

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL
MESTRADO EM PSICOLOGIA SOCIAL

***AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE NOTAS MUSICAIS
EM ADULTOS CEGOS***

PALOMA CAVALCANTE BEZERRA

João Pessoa–PB
Dezembro de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL
MESTRADO EM PSICOLOGIA SOCIAL

***AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE NOTAS MUSICAIS
EM ADULTOS CEGOS***

Paloma Cavalcante Bezerra, *Mestranda*

Prof. Dr. Natanael Antônio dos Santos, *Orientador*

João Pessoa-PB
Dezembro de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL
MESTRADO EM PSICOLOGIA SOCIAL

***AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE NOTAS MUSICAIS
EM ADULTOS CEGOS***

Paloma Cavalcante Bezerra

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Psicologia Social
(Mestrado) como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Psicologia Social.

B574a Bezerra, Paloma Cavalcante.
Avaliação da percepção de notas musicais em adultos cegos / Paloma Cavalcante Bezerra. - João Pessoa : [s.n.], 2011.
104f.: il.
Orientador: Natanael Antônio dos Santos.
Dissertação(Mestrado) – UFPB/CCHLA.
1.Psicologia social. 2.Plasticidade neural. 3.Deficientes visuais-Percepção auditiva. 4. Percepçao auditiva-Notas musicais.

UFPB/BC

CDU: 316.6 (043)

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE NOTAS MUSICAIS EM ADULTOS CEGOS

Paloma Cavalcante Bezerra

Banca Avaliadora:

Profº. Dr. Natanael Antônio dos Santos, (*Orientador*)

Profº. Dr. Nelson Torro Alves, (*Leitor*)

Profª. Drª. Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira, (*Convidada*)

Ao meu esposo (Diógenes)

e aos meus pais (Fátima e Flávio).

*"É preciso força pra sonhar e
perceber que a estrada vai além do que
se vê..." (Marcelo Camelo)*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Profº. Drº. Natanael Antônio dos Santos, por acolher-me em seu núcleo de pesquisa, pelos conhecimentos transmitidos e por “ensinar sem ensinar”.

Ao Profº. Drº. Nelson Torro Alves, por aceitar ser leitor deste trabalho e contribuir de forma tão significativa.

A Profª. Drª. Renata Maria. T. B. L. Nogueira, por aceitar participar da banca avaliadora.

Ao Profº. Drº. Valdiney V. Gouveia e sua família, o que engloba os integrantes do seu núcleo de pesquisa BNCS (Bases Normativas do Comportamento Social), pela ajuda e apoio prestado sempre que foi preciso. Em especial ao Profº. Drº. Jorge Arthur P. Coelho, pela grande contribuição no processo de seleção.

A todos os membros do núcleo de pesquisa LPNeC (Laboratório de Percepção, Neurociência e Comportamento) pelas contribuições. Em especial a Jandilson A. Silva que esteve sempre acompanhando de perto essa jornada dividindo as alegrias e agonia.

Ao Júlio César e a Lisieux Marie pelo apoio técnico na construção do software Psyounds.

As minhas amigas da graduação: Thyala, Malu, Deise, Daylma, Samanta pelos momentos de descontração que foram muito significantes no processo de seleção.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao Instituto dos Cegos da Paraíba Adalgisa Cunha e a Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD) por me acolherem e permitirem o contato com os participantes desta pesquisa.

Aos próprios Participantes por acreditar no meu trabalho e contribuir com o mesmo.

À família Medeiros, por acolher-me bem todas às vezes que foi preciso dividir o mesmo teto.

À Emerson Diógenes de Medeiros, meu amor, esposo, companheiro, exemplo, minha paz. Pelo constante incentivo as minhas atividades acadêmicas, apesar da distância que elas acarretam, pelas horas de estudo ao meu lado (nos poucos dias juntos), por tentar me fazer erguer a cabeça sempre, pela paciência nos momentos difíceis, pelas melhores gargalhadas nos momentos de alegria, por fazer parte da minha vida e torná-la melhor.

Aos meus irmãos (Giordano, Alessandra, Trícia, Flávia), pela união, pelas ligações e outras formas de tentar diminuir a saudade e aumentar minha força. Amo vocês!!!

Aos meus amados sobrinhos (Gabriel, Flávio, Rafael, Arthur), por simplesmente serem essas crianças lindas que conseguem sempre me deixar com um sorriso no rosto.

À minha Mãe (Fátima), pelo exemplo de força e fé. Pelo amor e carinho que são meus amparos para todas as horas. Por não medir esforços para realização dos meus sonhos.

In memoriam, ao meu onipresente Pai (Flávio), que num fim de tarde quando voltava cansado de mais um dia de trabalho nos ensinou de uma forma singela que “é preciso saber viver”. Meu esforço e minha dedicação sejam testemunho de que não esqueci suas lições. Tenho certeza que estais olhando por mim, feliz e realizado.

A todos familiares e amigos que me querem bem e torceram por mim.

A Deus, por todos estes e por tudo que tem proporcionado para que minha vida seja cada vez melhor.

RESUMO

A presente dissertação objetivou avaliar se a privação do sistema visual altera a percepção de notas musicais de adultos cegos quando comparados a adultos com visão normal. Participaram desse estudo 30 adultos (15 cegos (Grupo Experimental - GE) e 15 com visão normal (Grupo Controle - GC)), sendo 7 do sexo feminino e 8 do sexo masculino, em cada grupo, na faixa etária de 18 a 30 anos de idade, todos com acuidade auditiva normal. Todas as medidas foram realizadas com o método da escolha forçada entre duas alternativas. Neste método, o voluntário teve sempre de escolher entre dois estímulos o estímulo pré-determinado pelo pesquisador de “estímulo teste”. O outro estímulo apresentado era um “estímulo distrator”. Foram realizadas três sessões experimentais, uma para cada estímulo teste. Em cada sessão experimental foram apresentados aleatoriamente 20 pares de estímulos, sendo um deles o estímulo teste e o outro o estímulo distrator. As notas musicais utilizadas como teste foram Ré, Fá, Lá na primeira oitava do piano. Os estímulos distratores foram as notas que na escala padrão de notas musicais encontram-se vizinhas a nota de teste (ou seja, quando a nota de teste foi Ré, as notas distratoras foram Dó e Mi; para a nota Fá, as distratoras foram Mi e Sol; e para a nota teste Lá, as distratoras foram Sol e Si). Antes do início do experimento a nota teste, referente aquela sessão, foi apresentada cinco vezes consecutivas e o experimento só foi iniciado quando foi certificado que as instruções foram compreendidas pelo participante. Os índices de discriminação (número de acertos divididos pelo número de apresentações) para cada nota musical foram reunidas por condição (GC e GE). A análise estatística (*ANOVA One-Way*) não mostrou diferença significativa entre os grupos $F(2, 27) = 2,17$, $p > 0,05$ quanto a discriminação de notas musicais. Estes resultados sugerem que a privação visual congênita não causa alterações na habilidade de discriminação de notas musicais em adultos cegos.

Palavras-chave: cegos; plasticidade neural; percepção auditiva; notas musicais

ABSTRACT

This work aimed to evaluate if the lack of visual information can alter the perception of musical notes in blind adults when compared to adults with normal vision. The sample of this study was comprised of 30 adults (15 blinds (Experimental Group - EG) and 15 with normal vision (Control Group - CG)), 7 females and 8 males in each group from 18 to 30 years old, all with normal hearing acuity. All measurements were made by the forced-choice method between two alternatives. In this method, the volunteer had always to choose the certain stimulus informed previously by the experimenter (the test stimulus) between two stimuli. The other stimulus showed was a distracter stimulus. The measurements were made in 3 experimental sessions, one for each stimulus. In each experimental session, 20 pairs of stimuli were presented at random, one stimulus was the test stimulus and the other the distracter stimulus. The musical notes used as test stimulus were D, F and A in the first octave of the piano. The distracter stimulus were the musical notes that are neighboring the test note according to the standard musical notes scale (it means that when D was the test note, the distracter notes were C and E; to the F note, the distracters were E and G). Before the beginning of the experiment, the test stimulus of the session was presented for five consecutive times and the experiment only began when the experimenter was sure that the volunteer had understood all the instructions. The rate of discrimination (the number of rights divided per the number of presentations) for each musical note were gathered according to condition (CG and EG). The statistical analysis (*One-Way ANOVA*) did not show significant differences between the groups $F(2, 27) = 2.17$, $p > 0.05$ to discriminate musical notes. These results suggest that the congenital lack of vision do not cause changes in the ability to discriminate musical notes in blind adults.

Keywords: blind; neural plasticity; auditory perception; musical notes

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	X
Lista de Figuras.....	XI
Lista de Abreviaturas	XII
APRESENTAÇÃO	XIII
1. SENSAÇÃO E PERCEPÇÃO: ASPECTOS GERAIS	16
1.1 SISTEMA AUDITIVO: DEFINIÇÃO, ESTRUTURA E FISIOLOGIA	18
1.2 PROCESSAMENTO AUDITIVO: COMO PERCEBEMOS OS SONS	21
1.3 ATRIBUTOS DOS SONS: CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	25
1.4 NOTAS MUSICAIS	27
1.5 PERCEPÇÃO MUSICAL	28
2. SISTEMA VISUAL: ASPECTOS GERAIS	32
2.1 DEFICIÊNCIA	35
2.2 DEFICIÊNCIA VISUAL: CLASSIFICAÇÃO E ETIOLOGIA	37
2.3 IMPLICAÇÕES SOCIAIS DA CEGUEIRA	43
2.4 PERFIL E PREVALÊNCIA DAS DEFICIÊNCIAS: UM FOCO NA DEFICIÊNCIA VISUAL	45
2.5 PATOLOGIAS DO SISTEMA VISUAL	46
2.6 BRAILLE.....	49
3. PLASTICIDADE NEURAL	52
3.1 CEGUEIRA E PLASTICIDADE	54
4. OBJETIVOS	62
4.1 GERAL	63
4.2 ESPECÍFICOS	63
5. MÉTODO	64
5.1 LOCAL	65
5.2 PARTICIPANTES	65
5.3 EQUIPAMENTOS	67
5.4 ESTÍMULOS.....	68
5.5 PROCEDIMENTO	70
5.6 ASPECTOS ÉTICOS	71
6. RESULTADOS	73
7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS.....	83

<i>Anexo 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</i>	97
<i>Anexo 2. Inventário de Edinburgh.....</i>	98
<i>Anexo 3. Questionário</i>	99
<i>Anexo 4. Aprovação no CEP/ HULW/UFPB</i>	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA VISUAL BASEADA NA ACUIDADE DA TABELA DE SNELLEN.....	40
TABELA 2. CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE COMPROMETIMENTO DA ACUIDADE VISUAL.....	41
TABELA 3. CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES DO GRUPO EXPERIMENTAL.....	66
TABELA 4. MÉDIA E DESVIO PADRÃO DE CADA GRUPO PARA CADA NOTA MUSICAL.....	74

LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. ANATOMIA DO SISTEMA AUDITIVO.</i>	20
<i>FIGURA 2. ESTRUTURAS DA CÓCLEA EM UM CORTE TRANSVERSAL.</i>	21
<i>FIGURA 3. ÁREAS DO CÓRTEX AUDITIVO HUMANO.....</i>	24
<i>FIGURA 4. ESTÍMULOS SONOROS E SUAS RESPECTIVAS INTENSIDADES EM DECIBÉIS.</i>	25
<i>FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE ONDAS SONORAS DE ALTA E BAIXA FREQÜÊNCIA.</i>	26
<i>FIGURA 6. REPRESENTAÇÃO DA ANATOMIA DO OLHO EM UM CORTE TRANSVERSAL.....</i>	34
<i>FIGURA 7. CURVAS DE DISCRIMINAÇÃO EM FUNÇÃO DAS NOTAS MUSICAIS RÉ, FÁ, LÁ, NA PRIMEIRA OITAVA DO PIANO DE ADULTOS CEGOS E ADULTOS VIDENTES.....</i>	75

LISTA DE ABREVIATURAS

CCHLA	Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
Cm	Centímetros
dB	Decibéis
fMRI	Ressonância Magnética Funcional
FUNAD	Fundação Centro Integrado de Apoio ao Portador de Deficiência
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Experimental
HULW	Hospital Universitário Lauro Wanderley
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LPNeC	Laboratório de Percepção, Neurociência e Comportamento
Ms	Milisegundo
NGL	Núcleo Geniculado Lateral
SNC	Sistema Nervoso Central
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VD	Variável Dependente
VI	Variável Independente
WHO	Organização Mundial de Saúde

O sistema nervoso possui a propriedade de modificar-se e estruturar-se em resposta a experiência e a condições adversas. Esta habilidade do sistema nervoso caracteriza o processo de plasticidade neural. Este fenômeno pode ser compreendido através do conhecimento das propriedades neuronais: a natureza das suas conexões sinápticas e a organização das áreas cerebrais. A cada nova experiência do indivíduo redes de neurônios são rearranjadas, sinapses são reforçadas e diversas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis. Neste sentido, o processo de plasticidade neural refere-se a mudanças em circuitos neurais promovidas pelos processos de aprendizagem e memória bem como alterações no mapa cortical ocasionadas por recuperação comportamental após lesão ou disfunção do sistema nervoso. A plasticidade tem sua maior ocorrência durante o desenvolvimento, no entanto, não se extingue na vida adulta.

Ross, Olson e Gore (2003), comparando os resultados de exames de neuroimagem (Ressonância Magnética Funcional - fMRI) de um sujeito cego com formação musical e ouvido absoluto (capacidade que alguns indivíduos têm de perceber e dar nome a cada uma das notas que chega ao seu ouvido), aos de cinco músicos videntes também com ouvido absoluto, demonstraram que as mesmas áreas cerebrais no córtex auditivo direito haviam sido ativadas em grau semelhante como resposta ao processamento musical. No entanto, os resultados também apresentaram ativações corticais de regiões parietais associativas e de regiões extra-estriadas do lobo occipital (ao lado do córtex visual), no músico cego.

Diversos campos de conhecimento (medicina, psicologia, música), se interessam em estudar diferentes habilidades auditivas entre pessoas cegas e videntes. No entanto, as pesquisas são heterogêneas, controversas e utilizam métodos diferentes. É relevante considerar a importância da audição para as pessoas com privação visual, uma vez que esta função sensorial é um dos principais meios de interação com o mundo (Reily, 2008).

Partindo destes fatos, esta pesquisa teve como principal objetivo avaliar se a privação do sistema visual altera a percepção de notas musicais em adultos cegos quando comparados a adultos videntes.

A presente dissertação está dividida em nove sessões. Na Seção 1, são apresentados aspectos gerais sobre a percepção, enfatizando a percepção auditiva, o processamento auditivo, atributos dos sons, notas musicais e a percepção musical. Na Seção 2 relata-se brevemente sobre o sistema visual para em seguida adentrar nas deficiências sensoriais, abordando suas classificações, etiologia, perfil, prevalência e implicações sociais que as mesmas acarretam, dando ênfase a deficiência visual. A Seção 3 abordará aspectos relacionados à plasticidade neural e a privação visual. A Seção 4 descreverá os objetivos deste trabalho e apresentará a hipótese de pesquisa. A Seção 5 inclui a metodologia adotada nesta pesquisa, apresentando local onde foi realizada, caracterização dos participantes, equipamentos, estímulos auditivos, procedimento e os aspectos éticos. Na seção 6 são reportados os resultados. A Seção 7 discute os principais achados a luz da literatura. Na seção 8, encontram-se as referências, e finalmente, a Seção 9 apresenta os anexos.

1. SENSAÇÃO E PERCEPÇÃO: ASPECTOS GERAIS

O filósofo grego Aristóteles definiu as sensações como um processo que envolve movimentos físicos, transmissão através de órgãos dos sentidos e alma. Propôs a idéia da alma sensitiva composta pelos cinco sentidos (visão, audição, paladar, olfato e tato), onde a percepção se constituía a partir do objeto até os órgãos do sentido responsável por captar o objeto determinado. Estes sentidos são responsáveis pelo contato do indivíduo com o mundo, ou seja, é através dessas diferentes modalidades sensoriais que recebemos informações daquilo que nos rodeia (Davidoff, 2001).

A sensação é o primeiro contato entre uma modalidade sensória do organismo e o ambiente. A capacidade que os receptores sensoriais apresentam para codificar/traduzir (transdução) certos aspectos da energia que os circunda, representando-os como impulsos nervosos capazes de ser entendido pelos neurônios, é chamada de sensação. Já o processo de organizar e interpretar tais sensações é denominado percepção (Lent, 2005).

A facilidade com que os seres humanos percebem as coisas os levam a crer que este é um processo simples, no entanto, subjacente ao processo perceptivo há um mecanismo complexo e organizado desencadeado pelos sistemas sensoriais (Goldstein, 2001). Nesse processo, as informações transduzidas pelos receptores sensoriais são conduzidas e, posteriormente, decodificadas por áreas corticais específicas influenciadas por experiências anteriores do organismo, aspectos subjetivos dentre outras peculiaridades (Gardner & Martin, 2003). Neste sentido, esse processo depende tanto de estímulos capazes de eliciar uma resposta, quanto das experiências do próprio indivíduo que percebe.

