança, enquanto espaço coletivo onde se desenvolvem atividades de cuidado humano em diversos aspectos (COSTA; *et al.*, 2013).

Conforme pode ser observado, a legislação adotada pelo Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro preconiza a triagem auditiva escolar como programa da atenção básica, de promoção da saúde auditiva, prevenção de agravos, monitoramento e diagnóstico dos possíveis casos de perda auditiva (CONTRIBUIÇÃO DA FONOAUDIOLOGIA PARA O AVANÇO DO SUS – 25 ANOS DO SUS, 2013).

O Programa Saúde na Escola (PSE – Decreto nº 6.286, 2007) estabelece ações em saúde que são desenvolvidas conjuntamente com a rede pública de educação básica e de acordo com os princípios e diretrizes do SUS. Dentre as diversas ações previstas nesse decreto, está contemplada a avaliação auditiva dessa população, por meio da triagem escolar (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2007), entretanto, não estabelece qual instrumento deve ser utilizado para a realização do rastreio auditivo.

Mesmo com todas essas iniciativas públicas para que a triagem auditiva escolar seja realizada de forma cotidiana, existem muitos obstáculos para que de fato esta ocorra. Uma das principais dificuldades para que a triagem auditiva no escolar aconteça da maneira que é

preconizada por lei, está relacionada justamente ao investimento em equipamentos audiológicos, os quais são instrumentos de precisão, possuem custo elevado e são extremamente sensíveis, principalmente se usados sem os cuidados necessários. Corrobora para dificultar a realização da triagem auditiva nas escolas, a necessidade de inserção de profissionais de saúde, devidamente remunerados, realizando gestão de todas as ações e atividades do serviço e a triagem propriamente dita. Essa situação se torna ainda mais remota em regiões distantes de grandes centros urbanos e em locais desassistidos (SWANEPOEL; *et al*, 2016), pois nem sempre esses profissionais e suas equipes de saúde estão presentes ou os equipamentos necessários para esse tipo de investigação, junto a população, inexistem.

Muitos pesquisadores há alguns anos, investigam a viabilidade de soluções tecnológicas como alternativa para resolver alguns dos problemas relacionados às dificuldades de investimentos em equipamentos para triagem auditiva. A partir desse pressuposto, surge a possibilidade de utilização de aplicativos para dispositivos móveis (*Apps*) voltados à detecção auditiva. Vale salientar que os aplicativos não substituem os exames audiológicos convencionais no processo avaliativo, nem o uso de métodos de avaliação da função auditiva, como a audiometria tonal e vocal, que é considerado o exame padrão-ouro para determinação dos limiares auditivos tonais (ABU-GHANEM; *et al*, 2016; MAHOMED-ASMAIL; *et al*, 2016; PAGLIALONGA, TOGNOLA e PINCIROLI, 2015).

Estudos direcionados ao uso de aplicativos para triagem auditiva apontam para a existência de *Apps* que apresentam boa sensibilidade e especificidade para detectar a presença ou ausência de respostas auditivas que, em alguns casos, mostraram resultados muito próximos daqueles obtidos pela realização de exames audiológicos convencionais. Tais resultados permitem dizer que o amplo desenvolvimento de soluções tecnológicas torna os *Apps* ferramentas com grande potencial para o rastreamento de possíveis perdas auditivas (SZUDECK; *et al*, 2012). A detecção de perdas auditivas de grau moderado de crianças em fase escolar consiste em uma prática extremamente importante, pois de acordo com os critérios de classificação de grau de perda auditiva até os 07 anos de idade de Northern e Downs (2002), observam-se prejuízos para a percepção de sons de fala, tanto para fonemas sonoros mais fortes, quanto para a conversação normal (NORTHERN e DOWNS, 2002).

Dessa forma, fica evidenciado que alterações auditivas podem influenciar aspectos importantes no âmbito da memória e do aprendizado, podendo trazer prejuízos durante a vida escolar. Assim, esse estudo teve como objetivo investigar a viabilidade do uso de aplicativo para dispositivos móveis como instrumento para triagem auditiva no escolar e as relações entre possíveis perdas auditivas, memória e aprendizado.

METODOLOGIA

Local da pesquisa:

Foram selecionadas duas escolas públicas do ensino fundamental I, localizadas na Cidade de Salvador-BA, em bairros próximos a Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e, portanto, próximas à Clínica-escola de Fonoaudiologia da UNEB - CEFON.

Participantes da pesquisa:

A amostra do estudo foi composta por 55 escolares do 5ª ano do ensino fundamental I, de ambos os sexos que apresentaram termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado pelos pais ou responsáveis. Os escolares autorizados pelos pais ou responsáveis assinaram o termo de assentimento do menor.

A não assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido excluiu o escolar da pesquisa.

Etapas da coleta de dados:

A coleta de dados foi realizada, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisas, parecer nº 2.218.287, em sala cedida pelas escolas participantes do estudo, no turno em que os alunos estavam matriculados, sem interferir na rotina acadêmica.

Etapas da coleta de dados:

Todos os escolares incluídos na pesquisa foram entrevistados por meio de questionário estruturado, com o objetivo de investigar dados de saúde auditiva e comportamento auditivo.

Etapas da coleta de dados:

Após a realização da entrevista estruturada com os escolares participantes, foi realizada a inspeção do meato acústico com o uso do otoscópio *HEINE mini 2000* (Heine, Optotechnik; Hersching, Alemanha) para verificar integridade da estrutura da orelha externa e descartar possíveis casos de obstrução por cerúmen, presença de secreção sugestiva de processo infeccioso ou corpo estranho, condições que impossibilitam a realização da triagem auditiva. Na presença de algumas dessas condições os escolares e seus pais/responsáveis receberam orientação sobre os achados da inspeção do meato e solicitação de consulta com otorrinolaringologista, a qual foi disponibilizada sem custo imediatamente. Nos casos em que a consulta médica foi necessária, o escolar foi, subsequencialmente, reintegrado às etapas restantes da pesquisa. Os escolares que não realizaram a remoção de cerúmen foram excluídos das avaliações com o *app* e da audiometria. Os escolares liberados após inspeção do meato foram submetidos à triagem auditiva com o uso do aplicativo *U-Hear* para *iOS*, por meio de *smartphone* (*iPhone 6*), com o sistema operacional atualizado de acordo com a versão automática disponibilizada pela *Apple*® aos seus usuários e registrado pela empresa canadense *Unitron*® em 2014.

A escolha do aplicativo em questão, para a triagem auditiva, foi realizada levando em consideração pesquisas sistemáticas em bases de dados de artigos científicos indexados, os quais demonstraram os resultados de sensibilidade e especificidade deste aplicativo, bem como testes comparativos com a audiometria tonal limiar.

O *app* realiza estimulação auditiva semelhante à audiometria tonal, com tom puro por meio dos fones integrados ao *smartphone*. Inicialmente o aplicativo faz mensuração de ruído ambiental antes da prova auditiva. Caso o nível de ruído do ambiente esteja acima dos valores considerados favoráveis para a coleta ideal, o *app* orienta a não realização da triagem e solicita que a prova seja feita em ambiente mais silencioso. Após a etapa de mensuração do ruído e a liberação pelo *app* para iniciar a coleta, é feita calibração automática do volume dos fones auditivos e, em seguida, são apresentados tons puros alternados entre as duas orelhas em intensidades audíveis e nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 6000Hz. A cada resposta que confirma audibilidade do tom, esses reduzem sua intensidade até que seja confirmada a intensidade mínima de audibilidade o que corresponde a duas respostas presentes para uma mesma intensidade de tom apresentado.

Etapa 3 (Aplicação do *Mini Mental* – Mini Exame do Estado de Saúde Mental - MEEM)

De todos os escolares entrevistados, 46 foram submetidos à avaliação com o *Mini-mental* (MEEM), versão adaptada para crianças. O teste em questão é constituído de duas partes: uma relacionada a orientação, memória e atenção, com pontuação máxima de 21 pontos e a outra que abrange habilidades de nomeação e compreensão, com pontuação máxima de 9 pontos, totalizando um total de 30 pontos (FOSTEIN, et al, 1975). Como é um teste que o seu escore sofre influência do nível de escolaridade, as notas de corte adotadas foram as propostas por Brucki, et al (2003), as quais são classificadas da seguinte forma: 20 pontos para analfabetos; 25 pontos para pessoas com escolaridade de 1 a 4 anos; 26,5 para 5 a 8 anos; 28 para 9 a 11 anos e 29 para maiores de 11 anos. Os resultados encontrados foram cruzados com os dados da triagem auditiva realizada com o *App* e com a audiometria tonal limiar.

Etapa 4 (Audiometria Tonal)

Os escolares avaliados com o aplicativo *U-Hear* foram orientados a realizar audiometria tonal na clínica escola da UNEB para fins de comparação de resultados e maior precisão diagnóstica de possíveis perdas auditivas. As audiometrias foram realizadas com o audiômetro AD629B, da marca *Interacoustics*[®]. Os escolares foram convocados para a audiometria por meio de contato telefônico. Todos os pais ou responsáveis foram orientados sobre os dados coletados no *app* e a importância da realização da audiometria tonal para que fossem estabelecidos critérios comparativos dos resultados encontrados entre os dois métodos de avaliação utilizados nesta pesquisa. A audiometria tonal foi realizada com tom puro, em todas as frequências disponíveis para avaliação completa (250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz e 8000Hz) em ambas as orelhas. Todos os resultados foram disponibilizados para os pais ou responsáveis. Para critérios comparativos entre os resultados encontrados no *app* e na pesquisa da audiometria tonal, só foram consideradas as respostas encontradas para as frequências de 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 6000Hz.

Análise dos dados

Todos os dados foram analisados estatisticamente por meio de teste de comparação de proporções, teste *Wilcoxon-Mann-Whitney* ($\alpha=5\%$) e mediana com intervalo interquartil. Os resultados foram demonstrados em tabelas.

RESULTADOS

Da amostra de 55 escolares, encontramos 30 do gênero feminino e 25 do gênero masculino, com idades variando de 10 a 14 anos. Estes foram entrevistados com a finalidade de traçar o perfil de saúde auditiva do grupo. Destacam-se o uso de hastes flexíveis e a presença de otalgia e zumbido na amostra (Tabela 1) e a dificuldade de ouvir na presença de ruído, bem como a boa condição de entendimento na aula (Tabela 2).

Tabela 1. Distribuição percentual dos dados da entrevista sobre saúde auditiva dos escolares do 5º ano em escolas de Salvador-BA (n=55):

Dados da Entrevista	Respostas (Não/Sim)	Frequência	Porcentagem
Perda auditiva na família	Não	49	89.9
	Sim	6	10.91
Uso de hastes flexíveis	Não	7	12.73
	Sim	48	87.27
Otalgia	Não	43	76.36
	Sim	13	23.64
Zumbido	Não	40	72.73
	Sim	15	27.27
Otorreia	Não	52	96.36
	Sim	2	3.64
Hipoacusia	Não	46	83.64
	Sim	9	16.36
Prurido	Não	26	47.27
	Sim	29	52.73

Tabela 2. Distribuição percentual dos dados da entrevista sobre o comportamento auditivo dos escolares do 5º ano (n=55):

Dados da Entrevista	Respostas (Não/Sim/Às vezes)	Frequência	Porcentagem
Dificuldade para entender a fala no ruído	Às vezes	10	18.18
	Não	13	23.64
	Sim	32	58.18
Dificuldade para entender a professora na sala de aula	Às vezes	8	14.55
	Não	44	80.00
	Sim	3	5.45

A inspeção do meato acústico externo dos 55 escolares, revelou que 7 (12,72%) apresentavam cerúmen impactado no meato acústico externo e destes, 4 estavam com obstrução bilateral e 3 (5,45%) com obstrução unilateral. Não foram observadas presença de secreção sugestiva de processo infeccioso ou corpo estranho na população avaliada.