A percepção não seria apenas um registro das informações sensoriais, mas uma associação e organização destas informações (Lent, 2005). Em outras palavras, a percepção pode ser considerada um processo integrativo das informações sensoriais que viabiliza a construção de conceitos relativamente estáveis sobre o mundo e auxilia no direcionamento

de comportamentos adequados ao ambiente (Atkinson, Atkinson, Smith, Bem, & Nolen-Hoeksema, 2002).

Os sistemas sensoriais fornecem elementos (ou subsídios) para a construção da percepção e cada sistema responde a um tipo de energia característica. Por exemplo, o sistema auditivo responde a uma forma vibratória de energia mecânica que se propaga pelo ambiente comumente chamada de som. Os receptores que respondem a este tipo de energia são denominados mecanorreceptores que, morfologicamente na audição, correspondem às células ciliadas da cóclea (Gardner & Martin, 2003). A estrutura anatômica do aparelho auditivo bem como os mecanismos fisiológicos envolvidos na audição serão abordados com mais detalhes a seguir.

1.1 Sistema auditivo: definição, estrutura e fisiologia

A audição pode ser definida como uma modalidade sensorial que permite a percepção do som (Lent, 2005). Esta função sensorial é essencial para a integração do indivíduo a sociedade uma vez que facilita seu contato com o mundo. Assim, é um dos sistemas sensório-perceptual mais estudados na literatura (Muniz, Roazzi, Schochat, Teixeira, & Lucena, 2007).

Comunicar-se usando a linguagem é possível a partir da contribuição do sistema auditivo. Esta é uma das características determinantes na importância da audição para os seres humanos. A linguagem tem por função a transmissão de idéias, pensamentos, sentimentos e até mesmo de costumes e regras culturais, possibilitando ao homem organizar o seu universo, compreender o outro, interagir no meio e adquirir conhecimento (Silva, Queiros, & Lima, 2006).

Outra característica marcante do conjunto de estruturas que forma o aparelho

auditivo é possibilitar que as vibrações sonoras produzidas no ambiente cheguem até o córtex temporal permitindo que o indivíduo perceba atributos do som como: altura, intensidade e timbre. Estas propriedades sonoras serão discutidas detalhadamente na subseção 1.3. Este aparato acústico ao mesmo tempo em que permite localizar a fonte produtora do som com boa precisão de distância e direção permite detectar 400 mil sons distintos (Davidoff, 2001).

A eficiência desse sistema sensorial é determinada pelo arranjo espacial, anatômico e funcional das estruturas que o compõe. O sistema auditivo é constituído basicamente por três partes - orelha externa, orelha média e orelha interna - cada uma dessas possuem estruturas que desempenham diferentes funções, tais como, conduzir ondas sonoras, amplificá-las, convertê-las em impulsos neurais, dentre outras (Schiffman, 2005).

A orelha externa responsável pela detecção da onda sonora é formada pelo pavilhão auricular (parte carnuda situada lateralmente na cabeça), concha e meato auditivo externo. Este último se afunila em direção a uma membrana denominada Tímpano que, por sua vez, vibra com as ondas sonoras transformando as variações de pressão em movimento mecânico. O Tímpano separa a orelha externa da orelha média. As vibrações sonoras produzidas pela membrana timpânica chegam à orelha média que é uma cavidade cheia de ar composta de três ossículos denominados, respectivamente, martelo, bigorna e estribo. Esses ossículos servem como ponte mecânica ajudando as vibrações atravessarem a orelha média até a membrana denominada janela oval, que é a porta de entrada para a orelha interna (Rui, 2007). A Figura 1 apresenta as respectivas estruturas da orelha.

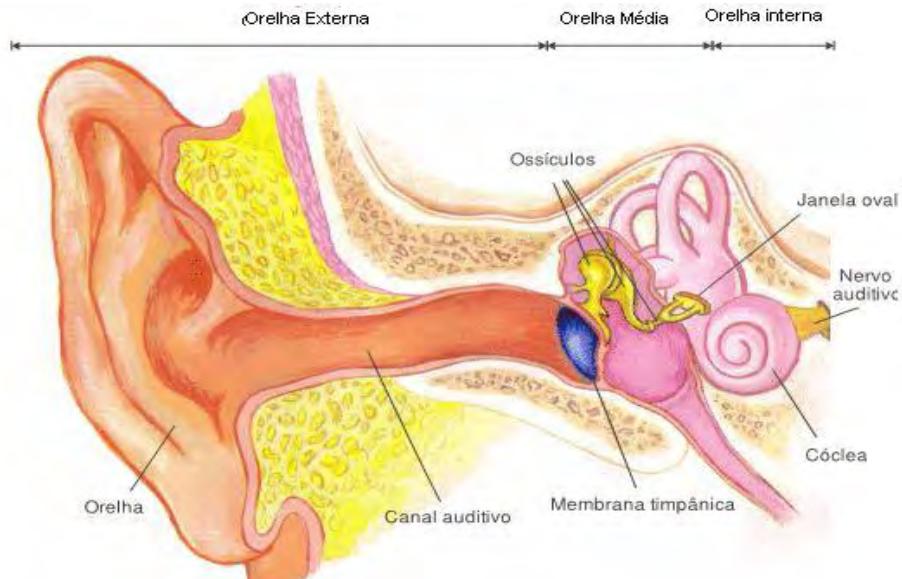


Figura 1. Anatomia do sistema auditivo.¹

As ondas atravessam a janela oval e chegam à cóclea. A cóclea é uma estrutura espiralada localizada na orelha interna. O começo da cóclea, onde a janela oval está situada, é conhecido como base; enquanto a outra extremidade, a ponta interna, é conhecida como ápice. A cóclea é dividida em duas partes denominadas canal superior (ou canal vestibular) e inferior (ou canal timpânico). O canal superior começa na janela oval e se liga ao canal inferior na base da cóclea através de uma pequena abertura denominada helicotrema. Na base do canal timpânico, encontra-se uma abertura denominada janela redonda. O ducto coclear ou canal central é quem divide a cóclea nesses dois canais (Goldstein, 2001).

O canal central é delimitado por duas membranas: (i) uma que o separa do canal vestibular, a membrana de Reissner; e (ii) outra que o separa do canal timpânico, a membrana basilar. O órgão de corti estrutura composta por um conjunto de tecidos, nervos, estruturas sensoriais, eficientes na transdução das vibrações em impulsos neurais, toca a

¹Nota. De *A Física na Audição Humana* (p.8), de L. R. Rui, 2007. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre-RS.

membrana basilar e se estende ao longo da mesma. Neste sentido, é na membrana basilar que se encontram as células ciliadas, receptores auditivos, por isso seu papel fundamental na compreensão e na análise psicológica do som. A Figura 2 explana as estruturas da Cóclea.

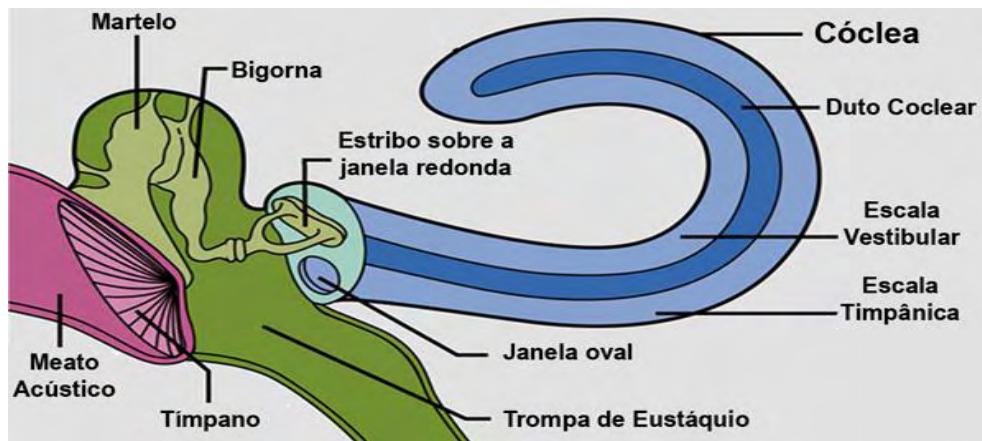


Figura 2. Estruturas da Cóclea em um corte transversal.²

Cada célula ciliada é composta de um cílio interligado a uma célula que pode enviar sinais pelo nervo auditivo até o cérebro e é provável que elas estejam envolvidas na transmissão de diferentes informações auditivas. O modo como a membrana basilar é alterada pela pressão do fluido da cóclea a partir da vibração da janela oval gera inclinação nos cílios. Logo, os cílios que se inclinam são os responsáveis por aquilo que ouvimos (Lent, 2008). Uma vez apresentada à estrutura do sistema auditivo a subseção seguinte explanará sobre o que é e como ocorre o processamento auditivo.

1.2 Processamento auditivo: como percebemos os sons

Processamento auditivo se refere aos processos envolvidos na detecção, na análise e na interpretação de eventos sonoros que envolvem predominantemente as estruturas do

²Nota. De *Sensação e Percepção* (p.240), de H. R. Schiffman, 2005. Rio de Janeiro: LTC.

Sistema Nervoso Central (SNC): vias auditivas e córtex (Parra, Iório, Mizahi, & Baraldi, 2004). Assim como outros sistemas sensoriais, a audição é ordenada hierarquicamente, ou seja, o processamento neural segue da periferia até o córtex auditivo (Ríos, Rezende, Pela, Ortiz, & Pereira, 2007).

Semelhante ao que ocorre no sistema visual, onde cada propriedade do objeto é analisada separadamente, o sistema auditivo também analisa separadamente cada propriedade do som. Os sons do nosso ambiente acústico são em sua maioria formados por ondas de formas complexas, ou seja, estas são formadas de várias ondas diferindo em suas propriedades (Kolb & Whishaw, 2002).

O sistema auditivo, aparentemente, subdivide estas ondas complexas em um grupo de componentes elementares. Helmholtz, grande estudioso dos sistemas sensoriais, afirmava que a cóclea decompõe o som em aproximadamente cinco mil frequências diferentes, que são transmitidas ao cérebro por fibras nervosas específicas (Goldstein, 2001).

Esta teoria de Helmholtz tem como base o teorema matemático Análise de Fourier que demonstra que toda onda complexa pode ser segmentada em uma série de ondas simples com características específicas, ou seja, qualquer som complexo pode ser decomposto em ondas sonoras mais simples (Goldstein, 2001).

Como já citado anteriormente, o sistema auditivo, assim como todo sistema sensorial possui receptores que transduzem o estímulo sonoro em potenciais receptores. Esses receptores auditivos (células ciliadas) transmitem a informação sonora a neurônios de segunda ordem, que constituem o nervo auditivo, e realizam a codificação. Por esse processo é que o estímulo auditivo entrará no SNC. O tempo gasto da mensagem que adentra o ouvido até chegar aos centros auditivos do córtex é de apenas 50ms (milisegundos) (Lent, 2008).

É no Bulbo que as fibras dos nervos auditivos penetram o SNC bilateralmente, onde inervam as três áreas anatômicas (Dorsal, Antero-ventral, Póstero-ventral) dos núcleos cocleares, que constituem o primeiro estágio sináptico central do sistema. Os neurônios do núcleo coclear Antero e Póstero-ventral são projetados para o complexo olivar superior, alguns axônios atingem o complexo do lado oposto, outros do mesmo lado.

O complexo olivar superior também é dividido em três áreas anatômicas de funções distintas (núcleo olivar superior lateral, medial e núcleo do corpo trapezóide), que emitem axônios que formam um feixe achatado, denominado lemnisco lateral, que passa pelo tronco encefálico, mesencéfalo, até o colículo inferior, onde ocorre o próximo estágio sináptico (Lent, 2005).

Divido em três regiões (núcleo central, externo e córtex dorsal), o colículo inferior é uma região de convergência de todas as fibras auditivas que têm origem em níveis mais baixos. O núcleo central é responsável pelos aspectos da percepção auditiva e projeta os neurônios para o tálamo. Já os outros dois núcleos que compõem o colículo inferior têm como função orientação do indivíduo quanto à localização sonora e emite os neurônios para diferentes regiões do próprio mesencéfalo. Como as projeções podem ser cruzadas, o tálamo, correspondente ao próximo estágio, recebe informações de ambos os lados.

Localizado na parte posterior do diencéfalo e dividido em três partes (ventral, dorsal e medial), o núcleo geniculado medial recebe as fibras projetadas pelo mesencéfalo. Os neurônios da parte ventral formam uma radiação auditiva que é projetada até lobo temporal do córtex cerebral onde se encontram as áreas auditivas. As fibras das partes dorsal e ventral apresentam projeções difusas intratalâmicas.

Os dados obtidos em estudos fisiológicos, *post mortem*, por ressonância magnética confirmam que o córtex auditivo ocupa parte do lobo temporal em ambos os hemisférios (Kolb & Whishaw, 2002). A área auditiva primária (A1) é a mais precisa, situada quase

dentro do sulco lateral, é ela que recebe as fibras projetadas pelo tálamo. A área conhecida como auditiva secundária (A2) possui organização e função desconhecida, o que leva a crer que é formada por diferentes áreas, e por fim, a área de Wernick, que corresponde à área de compreensão da linguagem verbal (Lent, 2008). Essas estruturas são apresentadas na Figura 3.

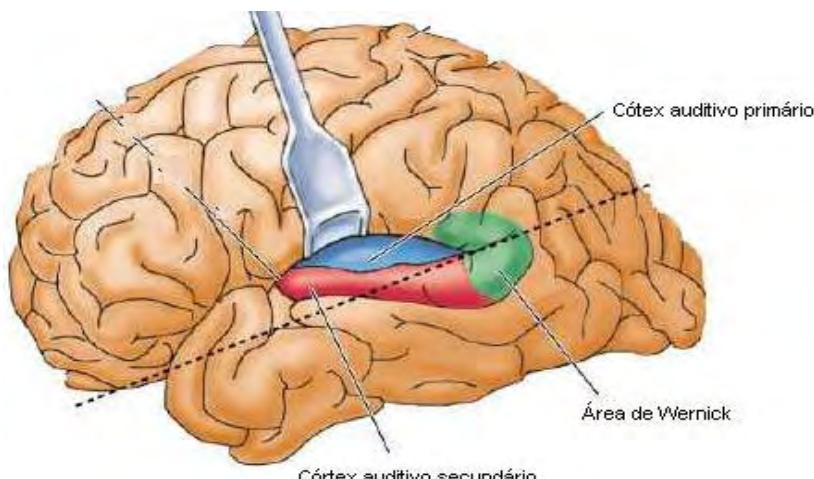


Figura 3. Áreas do Cérebro Auditivo Humano.³

Apesar da grande importância desse sentido não se sabe a quais características auditivas (tons puros, complexos, constantes ou variáveis) respondem os neurônios corticais, no entanto, é sabido que sons com diferentes freqüências são processados em diferentes regiões dos lobos temporais, uma vez que a audição é tonotópica e que a cada conjunto de freqüências relaciona-se a um feixe de neurônios subjacente e uma área subjacente no córtex auditivo (Davidoff, 2001). Neste sentido serão feitas, a seguir, algumas considerações acerca das principais características do som.

³Nota. De *Neurociência do Comportamento* (p. 331), de B. Kolb e I. Q. Whishaw, 2002. São Paulo: Manole.

1.3 Atributos dos sons: características principais

Sons correspondem às ondas sonoras capazes de estimular o sistema auditivo, ou seja, gerar uma percepção, pois todo som gera uma vibração no meio pelo qual se propaga, mas nem toda vibração produz som audível para o ser humano, ou seja, não atinge o limiar de detecção (Rui, 2007). A audição é estimulada por ondas sonoras que por sua vez possuem diferentes propriedades, as quais se destacam: amplitude, a frequência e complexidade.

Amplitude refere ao aumento ou diminuição da quantidade de moléculas de ar que são comprimidas em cada onda. Está relacionada com a intensidade e percepção da altura do som. Esta propriedade é medida em decibéis (dB). Para os humanos, sons acima de 70dB são considerados altos e abaixo de 20dB são considerados baixos. O sistema nervoso dos humanos é sensível a sons baixos, portanto quando expostos a sons extremamente altos por muito tempo, podem ocorrer lesões no seu órgão auditivo. A Figura 4 demonstra a intensidade sonora de diferentes estímulos.



Figura 4. Estímulos sonoros e suas respectivas intensidades em decibéis.⁴

⁴Nota. De *Neurociência do Comportamento* (p. 323), de B. Kolb e I. Q. Whishaw, 2002. São Paulo: Manole.

Freqüência diz respeito ao número de ciclos completos de uma onda em um determinado período de tempo e é medida em Hertz (Hz) (1 Hz corresponde a 1 ciclo/s). O ciclo é a distância entre os picos de onda. A variação na freqüência nos permite perceber diferentes tons. À medida que sobe a frequência (propriedade física), sobe também o seu tom (propriedade percebida). Sons graves têm frequências baixas, ou seja, são formados por poucos ciclos/segundo, e sons agudos, por sua vez, possuem altas frequências, são formados de vários ciclos por segundo (Figura 5). Os sons só são percebidos dentro de um intervalo limitado de frequência, que muda para diferentes espécies, no caso de humanos este intervalo está aproximadamente entre 20 e 20 mil Hz. Essa faixa de sensibilidade é chamada de espectro audível, mas a maior sensibilidade está entre 1 mil e 4 mil Hz sendo seu pico em torno de 2 mil Hz. No entanto, esses números podem variar de uma pessoa a outra, com a idade, e patologias (Campos, 2006). O limite superior da audição humana declina com o envelhecimento, esse processo é chamado de presbiacusia (Cerdán, Luna, & López, 2005).

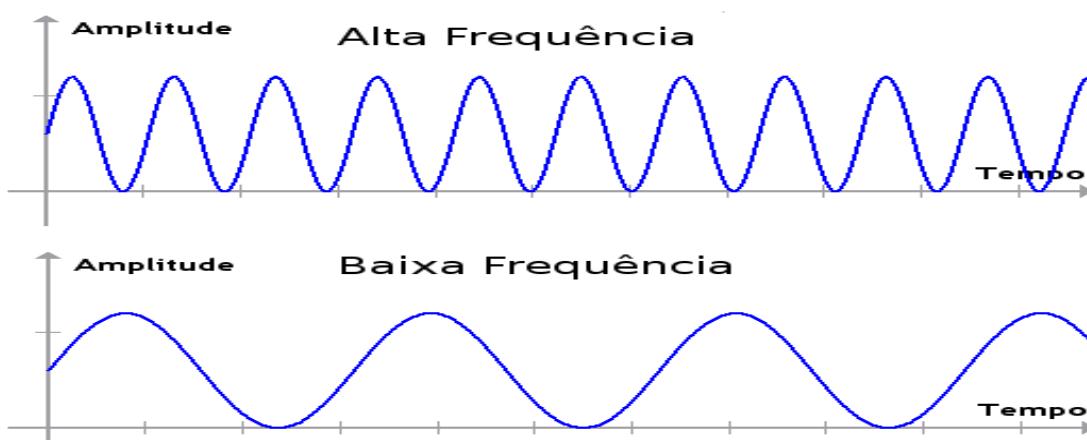


Figura 5. Representação gráfica de ondas sonoras de alta e baixa frequência.⁵

⁵Nota. De *O contributo da música para educação emocional* (p. 30), de A. M. Angelim, 2003. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Educação Emocional, Universidade de Fortaleza-Ce.

Complexidade refere-se ao padrão básico de onda que se repete periodicamente. Um som complexo é formado da combinação de várias frequências (fundamental e harmônicos). A fundamental (F) diz respeito aos padrões de onda que define o som e os harmônicos são múltiplos inteiros (2F, 3F) da fundamental. Um som puro é um som periódico e tem um padrão de uma frequência. Os sons harmônicos são a soma de um som puro e outros sons puros harmonicamente relacionados. Já o som aleatório é um som no qual não se consegue identificar nenhum padrão repetitivo (ruído) (Goldstein, 2001; Schiffman, 2005).

Dificilmente num ambiente natural consegue-se obter um tom puro. Na subseção seguinte será explanado um pouco sobre notas musicais, estímulo que foi utilizado para realização do presente estudo. Notas musicais são consideradas um tom periódico devido possuir um padrão que se repete.

1.4 Notas musicais

O elemento mínimo de um som, formado por um único modo de vibração do ar é o que se denomina de nota musical. Cada nota corresponde a uma duração e está associada a uma frequência específica.

As notas musicais são sons agradáveis ao ouvido humano porque as frequências dos componentes (a fundamental e seus harmônicos) guardam entre si relações matemáticas simples. Se isso não ocorresse, a onda sonora seria associada a um ruído.

É importante ressaltar que é a fundamental quem define a nota e que os harmônicos estão apenas envolvidos com o timbre dos instrumentos. Ou seja, a nota Dó será sempre reconhecida como nota Dó, independente do instrumento em que seja tocado, pois a frequência da fundamental permanece a mesma, o que se modifica é apenas os harmônicos.

O que nos permite diferenciar uma nota musical de outra está associada à teoria da localização (tonotópica). Como citado anteriormente cada nota possui uma frequência fundamental diferente, logo é possível que cada uma delas estimule lugares diferentes da cóclea o que por sua vez estimula diferentes neurônios (Kolb & Whishaw, 2002).

Na escala de notas musicais, uma oitava refere-se ao intervalo de frequências que abrange as 13 primeiras notas (Dó1-Dó2) e assim é denominada por conter 8 teclas brancas no piano. Quando se avança uma oitava, ou seja, 12 notas para frente, a frequência da nota dobra. O símbolo # é chamado de "sustenido" e diz respeito às notas tocadas nas teclas pretas do piano: Dó# (*Dó Sustenido*).

Quando as notas musicais são combinadas sendo tocadas ao mesmo tempo, define-se assim a harmonia. Quando tocadas em sequência, define-se a melodia. A esses fatores combinados, junto a alguns outros, dentro de um determinado padrão lógico pelo intelecto humano, dá-se o nome de música (Angelim, 2003).

O que os estudos apontam e descrevem sobre a percepção musical será tratado na próxima subseção.

1.5 Percepção Musical

Os seres humanos com desenvolvimento normal são capazes, dentro da faixa que corresponde ao espectro audível, de identificar diferentes características do som, a exemplo de identificar diferentes tons, a exemplo de reconhecer uma nota musical como diferente de outra. Esse entendimento a respeito dos atributos musicais e o processo de escuta é o que se denomina Percepção Musical (Dias, 2009).

A música assim como a linguagem é um meio de comunicação. No entanto, os sons musicais são essencialmente baseados em processamento neurológico de informações

acústicas. Existe, portanto, uma autonomia na estrutura cerebral para o processamento musical, ou seja, a área de processamento musical é diferente daquela que processa a linguagem (fala, leitura, escrita) (Platel et al., 1997). Assim, ainda de acordo com esses autores pacientes com lesão cerebral no hemisfério esquerdo apresentam perda da função verbal (afasia) sem necessariamente ser acompanhada da perda das funções musicais (amusia), que tem sido associada ao hemisfério direito.

Pesquisas que versaram sobre as primeiras informações a cerca do processamento auditivo musical no cérebro foram realizadas com indivíduos com alterações neurológicas e auditivas, dentre eles famosos compositores. A hipótese desses estudos era a de que o cérebro poderia não ter um centro específico para o processamento auditivo musical, sendo que a relação cérebro-música englobaria uma série de processos muito elaborados (Ríos et al., 2007).

Pesquisadores concluíram que as informações musicais quando chegam ao córtex auditivo provoca conexões em direção a outras regiões hemisféricas, como áreas corticais de interpretação, inferindo assim que a audição musical além de envolver mecanismos perceptuais básicos no processamento dos eventos auditivos, envolve outros aspectos da cognição (Muszkat, Correia, & Campos, 2000).

Estudos ainda sugerem que as funções musicais parecem ser complexas, múltiplas e de localizações assimétricas, estando o hemisfério direito envolvido na altura, timbre, harmonia e discriminação melódica (Griffiths, 2001; Hough, Givens, Cranford, & Downs, 2007; Zatorre, 2001; Zatorre, Evans, Meyer, & Gjedde, 1992). Por outro lado, o senso de familiaridade, a produção e a compreensão da linguagem falada, do ritmo musical e sequência do som são tarefas do hemisfério esquerdo (Bamiou et al., 2006; Liégeois-Chaveul, Giraud, Badier, Marquis, & Chauvel, 2001). Segundo o modelo do

processamento musical de Peretz, o hemisfério direito está envolvido no processamento de tom e o hemisfério esquerdo no processamento de tempo dos sons (Andrade, 2004).

Para compreender o processamento auditivo central, Dlouha (2007) afirma que é necessário ter conhecimento sobre os mecanismos de três funções auditivas centrais: escuta dicótica, processamento temporal e interação binaural. O autor refere-se à escuta dicótica como a percepção de estímulos diferentes ao mesmo tempo em ambas as orelhas. Ela é comumente utilizada para avaliar assimetria entre hemisférios e efeitos de danos unilaterais. Quanto ao processamento temporal, ele enfatiza como sendo extremamente importante na percepção da fala, discriminação de palavras semelhantes e o reconhecimento de fonemas usando seus traços distintivos. Por fim, descreve a interação binaural como sendo um processo que permite a integração ou separação dos estímulos relacionada à cooperação inter-hemisférica.

No processamento auditivo central, estão envolvidas habilidades tais como:

- *Localização sonora*: habilidade de localizar auditivamente a fonte sonora;
- *Síntese binaural*: habilidade para integrar estímulos incompletos apresentados simultaneamente ou alternados para orelhas opostas;
- *Figura-fundo*: identificar mensagem primária na presença de sons competitivos.
- *Separação binaural*: habilidade para escutar com uma orelha e ignorar a orelha oposta;
- *Memória*: habilidade de estocar e recuperar estímulos;
- *Fechamento*: habilidade para perceber o todo quando partes são omitidas;
- *Atenção*: habilidade para persistir em escutar sobre um período de tempo;
- *Associação*: habilidade para estabelecer correspondência entre um som não linguístico e sua fonte;

- *Discriminação*: habilidade para determinar se dois estímulos são iguais ou diferentes.

Esta última habilidade citada será investigada neste estudo. Pereira (1996) discute que as desordens do processamento auditivo central podem apresentar uma ou mais manifestações comportamentais nos seguintes aspectos: problemas de produção de fala e linguagem; dificuldade de compreensão em ambiente ruidoso; disgrafia; agitação; distração; desempenho escolar inferior em leitura, gramática, ortografia, matemática, e atenção ao som prejudicada.

Portanto a avaliação do processamento auditivo central ajuda a medir a capacidade do indivíduo em reconhecer sons verbais e não verbais em condição de escuta difícil. Desta forma, podem-se determinar as inabilidades auditivas, ter um parâmetro de medida quantitativo da qualidade da audição e contribuir no diagnóstico e no tratamento de diversos transtornos da comunicação oral e escrita.

A música é vista como um recurso potencial para favorecer o desenvolvimento de aspectos cognitivos envolvidos no processamento auditivo. Neste sentido, a mesma pode ser utilizada como instrumento preventivo e/ou terapêutico nos possíveis distúrbios de processamento auditivo, de linguagem e de aprendizagem (Brown, 2001).

Diante do intuito deste trabalho de avaliar a discriminação de notas musicais em indivíduos cegos, na próxima seção serão apresentadas algumas considerações sobre o sistema visual, dando ênfase à deficiência neste sistema.

2. SISTEMA VISUAL: ASPECTOS GERAIS

O sistema visual é considerado um dos principais sentidos para o ser humano, pois possibilita as interações interpessoais, facilita a locomoção, e proporciona o conhecimento acerca do mundo que nos rodeia, uma vez que basta apenas um olhar para que se possa identificar cor, forma, tamanho, movimento, dentre outros atributos de uma cena visual (Kolb & Whishaw, 2002). Do ponto de vista biológico mais da metade do córtex responde a estímulos visuais (Wurtz & Kandel, 2003).

O olho humano se assemelha a uma esfera e é formado basicamente por três camadas: externa, intermediária e interna. O tecido fibroso branco, localizado na parte externa denomina-se esclera, que na parte mais dianteira do olho se transforma em córnea, que por sua vez permite que os raios de luz penetrem no olho.

Já a camada intermediária tem como estruturas a coróide (atua como fonte de suprimento de sangue para os fotorreceptores) que se modifica formando um disco concêntrico denominado íris que é a parte colorida do olho que por sua vez apresenta características complexas e únicas em cada indivíduo e é composta de dois músculos (esfíncter e dilatador) que tem como principal função regular a intensidade de luz que entra no olho, e por fim, corpo ciliar (anel que circunda o cristalino controlando sua curvatura) e o próprio cristalino, lente transparente e flexível que dirige os raios luminosos para um foco nítido na retina.

Na camada mais interna, encontra-se a retina, a qual contém neurônios sensíveis à luz (cones e bastonetes, assim denominados por suas formas se assemelharem a um cone e a um bastão, respectivamente), capazes de enviar informações para o SNC (Lent, 2005).

Percebe-se assim a importância da retina para formação da imagem visual, pois é nela que a imagem é projetada. Ainda na retina é que também ocorre o processo de transdução, como citado anteriormente, nesse processo os receptores localizados na retina

recebem energia luminosa e a transformam em atividade neural (Purves et al. 2005). Na Figura 6 são apresentadas as estruturas do olho.

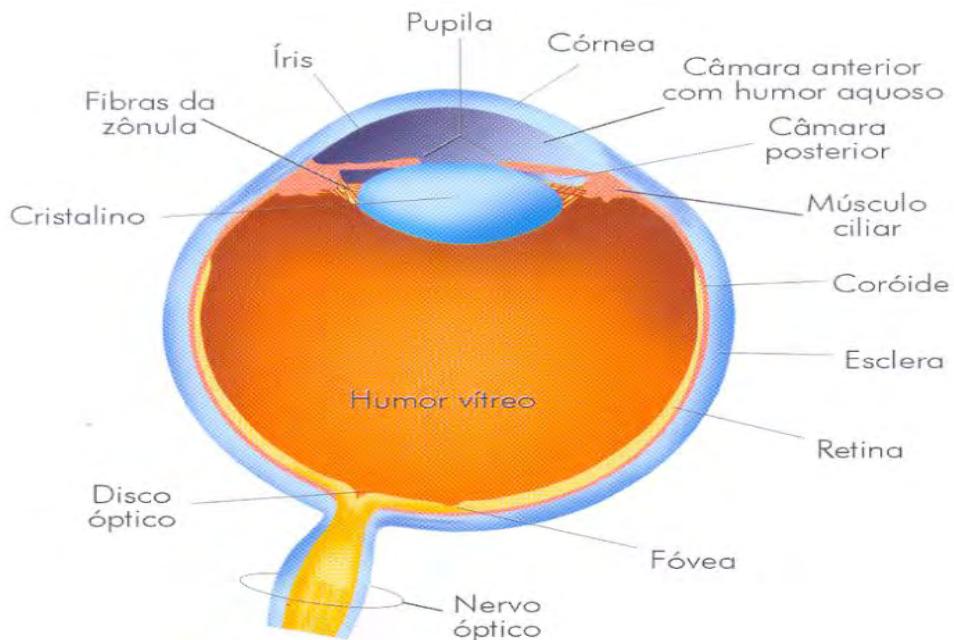


Figura 6. Representação da anatomia do olho em um corte transversal.⁶

O processamento visual que se inicia na retina dá-se em vários níveis no sistema visual. As informações visuais saem da retina pelos nervos ópticos e converge para uma estrutura em forma de “X” denominada quiasma óptico. Depois de cruzar o quiasma óptico seguem para o Núcleo Geniculado Lateral (NGL), que é um importante centro de processamento da informação visual, localiza-se no tálamo e é de onde a maior parte das informações segue para o córtex visual primário. No córtex visual primário, também conhecido como área visual I, V1, área 17 de Brodmann ou córtex estriado, são processadas algumas características do estímulo (a exemplo de bordas e orientação).

De V1 as informações seguem por no mínimo duas vias distintas para regiões secundárias que são anatomicamente e funcionalmente distintas e são conhecidas em seu

⁶Nota. De *Neurociências* (p.211), de D. Purves, G. J. Augustine, D. Fitzpatrick, L. C. Kartz, A. S. LaMantia, J. O. McNamara, e P. Williams, 2005. Porto Alegre: Artmed.

conjunto como córtex extra-estriado, córtex secundário, córtex de associação ou área 18 de Brodmann.

Em resumo, de V1 as informações passam para áreas assimétricas do córtex extra-estriado, são as áreas V2, V3, V4, V5 (MT – área médio temporal), que vão responder a características distintas da imagem visual, como cor, forma, profundidade, movimento, dentre outras (Wurtz & Kandel, 2003).

Um maior e melhor conhecimento a cerca da organização do córtex visual humano é possível a partir do uso de diferentes métodos não-invasivos, particularmente a fMRI. A descoberta e análise de áreas corticais visuais são importantes para neurociência visual (Grill-Spector & Malach, 2004). Entender essas estruturas se faz importante para compreender as diferentes disfunções visuais, como e onde ocorrem as patologias visuais que serão discutidas adiante.

A próxima subseção inicia o relato sobre a deficiência trazendo sua definição e classificação.

2.1 Deficiência

Desde os tempos mais remotos, encontram-se relatos de casos de pessoas deficientes. Nas sociedades primitivas essas pessoas eram vistas como possuídas por espíritos malignos, sua deficiência era considerada como resultado de um castigo pelos seus pecados ou de algum familiar. Já para os povos Hebreus essas pessoas não eram dignas e por isso eram isoladas e muitas vezes eliminadas da sociedade (Louro, 2003).