Após a entrevista inicial e inspeção do meato acústico externo, 49 escolares realizaram a triagem auditiva com o aplicativo *U-Hear*. Foram avaliadas a média das respostas auditivas de ambas as orelhas, das frequências de 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 6000Hz, adotando os seguintes parâmetros de normalidade para triagem auditiva utilizados no estudo em questão e adotado pelo *app*: audição normal, com resposta ≤ 25 dB e perda auditiva com respostas > 26 dB (LLOYDE e KAPLAN, 1978). Os dados obtidos demonstram que aproximadamente metade da amostra apresentou algum grau de perda auditiva, a partir da avaliação com o aplicativo (Tabela 3).

Tabela 3. Dados auditivos da triagem dos escolares com o aplicativo *U-Hear* baseados nos parâmetros audiológicos de normalidade auditiva até 25dB e perda auditiva para respostas acima de 26dB (n=49):

Perda auditiva	Não (n; %)	Sim (n; %)
Orelha direita	23 (46.94)	26 (53.06)
Orelha esquerda	23 (46.94)	26 (53.06)

*Teste para comparação de proporções

Na Tabela 4 podem ser visualizados os resultados da avaliação auditiva, classificados de acordo com grau de perda auditiva, segundo Lloyd e Kaplan (1978) considerando a média das respostas para as frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz.

Tabela 4. Classificação audiológica das respostas obtidas a partir da triagem dos escolares com o uso do aplicativo *U-Hear* de acordo com a média das frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz (n=49):

Classificação perda auditiva	Perda orelha direita		Perda orelha esquerda	
	Não (n;%)	Sim (n;%)	Não (n;%)	Sim (n;%)
Audição normal (≤ 25 dB)	23 (100.00)	0 (0.00)	23 (100.00)	0 (0.00)
Perda leve (26-40dB)	0 (0.00)	24 (92.31)	0 (0.00)	23 (88.46)
Perda moderada (41-55dB)	0 (0.00)	2 (7.69)	0 (0.00)	3 (11.54)
Total	23	26	23	26

*Teste para comparação de proporções

Na sequência do estudo, 46 alunos foram submetidos à avaliação com o *Mini-mental* (MEEM). Os resultados encontrados estão dispostos nas Tabelas 5 e 6, comparando as orelhas em separado. Não foram encontradas diferenças significativas nos resultados deste teste independente da orelha testada.

Tabela 5. Resultado (escores) do teste MEEM aplicado aos escolares segundo os resultados audiológicos obtidos com a triagem do *U-Hear* de acordo com a presença ou ausência de perda auditiva na orelha direita (n=46):

Perda Auditiva	Orelha direita		*P-valor
	Não (n=21)	Sim (n=26)	
Teste	Med (IIQ)	Med (IIQ)	
MEEM	25 (22;26)	23 (22;25)	0.96

*Wilcoxon-Mann-Whitney ($\alpha=5\%$)

**Med = mediana; IIQ = intervalo interquartilico

Tabela 6. Resultado (escores) do teste MEEM aplicado aos escolares segundo os resultados audiológicos obtidos na triagem com o *U-Hear* de acordo com a presença ou ausência de perda auditiva na orelha esquerda (n=46):

Perda Auditiva	Orelha esquerda		P-valor
	Não (n=20)	Sim (n=26)	
Teste	Med (IIQ)	Med (IIQ)	
MEEM	23.5(20;26)	24 (22;26)	0.66

*Wilcoxon-Mann-Whitney ($\alpha=5\%$)

**Med = mediana; IIQ = intervalo interquartilico

A Tabela 7 revela o perfil auditivo da amostra após triagem utilizando o *app U-Hear*. Foram encontrados valores compatíveis com audição normal, perda leve e perda moderada e não houve diferença nos resultados do *mini-mental*, independente da orelha (direita ou esquerda) e da função auditiva avaliada.

Tabela 7. Perfil auditivo de escolares após triagem utilizando o *app U-Hear* e grau de acerto no MEEM (n=46):

Classificação perda auditiva	Orelha direita			Orelha esquerda		
	n	Mediana MEEM	% acerto	n	Mediana MEEM	% acerto
Audição normal (≤ 25 dB)	21	25	83%	20	23,5	78%
Perda leve (26-40dB)	23	23	77%	23	23	77%
Perda moderada (41-55dB)	2	24.5	82%	3	25	83%

Dos 49 alunos avaliados com o *app U-Hear*, apenas 6 foram submetidos à audiometria tonal. Foram encontrados resultados diferentes quando comparadas as triagens realizadas por meio aplicativo e a avaliação realizada pela audiometria convencional (Tabela 8).

Tabela 8. Dados comparativos entre os resultados encontrados na triagem com o *app U-Hear* e os resultados da audiometria tonal limiar (n=6):

Perda Auditiva	Orelha direita		Orelha esquerda	
	Não (n;%)	Sim (n;%)	Não (n;%)	Sim (n;%)
Aplicativo (<i>U-Hear</i>)	4 (66.66)	2 (33.33)	3 (50.00)	3 (50.00)
Audiometria Tonal limiar	6 (100.00)	0 (0.00)	6 (100.00)	0 (0.00)

DISCUSSÃO

A investigação revelou que não houve diferença na população do estudo entre os gêneros masculino e feminino. Por outro lado, houve variação na faixa etária, com idades entre 10 e 14 anos, porém com maioria composta por alunos com idade de 10 anos. Essa variação está de acordo com os dados encontrado nas salas de aula do ensino fundamental no Brasil, o que pode ser justificado pela presença de repetência escolar para alguns estudantes, ou ainda aqueles que estão retornando à escola após a interrupção dos estudos (OLIVEIRA e SOARES, 2012).

As entrevistas realizadas com os alunos possibilitaram conhecer o perfil auditivo e o entendimento dos escolares a respeito da saúde auditiva, os quais forneceram respostas precisas

sobre o seu comportamento auditivo. Em sua grande maioria relataram o uso frequente de hastes flexíveis no meato acústico externo e receberam orientação quanto aos riscos dessa prática e sobre os prejuízos para a estrutura da orelha como um todo (SCHWARTZ; *et al*, 2017). Foram orientados, ainda, sobre a correta higienização do meato acústico externo. Dentre os participantes do estudo, 23,64% relataram otalgia e 27,27% presença de zumbido. Estudos demonstram que a prevalência entre 31,78 e 77,30% para otalgia em adultos com disfunção temporomandibular, enquanto que o zumbido pode atingir entre 3 e 58% das crianças, considerando a variabilidade das populações estudadas e os principais fatores predisponentes (PORTO DE TOLEDO; *et al*, 2017; NEMHOLT; *et al*, 2015).

Ao investigarmos a capacidade de entender a fala na presença de ruído os alunos relataram, em sua maioria (58,18%), dificuldades de entendimento. Por outro lado, esse fator não impactou na capacidade de entender o conteúdo aplicado pelo professor, conforme relato de 80% dos entrevistados. As salas de aula não possuem acústica adequada para a propagação da fala. É amplamente conhecido que ambientes ruidosos, em geral, são insalubres e ocasionam dificuldade para detecção e, principalmente, para a inteligibilidade de fala. Por esta razão as salas de aula devem oferecer acústica que permita a diminuição da reverberação do ruído para que a voz do professor possa alcançar todos os alunos (CRUZ; *et al*, 2016).

Esse achado detém grande importância prática, desde que em alguns indivíduos, a dificuldade para detecção e compreensão da fala no ruído pode gerar perda da informação transmitida no discurso e, por vezes, ansiedade em tarefas que exigem a audição como via de acesso. Pessoas sem alterações auditivas, perceptivas, compreensivas ou psíquicas, em geral, não possuem dificuldade em situações comunicativas com ruído de fundo, enquanto que pessoas com algum grau de perda auditiva já apresentam dificuldade para a detecção e/ou inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos (MOMENSOHN-SANTOS e BRANCO-BARREIRO, 2004).

Após a inspeção do meato, os participantes que apresentaram integridade funcional da orelha externa e membrana timpânica, foram orientados sobre a triagem auditiva com o uso do aplicativo *U-Hear* para *smartphone* (versão 2.0.2). Todas as triagens foram feitas com os fones integrados ao dispositivo móvel como recomendado pelo aplicativo e, baseadas em estudos anteriores que utilizaram o mesmo *app* para triagem auditiva. É importante ressaltar que o aplicativo em questão faz ajuste prévio e automático do volume do fone, evitando lesões acústicas, além de verificar o ruído ambiental antes de iniciar o teste para permitir que os estímulos emitidos durante a triagem sejam audíveis com o mínimo de interferência possível de ruído de fundo (FOULAD, BUI e DIJALILIAN, 2013).

Os dados obtidos com o uso do aplicativo foram analisados inicialmente a partir do teste de comparação de proporções para os achados de cada orelha (direita e esquerda), subdividindo os grupos em respostas normais ($\leq 25\text{dBNA}$) e respostas alteradas ou perda auditiva ($> 26\text{dBNA}$). Não houve diferença significativa ao compararmos presença e ausência de perda auditiva no grupo estudado, porém chama atenção o fato de que pouco mais da metade dos participantes apresentaram perda auditiva na triagem realizada pelo aplicativo. De fato, estudo anterior revelou alta prevalência de algum grau de perda auditiva na idade escolar, o que justifica a necessidade da triagem auditiva nessa faixa etária, uma vez que foi verificado casos de perda auditiva progressiva ou tardia, quando comparados os resultados obtidos na triagem escolar, com aqueles obtidos ao nascimento (HOLZINGER; *et al*, 2016). Em nosso estudo, foram encontradas perdas de grau leves e moderadas, mostrando a sensibilidade do *U-Hear* para detecção destas alterações, em conformidade com outras investigações dessa natureza (LYCKE; *et al*, 2016).

Por outro lado, trabalhos apontam que o aplicativo é sensível aos ambientes ruidosos, fato que impactou o resultado final da triagem, gerando dados falso-positivos para perda auditiva (AL-ABRI; *et al* 2016; BRIGHT e PALLAWELA, 2016). Tal afirmativa justifica os

resultados encontrados nesse estudo, pois as escolas não detêm de salas acusticamente tratadas, algo que favorece a reverberação do ruído de forma intensa. As triagens foram realizadas em salas silenciosas (sem tratamento acústico) buscando o menor nível de ruído possível. Não foi possível realizar as avaliações em ambiente totalmente silencioso nas escolas, desde que a realização do estudo levou em consideração a não interferência na rotina da escola e dos escolares, em conformidade com outros estudos (BRIGHT e PALLAWELA, 2016; DERIN; *et al*, 2016).

Há alguns anos, pesquisadores investigam a viabilidade do uso de aplicativos para dispositivos móveis como método alternativo para a realização de triagens auditivas em diversas situações. Esses estudos mostraram importante potencial a ser explorado para avaliações rápidas, além das vantagens da portabilidade e baixo custo (RENDA; *et al*, 2016) que podem diminuir as dificuldades encontradas para a realização desse tipo de teste em locais sem estrutura ou muito distantes de grandes centros.

O *app U-Hear* funciona em dispositivos móveis com sistema operacional *iOS* e está disponível para *download* gratuito na *Apple store*. Este aplicativo pretende ser uma ferramenta para monitoramento auditivo, porém não em substituição à audiometria tonal limiar. O aplicativo em questão, de acordo com os estudos realizados passou por validações para uso e mostrou ter bom desempenho para triagem de perdas auditivas moderadas (até 55dB) (SZUDEK, *et al*, 2012). O *U-Hear* realiza triagem auditiva com estímulos sonoros de tom puro semelhantes à audiometria tonal nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 6000Hz. Como a frequência de 500Hz é facilmente mascarada pelo ruído ambiental, dificultando sua percepção, essa foi excluída da análise dos dados na presente investigação (HANDZEL, *et al*, 2013).

Após a triagem auditiva utilizando o aplicativo, fez-se necessário entender se as alterações encontradas influenciariam nos resultados do teste de memória e aprendizado. Ao compararmos os valores obtidos no MEEM de acordo com o perfil auditivo dos escolares, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas, tanto para a orelha direita quanto para a esquerda, mesmo naqueles escolares que apresentaram resultados de perda auditiva moderada em uma ou nas duas orelhas. O MEEM foi realizado para estabelecer um comparativo entre a audição e a condição de memória e aprendizado, as quais possuem seu desenvolvimento altamente associado à compreensão de linguagem (HENSHAW e FERGUSON, 2015). Estudos apontam que tarefas que estimulam a memória de trabalho em crianças com perda auditiva trazem benefícios em habilidades de percepção de fala a partir do *feedback* auditivo com a repetição de sentenças. O comprometimento sensorial (auditivo) possui relação com o declínio cognitivo, o que reforça que o ato de ouvir não depende somente da detecção periférica do estímulo sonoro, mas passa pelo processamento auditivo central, decodificação de sinais, dentre outros processos cognitivos. Dessa forma, fica evidente a importância do MEEM associado à triagem auditiva para avaliação da memória, cognição e aprendizado (HENSHAW e FERGUSON, 2013; FISCHER, *et al*, 2016).

Ao classificarmos o perfil auditivo obtido pela triagem com o *app U-Hear* dos participantes do estudo e correlacionarmos ao percentual de acertos obtidos no MEEM, não encontramos diferenças entre os escolares que apresentaram audição normal, em comparação àqueles com perda auditiva leve e moderada. Esse resultado, inicialmente se mostrou paradoxal, desde que perda auditiva pode ter influência negativa sobre o aprendizado, conforme demonstrado em estudo anterior, ao investigar a relação entre performance acadêmica e perda auditiva (KHAIRI *et al*, 2010). Com base no exposto, aumentou a necessidade de validarmos os dados obtidos com o uso do *U-Hear*, realizando audiometria tonal limiar nos 49 alunos avaliados. Devido a dificuldades relacionadas ao término do ano letivo, apenas 6 alunos compareceram para a realização do exame convencional. Apesar desse fator limitante, é

importante relatar que os resultados da audiometria tonal limiar apresentaram padrão de normalidade para as duas orelhas em todos os avaliados.

Os resultados desses 6 participantes, obtidos com o aplicativo, não repetiram o encontrado no exame convencional, apontando perdas de leve a moderada em 6 das 12 orelhas testadas. De fato, a ausência de perda auditiva mostrada na audiometria pode justificar os resultados obtidos no MEEM, desde que de acordo com o aplicativo havia alteração auditiva, ou seja, a equivalência no número de acertos no teste está na verdade associada ao fato de que não havia perda auditiva entre os estudados. Por outro lado, o uso de aplicativos para triagem auditiva se mostra viável, desde que ocorra maior aprimoramento dos mesmos, principalmente para aumentar sua acurácia frente à audiometria tonal limiar.

Em parte a interferência do ruído externo (ambiental), pode ter mascarado o estímulo produzido pelo aplicativo e o tempo total para a realização do teste que se prolongou devido à lentidão para a confirmação de audibilidade do tom emitido durante o teste, podem justificar os resultados da triagem realizada com o *U-Hear*. Esse aumento no tempo de realização da triagem auditiva pode gerar distração e perda da atenção auditiva, importante requisito para a percepção do som e precisão das respostas (AL-ABRI; *et al* 2016; BRIGHT e PALLAWELA, 2016; PEREIRA, 2004).

CONCLUSÃO

Nossos resultados indicam que a utilização de *apps* para a realização da triagem auditiva é algo possível, contudo o seu uso em larga escala requer cautela, pois novos estudos devem ser realizados para permitir correções de funcionamento, necessárias para garantir maior sensibilidade e especificidade dos resultados. Tal investimento poderá resultar em exames com maior precisão e com resultados compatíveis aos encontrados na audiometria tonal limiar, embora não visem substituí-la.

Para além do estudo de viabilidade do uso de aplicativos em triagem auditiva, nossa investigação permite concluir que a realização de triagem auditiva nas escolas é fundamental para a performance acadêmica, pois a descoberta precoce de alterações auditivas em crianças pode evitar dificuldades de aprendizado.

O avanço tecnológico, incluindo os aplicativos para dispositivos móveis, representa grande potencial para a geração de equipamentos de baixo custo, fácil aplicabilidade e alta portabilidade para a realização de exames de rastreio auditivo que possam permitir maior acesso aos serviços de avaliação, podendo atingir maior número de usuários, principalmente em regiões de difícil acesso, carentes de serviços de audiolgia.

REFERÊNCIAS:

- ABU-GHANEM,S., HANDZEL, O., NESS, L., BEM-ARTZI-BLIMA, M., FAIT-GHELBENDORF, K. e HIMMELFARB, M. Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. **Eur Arch Otorhinolaryngol.** v.273, n.2, 2016, p.333-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25655259>
- AL-ABRI, R., AL-BALUSHI, M., KOLETHEKKAT, A., BHARGAVA, D, AL-ALWI, A, AL-BAHLANI, H. e GARADI, M. The Accuracy of IOS Device-based uHear as a Screening Tool for Hearing Loss: A Preliminary Study From the Middle East. **Oman Medical Journal.**; v.31, n.2, 2016, p.142–45 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4861391/>
- AZEVEDO, M. F. Triagem auditiva neonatal. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.604-15.

BRIGHT, T. e PALLAWELA, D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. **JMIR Rehabil Assist Technol.**; v.3, n.2, 2016.; <https://doi:10.2196/rehab.6074>.

BRUCKI, S.M.D.;NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, PH.F. e OKAMOTO, I.H. Sugestões para o uso do minixame do estado mental no Brasil. **Arq. Neuropsiquiatria**, 2003; v.61, n.3B, p.777-81; <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>.

Conselhos Federal e Regionais de Fonoaudiologia. **CONTRIBUIÇÃO DA FONOAUDIOLOGIA PARA O AVANÇO DO SUS – 25 ANOS DO SUS: A Fonoaudiologia na luta pela integralidade de atenção à saúde**, 2013.

COSTA, G.M.C. *et al.* Promoção de saúde nas escolas na perspectiva de professores do ensino fundamental. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.15, n.2, 2013, p.506-15.

CRUZ, A. D.; SILVÉRIO, K. C. A.; COSTA, A. R. A.; MORET, A, L. M.; LAURIS, J. R. P.; e JACOB, R. T. S. Evaluating effectiveness of dynamic soundfield system in the classroom. **Noise Health.**, v.18, n.80, 2016, p. 42-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4918678/>

DERIN, S., CAM, O., BEYDILLI, H., ACAR, E., ELICORA, S. e SAHAN, M. Initial assessment of hearing loss using a mobile application for audiological evaluation. **J Laryngol Otol.**; v.130, n.3, 2016, p.248-51. <https://doi:10.1017/S0022215116000062>.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO – BRASÍLIA. **Decreto n.6.286**, 05 de dezembro de 2007. Institui o Programa de Saúde na Escola – PSE, e dá outras providências.

FISCHER, M. E.; CRUICKSHANKS, K. J.; SCHUBERT, C. R.; PINTO, A. A.; CARLSSON, C. M.; KLEIN, B. E. K.; KLEIN, R. e TWEED, T. S. Age-related sensory impairments and risk of cognitive impairment. **The American Geriatrics Society.**, v.64, 2016, p.1981-87. <http://dx.doi.org/10.1111/jgs.2016.14308>.

FOLSTEIN, M.F., FOLSTEIN, S.E. e MC HUGH, P.R. Mini Mental State. *J. Psychiat. Res.*, v.12, n.3, 1975, p.189-98. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)

FOULAD, A.; BUI, P. e DIJALILIAN, H. Automated audiometry using apple iOS-based application technology. **Otolaryngol Head Neck Surg.**; v. 149, n.5, 2013, p. 700-6. <https://doi:10.1177/0194599813501461>

HANDZEL, O., BEN-ARI, O., DAMIAN, D., PRIEL, M., COHEN, J e HIMMELFARB, M. Smartphone-based hearing test as an aid in the initial evaluation of unilateral sudden sensorineural hearing loss. **Audiol Neurotol**, v.18, n.4, 2013, p.201-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23689282>.

HENSHAW, H.; FERGUSON, M.A. Working memory training for adult hearing aid users: study protocol for a double-blind randomized active controlled trial. **Trials.**, v.417, 2013. <https://www.researchgate.net/publication/283310997>

_____. Computer and Internet Interventions to Optimize Listening and Learning for People With Hearing Loss: Accessibility, Use, and Adherence. **Am. J. Audiol.**, v.24, n.3, 2015, p.338-43. doi:10.1044/2015_AJA-14-0090

HOLZINGER, D.; WEISHAUPT, A.; FELLINGER, P.; BEITEL, C.; FELLINGER, J. Prevalence of 2.2 per mille of significant hearing loss at school age suggests rescreening after NHS. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, V.87, 2016, P.121-5. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.06.006>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE**, censo, 2010.

IZQUIERDO, I; *et al.* Macanismos de memória. **Scientific American**, ano 2, n.17, 2003, p.98-104.

KHAIRI MD DAUD M, NOOR RM, RAHMAN NA, SIDEK DS, MOHAMAD A. The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.** 2010 Jan;74(1):67-70. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19913305>

LLOYD, L. L.; KAPLAN, H. Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry. **University Park Press**: Baltimore., 1978. p.16.