As crianças que na Grécia nasciam com alguma deficiência eram colocadas em vasilha com argila e abandonadas. Já em Esparta, os recém nascidos deficientes, eram considerados crianças sub-humanas, por isso eram condenados a morte. Em Roma também

era legítimo a eliminação desses indivíduos. Foi com o advento do Cristianismo que começaram a mudar as concepções sobre a deficiência, passando todos os povos a serem vistos como filhos de Deus (Franco & Dias, 2005).

No entanto, o maior marco da revisão deste preconceito foi no período da crença, na capacidade criadora do homem, o renascimento (Walber & Silva, 2006). A partir de então os deficientes passam a ser vistos como pessoas úteis que precisam de cuidados. Na década de 60, surgem leis para inclusão de deficientes à sociedade favorecendo sua integração (Sassaki, 2003).

Desde então são muitos os avanços pertinentes a inclusão dos deficientes, a exemplo do surgimento dos direitos e garantias do deficiente, mas não se pode afirmar que essas pessoas estão totalmente inclusas na sociedade, pois o preconceito em muitos âmbitos ainda é evidente (Louro, 2003).

Atualmente, têm crescido o número de pesquisas sobre as deficiências, pesquisas estas que são de suma importância para orientação de assistência a essas pessoas e melhora em sua qualidade de vida, visto que elas apresentam um grande impacto para o desenvolvimento sócio econômico dos países (Salomão, Mitsuhiro, & Belfort, 2009).

Deficiência é um termo que recebe várias definições na literatura. Amaral (1996) define esse termo como uma perda ou anormalidade de estrutura ou função; incapacidade devido à restrição de atividades em decorrência de uma deficiência; e desvantagem atribuída à condição social de prejuízo resultante de deficiência e/ou incapacidade.

Já de acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), elaborada pela Organização Mundial de Saúde (WHO), deficiência é definida como uma anomalia de estrutura ou de aparência do corpo humano, tais como, um desvio importante ou uma perda, tratando-se em princípio de uma perturbação de tipo orgânica (Leitão, 2004).

Os casos de deficiências, no geral, são classificados em cinco tipos pela WHO: deficiência física (tetraplegia, paraplegia e outros), deficiência mental (leve, moderada, severa e profunda), deficiência auditiva (total ou parcial), deficiência visual (cegueira e visão reduzida) e deficiência múltipla (duas ou mais deficiências associadas) (Farias & Buchalla, 2005).

O próximo subtópico aborda a classificação e etiologia da deficiência visual, uma vez que esta pesquisa tem como foco a cegueira.

2.2 Deficiência Visual: classificação e etiologia

A deficiência visual, no geral, é definida como a perda ou diminuição do sentido da visão. O indivíduo deficiente visual apresenta algum déficit em todas ou algumas funções visuais, tais como, contraste, cor, forma ou tamanho do estímulo visual. Desta forma, o diagnóstico da deficiência visual é feito pela avaliação da acuidade visual (capacidade do indivíduo de discriminar objetos a uma distância específica, sendo caracterizada por dois fatores: à distância e o ângulo formado pelos olhos no momento de apreciação do objeto; afirma-se que quando a acuidade é baixa, a pessoa tem dificuldade para perceber formas), sensibilidade ao contraste, visão de cores e outros (Sousa, Bosa, & Hugo, 2005).

Logo, a deficiência visual pode estar associada a falhas de origem biológica causadas por doenças oculares; estas por sua vez podem levar a um mau funcionamento visual (visão subnormal, reduzida ou baixa visão) ou à ausência total desse sentido (cegueira). Além de que a deficiência visual pode se apresentar de forma unilateral (em apenas um olho) ou bilateral (ambos os olhos) (Lavarda & Bidarra, 2007).

A cegueira, por representar a perda de um dos sentidos mais úteis no relacionamento do homem com o mundo é considerada uma deficiência visual grave. Essa

deficiência, em alguns casos, pode ser amenizada por tratamento médico e algumas das doenças que a causam podem ser evitadas (Jeveaux, Portes, Couto, & Shinzato, 2008; Resnikoff, 2000; Temporini & Kara-José, 2004).

As cegueiras, que estão associadas a danos no sistema nervoso, podem ser classificadas em modalidades específicas, como: cegueira nervosa, assim denominada por estar associada às lesões das vias ópticas; cegueira cortical, que é provocada pela deterioração dos lóbulos occipitais; e cegueira psíquica, que se caracteriza pela incapacidade de reconhecer objetos, mesmo quando o aparelho visual está intacto (Carvalho, Freitas, Kimolto, & Gasparetto, 2002).

É preciso ficar claro que baixa visão e cegueira são duas deficiências visuais diferentes. De um ponto de vista educacional, as pessoas com baixa visão são aquelas que conseguem ver objetos a poucos centímetros, ler e escrever utilizando-se da visão. Apesar de limitados no uso desse sentido, o utilizam no processo de ensino/aprendizagem, acrescentando para isso uma iluminação especial, auxílios ópticos, dentre outros (Carvalho et al., 2002).

Assim, as pessoas com baixa visão são aquelas que continuam com sua função visual prejudicada mesmo com a utilização de aparelhos de correção, ou tratamento. Em termos de acuidade visual o que melhor caracteriza as pessoas de baixa visão é possuírem uma acuidade de 20/60 no melhor olho e se utilizarem da visão para executar uma determinada tarefa (Brito & Veitzman, 2000).

Já as pessoas cegas são aquelas que têm como principal meio de comunicação no processo ensino/aprendizagem o sistema Braille (far-se-á um breve relato desse sistema na subseção 2.6), ou seja, não se utilizam da visão para aquisição de conhecimentos (Ferreira, Del Prette, & Lopes, 2009). A pessoa cega é desprovida da capacidade de perceber e fazer

discriminações de objetos, pessoas e ambientes através dos olhos, no entanto, alguns podem utilizar-se da percepção da luz para orientar-se no ambiente (Carvalho et al., 2002).

Do ponto de vista da acuidade visual, a pessoa para ser reconhecida legalmente como cega deve não perceber a luz ou ter nível de acuidade da ordem de 20/200 na escala optométrica tabela de Snellen (Figura 7), no melhor dos seus olhos, com correção adequada. Essa proporção significa que ela pode ver a uma distância de 20 pés (6 metros), um objeto que uma pessoa de visão normal vê a 200 pés (60 metros) (Santos, Passos, & Resende, 2007).

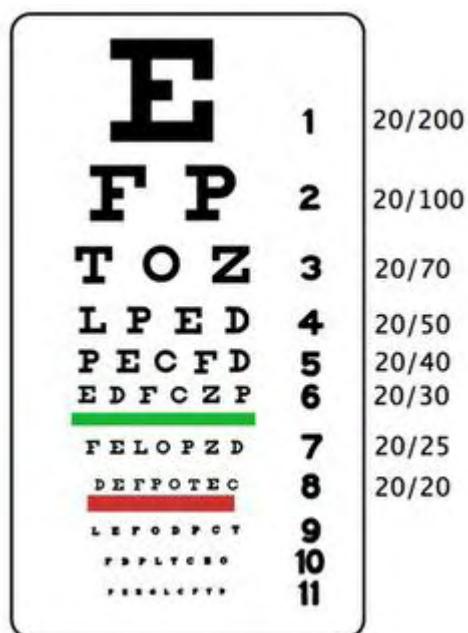


Figura 7. Tabela de Snellen⁷.

A acuidade na tabela de Snellen é avaliada através da apresentação de letras progressivamente menores, esta tabela é sempre utilizada a 6 metros de distância do examinando. Apresenta-se abaixo a percentagem de eficiência visual relacionada à acuidade visual medida na tabela de Snellen⁸.

⁷ Nota. *Óptica Atlantis, de Simões, E., 2009. Acesso em 20 de outubro, 2010, em <http://opticaatlantis.blogspot.com/2009/08/tabela-de-snellen.html>*

⁸Nota. *Oftalmologia- Curso preparatório para médico perito, de E. A. Barros Jr., 2006. Acesso em 27 de junho, 2010, em www.edmilsonbarros.adv.br/intra/mensagens/Oftalmologia*

Tabela 1

Classificação da eficiência visual baseada na acuidade da tabela de Snellen

VISÃO CENTRAL CONJUGADA COM VISÃO PERIFÉRICA	
SNELLEN	EFICIÊNCIA VISUAL EM PERCENTAGEM
20/20	100%
20/25	95%
20/30	91,4%
20/40	83,6%
20/50	76,5%
20/60	69,9%
20/70	63,8%
20/80	58,5%
20/100	48,9%
20/200	20%
20/400	10%

Diante das muitas definições sobre disfunções visuais, viu-se a necessidade de padronizar tal classificação para uma melhor intervenção médica e conhecimento acerca dessas deficiências (Brito & Veitzman, 2000). Portanto, os diagnósticos de visão subnormal (baixa visão) e cegueira feitos por oftalmologistas seguem a CID-10 (Classificação Internacional de Doenças, 10^a Revisão), que por sua vez toma por base as classes de comprometimento de acuidade elaboradas pela WHO. A classificação da deficiência visual é encontrada na categoria H.54 (cegueira e visão subnormal), e é assim demonstrada:

- H54.0 Cegueira, ambos os olhos: Classes de comprometimento visual 3, 4 e 5 em ambos os olhos.
- H54.1 Cegueira em um olho e visão subnormal em outro: Classes de comprometimento visual 3, 4 e 5 em um olho, com categorias 1 ou 2 no outro olho.
- H54.2 Visão subnormal de ambos os olhos: Classes de comprometimento visual 1 ou 2 em ambos os olhos.
- H54.3 Perda não qualificada da visão em ambos os olhos: Classes de comprometimento visual 9 em ambos os olhos.

- H54.4 Cegueira em um olho: Classes de comprometimento visual 3, 4 ou 5 em um olho (visão normal no outro olho).
- H54.5 Visão subnormal em um olho: Classes de comprometimento da visão 1 ou 2 em um olho (visão normal do outro olho).
- H54.6 Perda não qualificada da visão em um olho: Classe de comprometimento visual 9 em um olho (visão normal no outro olho).
- H54.7 Perda não especificada da visão: Classe de comprometimento visual 9.

As classes de comprometimento dependem das condições da acuidade visual do indivíduo. Seguindo os parâmetros utilizados pela WHO⁹, o grau de comprometimento visual é descrito abaixo (Tabela 2):

Tabela 2

Classificação do grau de comprometimento da acuidade visual

Grau de comprometimento	Acuidade visual com a melhor correção possível	
	Máxima menor que	Mínima igual ou maior que
1	20/70	20/200
2	20/200	20/400
3	20/400	5/300
4	5/300	Percepção da Luz
5	Ausência da Percepção da Luz	
9	Indeterminada ou não especificada	

Partindo do que foi exposto as pessoas com deficiência visual total são aquelas que podem ter alguma reação à luz, mas não conseguem discernir objetos, pessoas ou eventos, e assim, se desenvolvem por meio de ações que não utilizam a visão (Thylefors, Négrel, Pararajasegaram, & Dadzie, 1995). De acordo com Sousa et al. (2005) não é comum o caso

⁹Nota. De *Tradução do Centro Colaborador da OMS para Classificação de Doenças em Português. 10^a ed.*, de OMS. CID 10, 2003. São Paulo: EDUSP.

de pessoas totalmente cegas, ou seja, que apresentem desde ausência total das funções visuais até a perda da percepção de luz.

Independente do grau de comprometimento visual para que se possam desenvolver estratégias de intervenção junto a esta população é preciso também entender sobre a etiologia da deficiência visual.

A deficiência visual pode ser tanto de ordem genética, quanto adquirida. Sua etiologia está relacionada a diferentes patologias, como também acidentes, vale ressaltar ainda que algumas doenças podem não somente causar a deficiência como também agravá-la. Segundo Malta, Endriss, Rached, Moura e Ventura (2006) algumas causas da cegueira são influenciadas pelo contexto regional, pelo desenvolvimento socioeconômico, bem como pela ausência de serviços e assistência à saúde.

De acordo com a WHO (2009) as principais causas tanto da privação quanto da deficiência visual que tem atingindo as pessoas no mundo são: Erros de refração (miopia, hipermetropia ou astigmatismo), catarata, glaucoma, degeneração macular. Opacidades corneanas relacionadas à cicatriz da córnea; Retinopatia diabética, que está associada à diabetes; Cegueira tracoma; Deficiência de vitamina A e doenças oculares em crianças, tais como catarata, retinopatia da prematuridade, relacionada a doenças de olho de recém-nascidos prematuros. Estas causas estão apresentadas na ordem de frequência que ocorrem em todo o mundo. Mais detalhes sobre as mesmas serão relatados na subseção 2.5.

Com os avanços médicos tecnológicos, pelo menos 60% das causas de cegueira e grave comprometimento visual são passíveis de prevenção ou tratáveis (Ventura, Ventura, Brandt, Ferraz, & Ventura, 2007). Já de acordo com Temporini e Kara-José (2004) 80% dos casos de cegueira e distúrbios visuais já poderiam ter sido evitados. No entanto, o que tornam esses casos cada vez mais incidentes é o fato de mais de 80% dos deficientes visuais brasileiros não terem acesso a tratamento (Jeveaux et al., 2008). Esta estatística põe

em evidência a necessidade da inserção da assistência oftalmológica na atenção primária a saúde (Resnikoff & Pararajasegaram, 2001).

A WHO tem lançado campanhas estimulando a implementação de programas de prevenção da perda da visão, uma vez que é o sentido pelo qual se dá 85% do contato do homem com o ambiente que o cerca e sua perda é um fato agravante, principalmente pelas consequências sociais e econômicas que acarreta (Brito & Veitzman, 2000).

O programa lançado pela WHO para atuar juntamente com a população, associações, organizações denominado “VISION 2020: The Right to Sight” tem como principal objetivo eliminar a cegueira que se pode prevenir até o ano de 2020 (Jeveaux et al., 2008). Esta prevenção é de suma importância para diminuir o número de pessoas deficientes visuais, pois ainda são pessoas estigmatizadas, alvo de muitos preconceitos e limitações. Sobre essas implicações sociais é que irá tratar o próximo subtópico.

2.3 Implicações Sociais da Cegueira

A cegueira é considerada um problema de saúde pública tanto devido a sua alta prevalência, quanto por acarretar consequências nos aspectos pessoais e sociais, visto que a visão atua como um dos principais meios de aquisição e elaboração do conhecimento do mundo e de si mesmo. É também através da visão que ocorre o desenvolvimento e a interação de fatores biológicos com fatores ambientais e sociais (Cobo, Rodríguez, & Bueno, 2003). A privação visual é considerada uma condição que limita ou impede o indivíduo de desempenhar seu papel social de forma plena e integrada (Salomão et al., 2009).

A cegueira acarreta além da deficiência sensorial, interferência em muitas atividades diárias do indivíduo, como: dificuldade de se locomover, interagir, acessar

informação, alfabetização, emprego, dentre outros. Estes aspectos muitas vezes levam a uma perda do status social e uma baixa na auto-estima. Estas implicações físicas e sociais do deficiente visual diminuem não apenas sua própria qualidade de vida como também a de seus familiares.

As pessoas com alguma deficiência sensorial têm de ultrapassar inúmeras barreiras no dia a dia, visto que muitos ambientes urbanos são projetados ignorando a existência dessas pessoas. As pessoas cegas precisam de um grande esforço próprio para locomover-se, conseguir obter algumas informações em sítios da web mal projetados e, da mesma forma, comunicar-se via Internet (Torres, Mazzoni, & Mello, 2007).

O indivíduo, de cegueira congênita ou adquirida, precisa ser estimulado desde a mais tenra idade, pois a falta de estímulos pode acarretar uma série de déficits em funções quais, a priori, o indivíduo não possui nenhum tipo de comprometimento. Um destaque importante dar-se para as crianças cegas, visto que os estímulos visuais são os principais impulsionadores da vontade de movimentar-se, pode-se observar tal fato em crianças com visão normal que elevam a cabeça ou engatinham para pegar algo que eles vêem e que lhes desperta o interesse (Santos et al., 2007). Além disso, a ausência da visão pode comprometer a capacidade das crianças de aprender comportamentos sociais por meio de dicas visuais, modelos e feedback (Ferreira et al., 2009).

Familiares de pessoas cegas precisam incentivá-los a frequentar instituições especializadas na reabilitação e educação dessas pessoas, para que eles possam desenvolver-se de forma a serem inclusos socialmente. A família é o principal responsável pela transmissão de confiança aos deficientes (Andreghetti et al., 2009).

Uma pessoa cega não é extremamente diferente de uma pessoa vidente. A perda do sentido não a torna um ser incapaz, apenas limitado, limites esses que as pessoas deficientes tentam ultrapassar lutando por apreender o mundo com um sentido a menos. Os

dados nacionais e mundiais de estimativas a cerca do número de indivíduos com deficiência serão relatados no próximo subtópico.