LYCKE, M., BOTERBERG, T., MARTENS, E., KETELAARS, L., POTTEL, H., LAMBRECHT, A., VAN EYGEN, K., COSTE, L., DHOOGHE, I., WILDIERS, H. e DEBRUYNE, P. Implementation of uHear™ - an iOS-based application to screen for hearing loss - in older patients with cancer undergoing a comprehensive geriatric assessment. **Journal of geriatric oncology.**; v.7, 2016, p.126-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jgo.2016.01.008>

MAHOMED-ASMAIL, F., SWANEPOEL, D. W., EIKELBOOM, R., MYBURGH, H. e HALL, J. Clinical Validity of hearScreen™ Smartphone Hearing Screening for School Children. **Ear Hear**, v.37, n.1, 2016, p.11-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26372265>.

MOMENSOHN-SANTOS, T. M. e BRANCO-BARREIRO, F. C. A. Avaliação e intervenção fonoaudiológica no transtorno do processamento auditivo. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.553-56.

NEMHOLT, S.S.; SCHMIDT, J.H.; WEDDERKOPP, N.; BAGULEY, D.M. Prevalence of tinnitus and/or hyperacusis in children and adolescents: study protocol for a systematic review. **BMJ Open**, v.5, n.1, 2015. <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/5/1/e006649.full.pdf>

NORTHERN, J.L. e DOWNS, M.P. **Hearing in Children**. USA: Lippincott, Williams e Wilkins, 5ª ed., 2002, p.269.

OLIVEIRA, L.F.D. e SOARES, S.S.D. Determinantes da repetência escolar no Brasil uma análise de painel dos censos escolares entre 2007 e 2010. **IPEA**, 2012, p.7-9. https://jornalggn.com.br/sites/default/files/documentos/ipea_determinantes_da_repetencia_2010.pdf

PAGLIALONGA, A., TOGNOLA, G. e PINCIROLI, F. Apps for Hearing Science and Care. **Am J Audiol.** v.24, n.3, p.293-8, 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26649533>.

PARK, S.Y.; *et al.* A causal relationship between hearing loss and cognitive impairment. **Acta Otolaryngol**, 2016 Jan 25, p.1-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5065893/>

PEER, S. e FAGAN, J.J. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. **S Afr Med J**. v. 105, n.1, 2015, p.35-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5784183/>.

PEREIRA, L.D. Sistema auditivo e desenvolvimento das habilidades auditivas. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.547-49.

PEREIRA, L. D.; NAVAS, A. L. G. P.; SANTOS, M. T. M. Processamento auditivo: uma abordagem de associação entre audição e linguagem. In: SANTOS, M. T. M.; NAVAS, A. L. G. P. Distúrbios de leitura e escrita: teoria e prática. Barueri: **Manole**, 2002, p.75-95.

PFROMM NETTO, S. Psicologia da aprendizagem e do ensino. São Paulo: **Edusp**, 1987, p.79-109.

PORTO DE TOLEDO, I.; STEFANI, F.M.; PORPORATTI, A.L.; MEZZOMO, L.A.; PERES, M.A.; FLORES-MIR, C. e DE LUCA CANTO, G. Prevalence of otologic signs and symptoms in adult patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Investig.**, v. 21, n.2, 2017, p.597-605. DOI 10.1007/s00784-016-1926-9.

RENDÁ, L., SELÇUK, O., EYİĞÖ, H., OSMA, U. e YILMAZ, M. Smartphone Based Audiometric Test for Confirming the Level of Hearing; Is It Useable in Underserved Areas? **J Int Adv Otol** .; v. 12, n.1, 2016, p. 61-6 . DOI: 10.5152/iao.2016.1421

SCHWARTZ, S.R.; MAGIT, A.E.; ROSENFELD, R.M.; BALLACHANDA, B.B.; HACKELL, J.M.; KROUSE, H.J.; LAWLOR, C.M.; LIN, K.; PARHAM, K.; STUTZ, D.R.; WLSH, S.; WOODSON, E.A.; YANAGISAWA, K. e CUNNINGHAM Jr., E.R. Clinical practice guideline (Update): Earwax (Cerumen Impaction). **Otolaryngology – Head and Neck Surgery**., v.156, 2017. <https://doi.org/10.1177%2F0194599816671491>

SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA. Guia de orientações na avaliação audiológica básica, 2017, p.14-19.

SWANEPOEL, D. W., MYBURGH, H., HOWE, D., MAHOMED, F. e EIKELBOOM, R. Smartphone hearing screening with integrated quality control and data management. **International Journal of Audiology**.; v.53, n.12, 2014, p.841-9. <https://doi:10.3109/14992027.2014.920965>.

SZUDEK J., OSTEVİK, A., DZIEGIELEWSKI, P., ROBINSON-ANAGOR, J., GOMAA, N., HODGETTS, B. e HO, A. Can Uhear me now? Validation of an iPod-based hearing loss screening test. **J Otolaryngol Head Neck Surg**.. v.1, 2012, p.78-84. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569055>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **World Health Statistics Annual**, 2015. www.who.int/whosis/whostat/2011/en/

ZALTZ, Y.; ARI-EVEN ROTH, D.; KARNI, A.; KISHON-RABIN, L.; Long-Term Training-Induced Gains of an Auditory Skill in School-Age Children As Compared With Adults. **Trends Hear.** 2018., V..22, DOI: 10.1177/2331216518790902.

6 DISCUSSÃO GERAL

A temática de saúde no contexto da educação é discutida há muito tempo, mas sem muita aplicabilidade real como tema transversal. Com o passar dos anos verificou-se a importância de abordar o tema saúde de forma mais participativa, envolvendo não só os professores e alunos, como também a família e a comunidade em que a escola estava inserida. A escola é responsável pela formação de pessoas que são capazes de pensar a saúde e tomar decisões no âmbito individual e coletivo (SANTOS e FOLMER, 2015).

A educação em saúde encontra no espaço escolar ambiente favorável para propagar ações de promoção e práticas em saúde. Local este em que o sujeito em formação pode se empoderar de conhecimentos que servirão para a sua vida adulta (SANTOS e FOLMER, 2015).

A saúde exerce papel importante no desenvolvimento acadêmico, uma vez que agravos físicos, sensoriais ou psicológicos interferem no aprendizado e na participação ativa da criança em seu processo acadêmico. Esses fatores produzem desigualdades no desenvolvimento de competências e na aprendizagem (JACKSON, 2015).

Os dados encontrados na revisão de literatura voltada ao estudo em tela confirmam que a função auditiva exerce papel primordial nos processos que envolvem aprendizado e memória. Nos casos em que essa função sensorial encontra-se alterada há prejuízo real no aprendizado, com impactos não só acadêmicos como também sociais e emocionais (FISCHER, *et al*, 2016).

Muitas crianças possuem alterações auditivas que por vezes não são percebidas por seus familiares. Essas ficam mais expressivas na fase escolar. Por esta razão a realização da triagem auditiva escolar configura-se como importante alternativa para garantir a detecção precoce de alterações, prevenção de agravos e promoção de práticas de saúde auditiva (PARK, S. *et al*, 2016).

Dentre as diversas dificuldades encontradas para a implantação da triagem auditiva escolar, de forma efetiva, está a disponibilidade de equipamentos específicos que avaliam a função auditiva ou ainda a ausência de profissionais (fonoaudiólogo e otorrinolaringologista) capacitados para atuar no ambiente escolar. Essa situação fica mais delicada em regiões distantes das grandes cidades, em que serviços de

referência em saúde auditiva são escassos ou inexistentes (ABU-GHANEM; *et al.*, 2016).

A realização da triagem auditiva no espaço escolar trás ganho significativo para todo o processo de rastreio, pois permite maior adesão dos alunos (diminuição a evasão na realização da triagem), participação ativa do corpo docente e o seu comprometimento, devido à vivência da triagem no ambiente escolar, troca de experiências e propagação de práticas em saúde para a comunidade acadêmica como um todo (SANTOS e FOLMER, 2015).

Muito pesquisadores estudam alternativas tecnológicas para suprir a falta de investimentos em equipamentos específicos para a realização da triagem auditiva escolar. Atualmente o uso de aplicativos para dispositivos móveis (*apps*), se constitui uma realidade possível para a triagem auditiva. Essas ferramentas, que são alvo de estudos científicos há alguns anos, possuem diversas aplicabilidades em saúde. Muitas pesquisas foram desenvolvidas utilizando *apps* na triagem auditiva para verificar a sua acurácia e posterior validação como instrumento para triagem com bons índices de sensibilidade e especificidade (PAGLIALONGA, TOGNOLA e PINCIROLI, 2015).

Vale salientar, o exemplo do *app HearScreen*, desenvolvido para ser utilizado nas escolas como ferramenta alternativa para a triagem audiológica de alunos que não tinham acesso por morarem em regiões distantes de serviços de referência em saúde auditiva. O uso do aplicativo demonstrou resultados promissores para essa prática em saúde (SWANEPOEL, *et al.*, 2014).

Ainda nesse contexto, o uso dos *apps* para triagem auditiva escolar, ou até mesmo em outras situações em que se tenha a necessidade de realizar rápida detecção do nível auditivo, representa importante possibilidade para avaliar a audição de forma rápida, não invasiva, com baixo custo, com maior portabilidade e fácil manejo (MAHOMED-ASMAIL, *et al.*, 2016).

As pesquisas em questão, apesar de demonstrarem resultados promissores, ressaltam a necessidade de maiores estudos no desenvolvimento e aprimoramento tecnológico para garantir a esses aplicativos resultados com índice maior de sensibilidade e especificidade. Esses ajustes podem permitir que os dados da triagem auditiva expressem respostas muito próximas às obtidas na avaliação convencional da audição (audiometria tonal limiar e logaudiometria). Até então o seu uso deve ser criterioso e, preferencialmente acompanhado de suporte profissional adequado para

garantir confiabilidade clínica nas avaliações e uso com maior eficiência para interpretação correta dos dados coletados (AL-ABRI, R.; *et al.*, 2016; SWANEPOEL, *et al.*, 2014).

No intuito de estudar possíveis impactos do uso de aplicativos para dispositivos móveis sobre a saúde auditiva e, mais ainda, as possíveis influências de perdas auditivas sobre o aprendizado, tornou-se passo obrigatório investigar os aplicativos disponíveis para tal finalidade, a fim de buscar entre eles, aquele que fosse mais aplicável na prática.

No trabalho aqui realizado, de acordo com os dados elencados na revisão sistemática de literatura, vários *apps* detêm potencial para uso em rastreio audiológico. Entre os mais estudados e que demonstraram resultados com bons índices de sensibilidade e especificidade, o aplicativo *U-Hear* foi o que apresentou os melhores requisitos, favorecendo seu uso para testar na prática sua funcionalidade no ambiente escolar, estabelecendo critérios a partir do seu uso e a forma como esses parâmetros de rastreio podem ser utilizados para geração de dados seguros na triagem auditiva escolar.

É visível perceber que a partir da revisão sistemática realizada nesse estudo tornou-se possível o segundo passo desta investigação, ou seja, avaliar o potencial do *app* para utilização em triagem auditiva no ambiente escolar e com isso averiguar possíveis relações entre perda auditiva e aprendizado. Os estudantes envolvidos nesse estudo foram previamente entrevistados, por meio de questionário de saúde auditiva, para verificar o conhecimento sobre o tema abordado e esclarecer como seriam as avaliações da função auditiva. Observou-se que, em sua grande maioria, os estudantes referiram queixas audiológicas e precariedade de conhecimentos básicos de cuidados com a audição (COPETTI, *et al.*, 2015).