2.4 Perfil e Prevalência das deficiências: um foco na deficiência visual

De acordo com pesquisas da WHO há cerca de 600 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência no mundo, sendo a maioria de baixa renda e em países em desenvolvimento (WHO, 2008). Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pelo Censo Demográfico realizado no ano de 2000, cerca de 25 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de deficiência, sendo a maioria do sexo feminino. Vale ressaltar que as pessoas que apresentaram mais de uma deficiência neste levantamento foram contabilizadas apenas uma vez, implicando que o número de pessoas que apresentam mais de uma deficiência é de quase 10 milhões.

O nordeste é a região que apresenta maior proporção de pessoas com deficiência por região. Quando se trata de estados brasileiros, a Paraíba, estado onde será realizada a presente pesquisa, é o local que apresenta maior percentual de casos proporcional à sua população (IBGE, 2000).

Restringindo os dados para deficiência visual, no ano de 2002 a estimativa mundial era de que existiam cerca de 161 milhões de pessoas com esta deficiência, destas, 37 milhões eram cegas (Resnikoff et al., 2004). Estas estimativas aumentaram segundo a WHO no ano de 2009, chegando a 314 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 45 milhões cegas. Dois terços destas pessoas cegas são mulheres e 82% de todas as pessoas que são deficientes visuais têm 50 anos ou mais (apesar de representarem apenas 19% da população do mundo).

Em nível de Brasil, os dados apresentados pelo Censo 2000 realizado pelo IBGE estimaram que cerca de 9,5% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual, muitas são pessoas que possuem baixa visão e, em termos quantitativos, sabe-se que a maioria das pessoas com deficiência visual possui algum grau residual de visão, poucas são totalmente cegas.

Quanto à cegueira, em números absolutos, o Brasil possui 148 mil pessoas cegas, em sua maioria mulher (77.900). A maior proporção de pessoas cegas por região encontra-se na região Nordeste (57.400). No total, 90% dos deficientes se encontram em países em desenvolvimento (Ventura et al., 2007).

O acelerado crescimento do número de pessoas cegas, de um a dois milhões de casos por ano, leva a WHO a estimar que em 2020 o número total de casos ao redor do mundo irá dobrar, a não ser que sejam disponibilizados recursos suficientes para a prevenção (Temporini & Kara-José, 2004).

As principais patologias que afetam o sistema visual serão relatadas no subtópico seguinte.

2.5 Patologias do Sistema Visual

Desde a concepção até a mais tenra idade todos os indivíduos estão sujeitos a doenças oculares que vão desde a um erro de refração na retina a danos no SNC (vias visuais corticais), esta probabilidade aumenta com o avançar da idade.

A entrada na terceira idade ocasiona uma deteriorização nas propriedades ópticas do globo ocular que podem reduzir a nitidez das imagens retinianas, como alterar a percepção de cor. Produz ainda uma piora no funcionamento dos receptores nervosos que respondem as variações do nível de iluminação (Cerdán et al., 2005).

Apesar da idade influenciar na qualidade da resposta visual, existem patologias que também afetam diretamente o sistema visual em qualquer idade que o indivíduo esteja, sendo algumas até congênita, dentre elas pode-se destacar:

As de erro de refração: **Presbiopia** relacionada com incapacidade do cristalino de se modificar. Ou seja, a razão básica da presbiopia é o endurecimento do cristalino, impossibilitando assim um melhor foco da imagem na retina.

Num olho normal a imagem de um objeto é formada na retina, já num indivíduo com **Miopia** a formação da imagem ocorre antes da retina, isso ou porque o globo ocular é anormalmente profundo para a capacidade de refração do cristalino, ou por que o cristalino e a córnea refratam raios luminosos anormalmente. Sendo assim os míopes enxergam mal de longe. Estima-se que a miopia afeta aproximadamente 50% da população.

Na **Hipermetropia**, outro exemplo de erro de refração, menos comum que a miopia, a formação da imagem de um objeto próximo ocorre, teoricamente, atrás da retina, ou porque o cristalino é muito plano ou o globo ocular tem pouca profundidade não permitindo assim uma adequada refração luminosa. Os hipermetropes enxergam mal de perto.

O **Astigmatismo**, por sua vez, apresenta-se como um defeito na curvatura da córnea, o olho não é capaz de distinguir, ao mesmo tempo, com a mesma nitidez, linhas verticais e horizontais.

Outras patologias oculares estão ligadas a degeneração visual, são elas: a **degeneração macular**, que é uma doença na parte central da retina. Esta patologia acarreta a deterioração da fóvea e ocorre mais comumente em pessoas acima de 50 anos.

A **Catarata** que é uma perda gradual de transparência da lente do olho. Ou seja, é a deficiência da passagem da luz através do olho, devido à opacidade do cristalino. Devido essa opacidade ocorre que menos luz atinge a retina, neste sentido, a visão no olho afetado

é mal definida. Outros sintomas da catarata são: redução da percepção de profundidade, dificuldade na percepção de cores, principalmente azul e roxo, dificuldade de ler letras pequenas e má visão noturna ou em lugares pouco iluminados.

Glaucoma é o conjunto de enfermidades que têm em comum o aumento da pressão ocular, a perda do campo visual e a atrofia do nervo óptico. É uma pressão do líquido do olho anormalmente alta que chega a comprimir o nervo óptico que resulta numa perda da visão periférica ou lateral chegando até a cegueira. A perda da visão é geralmente gradual e indolor. Uma vez que ocorra a perda da visão devido ao Glaucoma, a mesma não pode ser recuperada.

Neurite óptica está relacionada com o aumento da pressão intracraniana que leva o líquido cefalorraquidiano no nervo óptico deslocar-se causando inchaço no disco óptico e a inflamação do nervo óptico.

A **Retinose** está ligada a doenças da retina na qual a visão noturna, a visão periférica são perdidas, ou seja, ela ocasiona alterações no campo visual do indivíduo, acomete os fotoreceptores da retina mais especificamente os bastonetes por isso a dificuldade de adaptação ao escuro (cegueira noturna) e diminuição da visão. Além disso, causa também alterações na região central comprometendo assim as funções visuais centrais. Ela pode ser tanto adquirida, quanto genética, sendo esta sua forma mais grave.

Retinopatia Diabética, inchaço no olho que causa o bloqueio da transmissão de luz devido ao rompimento dos vasos sanguíneos e capilares da retina. Esta patologia está relacionada com a diabete, que por sua vez é uma doença que deixa o organismo do indivíduo impossibilitado de utilizar e armazenar açúcar. A duração da diabete e a probabilidade de desenvolver retinopatia diabética mantém entre elas uma correlação positiva.

Outras patologias também podem levar a cegueira, como meningite (inflamação nas meninges que revestem o cérebro) e a rubéola que quando adquirida durante a gestação pode afetar a visão do bebê (Bear, Connors, & Paradiso, 2002).

As patologias visuais que são corrigidas com lentes ou cirurgias possibilitam o indivíduo mesmo com alguma dificuldade comunicar-se usando a escrita, no entanto as pessoas totalmente cegas precisam adaptar-se ao sistema Braille de comunicação. Sobre esse sistema que versará o próximo subtópico.

2.6 Braille

Com a necessidade de educação por parte dos deficientes visuais, nos institutos europeus dedicados a este feito foi onde se iniciou a utilização de um tipo de linguagem em alto relevo para ajudar na escrita e leitura dessas pessoas (Cerqueira & Lemos, 1996). Esse código constituído de 36 sinais, correspondentes aos 36 fonemas da língua francesa, foi criado por um oficial do exército francês para comunicar-se à noite com seus soldados.

Em 1824, esse código foi aprimorado por um discente do instituto dando origem a um sistema de escrita e leitura mais simples e completo, especialmente para cegos, que é reconhecido até hoje pelo seu sobrenome, Braille (Ferreira & Lemos, 1995). O sistema Braille, portanto, se tornou a linguagem universal dessas pessoas.

Foi apenas em 1856 que no Brasil chegaram às primeiras chapas para escrita em Braille. Hoje reconhecido como “Instituto Benjamin Constante”, antes “Imperial dos Meninos Cegos”, foi o primeiro instituto do Brasil voltado para deficientes visuais, localizado no Rio de Janeiro. Hoje neste país, encontram-se outras instituições voltadas para educação, profissionalização e inserção dessas pessoas na sociedade (Louro, 2003).

Particularmente, em João Pessoa-Pb, cidade onde foi realizada a presente pesquisa, encontra-se duas grandes instituições que trabalham com pessoas deficientes visuais, são elas: FUNAD (Fundação Centro Integrado de Apoio ao Portador de Deficiência) e o Instituto dos Cegos da Paraíba Adalgisa Cunha.

Apesar do número crescente de instituições voltadas para o trabalho com tais pessoas as limitações ainda são grandes, a exemplo do alto custo para aquisição de impressora que imprima em Braille, o que dificulta o acesso dos cegos a informações e sua alfabetização.

É importante destacar que nem toda pessoa cega lê Braille, os principais motivos são: por não conseguirem ser alfabetizada nesse sistema, por que não conseguem desenvolver sensibilidade tátil necessária para tal leitura, ou por que perdem tal sensibilidade que está relacionada com a irrigação sanguínea na ponta dos dedos.

Mesmo dentre os mais fluentes na leitura em Braille, existem aqueles que preferem ter acesso a textos gravados que impressos em Braille devido ao esforço que demanda e pelos textos muitas vezes apresentarem linguagem complexa. Por outro lado, existem cegos que relatam que textos gravados causam sonolência e desconcentração. Essas preferências devem ser respeitadas, uma vez que pode comprometer a qualidade do desempenho do indivíduo (Torres et al., 2007).

Ocorre que com a ausência da percepção visual os sentidos do tato e da audição tornam-se ainda mais importantes no processo de apropriação do conhecimento e do mundo. Assim, a percepção tátil possibilita o conhecimento do meio em que a pessoa está inserida, através, por exemplo, da exploração dos objetos que a cerca. A percepção auditiva, por sua vez, atua como meio de promover uma orientação para a pessoa cega, principalmente no que se refere à sua locomoção.

Destarte, estudos têm-se voltado para verificar compensação dos sentidos remanescentes em consequência da privação visual, como o presente trabalho parte desse princípio, na subseção a seguir será apresentado a definição de plasticidade neural e alguns estudos enfatizando o desempenho do sistema auditivo de pessoas cegas.

3. PLASTICIDADE NEURAL

Apesar da importância do sistema visual, a percepção do mundo não se resume somente aos olhos. Uma pessoa com deficiência visual pode assim obter informações das coisas ao seu redor através das outras funções sensoriais e alguns estudos concluem que estes sentidos remanescentes até apresentam melhora em suas respostas nesses casos (Gougoux, Zatorre, Lassonde, Voss, & Lepore, 2005; Niemeyer & Starlinger, 1981), o que é atribuído a plasticidade neural, no entanto, esta melhora não pode ser generalizada para todas as habilidades (Weaver & Stevens, 2006).

Os rearranjos neuronais que ocorrem em resposta a fatores ambientais se caracterizam pela capacidade do Sistema Nervoso de modificar-se e estruturar-se em resposta a condições adversas, a esta habilidade do sistema nervoso dar-se o nome de plasticidade neural. Este fenômeno pode ser compreendido através do conhecimento das propriedades neuronais: a natureza das suas conexões sinápticas e a organização das áreas cerebrais.

A plasticidade tem sua maior ocorrência durante o desenvolvimento, no entanto, não se extingue na vida adulta (Ferrari, Toyoda, Faleiros, & Cerutti, 2001). A fase em que ocorre grande plasticidade é denominada período crítico. A plasticidade se caracteriza por seu valor compensatório, apesar de em alguns casos produzir funções mal adaptativas (Lent, 2008).

Na ocorrência de privações sensoriais, como no caso da cegueira, o SNC utiliza-se da capacidade plástica para compensar a função sensorial perdida (Oliveira, Salina, & Annuciato, 2001). São conhecidos dois tipos de plasticidade: a compensatória e a *cross-modal*. A plasticidade compensatória refere-se a um aumento compensatório do tamanho ou aumento de resposta dos sistemas sensoriais intactos. A plasticidade *cross-modal*, por sua vez, refere-se a respostas de outras modalidades sensoriais em regiões normalmente dedicadas ao sistema sensorial privado (Fine, Finney, Boynton, & Dobkins, 2005).

Os primeiros estudos investigando os fenômenos plásticos datam da década de 60, onde se destaca o estudo de Hubel e Wiesel, o qual investigava como a visão se estabelece no cérebro de animais jovens e como os estímulos ambientais podem influenciá-la. Em resumo, estes pesquisadores suturaram um dos olhos de filhotes de gato em seu trigésimo dia de vida e assim deixaram durante os próximos cinquenta dias do seu desenvolvimento. Após esse período tiraram os pontos da sutura e perceberam que a estrutura ocular estava normal, no entanto, o felino estava cego daquele olho. Ou seja, mesmo depois de aberto o olho que havia sido suturado, o cérebro do animal apenas processava impulsos do olho que estava aberto desde o nascimento, era ele quem se encarregava de todas as sinapses. Neste sentido, dos 30 aos 80 dias de nascido seria o período crítico para o desenvolvimento da visão do felino (Diamond & Hopson, 2000).

Estudar os fenômenos plásticos em qualquer nível que ocorra é fundamental para entender como as áreas cerebrais estão envolvidas neste processo. Especificamente, no caso de perdas sensoriais, pode-se contribuir na construção de novas perspectivas para o desenvolvimento de estratégias de reabilitação e de educação. É possível que os conhecimentos adquiridos sobre a forma como o cérebro se adapta a cegueira possam ser aplicados a outras situações de privação sensorial (Amedi, Merabet, Bermpohl, & Pascual-Leone, 2005). No subtópico a seguir serão abordados estudos que investigam a plasticidade em sujeitos cegos.

3.1 Cegueira e plasticidade

Os estudos a respeito da plasticidade envolvem principalmente as perdas sensoriais (Rauschecker, 1995). As interrogações sobre: se os surdos possuem melhor percepção visual, se os cegos ouvem melhor, se desenvolvem melhor habilidade espacial, dentre outros aspectos, tem gerado uma série de estudos no âmbito da plasticidade.

Nos estudos sobre a cegueira, o enfoque se dá para a plasticidade decorrente da utilização do sentido tático, visto que a linguagem em Braille explora a utilização desse sentido nos cegos (Sadato, Okada, Honda, & Yonekura, 2002). Por outro lado, visto a importância da audição em vários aspectos da vida diária desses indivíduos a exemplo dos conceitos espaciais, locomoção, obterem informações de outras pessoas, os estudos têm-se voltado para esse âmbito (Gougoux et al., 2004).

Pesquisas sobre o cérebro do indivíduo cego proporcionam oportunidade singular para compreender melhor como esta estrutura muda e se adapta em resposta aos estímulos ambientais. Amedi et al. (2005), em seu estudo sobre o córtex occipital de cegos, sugere que regiões do cérebro geralmente associadas com o processamento de informações visuais sofrem mudanças dinâmicas notáveis em resposta a cegueira. Estas mudanças neuroplásticas são associadas ao processamento realizado pelos sentidos remanescentes.

O estudo de Uhl, Franzen, Lindinger, Lang e Deecke (1991), com cegos congênitos usando padrões de ativação cortical medida no couro cabeludo durante uma tarefa de leitura tática, sugere o envolvimento do córtex visual de cegos durante essas tarefas. Dentre os estudos de leitura Braille, encontra-se o de Cohen et al. (1997), que chegou a mesma conclusão utilizando o método de estimulação magnética transcraniana. Ele propõe que a cegueira precoce (aquele instalada até os 10 anos de idade) pode causar recrutamento do córtex visual para o processamento somatosensório. Os mesmos autores se utilizando de outras tarefas, como discriminação tática, chegaram às mesmas conclusões. Estes estudos concluíram que a plasticidade *crossmodal* pode explicar em parte, a melhor habilidade de percepção tática em cegos.

Sadato et al. (1996), em seu estudo com cegos precoce (cegueira adquirida até os 13 anos), observaram ativação em áreas corticais primária e secundária do córtex em tarefas de leitura Braille e outras de discriminação tática, enquanto que o cérebro dos sujeitos

videntes não mostrou ativação. No entanto, essa ativação também não ocorreu nos cegos quando os mesmos passavam os dedos sobre padrões homogêneos de pontos Braille.

Através do método fMRI e utilizando tarefas de discriminação tátil, Sadato et al. (2002) estudaram a reorganização do córtex visual de cegos precoces (aqueles que ficaram cegos até os 16 anos de idade), cegos tardios (ficaram cego após os 16 anos) e pessoas videntes. Observaram que o desempenho na tarefa foi significativamente melhor nos participantes cegos precoces do que nos cegos tardios e indivíduos videntes. Concluindo assim que os 16 primeiros anos de vida representam o período crítico para funcionamento de V1 no processamento de estímulos táteis.

Por outro lado, o estudo de Melzer et al. (2001) constatou que a ativação do córtex visual ocorre principalmente em cegos tardios (aqueles indivíduos que perderam a visão após 12 anos de idade e antes disso liam impressos). Burton (2003), em seu estudo com tarefa de leitura Braille, observou que há ativação em toda porção do córtex visual de todos os cegos independente da idade do início da cegueira.