A propagação de avanços tecnológicos e uso de dispositivos móveis como alternativas em saúde no ambiente escolar, proporcionou grande aceitabilidade dos estudantes e maior adesão na pesquisa em questão. Todas as triagens, inicialmente, foram realizadas com o aplicativo *U-Hear*, com o uso dos fones integrados ao *smartphone* e os resultados obtidos foram avaliados de acordo com a classificação de grau de perda proposta por Lloyd e Kaplan (1978). Os resultados da triagem com o *app* revelaram, entre os estudados, perdas auditivas de grau leve e moderado, sem diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda (AL-ABRI, *et al.*, 2016).

Não foi observada diferença significativa quando foram correlacionados os resultados obtidos na triagem auditiva, com o uso do *app U-Hear* e a avaliação da memória e do aprendizado feita com o *mini-mental* (MEEM). A literatura estudada ressalta que a perda auditiva representa importante barreira para o desenvolvimento de habilidades de memória, principalmente a memória de trabalho, além de influenciar o aprendizado (HENSHAW e FERGUSON, 2013; FISCHER, *et al*, 2016).

Um pequeno número de estudantes (seis no total) realizou a audiometria tonal limiar, a qual foi utilizada como parâmetro de comparação com os resultados obtidos com o aplicativo, no intuito de verificar a sensibilidade e especificidade da avaliação com o mesmo. Todos os resultados obtidos na audiometria tonal limiar estavam com respostas dentro dos padrões de normalidade para as duas orelhas, sendo que o aplicativo *U-Hear* indicou perda auditiva leve ou moderada em seis das doze orelhas investigadas com audiometria tonal limiar. Devido à amostra reduzida de estudantes que foram submetidos à audiometria não foi possível identificar diferença estatisticamente significativa entre os resultados das avaliações com o *app* e o exame auditivo convencional, o que impactou na validação do uso do *U-Hear* para triagem auditiva no escolar em conformidade com estudos anteriores (AL-ABRI, *et al*, 2016; BRIGHT e PALLAWELA, 2016; PEREIRA, 2004).

A percepção de maior validade para este trabalho, no entanto, leva a necessidade de aprofundamento de dois pontos cruciais: o que se apresenta inicialmente é o resultado que revela falhas do aplicativo frente ao exame auditivo convencional, entretanto, pode-se extrair desse conjunto de dados a possibilidade de uso futuro de aplicativos dessa natureza, pois estes detêm grande potencial, principalmente para rastrear as perdas auditivas em locais de acesso praticamente impossível de realização de exames audiológicos convencionais. O segundo ponto se mostra ainda mais interessante, pois o resultado aparentemente paradoxal encontrado ao cruzarmos os dados da triagem realizada pelo *app* com aqueles obtidos pela aplicação do MEEM, passam a ficar visualmente compreensíveis, pois a audiometria convencional não detectou qualquer perda auditiva nos participantes da avaliação e, portanto, explica a equivalência nos resultados do MEEM, independente dos resultados de perda auditiva obtidos com a triagem realizada com o *aap*.

Assim, fica evidente que novos estudos devem ser realizados para permitir melhorias nos *apps* voltados aos cuidados com a audição, levando em consideração que os mesmos dificilmente atingirão a capacidade técnica e clínica da audiometria

convencional, mas que o seu uso possa funcionar como indicador de alterações auditivas permitindo o encaminhamento dos casos suspeitos aos serviços de audiologia e, quem sabe, favorecendo a melhoria do aprendizado para aqueles que apresentarem dificuldades cognitivas, na verdade associadas ao seu padrão auditivo.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados aqui apresentados e discutidos é possível concluir que:

Existe alto potencial para uso de aplicativos para dispositivos móveis por sua alta portabilidade, baixo custo e acessibilidade.

A baixa sensibilidade e especificidade das respostas são os principais desafios a serem vencidos para permitir o uso efetivo dos aplicativos voltados a saúde auditiva.

O aplicativo *U-Hear* se mostrou de fácil aplicabilidade com alta adesão e apontou perfis de audição normal, perda leve e perda moderada entre os estudados.

O *U-Hear* não teve, na totalidade, seus resultados confirmados pela audiometria convencional.

Não foi observada diferença estatística quando as respostas encontradas no *mini-mental* foram correlacionadas aos resultados da triagem auditiva realizada pelo *app*, independente do grau de perda indicado.

Assim, o uso de aplicativos para triagem escolar mostrou-se viável, porém com ressalvas. Entende-se que é necessário desenvolver pesquisas em tecnologia que adequem ferramenta como estas às demandas que foram encontradas nas escolas. Algoritmos que permitam a redução da influência negativa ocasionada pelo ruído ambiental antes e durante o teste podem melhorar significativamente os resultados dos *apps*.

Fornecer resultados rigorosamente validados de acordo com as respostas obtidas a partir dos dados gerados pela audiometria tonal limiar podem, assegurar maior índice de sensibilidade e especificidade para a detecção de possíveis casos de perda auditiva desde a triagem, inclusive nas escolas.

Os dados aqui obtidos com o uso do *U-Hear* abrem a perspectiva de novos estudos que possam levar a confecção de um novo aplicativo que forneça as características discutidas acima, necessárias para avaliações com maior padrão de segurança nas suas respostas. Vê-se, portanto a necessidade da ampliação de estudos interdisciplinares em educação, saúde e tecnologias para a elaboração deste e de outros produtos capazes de inovar a execução do rastreio auditivo.

REFERÊNCIAS

ABU-GHANEM, S.; *et al.* Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. **Eur Arch Otorhinolaryngol.** v. 273, n.2, 2016, p.333-9.

AL-ABRI, R.; *et al.* The accuracy of IOS device-based UHear as a screening toll for hearing loss: A preliminary study from the middle east. **Oman Medical Journal**, v.31, n.2, 2016, p.142-5.

AMERICAN SPEECH-LANGUAG-HEARING ASSOCIATION – ASHA- Identifying and managing hearing loss in school-age children. **Audiology information series**, 2015.

ARAKAWA, A.M. *et al.* Gestão em saúde: o aprendizado e formação acadêmica de estudantes de graduação. **Revista CEFAC**, v.15, n.4, 2013, p.947-956.

BARATA, R.B. Epidemiologia e ciências sociais. In: BARATA, R.B.; BRICEÑO-LEON, R. Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 2000.

BARROS, P.M.F.; CAVALCANTE, T.C.F. e ANDRADE, A.F. Audiologia em comunidade: relato de experiências. **Revista CEFAC**, v.12, n.4, p.626-632, 2010.

BARROUILLET, P. Theories of cognitive development: From Piaget to today. **Elsevier – Developmental Review**, v.38, 2015, p.1-12.

BECKETT, K.S. Paulo Freire and the concept of education. **Educational philosophy and theory**. v.45, n.1, 2013, p.49-62.

BRASIL, Ministério da Saúde / Secretaria de atenção básica / Departamento de atenção básica, Saúde na Escola, Série B, textos básicos de saúde, **Cadernos De Atenção Básica**, Brasília, n.24, 2009, p.40-44.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Departamento de Programas de Saúde. **Coordenação de Educação para a Saúde. Educação para a saúde; plano estratégico**, Brasília, 1992.

BRIGHT, T. e PALLAWELA, D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. **JMIR Rehabil Assist Technol.**; v.3, n.2, 2016.

BRUCKI, S.M.D.;NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, PH.F. e OKAMOTO, I.H. Sugestões para o uso do miniteste do estado mental no Brasil. **Arq. Neuropsiquiatria**, 2003; v.61, n.3B, p.777-81.

CALHETA, P.P. Assessoria fonoaudiológica escolar e letramento infantil. In: DAUDEN, A.T.B. de C.; MOR-DE ANGELIS, C.C. (Orgs). *Linguagem Escrita: tendências e reflexões sobre o trabalho fonoaudiológico*. São Paulo, **Pancost**, 2004, p.175-85.

CARVALHO, S.R.; CUNHA, G.T. A gestão da atenção na saúde: elementos para se pensar a mudança da organização da saúde. In: CAMPOS, G.W., *et al.* *Tratado de saúde coletiva* São Paulo; Rio de Janeiro; Hucitec; **Fiocruz**, 2007.

CARY, S.; ZAITCHIK, D.; BASCANDZIEV, I. Theories of development: In dialog whit Jean Piaget. **Elsevier – Developmental Review**, v.38, 2015, p.36-54.

CASTELLS, M. A era da informação. 3a ed. São Paulo: **Paz e Terra**, 1999.

CASTRO, A.L; MISHIMA, M.M.; LESSA, Z.L. Educação em saúde na hanseníase. São Paulo, **Secretaria da Saúde**, 1981. (mimeografado).

Conselhos Federal e Regionais de Fonoaudiologia. **CONTRIBUIÇÃO DA FONOAUDIOLOGIA PARA O AVANÇO DO SUS – 25 ANOS DO SUS: A Fonoaudiologia na luta pela integralidade de atenção à saúde**, 2013.

COPETTI, J.; SOARES, R.; LARA, S.; FOLMER, V. Prevenção de doenças e agravos não transmissíveis como tema gerador para a abordagem da saúde no ensino fundamental. In: COPETTI, J.; FOLMER, V. (Org.). **Educação e Saúde no contexto escolar (livro eletrônico)**. Uruguaiana – Universidade Federal do Pampa, 2015, p.159-87.

COSTA, G.M.C. *et al.* Promoção de saúde nas escolas na perspectiva de professores do ensino fundamental. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.15, n.2, 2013, p.506-15.

DEAL J.A. *et al* Hearing impairment and cognitive decline: a pilot study conducted within the atherosclerosis risk in communities neurocognitive study. **Epub**, v.181, n.9, 2015, p.680-90.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO – BRASÍLIA. **Decreto n.6.286**, 05 de dezembro de 2007. Institui o Programa de Saúde na Escola – PSE, e dá outras providências.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO – BRASÍLIA. **Portaria n.687 MS/GM**, 30 de março de 2006. Aprova a política de Promoção da Saúde.

FERGUSON, M.; HENSHAW, H. Auditory training can improve working memory, attention, and communication in adverse conditions for adults with hearing loss. **Front. Psychol.**, v.6, 2013.

_____. Computer and Internet Interventions to Optimize Listening and Learning for People With Hearing Loss: Accessibility, Use, and Adherence. **Am. J. Audiol.**, v.24, n.3, 2015, p.338-43.

FIALHO, N.; NOVAIS, I. Sistemas de ensino e inclusão social: o papel das redes de aprendizagem e de cooperação. In: HETKOWSKI, T. M. (Org.). Políticas públicas e inclusão digital. 1ªed. Salvador: **EDUFBA**, v.1, 2008, p.105-24.

FISCHER, M. E.; CRUICKSHANKS, K. J.; SCHUBERT, C. R.; PINTO, A. A.; CARLSSON, C. M.; KLEIN, B. E. K.; KLEIN, R. e TWEED, T. S. Age-related sensory impairments and risk of cognitive impairment. **The American Geriatrics Society.**, v.64, 2016, p.1981-87.

FOLSTEIN, M.F., FOLSTEIN, S.E. e MC HUGH, P.R. Mini Mental State. **J. Psychiat. Res.**, v.12, n.3, 1975, p.189-98.

GONÇALVES, F.D.; *et al.* A promoção da saúde na educação infantil. **Interface (Botcatu)**, v.12, n.24, 2008, p.181-92.

GRACIANO, A.M.; *et al.* Promoção da saúde na escola: história e perspectivas. **Journal of Health & Biological Sciences**, v.3, n.1, 2015, p.34-38.

GUIA NORTEADOR – Atuação do fonoaudiólogo educacional. Sistemas de conselhos de fonoaudiologia, Brasília, 2016.

HENSHAW, H.; FERGUSON, M.A. Efficacy of Individual Computer-Based Auditory Training for People with Hearing Loss: A Systematic Review of the Evidence. **Plos One**, v.8, n.5, 2013.

_____. Working memory training for adult hearing aid users: study protocol for a double-blind randomized active controlled trial. **Trials.**, v.417, 2013.

HENSHAW, H.; Mc CORMACK, A.; FERGUSON, M.A. Intrinsic and extrinsic motivation is associated with computer-based auditory training uptake, engagement, and adherence for people with hearing loss. **Front. Psychol**, v.6, n.6, 2015.

HOLZINGER, D.; WEISHAUPT, A.; FELLINGER, P.; BEITEL, C.; FELLINGER, J. Prevalence of 2.2 per mille of significant hearing loss at school age suggests rescreening after NHS. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, V.87, 2016, P.121-5.
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, censo, 2010.

IZQUIERDO, I; *et al.* Macanismos de memória. **Scientific American**, ano 2, n.17, 2003, p.98-104.

JACKSON, M. Poor child health, family capital and cumulative inequality in academic achievement. **J Health Soc. Behav.**, v.56, n.2, 2015, p.262-280.

KATO, P.M. Evaluating Efficacy and Validating Games for Health. **Games for health journal: Research, Development, and Clinical Applications**, v.1, n.1, 2012.

KHAIRI, M. D; *et al.* The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. **Int Pediatr Otorhinolaryngol**, v.74, n.1, 2010, p.67-70.

KLAS, R.; LACERDA, A. The Audiometric Findings among Curitiba and Metropolitan Area Students. **Int Arch Otorhinolaryngol**. V.18, n.2, Apr, 2014, p.165–171.
Published online 2014 Feb 10.

KENNA, M. A. Acquired Hearing Loss in Children. **Otolaryngol Clin North Am**, v.6, Oct, 2015.

KOCHKIN, S. The impact of treated hearing loss on quality of life. **Better hearing institute** – Washington D.C., 1998.

LÉVY, P. A nova relação com o saber. In: LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo, **Ed. 34**, 1999, p.157-68.

LIU, L.; *et al.* Noise induced hearing loss impairs spatial learning/memory and hippocampal neurogenesis in mice. **Sci Rep**. 2016 Feb 4;6:20374.

LOPES, G.T.; *et al.* O enfermeiro no ensino fundamental: desafios na prevenção ao consumo de álcool. **Escola Anna Nery**, v.11, n.4, 2007, p.712-16.

MAHOMED-ASMAIL, F.; *et al.* Clinical Validity of hearScreen™ Smartphone Hearing Screening for School Children. **Ear Hear**, v.37, n.1, 2016, p.11-7.

MENDES, D.; VIANNA, R.D. Educação em Saúde – Tendência Atual. In: Fonoaudiologia e Saúde Pública – Centro de Estudos Fonoaudiológicos da Escola Paulista de Medicina. Organizadores: VIEIRA, R.M.; VIEIRA, M.M.; ÁVILA, C.R.B. de e PEREIRA, L.D. 2ª edição: **Pró-Fono**, São Paulo, 2008.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: **Cortês**, 2000.

_____. O Método 5: a humanidade da humanidade. Porto Alegre: **Sulina**, 2002.

NEMHOLT, S.S.; SCHMIDT, J.H.; WEDDERKOPP, N.; BAGULEY, D.M. Prevalence of tinnitus and/or hyperacusis in children and adolescents: study protocol for a systematic review. **BMJ Open**, v.5, n.1, 2015.

NOGUEIRA, J. C.; MENDONÇA, M. C. Assessment of hearing in a municipal public school student population. **Braz J Otorhinolaryngol**, v.77, n.6, Nov-Dez, 2011, p.716-720.

PAGLIALONGA, A., TOGNOLA, G. e PINCIROLI, F. Apps for Hearing Science and Care. **Am J Audiol**, v.24, n.3, p.293-8, 2015.

PARK, S.Y.; *et al.* A causal relationship between hearing loss and cognitive impairment. **Acta Otolaryngol**, 2016 Jan 25, p.1-4.

PEER, S.; FAGAN, J.J. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. **S Afr Med J**, n. 105, v.1, 2015, p.35-9.

PEREIRA, L.D. Sistema auditivo e desenvolvimento das habilidades auditivas. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.547-49.

PÉREZ, B. M.; DIÉZ, I. T.; CORONADO, M. L. Mobile Health applications of the most prevalent conditions by the world health organization: Review and analysis. **J. Med. Internet. Res.**; v.15, n.3, 2013.

PORTO DE TOLEDO, I.; STEFANI, F.M.; PORPORATTI, A.L.; MEZZOMO, L.A.; PERES, M.A.; FLORES-MIR, C. e DE LUCA CANTO, G. Prevalence of otologic signs and symptoms in adult patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Investig.**, v. 21, n.2, 2017, p.597-605.

RAMOS, B. D. Importância da audição no desenvolvimento da linguagem. In: CALDAS, N.; CALDAS, S.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**, cap. 26, 1999, p.168-71.

REETZKE, R.; MADDOX, W.T.; CHANDRASEKARAN, B. The role of age and executive function in auditory category learning. **J Exp Child Psychol**, 2016 Feb;142, p.48-65.

REZENDE, A.G.; *et al.* Prevenção da instalação de problemas de linguagem decorrentes de perdas auditivas derivadas dos quadros de otites médias crônicas e de repetição. **Revista Brasileira de Medicina**, v.II, n.2, 1995.

ROBERTS, J.E.; *et al.* Otitis media in early childhood its relationship to later phonological development. **Journal of speech and hearing disorders**, v.53, 1988.

RODRIGUES, J.C.; SALLES, J.F. Tarefa de escrita de palavras / pseudopalavras para adultos: abordagem da neuropsicologia cognitiva. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.48, n.1, 2013, p.50-58.

SANTOS, M. E. T.; FOLMER, V. A saúde como um tema transversal no contexto escolar. In: COPETTI, J.; FOLMER, V. (Org.). **Educação e Saúde no contexto escolar (livro eletrônico)**. Uruguaiana – Universidade Federal do Pampa, 2015, p.41-53.

SANTOS, S.S.C.; HAMMARSCHMIDT, K.S.A. A complexidade e a religação de saberes interdisciplinares: contribuição do pensamento de Edgar Morin. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 2013.

SEGRE, F.; FERRAZ, F.C. O conceito de saúde. **Revista de Saúde Pública**, v.31, n.5, 1997, p.538-42.

SILVA, A.C.C.G.; FERREIRA JUNIOR, M. Educação apoiada em tecnologias: desenvolvimento e avaliação de recursos didáticos para a formação de promotores de saúde. **Doctoral thesis**, 2010.

SHOJAEI, E.; JAFARI, Z.; GHOLAMI, M. Effect of Early Intervention on Language Development in Hearing-Impaired Children. **iran J. Otorhinolaryngol.**, v.84, n.4, 2016 p.13-21.

SMITH, C.; STRICK, L. Dificuldades de Aprendizagem de A a Z – Um guia completo para pais e educadores. **Artmed**, 2007, p.79-97.

SORKIN, D.L.; GATES, U.P.; MELLON, N.K. Psychosocial Aspects of Hearing Loss in Children. **Otolaryngol Clin North Am**, v.29, 2015.

STERNBERG, R. S. Memória: modelos e estruturas. In: STERNBERG, R. S. Psicologia Cognitiva, **Artes Médicas**, 5ª Ed., cap.7, 2000, p.202-26.

STUDER-EICHENBERGER, E; STUDER-EICHENBERGER,F.; KOENIG, T. Statistical Learning, Syllable Processing, and Speech Production in Healthy Hearing and Hearing-Impaired Preschool Children: A Mismatch Negativity Study. **Ear Hear**, v.1, n.37, 2016, p.57-71.

SWANEPOEL, D. W., MYBURGH, H., HOWE, D., MAHOMED, F. e EIKELBOOM, R. Smartphone hearing screening with integrated quality control and data management. **International Journal of Audiology**.; v.53, n.12, 2014, p.841-9.

SZUDEK J., OSTEVIK, A., DZIEGIELEWSKI, P., ROBINSON-ANAGOR,J., GOMAA, N., HODGETTS, B. e HO, A. Can Uhear me now? Validation of an iPod-based hearing loss screening test. **J Otolaryngol Head Neck Surg.** v.1, 2012, p.78-84.

TEIXEIRA, M.B. Empoderamento de idosos em grupo de promoção as saúde. Dissertação de mestrado em saúde publica. Rio de janeiro: **Fiocruz**, ENSP, curso de Pós-graduação em psicologia, 2002.

TIBES, C.N.S.; DIAS, J.D.; MASCARENHAS, S.H.Z. Aplicativos móveis desenvolvidos para a área de saúde no Brasil: Revisão integrativa da literatura. **REME – Revista Min. Enferm.**, v.18, n.2, 2014, p.471-78.

THORÉN, E. S.; *et al.* Internet access and use in adults with hearing loss. **J. Med. Internet Res.**, v.9, n.15, 2013.

VALOURA, L.C. Paulo Freire, o educador brasileiro autor do termo Empoderamento, em seu sentido transformador. **Residente do Programa Comunicante de Residência Social**, 2005/2006.

VYGOTSKY, L.S. The problem of the cultural development of the child II. Journal of genetc psychology, v.36, 1929, p.415-32.

WEBER, B. A.; DIEFENDORF, A. Triagem auditiva neonatal. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN. **Perspectivas Atuais em avaliação Auditiva**. Barueri: Manole, 2001. Cap.11, p.323-338.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **World Health Statistics Annual**, 2015.

ZALTZ, Y.; ARI-EVEN ROTH, D.; KARNI, A.; KISHON-RABIN, L.; Long-Term Training-Induced Gains of an Auditory Skill in School-Age Children As Compared With Adults. **Trends Hear**. 2018., v..22.



APÊNDICE A: CARTA DE ANUÊNCIA

Aceito a estudante Fernanda Suzart da Rocha, mestranda do Programa de Pós-Graduação Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação - GESTEC, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, para desenvolver sua pesquisa intitulada “Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo” em escolas da rede pública municipal de Salvador do bairro do Cabula, sob a orientação do Professor Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho, durante o período, de outubro de 2017 a dezembro de 2017, sendo que em janeiro as atividades não acontecerão devido ao período de férias escolar.