No que tange a questão da melhora da percepção auditiva em sujeitos cegos, os resultados têm sido controversos. O que se encontra na literatura é que os indivíduos geneticamente cegos ou que ficaram cegos no início da vida mostram maiores habilidades auditiva em relação aos sujeitos videntes em tarefas que exigem discriminação complexa, atenção e memória (Fieger, Roder, Teder-Salejarvi, Hillyard, & Neville, 2006; Roder & Rosler, 2003; Roder et al. 1999). Porém, alguns déficits foram reportados em tarefas que envolvem limiares auditivos sensoriais (Starlinger & Niemeyer, 1981; Yates, Johnson, & Starz, 1972).

Um estudo encontrado na literatura a respeito da percepção auditiva em pessoas cegas é o de Muchnik, Efrati, Nemeth, Malin e Hildesheimer (1991), eles compararam um total de 56 cegos e 40 indivíduos videntes em três tarefas auditivas distintas, dentre elas a

capacidade de localizar sons em oito direções diferentes. Em todas as tarefas, os indivíduos cegos tiveram desempenho melhor do que os sujeitos videntes; na tarefa de localização auditiva especificamente, os indivíduos cegos cometeram menos erros e tinham acuidade significativamente melhor.

Em um modelo semelhante ao usado por Muchnik et al. (1991), Rauschecker (1995) realizou um estudo com amostra de gatos binocularmente cegos e gatos videntes. Os animais foram treinados para localizar sons breves, apresentados aleatoriamente em oito locais diferentes. Quando os gatos conseguiam localizar corretamente recebiam uma recompensa, neste caso, alimento. A comparação do erro de localização nos gatinhos cegos e normais revelou que os gatos cegos são mais precisos do que os gatos videntes em localizar uma fonte sonora no espaço. Em nenhum caso um gato cego se saiu pior que um gato vidente.

Em contrapartida, no estudo de Fisher (1964), apud Rauschecker (1995), mediu-se a localização sonora em cinco cegos e cinco indivíduos videntes, e não foi encontrada diferença em sua precisão, isto é, na resolução relativa à localização sonora. Além disso, os indivíduos cegos sempre sugeriram um lugar errado no espaço quanto ao julgamento de onde advinha a suposta fonte de som, ou seja, eles pareciam ter uma redução na precisão da localização. No entanto, é atribuído a estes resultados o fato de que a posição da cabeça dos sujeitos não foi controlada.

No estudo de Kujala, Alho e Naatanen (2000) sobre discriminação de tom com cinco sujeitos cegos congênitos, utilizando-se da fMRI, observou-se ativação do córtex visual e auditivo durante a atividade de discriminação. A ativação do córtex auditivo ocorrendo 150ms após o início do estímulo e a ativação do córtex visual 300-400ms após o início do estímulo. A conclusão deste estudo foi de que as respostas sobre o córtex visual podem ser observadas, mas somente durante atividade de discriminação dos estímulos.

Os estudos com cegos ainda sugerem que estas pessoas também se saem melhor do que os videntes em tarefas de codificação de material auditivo verbal (Roder, Rosler, & Neville, 2001; Roder, Stock, Bien, Neville, & Rosler, 2002). No estudo de Roder, Rosler e Neville (2000), utilizando a técnica do potencial evocado durante e o processamento auditivo da linguagem, concluíram que os participantes cegos processavam estímulos auditivos, por exemplo, palavras, mais rápido do que as pessoas com visão normal. Segundo Neville e Bavelier (2001), a rapidez do processamento auditivo, a atenção e localização no espaço periférico também são reforçadas depois da privação visual.

Os estudos com amostra de pessoas cegas congênitas, pessoas videntes sem venda e com vendas relatam que a atividade metabólica no córtex occipital de pessoas cegas congênitas é superior a encontrada em indivíduos videntes com olhos vendados, e equivalente a dos indivíduos videntes com olhos abertos, ou seja, sem vendas (Amedi et al., 2005; Théoret, Merabet, & Pascual-Leone, 2004).

Além disso, estudos com participantes videntes vendados revelaram que a privação visual por cinco dias consecutivos parece ser suficiente para levar ao recrutamento do córtex visual primário para processamento auditivo e tátil, o que levou o pesquisador a concluir que frente a velocidade destas mudanças, em pessoas videntes, é pouco provável que novas conexões sejam estabelecidas, levando-o a crer que estas conexões somatosensoriais e auditivas já devem estar presentes e são presumivelmente desmascaradas sob as condições experimentais (Amedi et al., 2005; Burton et al., 2002). Não obstante, nas tarefas de discriminação tátil, os mecanismos ativados nos sujeitos vendados e nos sujeitos cegos não foram idênticos, portanto serão necessários mais estudos para explorar este fenômeno.

Destarte, ainda de acordo com Amedi et al. (2005) e Burton (2003), dois mecanismos podem ser responsáveis pela modificação da atividade em várias partes do

córtex visual em participantes cegos: o primeiro seria a plasticidade *cross-modal*, onde novas associações sensoriais são criadas em resposta a privação visual; e o segundo, está ligado as funções normalmente inibidas ou mascaradas nas pessoasvidentes que se revelam com a perda visual, o que o autor denomina de fisiologia oculta.

A partir desses estudos, percebe-se que há também controvérsias quanto a reorganizações das funções cerebrais em função da idade de aparecimento do déficit visual. Para Kujala et al. (2000), as reorganizações podem diferir em sujeitos cegos congênitos e sujeitos com cegueira adquirida. No estudo de Buchel, Price, Frackowiak e Friston (1998) de tarefas de discriminação tátil, a ativação de V1 se deu apenas em pessoas com cegueira adquirida tardiamente, e não ocorreu em indivíduos cegos congênitos.

Estudos ainda sugerem diferenças em algumas habilidades entre participantes cegos precoces e cegos tardios (Cohen et al., 1997; Melzer et al., 2001; Sadato et al., 1996; Sadato et al., 2002). Um aspecto que deve ser atentado nas pesquisas é que não é unânime a definição de cegos tardios e precoces, alguns autores estabelecem como precoce a cegueira adquirida antes dos 10 anos de idade (Cohen et al. 1997), outros consideram 12 anos (Melzer et al., 2001), 13 anos (Sadato et al. , 1996) e há aqueles que considerem cegueira precoce aquelas adquiridas antes dos 16 anos (Sadato et al., 2002).

Em pesquisas feitas em periódicos nacionais e internacionais foi encontrado apenas um estudo que pesquisasse a discriminação de notas musicais em cegos e pessoasvidentes. No entanto, Ross et al. (2003) estavam interessados em testar o ouvido absoluto, neste sentido, utilizou uma amostra de um músico cego congênito de ouvido absoluto, e 5 músicosvidentes que também diziam ter ouvido absoluto. Os estímulos, notas musicais, foram apresentados via *software Psyscope*. Os indivíduos foram solicitados a responder com o nome da nota, mas não eram obrigados a identificar a nota da oitava. Os indivíduos foram classificados como possuindo ouvido absoluto se a sua exatidão global fosse

superior a 80%. Além disso, através do método fMRI, foi demonstrado que as mesmas áreas cerebrais no córtex auditivo direito de todos os voluntários haviam sido ativadas em grau semelhante como resposta ao processamento musical. Porém, no músico cego, também foi possível observar ativações corticais nas regiões parietais associativas e nas regiões extra-estriadas do lobo occipital (ao lado do córtex visual).

Foi encontrado também um estudo que utilizava como estímulo as notas musicais. Antunes e Gouveia (2009) procuraram testar se existia diferença entre 17 homens e 17 mulheres na habilidade de discriminação desses estímulos, como também entre as pessoas que tinham experiência musical versus sem experiência. Para tanto, utilizaram um *discman*, um fone de ouvido e um cd com 20 faixas, cada faixa era composta por cinco sons diferentes (um desses semelhantes ao modelo) e cinco sons iguais que estão entre um som diferente e outro. Os estímulos-modelo foram terças e quintas harmônicas de notas musicais retiradas das duas oitavas centrais do piano. A tarefa de cada participante era discriminar/identificar qual dos estímulos de comparação equivalia ao estímulo-modelo. Não foi encontrada diferença estatisticamente significante entre os sexos, embora tenha sido encontrada entre pessoas com e sem experiência musical prévia.

Ainda de acordo com a influência que exerce a experiência musical em teste de discriminação, o estudo de Soncini e Costa (2006), com 100 homens, sendo 55 indivíduos sem experiência musical (não músicos) e 45 sujeitos com experiência musical (músicos), foi desenhado para verificar se o treinamento auditivo proporcionado pela prática musical é um fator que exerce influência na habilidade de reconhecer a fala no silêncio e no ruído. As análises estatísticas revelaram que no silêncio, músicos e não músicos apresentam desempenhos semelhantes, porém, em tarefas de reconhecimento de sentenças apresentadas diante de ruído competitivo, músicos apresentam melhores desempenhos,

indicando que a prática musical (treinamento auditivo) é uma atividade que melhora a percepção de sinais acústicos complexos como a fala diante de ruído.

Segundo Lessard, Paré, Lepore e Lassonde (1998) são os sentidos remanescentes que permitem um melhor desenvolvimento para sujeitos cegos, por isso a importância de estudar tais sentidos nestas pessoas a fim de explorá-los em busca de uma melhor adaptação do cego as tarefas do dia-a-dia.

Após essa revisão de alguns estudos encontrados na literatura, a execução do presente trabalho justifica-se pela audição fornecer informações críticas para interagir com o ambiente, sendo assim de suma importância a avaliação da percepção auditiva relacionada a este tipo de perda sensorial (cegueira), uma vez que pode esclarecer o funcionamento de mecanismos sensoriais básicos associados às consequências dessa deficiência; pelo fato das pesquisas terem apresentado resultados divergentes em relação às alterações no processamento cognitivo e à possível vantagem nas habilidades auditivas de sujeitos cegos quando comparados aos videntes; como também pelo fato dos estudos com discriminação de sons serem escassos, principalmente usando como estímulo nota musical o que permite a inovação de testes específicos para a avaliação de privações sensoriais. Portanto, na subseção a seguir, serão encontrados os objetivos desta pesquisa.

4. OBJETIVOS

4.1 Geral

Caracterizar a percepção auditiva de notas musicais na primeira oitava do piano de adultos cegos. Como hipótese de pesquisa, espera-se que sejam encontradas alterações decorrentes da cegueira; isto é, espera-se que as pessoas cegas apresentem maior índice de discriminação das notas musicais do que as pessoas com visão normal.

4.2 Específicos

- Avaliar a discriminação de notas musicais na primeira oitava do piano em adultos cegos (Grupo experimental - GE)
- Avaliar a discriminação de notas musicais na primeira oitava do piano em adultos com visão normal (Grupo controle - GC)
- Comparar a discriminação de notas musicais na primeira oitava do piano entre os dois grupos (GE e GC).

5.1 Local

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC), localizado no Centro de Ciências Humanas Letras e Artes (CCHLA), Departamento de Psicologia, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I.

Este estudo tratou-se de uma pesquisa de delineamento misto ex-post-facto, com uma Variável dependente (VD) (número de acertos, ou seja, o número de vezes que o participante conseguiu detectar o estímulo sonoro de teste) e duas Variáveis Independentes (VI's) (notas musicais em três níveis ou frequências e grupo em dois níveis (cego e não cego); básica, por envolver questões acerca da natureza do comportamento; quantitativa, devido a mensuração de valores comportamentais e transversal, uma vez que os indivíduos participam em um corte temporal e não são acompanhados durante um período de suas vidas (Cozby, 2003).

5.2 Participantes

Participaram deste estudo 30 voluntários, sendo 15 cegos (GE) e 15 com visão normal (GC), sendo 7 do sexo feminino e 8 do sexo masculino em cada grupo, com idade entre 18 e 30 anos (GC $m = 23,2$; $dp = 3,03$ / GE $m = 25,8$; $dp = 2,03$), todos apresentando-se clinicamente estáveis, sem queixas auditivas.

O GE foi composto pelos integrantes de fundações e/ou associações que atendem aos portadores de deficiência em João Pessoa - Paraíba, que tinham como diagnóstico a classificação H.54.0 (cegueira legal) de acordo com a CID 10. Além disso, a cegueira tinha de ser congênita (nascer cego). Para selecionar a amostra, foram realizadas consultas aos prontuários dos usuários das instituições.

Vale salientar que 5 dos 15 participantes do GE, não realizaram o experimento no LPNeC, mas na própria instituição que frequentavam, em uma sala isolada semelhante a do laboratório, cedida pela direção da instituição para realização da pesquisa. A seguir, apresenta-se uma tabela com sexo, causa da cegueira, idade e capacidade de discriminação da luz, dos participantes do GE.

Tabela 3
Características dos participantes do Grupo Experimental

PARTICIPANTES	SEXO	IDADE	CAUSA CEGUEIRA	PERCEPÇÃO DA LUZ
F. R.	M	27	Toxoplasmose	Sim
J. R.	M	23	Glaucoma	Não
D. B.	M	30	Glaucoma	Sim
J. R. F.	M	29	Retinose	Sim
R. C.	M	25	Retinose	Sim
L. S.	M	19	Glaucoma	Não
V. M.	M	28	Glaucoma	Sim
L. A.	M	24	Glaucoma	Sim
M. D.	F	25	Má formação nervo óptico	Sim
L. F.	F	30	Glaucoma	Não
J. N.	F	26	Glaucoma	Sim
M. D.	F	27	Má formação nervo óptico	Sim
I. F.	F	25	Retinose	Sim
L. P.	F	26	Glaucoma	Sim
L. G.	F	23	Glaucoma	Não

Os indivíduos de ambos os grupos, quando convidados a participar da pesquisa, foram informados sobre o caráter voluntário da participação, sobre os procedimentos que seriam realizados e sobre os objetivos da mesma. Esses aspectos foram abordados no termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1), que foi assinado por aqueles que concordaram em participar da pesquisa.

Foram excluídos da amostra todos os participantes que relataram queixas auditiva, que tenham ou já tiveram alguma patologia que afetasse as funções auditivas, aqueles que não tinham diagnóstico H. 54.0, segundo a CID 10 cegueira total, e/ou apresentavam cegueira adquirida.

Apesar de algumas variáveis não fazerem parte do objetivo desse trabalho, elas foram controladas e pareadas, uma vez que, poderiam interferir nos resultados dos testes, por exemplo: gênero, lateralidade (medida através do inventário de *Edinburgh*, Anexo 2) e habilidade musical. Apesar das controvérsias algumas pesquisas revelam que homens e mulheres podem apresentar diferentes desempenhos em distintas tarefas que requerem habilidades específicas (Flores-Mendoza, 2000; Gil-Verora et al., 2003; Rosa e Silva & Sá, 2006).

5.3 Equipamentos

Foi utilizado um software específico (*PsySounds*) elaborado pelos integrantes do LPNeC exclusivamente para o estudo, o qual simula notas musicais. Esse programa foi gerado a partir de um micro-computador *netbook* LG 10 polegadas, o qual foi conectado a uma placa de som externa *X-Fi Surround 5.1 USB Sound Blaster* da *Creative-Labs*, a tecnologia *X-Fi "Xtreme Fidelity"* melhora a qualidade da música e da reprodução de áudio, e um mouse óptico para escolha da resposta aos estímulos apresentados.

Também foram utilizados: dois fones de ouvidos *Sennheiser HD 205*, ligados a um adaptador que possibilita a conexão dos mesmos a placa de som, sendo um para o participante e o outro para o experimentador; uma venda de tecido com o intuito de evitar que estimulações visuais interferissem nas respostas dos participantes; uma cadeira e uma mesa.

Por fim, um questionário (Anexo 3) que foi respondido por cada participante antes da sessão experimental em forma de entrevista onde o pesquisador lia a pergunta, escutava a resposta e a transcrevia. O mesmo foi utilizado com o objetivo de descrever a amostra e foi composto de perguntas como idade, sexo, lateralidade, raça, escolaridade, profissão, estado civil, renda, religião, além de perguntas específicas de interesse do estudo, como por exemplo: saúde auditiva e habilidades musicais do voluntário. No questionário dos participantes cegos, foram acrescentadas perguntas a respeito da sua deficiência para confirmar as informações dos prontuários. Juntamente com essa entrevista era respondido o Inventário de *Edinburgh* que se presta à investigação e análise da lateralidade das pessoas mediante um questionário e pode ser utilizado em diferentes faixas etárias (Oldfield, 1971).

5.4 Estímulos

O software *PsySounds* foi programado em linguagem Java e gera estímulos que simulam as sete notas musicais de uma escala padrão (Do, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si) para as sete oitavas de um piano. Nesse programa é possível trabalhar com dois tipos de experimento discriminação de estímulos e tempo de reação. No presente estudo optou-se pela discriminação de notas musicais (Figura 8).