Ciente dos objetivos e da metodologia da pesquisa acima citada concede a anuência para seu desenvolvimento, desde que me sejam assegurados os requisitos abaixo:

- O cumprimento das determinações éticas da Resolução 466/2012 da CONEP/CNS/MS;
- A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- Não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação dessa pesquisa;
- No caso do não cumprimento dos itens acima, há a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Salvador,.....de de 20.....

.....
Assinatura do Gestor(a) escolar



APÊNDICE B: TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu,....., matricula....., Diretora do Departamento de....., Campus I, da Universidade do Estado da Bahia, estou ciente e autorizo a pesquisadora Fernanda Suzart da Rocha a desenvolver nesta instituição o projeto de pesquisa intitulado “Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo”, o qual será executado em consonância com as normas e resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo seres humanos, em especial a Resolução CNS 196/96. Declaro estar ciente de que a instituição proponente é corresponsável pela atividade de pesquisa proposta e executada pelos seus pesquisadores e dispõe da infraestrutura necessária para garantir o resguardo e bem estar dos sujeitos de pesquisa.

.....,de.....de 20....

.....

Assinatura e carimbo do
responsável institucional



APÊNDICE C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa seguirá os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Título: Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo.

Você está sendo convidado (a) a participar voluntariamente de um estudo que irá investigar as percepções sobre educação em saúde e a aplicabilidade de recursos de gestão e tecnologias voltados à saúde auditiva na escola. Antes de concordar em participar desta pesquisa é importante que você leia este documento.

Eu, _____, fui procurado(a) pelo(a) pesquisador(a) Fernanda Suzart da Rocha sobre o Projeto de pesquisa com o título acima citado, orientado pelo Professor Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho.

Os critérios de inclusão deste estudo são:

Ser gestor, professor ou estudantes de escolas da rede municipal de Salvador que se disponibilizem a participar voluntariamente do estudo, conforme o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios de exclusão deste estudo são:

Serão excluídos da pesquisa os profissionais e estudantes que não assinarem o TCLE ou que se recusarem a participar da mesma.

É válido ressaltar que, por se tratar de pesquisa que envolve menores, tal participação deverá ser consentida pelos pais ou responsáveis diretos pelos mesmos, além do interesse destes em fazer parte do estudo a ser desenvolvido.

Você estará contribuindo para a melhoria das ações intersetoriais entre saúde e educação na promoção da saúde auditiva. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder um questionário composto por questões objetivas para conhecer a saúde e comportamento auditivo e a aplicação do Mini Exame do Estado de Saúde Mental (Mini mental – MEEM). Esses serão aplicados pela pesquisadora na escola mediante agendamento prévio com a direção. Os estudantes participantes da pesquisa passarão por uma avaliação audiológica com a utilização de um aplicativo de triagem auditiva. Essa avaliação será realizada de forma rápida e não dolorosa. Para tanto, serão realizados coleta de dados de inspeção de conduto auditivo (meatoscopia), dados obtidos com o uso do aplicativo de celular e verificação dos limiares audiométricos através da audiometria tonal, que serão agendados posteriormente. Para obtenção dos dados o fonoaudiólogo utilizará luvas e todos os componentes da avaliação audiológica (partes móveis integrantes dos equipamentos) serão devidamente higienizados com solução dergemante. A pesquisa tem como possíveis **riscos** causar algum tipo de desconforto não doloroso nas orelhas (cócegas, que só dura o tempo necessário de conclusão do exame) e psicológico ou constrangimento durante os processos de coleta de informações do questionário inicial e do Mini Estado de Saúde Mental (Mini mental - MEEM), contudo estes serão realizados individualmente, não haverá exposição do estudante avaliado para outras pessoas. Teremos como **benefícios** conhecimentos para a ciência e para o entendimento da educação em saúde auditiva e a sua correlação com o aprendizado e memória, podendo funcionar como instrumento de gestão, prevenção e cuidados com a saúde auditiva nas escolas. A qualquer momento o Sr (a) poderá desistir de participar e retirar sua autorização. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com a instituição. Os pesquisadores não serão remunerados para a realização desse estudo, assim como a sua participação é voluntária e não terá gratificações financeiras aos

participantes. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo de sua identidade.

Ao concordar o Sr. (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o número do telefone da pesquisadora principal e do orientador, que poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Informações de nomes, telefones e e-mails dos responsáveis pelo acompanhamento da pesquisa, para contato em caso de dúvidas

Pesquisadora (Orientanda): Fernanda Suzart da Rocha

Telefone: (71) 99201-8889

E-mail: nandasuzart@yahoo.com.br

Pesquisador (Orientador): Fernando Luís de Queiroz Carvalho

Telefone: (71) 98823-6191

E-mail: fcarvalho@uneb.br

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UNEB, UNEB - Pavilhão Administrativo - Térreo - Rua Silveira Martins, 2555, Cabula. Salvador-BA. CEP: 41.150-000

Tel: (71) 31172445 E-mail: cepuneb@uneb.br

Comissão nacional de ética em pesquisa – CONEP SEPN 510 NORTE, BLOCO A 1º SUBSOLO, Edifício Ex-INAN - Unidade II - Ministério da Saúde CEP: 70750-521 - Brasília-DF

Telefone: (61) 3315-5878

E-mail: conep@saude.gov.br

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após ter sido devidamente esclarecido pela pesquisadora e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar dessa pesquisa. Consinto, também, que os resultados obtidos sejam apresentados e publicados em eventos e artigos científicos desde que a minha identificação esteja devidamente protegida.

Salvador, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do participante da pesquisa ou representante legal

Assinatura do pesquisador (orientador)

Assinatura do pesquisador (orientanda)

Assinatura Testemunha

Assinatura Testemunha



APÊNDICE D: TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Esta pesquisa seguirá os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo**. Seus pais permitiram que você participe. Queremos saber o que você acha sobre a educação em saúde e o uso da tecnologia desenvolvida para a saúde auditiva na escola. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se não aceitar ou desistir. Caso aceite, você responderá um questionário com perguntas abertas e fechadas que será aplicado pela pesquisadora na escola e também passará por exames auditivos com o objetivo de verificar o funcionamento da sua audição. Vale ressaltar que estes exames são rápidos, você não terá trabalho para fazer e não causam dor, só precisará ficar quieto durante a realização do exame e responder de acordo com as orientações do pesquisador. Todas as peças móveis do equipamento serão higienizadas. É possível que sinta algum tipo de cócegas na orelha durante a avaliação. Não precisa sentir vergonha em responder as perguntas do questionário e de realizar o teste de memória e aprendizado (Mini exame do estado de saúde mental (Mini mental- MEEM), pois todas as respostas serão sigilosas. Caso você queira poderá desistir e a pesquisadora irá respeitar sua vontade. Mas há coisas boas que podem acontecer com a realização desta pesquisa, pois esta poderá trazer benefícios para a ciência e para a elaboração de estratégias de saúde auditiva em ambiente escolar, podendo ajudar outros colegas que estejam precisando dessas informações e testes para evitar prejuízos no aprendizado e memória.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar a sua participação através de seu nome. Quando terminarmos a pesquisa os resultados serão publicados em revistas científicas e você também terá acesso a eles.

Você ainda poderá nos procurar para retirar dúvidas pelos telefones:

Pesquisadora (Orientanda): Fernanda Suzart da Rocha

Telefone: (71) 99201-8889 E-mail: nandasuzart@yahoo.com.br

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UNEB, UNEB - Pavilhão Administrativo -Térreo - Rua Silveira Martins, 2555, Cabula. Salvador-BA. CEP: 41.150-000

Tel: (71) 3117-2445 E-mail: cepuneb@uneb.br

Eu _____ aceito participar da pesquisa **Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo**. Entendi os objetivos e as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Salvador, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do pesquisador



APÊNDICE E: TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo.

Pesquisador responsável: Fernanda Suzart da Rocha.

Instituição/Departamento: Universidade do Estado da Bahia / Departamento de Educação.

Local da coleta de dados: Escolas Municipais de Salvador (Bairro Cabula).

A pesquisadora Fernanda Suzart da Rocha que pesquisará a **Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo**, se compromete a preservar a privacidade dos sujeitos da pesquisa cujos dados serão coletados a partir da aplicação de questionário estruturado, teste de memória e aprendizado e exames audiológicos objetivos e não invasivos em escolas da rede municipal de Salvador no bairro do Cabula e concorda, com a utilização dos dados única e exclusivamente para execução do presente projeto. A divulgação das informações só será realizada de forma anônima e sendo os dados coletados bem como os termos de consentimento livre e esclarecido mantidas no (a) sala de número..... do Departamento de Ciências da Vida, Campus I da Universidade do Estado da Bahia, por um período de 5 anos sob a responsabilidade do Prof. Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho. Após este período, os dados serão destruídos.

.....,de.....de 20.....

Nome do Membro da Equipe Executora	Assinatura



APÊNDICE F: TERMO DE COMPROMISSO PARA COLETA DE DADOS EM ARQUIVOS

Título do projeto: Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreo auditivo.

Pesquisador responsável: Fernanda Suzart da Rocha

Instituição/Departamento: Universidade do Estado da Bahia / GESTEC

Telefone para contato: (71) 99201-8889

A pesquisadora do projeto acima está ciente das normas, resoluções e leis brasileiras, as quais normatizam a utilização de documentos para coleta de dados identificados e na impossibilidade da obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devido a não ter acesso aos portadores dos dados arquivados assume o compromisso de:

- I. Preservar a privacidade dos sujeitos cujos dados serão coletados;
- II. Assegurar que as informações serão utilizadas única e exclusivamente para a execução do projeto em questão;
- III. Assegurar que as informações somente serão divulgadas de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o sujeito da pesquisa.

.....,de.....de 20.....

Nome do Membro da Equipe Executora	Assinatura



APÊNDICE G: DECLARAÇÃO DE CONCORDÂNCIA COM O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PESQUISA

Eu Fernanda Suzart da Rocha, pesquisadora responsável pelo projeto de título: Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo, declaro estar ciente do compromisso firmado com a orientação do Profº. Dr. Fernando Luís de Queiroz Carvalho discente do Programa de Pós-Graduação Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação – GESTEC aprovado pela Resolução CONSU/UNEB nº 772/2010 e recomendado pela CAPES por meio do ofício nº 039-11/2010/CTC/CAAI/CGAA/DAV/CAPES, vinculado ao Departamento de Pós Graduação, Campus I, da Universidade do Estado da Bahia.

Salvador,de de

.....

Assinatura do pesquisador(a)

.....

Assinatura do(a) orientando(a)



APÊNDICE H: ENTREVISTA ESTUDANTES

(Baseada em Barros, Cavalcante e Andrade, 2006)

NOME: _____
 IDADE: _____
 ESCOLA: _____
 ANO CURSADO: _____
 RESPONSÁVEL: _____
 TELEFONE: _____

1 Alguma pessoa com perda auditiva (PA) na família?

() Sim () Não Quem? () Pais/Irmãos () Primos/tios/avós () outros

2 Faz uso de cotonete?

() Sim () Não () Outros _____

3 Dor de ouvido (otalgia):

() Sim () Não

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

4 Zumbido (ruído na orelha)?

() Sim () Não

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

5 Otorréia (Secreção na orelha)?

() Sim () Não

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

6 Diminuição auditiva (hipoacusia)?

() Sim () Não

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

7 Incômodo com sons elevados?

() Sim () Não

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

8 Tem dificuldade para entender a fala em ambiente com muito barulho?

() Sim () Não () às vezes

9 Sente coceira (prurido) no ouvido?

() Sim () Não () às vezes

Qual? () Direito () Esquerdo () Bilateral

É Frequente? () Sim () Não

10 Tem dificuldade para entender o que a professora fala na sala de aula?

() Sim () Não () às vezes

Referência:

BARROS, P.M.F.; CAVALCANTE, T.C.F. e ANDRADE, A.F. Audiologia em comunidade: relato de experiências. **Revista CEFAC**, v.12, n.4, p.626-632, 2010.



APÊNDICE I: COLETA DOS DADOS AUDIOLÓGICOS

NOME: _____
 DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____ (IDADE: _____)
 ESCOLA: _____
 PERÍODO (SÉRIE): _____

1 Inspeção do Meato Acústico Externo (MAE):

() MAE Livre () MAE obstruído Encaminhamento: _____

2 Dados do aplicativo (U-Hear):

	500Hz	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	6kHz
OD						
OE						

(Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda)

3 Audiometria Tonal (250Hz a 8kHz):

	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	6kHz	8kHz
OD (VA)								
OD (VO)								
OE (VA)								
OE (VO)								

(Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; VA: via aérea; VO: via óssea)

4 Resultado da avaliação:

- () Estudante com respostas dentro dos padrões de normalidade;
 () Necessário remoção de cerúmen
 () Imitanciometria alterada
 () Estudante falhou na avaliação audiológica em todos os testes;

5 Conduta:

Data: ____/____/____

Fonoaudiólogo: _____

Fonte: Pesquisadores.



APÊNDICE J: TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Eu, Fernando Luís de Queiroz Carvalho, declaro está ciente das normas e resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo seres humanos e que o projeto **“Relações entre perda auditiva, aprendizado e memória em escolares do ensino fundamental I: avaliação e usabilidade de aplicativos para o rastreio auditivo.”** sob minha responsabilidade, que será desenvolvido em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – CNS/MS, respeitando a autonomia do indivíduo, a beneficência, a não maleficência, a justiça e a equidade, garantindo assim o zelo das informações e o total respeito aos indivíduos pesquisados. Ainda, nestes termos, assumo o compromisso de:

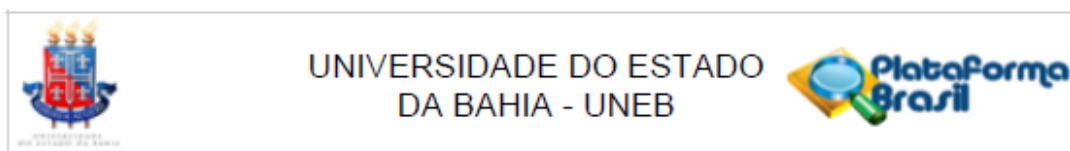
- ✓ Apresentar os relatórios e/ou esclarecimentos que forem solicitados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado da Bahia – CEP/UNEB;
- ✓ Tornar os resultados desta pesquisa públicos independente de serem favoráveis ou não;
- ✓ Comunicar ao CEP/UNEB qualquer alteração no projeto de pesquisa em forma de relatório ou emenda, comunicação protocolada ou alterações encaminhadas via Plataforma Brasil.

Salvador, ____de____ de____

Assinatura do Pesquisador Responsável pelo Projeto



ANEXO 1: PARECER CONSUBISTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBISTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DA PERDA AUDITIVA SOBRE O APRENDIZADO E MEMÓRIA EM CRIANÇAS DE 6 - 8 ANOS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SALVADOR

Pesquisador: Fernando Luís de Queiroz Carvalho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 69371717.5.0000.0057

Instituição Proponente: Universidade do Estado da Bahia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.218.287

Apresentação do Projeto:

O protocolo de pesquisa IMPACTO DA PERDA AUDITIVA SOBRE O APRENDIZADO E MEMÓRIA EM CRIANÇAS DE 6 - 8 ANOS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SALVADOR trata-se de um projeto de vinculado ao Mestrado Profissional de Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação da UNEB.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos apresentados são condizentes com a metodologia proposta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão bem esclarecidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e exequível.

A metodologia proposta bem como os critérios de inclusão e exclusão e cronograma são compatíveis com os objetivos propostos no projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As declarações apresentadas são condizentes com as Resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo seres humanos. Os pesquisadores envolvidos com o desenvolvimento do projeto apresentam declarações de compromisso com o desenvolvimento do projeto em consonância com a Resolução 466/12 CNS/MS, bem como com o compromisso com a confidencialidade dos

Endereço: Rua Silveira Martins, 2555

Bairro: Cabula

CEP: 41.195-001

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3117-2399

Fax: (71)3117-2399

E-mail: cepuneb@uneb.br



UNIVERSIDADE DO ESTADO
DA BAHIA - UNEB



Continuação do Parecer: 2.218.287

participantes da pesquisa e as autorizações das instituições proponente e coparticipante.

O TCLE apresentado possui uma linguagem clara e acessível aos participantes da pesquisa e atende ao disposto na resolução 466/12 CNS/MS contendo todas as informações necessárias ao esclarecimento do participante sobre a pesquisa bem como os contatos para a retirada de dúvidas sobre o processo

Recomendações:

Recomendamos ao pesquisador atenção aos prazos de encaminhamento dos relatórios parcial e/ou final. Informamos que de acordo com a Resolução CNS/MS 466/12 o pesquisador responsável deverá enviar ao CEP- UNEB o relatório de atividades final e/ou parcial anualmente a contar da data de aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após a análise com vista à Resolução 466/12 CNS/MS o CEP/UNEB considera o projeto como APROVADO para execução, tendo em vista que apresenta benefícios potenciais a serem gerados com sua aplicação e representa risco mínimo aos participantes, respeitando os princípios da autonomia, da beneficência, não maleficência, justiça e equidade.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após a análise com vista à Resolução 466/12 CNS/MS o CEP/UNEB considera o projeto como APROVADO para execução, tendo em vista que apresenta benefícios potenciais a serem gerados com sua aplicação e representa risco mínimo aos sujeitos da pesquisa tendo respeitado os princípios da autonomia dos participantes da pesquisa, da beneficência, não maleficência, justiça e equidade. Informamos que de acordo com a Resolução CNS/MS 466/12 o pesquisador responsável deverá enviar ao CEP- UNEB o relatório de atividades final e/ou parcial anualmente a contar da data de aprovação do projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_846096.pdf	24/07/2017 11:25:52		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_assentimento.pdf	24/07/2017 11:25:25	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito

Endereço: Rua Silveira Martins, 2555

Bairro: Cabula

CEP: 41.195-001

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3117-2399

Fax: (71)3117-2399

E-mail: cepuneb@uneb.br



UNIVERSIDADE DO ESTADO
DA BAHIA - UNEB



Continuação do Parecer: 2.218.287

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	24/07/2017 11:25:10	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Apendice_F_Termo_pesquisadorassinado.pdf	05/06/2017 21:36:25	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Termo_de_autorizacao_institucional.pdf	20/03/2017 16:43:31	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Termo_de_confidencialidade.pdf	20/03/2017 16:42:04	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Termo_de_Comp_coleta_de_dados.pdf	20/03/2017 16:40:43	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Instrumento_coleta.pdf	20/03/2017 16:39:21	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Declaracao_de_concordancia.pdf	20/03/2017 16:38:54	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia_Instituicao.pdf	20/03/2017 16:36:52	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	20/03/2017 16:35:14	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Projeto_Fernanda.pdf	20/03/2017 16:34:35	Fernando Luís de Queiroz Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SALVADOR, 14 de Agosto de 2017

Assinado por:
Aderval Nascimento Brito
(Coordenador)

Endereço: Rua Silveira Martins, 2555

Bairro: Cabula

CEP: 41.195-001

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3117-2399

Fax: (71)3117-2399

E-mail: cepuneb@uneb.br

ANEXO 2: MINI EXAME DO ESTADO DE SAÚDE MENTAL (MINI MENTAL - MEEM)

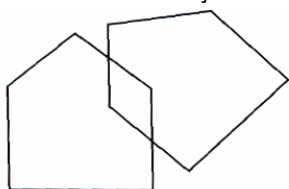
Código da Escola _____

Aluno _____

1. Orientação espacial (1 ponto por cada resposta correta)	
Em que ano estamos? _____ Em que mês estamos? _____ Em que dia do mês estamos? _____ Em que dia da semana estamos? _____ Em que estação do ano estamos? _____ Nota: _____	Em que país estamos? _____ Em que distrito vive? _____ Em que terra vive? _____ Em que casa estamos? _____ Em que andar estamos? _____ Nota: _____
2. Retenção (contar 1 ponto por cada palavra corretamente repetida) "Vou dizer três palavras; queria que as repetisse, mas só depois de eu as dizer todas; procure ficar a sabê-las de cor". Pera _____ Gato _____ Bola _____ Nota: _____	5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correta) a. "Como se chama isto? Mostrar os objetos: Relógio _____ Lápis _____ Nota: _____ b. "Repita a frase que eu vou dizer: "NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ". Nota: _____ c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, pegue nela com a mão direita, dobre-a ao meio e ponha sobre a mesa"; dar a folha segurando com as duas mãos. Pega com a mão direita _____ Dobra ao meio _____ Coloca onde deve _____ Nota: _____ d. "Leia o que está neste cartão e faça o que lá diz". Mostrar um cartão com a frase bem legível, "FECHE OS OLHOS"; sendo analfabeto lê-se a frase. Fechou os olhos _____ Nota: _____ e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação. Frase: _____ Nota: _____
3. Atenção e Cálculo (1 ponto por cada resposta correta. Se der uma errada mas depois continuar a subtrair bem, consideram-se as seguintes como corretas. Parar ao fim de 5 respostas) "Agora peço-lhe que me diga quantos são 30 menos 3 e depois ao número encontrado volta a tirar 3 e repete assim até eu lhe dizer para parar". 27_ 24_ 21_ 18_ 15_ Nota: _____	
4. Memorização (1 ponto por cada resposta correta). "Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para decorar". Pera _____ Gato _____ Bola _____ Nota: _____	

6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta.)

Deve copiar um desenho. Dois pentágonos parcialmente sobrepostos; cada um deve ficar com 5 lados. Não valorizar tremor ou rotação.



Cópia:

Nota: _____ Total de pontos _____

Adaptado de: BRUCKI, *et al*, 2003; FOLSTEIN, *et al*, 1975.

TOTAL (Máximo 30 pontos): _____
 Considera-se com defeito cognitivo,

- Analfabetos ≤ 15 pontos
- 1 a 11 anos de escolaridade ≤ 22
- Com escolaridade superior a 11 anos ≤ 27