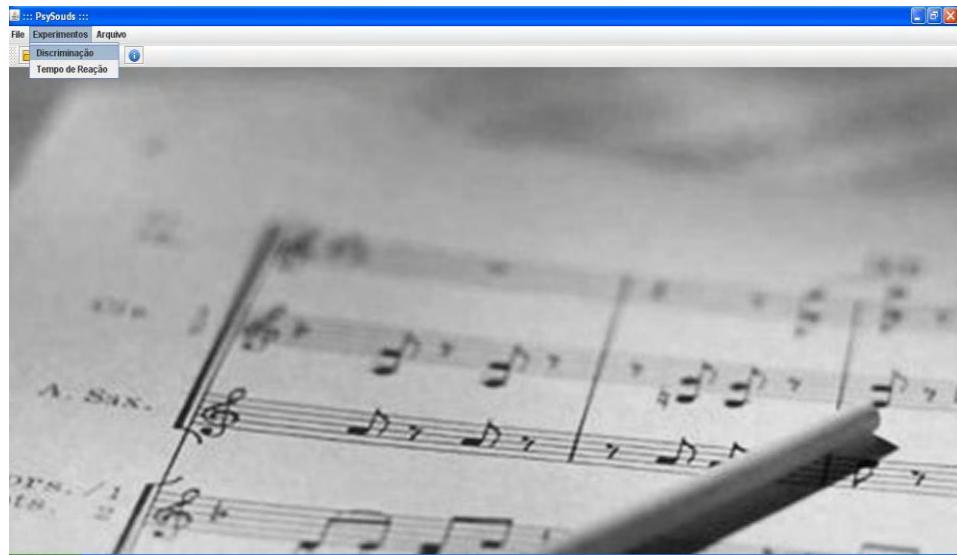


Figura 8. *Layout* da página inicial do programa *Psyounds*.

Após escolher o experimento discriminação, abre-se uma janela na qual se pode escolher no lado esquerdo a “nota teste”, e no lado direito uma ou mais “notas distratoras” para serem apresentadas em pares (Figura 9).

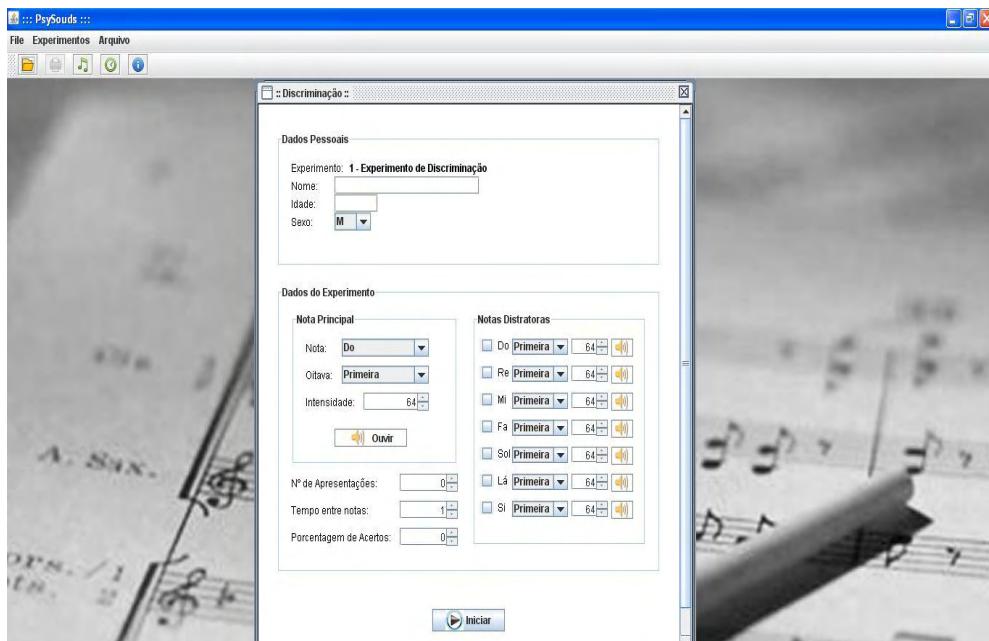


Figura 9. *Layout* da janela do programa *Psyounds* na qual se preenche os dados da sessão experimental.

Neste estudo, utilizou-se como estímulo teste as notas musicais Ré, Fá e Lá, que se encontram em posições equidistantes na escala padrão de notas musicais, e as notas distratoras foram para cada nota teste as suas respectivas vizinhas na escala. Ou seja, para a nota teste Ré, as distratoras foram as notas Dó e Mi; para a nota teste Fá, foram as notas Mi e Sol; por fim, para a nota de teste Lá, as distratoras foram Sol e Si. Tanto as notas testes quanto as distratoras simularam a primeira oitava do piano.

5.5 Procedimento

As estimativas foram realizadas com o método da escolha forçada entre duas alternativas. Foram realizadas três sessões experimentais sequenciadas, uma para cada nota teste com cada um dos voluntários dos dois grupos. Em cada sessão experimental, foram apresentados aleatoriamente 20 pares de estímulos (estímulo de teste e estímulos distratores), e a tarefa dos participantes era escolher sempre o estímulo de teste, que foi uma nota musical padrão pré – determinada pela pesquisadora. Os estímulos distratores foram sempre notas musicais diferentes daquela de teste. A ordem de apresentação dos estímulos foi aleatória e o intervalo entre os mesmos foi de 1 segundo.

Os participantes foram instruídos a falar “um” quando julgassem que a nota teste havia aparecido em primeiro lugar, e “dois” quando julgassem que apareceu em segundo, desta forma, a pesquisadora apertava o botão esquerdo do mouse (ou número 1) para a resposta “um”, e o botão direto do mouse (ou número 2) para a resposta “dois”. Antes de cada sessão, a nota teste foi apresentada, isoladamente, cinco vezes seguidas, bem como foi verificado se o participante realmente entendeu as instruções.

A finalização de cada sessão experimental ocorreu quando a quantidade de apresentações estipuladas previamente pelo pesquisador foi alcançada. Após cada sessão, o

programa *PsySounds* produziu uma folha de resultados (Figura 10) com a situação experimental, número de acertos (número de vezes que o participante conseguiu detectar o estímulo sonoro de teste), número de erros, índice de discriminação (que corresponde ao número de acertos dividido pelo número de apresentações), histórico de execução (quais notas foram apresentadas e se nessa sequência o participante acertou ou errou).

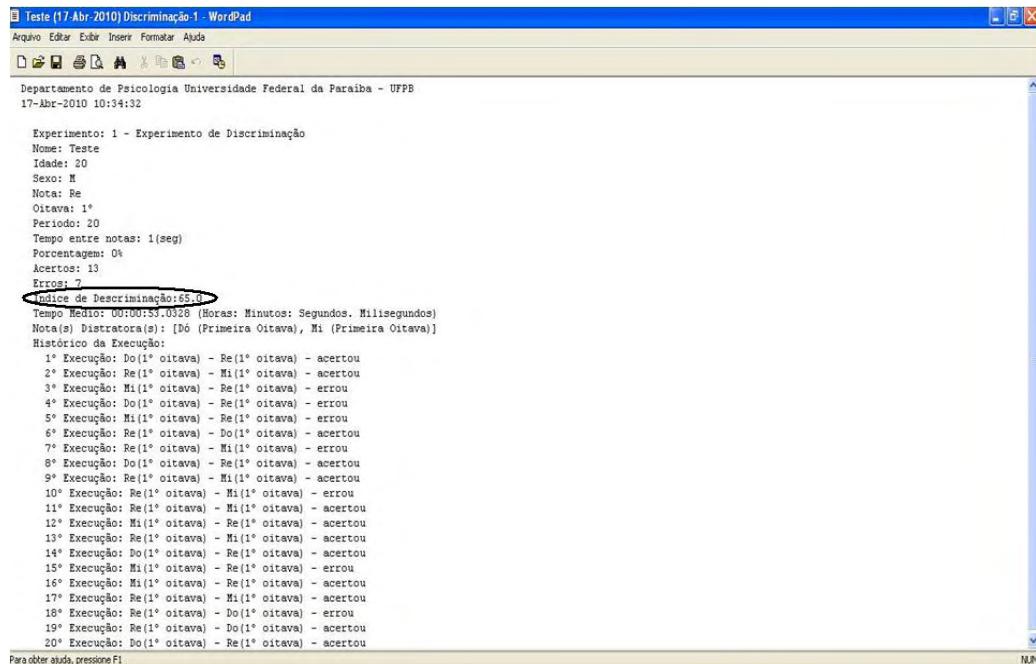


Figura 10. Layout da folha de resultados gerada pelo programa *Psyounds* ao fim da sessão experimental.

5.6. Aspectos Éticos

Este estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) – UFPB, do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW). Os procedimentos práticos desta pesquisa somente foram realizados após o recebimento do parecer favorável por essa comissão de ética (Anexo 4).

Neste sentido, a presente pesquisa seguiu os aspectos éticos pertinentes à investigação envolvendo seres humanos, conforme a resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (1996).

6. RESULTADOS

Os dados coletados através do questionário foram agrupados em planilha, depois analisados (estatística descritiva) no *software PASW*, versão 18, caracterizando assim o perfil da amostra (grupo controle e experimental) conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 4

Perfil da amostra segundo sexo, estado civil, escolaridade, renda, lateralidade.

Dados	Grupos				
	GE*		GC**		
	•F	•%	•F	•%	
Sexo	Homem	8	53	8	53
	Mulher	7	47	7	47
Estado Civil	Solteiro	13	87	13	87
	Casado	2	13	2	13
Renda	1 – 2 salários	14	93	1	7
	3 – 5 salários	1	7	9	60
	6 - 8 salários	--	--	4	26
	9 ou mais salários	--	--	1	7
Lateralidade	Destro	14	93	14	93
	Canhoto	1	7	1	7
Curso Música	Sim	6	40	6	40
	Não	9	60	9	60

Nota: *Grupo Experimental; **Grupo Controle; •Frequência; •%Porcentagem

Já os valores do índice de discriminação, apresentados na folha de resposta gerada pelo *Psysound*, conseguidos por cada participante para cada uma das três notas “teste” (Ré - Fá - Lá), foram agrupados em planilhas em função de cada grupo (adultos cegos e adultosvidentes). Após o agrupamento foi gerada a grande média de cada grupo para cada nota, e a mesma foi utilizada como estimativa da discriminação em função da nota musical, conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5

Média e desvio padrão de cada grupo para cada nota musical

Notas Musicais	Grupos	
	GC*	GE**
RÉ	$M = 0,75 ; dp = 0,13$	$M = 0,72 ; dp = 0,18$
FÁ	$M = 0,73 ; dp = 0,15$	$M = 0,69 ; dp = 0,20$
LÁ	$M = 0,75 ; dp = 0,17$	$M = 0,76 ; dp = 0,18$

Nota: *Grupo Controle; **Grupo Experimental; Ré, Fá, Lá: notas musicais simuladas na 1ª oitava do piano.

Discriminação de sons é uma habilidade do sistema auditivo central. Neste estudo, o grupo controle (adultos videntes) apresentou maior índice de discriminação nas frequências relacionadas às notas Ré e Fá, já o grupo experimental (indivíduos cegos), por sua vez, apresentou maior índice de discriminação relacionado à nota Lá.

O tratamento estatístico dos dados foi realizado através da Análise de Variância (*Anova One-Way para medidas repetidas*), ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), utilizando o *software* PASW, versão 18.0.

Os resultados da análise de variância para medidas repetidas, com correção de *Greenhouse-Geisser*, não mostrou diferença entre os grupos $F (2, 27) = 2,17, p > 0,05$. A Figura 7, a seguir, mostra o índice de discriminação de adultos cegos (GE) e adultos videntes (GC), cada qual com $n = 15$, para os estímulos notas musicais (Ré, Fá, Lá) na primeira oitava do piano, de frequências de aproximadamente 37Hz, 44Hz e 55Hz, respectivamente.

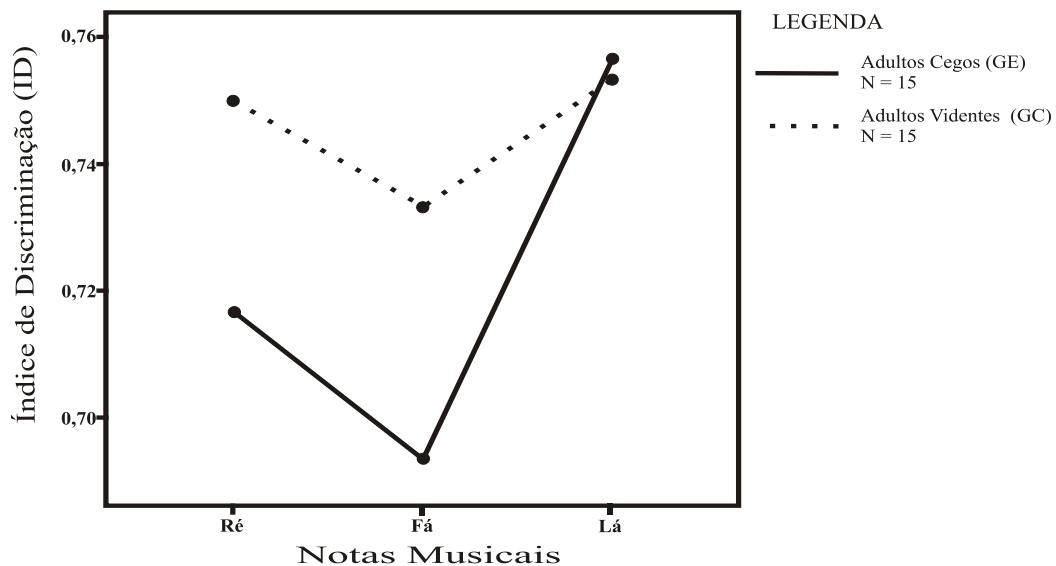


Figura 7. Curvas de discriminação em função das notas musicais Ré, Fá, Lá, na primeira oitava do piano de adultos cegos e adultos videntes.

A Figura 8, abaixo, apresenta diagrama de barras de erro para os dois grupos em cada nota musical teste.

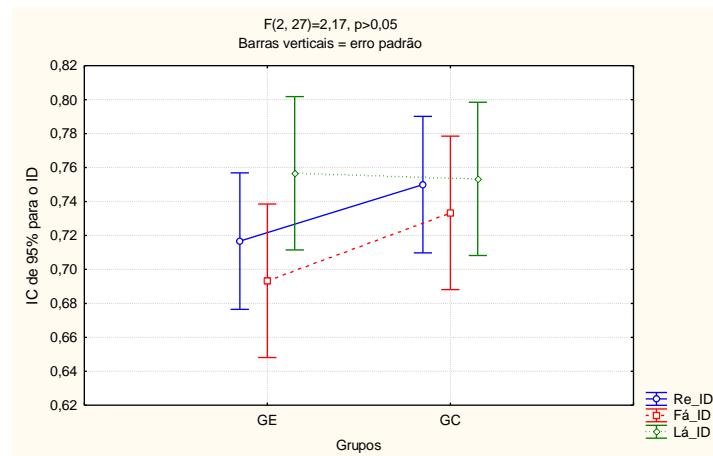


Figura 8. Diagrama de barras de erro para o índice de discriminação nas notas musicais Ré, Fá, Lá, dos grupos controle e experimental.

As pessoas cegas precisam contar mais com o sistema auditivo do que as pessoas que vêm para extrair informações sobre o mundo. O presente estudo foi desenhado para verificar se a cegueira altera a percepção auditiva de notas musicais. Neste sentido, foi medida e comparada à discriminação das notas musicais Ré, Fá e Lá na primeira oitava do piano de adultos cegos e de adultos videntes da mesma faixa etária.

Pode-se afirmar que os objetivos foram atingidos, no entanto, a hipótese inicial não foi confirmada, pois os resultados demonstraram que não há alterações na percepção auditiva dos adultos cegos, ou seja, não existe diferença significante entre os resultados dos participantes cegos e videntes.

Apesar do método utilizado e características peculiares da amostra do presente estudo não permitirem uma comparação direta dos resultados desta pesquisa com os de outras encontradas na literatura, pode-se atribuir a esse resultado aquilo que é relatado por Weaver e Stevens (2006). Eles afirmam que as melhorias que muitas vezes os cegos apresentam quando comparados a pessoas videntes, atribuídas a plasticidade neural, não podem ser generalizadas para todas as habilidades. Entretanto, vai de encontro a trabalhos publicados que confirmam essa melhora no sistema auditivo de pessoas cegas (Amedi et al., 2005; Kujala et al., 2000).

Esperava-se que os participantes do GE fossem estatisticamente melhores na discriminação de todas as notas, uma vez que apresentavam a forma mais grave de deficiência visual, como também não tiveram experiências visuais previamente (toda a amostra sendo composta de cegos congênitos).

Diante dessa discussão é importante destacar o estudo de Kujala et al. (2000) que afirma que as reorganizações podem diferir em sujeitos cegos congênitos e sujeitos com cegueira adquirida; e os que relatam maior ativação do córtex occipital de pessoas cegas em relação às pessoas videntes com olhos vendados, mas mostra equivalência com os

indivíduos videntes com os olhos abertos, ou seja, sem vendas (Amedi et al., 2005; Théoret, Merabet & Pascual-Leone, 2004).

Os resultados de pesquisas a respeito da ativação do córtex visual em pessoas cegas congênitas e de cegueira adquirida são confusos e controversos. Alguns defendem que os cegos congênitos se saem melhor em habilidades auditivas e táteis, por outro lado há aqueles que afirmam que pessoas com experiência visual prévia se saem melhor, como no estudo de Melzer et al. (2001) com tarefas de habilidades táteis onde a ativação do córtex visual ocorreu principalmente em cegos tardios (aqueles indivíduos que perderam a visão após 12 anos de idade e antes disso liam impressos), ou seja, é possível que a plasticidade ocorra com melhores resultados em pessoas de cegueira adquirida.

O papel da etiologia da cegueira e o uso de vendas na discriminação de notas musicais precisam ser melhor investigados para diluir as divergências encontradas na literatura.

Ainda se faz necessário a realização de outras pesquisas para controlar a influência da percepção da luz nos resultados encontrados na presente pesquisa, uma vez que aproximadamente 75% da amostra do grupo experimental apresentam essa capacidade. Apesar de ser difícil o caso de pessoas totalmente cegas, ou seja, que apresentem desde ausência total das funções visuais até a perda da percepção de luz (Sousa et al., 2005).

Os resultados dessa pesquisa também podem ser atribuídos ao pareamento de diferentes variáveis, muitas vezes não controladas em outros estudos, como no caso do sexo e habilidade musical. Pois estudos revelam que homens e mulheres apresentam diferentes desempenhos nas mais variadas tarefas que requerem habilidades específicas (Flores-Mendoza, 2000; Gil-Verora et al., 2003; Rosa e Silva & Sá, 2006); como também os voluntários músicos apresentam melhores desempenhos, indicando que a prática musical (treinamento auditivo) é uma atividade que melhora a percepção de sinais

acústicos complexos (Soncini & Costa, 2006). Segundo Oxenham, Fligor, Mason e Kidd (2003), a prática musical estimula o desenvolvimento da percepção auditiva melódica e harmônica por meio do treinamento perceptivo de intervalos, ritmo, entre outros parâmetros acústicos. Considerando a ocorrência de generalização, estas habilidades perceptivas auditivas poderiam vir a agir como facilitadoras em tarefas complexas.

A observação de que muitos cegos atingem níveis muito elevados no aspecto da proficiência musical levou à impressão popular de que a cegueira pode ser associada com habilidades perceptuais auditivas especiais (Hamilton, Pascual-Leone, & Schlaug, 2004). Na verdade, há indícios que os indivíduos cegos são capazes de localizar fontes de som melhor do que os sujeitos videntes e que ao fazê-lo há a participação de estruturas do lobo parietal e occipital. No entanto, os aspectos responsáveis pela localização espacial, como o próprio processamento auditivo central são diferentes para o processo de discriminação (Dlouha et al., 2007).

Apesar dos estudos (Amedi et al., 2005; Kujala et al., 2000; Ross et al. 2003) demonstrarem que há mais áreas do cérebro do sujeito cego trabalhando no processamento musical ou discriminação de tom, o que confirma a plasticidade *cross-modal* em cegos, estes autores não verificam se essa plasticidade acarreta melhorias em habilidades musicais, ou seja, em que medida as mudanças estruturais que são observadas causam alterações comportamentais (Bavelier & Neville, 2002). Estudar o funcionamento do cérebro de indivíduos cegos fornece uma oportunidade única para entender como esta estrutura ou resposta (*output*) muda ou se adapta em função do estímulo (*input*) (Bavelier & Neville, 2002).

Os indivíduos cegos têm que se ajustar ao ambiente, a fim de interagir eficazmente com o mesmo. Por isso, infere-se que os indivíduos cegos desenvolvem habilidades superiores no uso de seus sentidos remanescentes, a fim de compensar a perda da visão

(Amedi et al., 2005). No entanto, alguns estudos têm encontrado resultados que limitam o número de vantagens auditivas do cego frente aos videntes (Fisher, 1964; Starlinger, & Niemeyer, 1981; Weaver, & Stevens, 2006; Yates, Johnson, & Starz, 1972).

A condução de um estímulo sonoro desde sua captação pela orelha externa, até as áreas de audição no cérebro, passando por todas as instâncias intermediárias, suas subdivisões e núcleos, sofrendo cruzamentos e retornos, fibras sendo interceptadas pelo caminho, é algo de difícil controle. Neste sentido, as pesquisas se apresentam de formas divergentes principalmente nos casos das pesquisas com música (Oliveira et al., 2001).

As contradições entre os estudos também podem estar relacionadas às diferentes metodologias, critérios de amostragem e tipo de instrumentos utilizados. A presente pesquisa pode dar início a uma série de investigações em percepção, utilizando as notas musicais para verificar o desempenho auditivo humano relacionado a diversas condições (gênero, faixa etária, etc.) e patologias, utilizando-se não somente da discriminação como também do limiar sensório e tempo de reação.

Apesar do rigor nos procedimentos utilizados, a presente pesquisa contou com algumas limitações, tais como: (i) tamanho da amostra, devido à dificuldade de conseguir pacientes que se encaixassem em todas as características de inclusão (diagnóstico, idade) no grupo experimental; (ii) dificuldade de conseguir contato com os mesmos uma vez que na faixa etária estipulada para o presente estudo eles já concluíram os estudos assim não frequentam constantemente a fundação/associação. Sendo as mesmas um órgão estadual, durante o período de coleta de dados elas permaneceram em greve em torno de dois meses não sendo possível o contato com os participantes durante esse período; (iii) devido à deficiência alguns se sentem limitados e se negam a participar da pesquisa no laboratório, mas se dispõe a fazer na instituição que se encontra, sendo que o ideal era que todos os

participantes tivessem dados coletados no laboratório que tem uma sala específica para o experimento.

Repensando essas condições limitantes e o objetivo dessa pesquisa, sugerem-se então novos estudos controlando novas condições. Uma sugestão para estudos futuros é aumentar o número de participantes da amostra, fazendo coleta em outros estados, uma vez que os critérios de inclusão limitam por demais o número de sujeitos, sendo assim uma população de difícil acesso em João Pessoa-PB.

Que os participantes sejam divididos em grupos com cegueira congênita e cegueira adquirida. Recentemente, estudos comportamentais, eletrofisiológicos e de neuroimagem têm documentado plasticidade *cross-modal* depois de privação sensorial, mas a grande maioria desses estudos se concentraram em indivíduos que são surdos ou cegos de nascença (Bavelier & Neville, 2002; Kujala, Alho, & Naatanen, 2000; Rauschecker, 1995). Sabe-se menos sobre as pessoas que adquirem surdez ou cegueira ao longo da vida, no que tange a melhora nas habilidades de seus sentidos remanescentes (Fieger et al., 2006).

Ainda quanto aos grupos sugere-se também acrescentar um grupo de sujeitos videntes sem vendas, e outro de videntes com vendas, para verificar se existe influência da mesma na resposta dos participantes.

Outra sugestão é o uso de estímulos de notas musicais em diferentes oitavas, estimulando assim áreas da cóclea ligadas a baixas, médias e altas frequências, onde possam ser encontradas alterações decorrentes da plasticidade neural (Kolb & Whishaw, 2002). Os efeitos da cegueira na habilidade de discriminação sonora precisam ser melhor investigados uma vez que o presente estudo limitou-se a estudar sons numa pequena faixa de frequências.

REFERÊNCIAS

- Amaral, L. A. (1996). Deficiência: questões conceituais e alguns de seus desdobramentos. *Cadernos de Psicologia*, 1(1), 3-12.
- Amedi, A., Merabet, L. B., Bermpohl, F., & Pascual-Leone, A. (2005). The occipital cortex in the blind lessons about plasticity and vision. *American Psychological Society*, 14(6), 306-311.
- American Psychological Association (2010). *Publication manual of the American Psychological Association* (6^a ed.). Washington, DC; British Library.
- Amorim, A. (1972). *Fonoaudiologia geral*. São Paulo: Pioneira.
- Andrade, P. E. (2004). Uma abordagem evolucionária e neurocientífica da música. *Neurociências*, 1(1), 21-33.
- Andreghetti, E., Silva, M. R. B .M., Kara-José, N., Maia, M., Andreghetti, M. R., & Antunes, V. C. (2009). Inclusão social do deficiente visual - experiência e resultados de Assis. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 72(6), 776-782.
- Angelim, A. M. (2003). *O contributo da música para educação emocional*. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Educação Emocional, Universidade de Fortaleza.
- Antunes, D. C., & Gouveia Jr., A. (2009). Questões acerca da percepção sonora de harmônicos: a função das variáveis sexo e aprendizagem. *Estudos de Psicologia*, 26(1), 57-64.
- Atkinson, R. L., Atkinson, R. C., Smith, E. E., Bem, D. J., & Nolen-Hoeksema, S. (2002). *Introdução a psicologia de Hilgard* (13^a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Bamiou, D. E., Musiek, F. E., Stow, I., Stevens, J., Cipolotti L., Brown, M. M., & Luxon, L. M. (2006). Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology*, 67(4), 614-9.

- Barros Jr., E. A. (2006). *Oftalmologia-curso preparatório para médico perito*. Acesso em 27 de junho, 2010, em www.edmilsonbarros.adv.br/intra/mensagens/Oftalmologia.
- Bavelier, D., & Neville, H. (2002). Cross-modal plasticity: Where and how? *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 443–452.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2002). *Neurociências: Desvendando o sistema nervoso* (2^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Brito, P. R. & Veitzman, S. (2000). Causas de cegueira e baixa visão em crianças. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 63(1), 49-63.
- Brown, S. (2001). Are music and language homologues? *Annals New York Academy of Sciences*, 930, 372-4.
- Buchel, C., Price, C., Frackowiak, R. S. J. & Friston, K. (1998). Different activation patterns in the visual cortex of late and congenitally blind subjects. *Brain*. 121, 409–419.
- Burton, H. (2003). Visual cortex activity in early and late blind people. *The Journal of Neuroscience*, 23(10), 4005– 4011.
- Burton, H., Snyder, A. Z., Conturo, T. E., Akbudak, E., Ollinger J. M. & Raichle, M. E. (2002). Adaptive changes in early and late blind: A fMRI study of braille reading. *Journal of Neurophysiology*, 87, 589-607.
- Campos, D. C. (2006). Música, neuropsicologia, transtorno do déficit de atenção/hiperatividade (TDAH): diálogo entre arte e saúde. *XVI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Música (ANPPOM)*, 608-612.
- Carvalho, K. M. M., Freitas, C. C., Kimolto, E. M., & Gasparetto, M. E. R. F. (2002). Avaliação e conduta em escolares portadores de visão subnormal atendidos em sala de recursos. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 65, 445-449.

- Cerdán, A. S., Luna, E. D., & López, D. G. (2005, agosto). Envejecimiento ocular: estudio clínico sobre filtros coloreados en pacientes presbítas. *3º Premio em el Varilux University Prize*, Espanha.
- Cerqueira, J. B., & Lemos, E. R. O (1996). Sistema braille no Brasil. *Revista Benjamin Constant*, (2), 13-17. Rio de Janeiro: IBCENTRO/MEC.
- Cobo, A., Rodríguez, M., & Bueno, T. (2003). Aprendizagem e deficiência visual. In M. Martin & S. Bueno (Orgs.). *Deficiência visual – aspectos psicoevolutivos e educativos*. Santos: Livraria editora, 77-95.
- Cohen, L. G., Celnik, P., Pascual-Leone, A., Corwell, B., Faiz, L., Dambrosia, J., ... Hallett, M. (1997). Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans. *Nature*, 389, 180-183.
- Cozby, P. C. (2003). *Métodos de pesquisa em ciências do comportamento*. São Paulo: Atlas.
- Davidoff, L. L. (2001) *Introdução à psicologia*. São Paulo: Makron Books.
- Diamond, M., & Hopson, J. (2000). *Árvores maravilhosas da mente*. Rio de Janeiro: Campus.
- Dias, C. A. S. (2009). *Investigação das funções musicais em sujeito afásicos* (Dissertação de mestrado em distúrbios da comunicação). Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba.
- Dlouha, O., Novak, A., & Vokral, J. (2007). Central auditory processing disorder (CAPD) in children with specific language impairment (SLI). *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71(6), 903-907.
- Farias, N., & Buchalla, C. M. (2005). A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 8(2), 187-193.

- Ferrari, E. A. M., Toyoda M. S. S., Faleiros, L., & Cerutti, S. M. (2001). Plasticidade neural: Relações com o comportamento e abordagens experimentais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 17(2), 187-194.
- Ferreira, B. F., Del Prette, Z. A. P., & Lopes, D. C. (2009). Habilidades empáticas de criançasvidentes e cegas e a possível influência de variáveis sociodemográficas. *Interação em Psicologia*, 13(1), 49-58.
- Ferreira, P. F., & Lemos, F. M. (1995). Instituto Benjamin Constant uma história centenária. *Revista Benjamin Constant*, (1), 1-8. Rio de Janeiro: IBCENTRO/MEC.
- Fieger, A., Roder, B., Teder-Salejarvi, W., Hillyard, S. A., & Neville, H. J. (2006). Auditory spatial tuning in late-onset blindness in humans. *Journal of cognitive Neuroscience*, 18(2), 149-157.
- Fine, I., Finney, E. M., Boynton, G. M., & Dobkins, K. R. (2005). Comparing the effects of auditory deprivation and sign language within the auditory and visual cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1621-1637.
- Fisher, G. H. (1964). Spatial localization by the blind. In J. Rauschecker (1995). Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Trends Neuroscience*, 18, 36-43.
- Flores-Mendoza, C. (2000). Diferenças intelectuais entre homens e mulheres: uma breve revisão da literatura. *Psicólogo inFormação*, 4(4), 25-34.
- Franco, J. R., & Dias, T. R. S. (2005). A pessoa cega no processo histórico: um breve percurso. *Revista Benjamin Constant*. 11(30), Rio de Janeiro: IBCENTRO/MEC.
- Gardner, E. P & Martin, J. H. (2003). Codificação da informação sensória. In E.R. Kandel, J.H. Schwartz, & T.M. Jessel (Orgs), *Princípios da neurociência* (pp. 411-429). Barueri, SP: Manole.

- Gil-Verona, J. A., Macías, J. A., Pastor, J. F., Paz, F., Barbosa, M., Maniega, M. A., ...
- Boget, T. (2003). Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, 3(2), 351-361.
- Goldstein, E. B. (2001). *Sensation and perception*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Gougoux, F., Lepore, F., Lassonde, M., Voss, P., Zatorre, R. J., & Belin, P. (2004). Neuropsychology: Pitch discrimination in the early blind. *Nature*, 430, 309.
- Gougoux, F., Zatorre, R. J., Lassonde, M., Voss, P., & Lepore, F. A. (2005). Functional neuroimaging study of sound localization: visual cortex activity predicts performance in early-blind individuals. *PLoS Biology*, 3(2), 324-333.
- Griffiths, T. D. (2001). The neural processing of complex sounds. *Annals New York Academy of Sciences*, 930, 133-42.
- Grill-Spector, K., & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 649–77.
- Hamilton, R. H., Pascual-Leone A., & Schlaug, G. (2004). Absolute pitch in blind musicians. *Neuroreport*, 15(5), 803-806.
- Hough, M. S., Givens, G. D., Cranford, J. L., & Downs, R. C. (2007). Behavioural and electrophysiological measures of auditory attention in right hemisphere brain damage. *Aphasiology*, 21(9), 831-43.
- IBGE (2000). *Censo demográfico 2000*. Acesso em: 20 de fevereiro, 2010, em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27062003censo.shtml>
- Jeveaux, G. C., Portes, A. J. F., Couto Jr., A. S., & Shinzato, F. (2008). Prevenção à cegueira em crianças de 3 a 6 anos assistidas pelo programa de saúde da família

- (PSF) do Morro do Alemão – Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 67(5), 226-30
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2002). *Neurociência do comportamento*. São Paulo: Manole.
- Kujala, T., Alho, K., & Naatanen, R. (2000). Cross-modal reorganization of human cortical functions. *Trends in Neurosciences*, 23(3), 115-120.
- Lavarda, S. T. F., & Bidarra, J. (2007). A Dêixis como um “complicador/facilitador” no contexto cognitivo e lingüístico em ambiente educacional face aos alunos com deficiência visual. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 13(3), 309-324.
- Leech, N. L., Barrett, K. C., & Morgan, G. A. (2005). *SPSS for intermediate statistics: use and interpretation* (2^a ed.). London: LEA.
- Leitão, A. (2004). *Classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF)*. Lisboa
- Lent, R. (2005). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Atheneu.
- Lent, R. (2008). *Neurociência da mente e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Lessard, N., Paré, M., Lepore, F., & Lassonde, M. (1998). Early-blind human subjects localize sound sources better than sighted subjects. *Nature*, 395, 278-280.
- Liégeois-Chaveul, C., Giraud, K., Badier, J. M., Marquis, P., & Chauvel, P. (2001). Intracerebral evoked potentials in pitch perception reveal a functional asymmetry of the human auditory cortex. *Annals New York Academy of Sciences*, 930, 117-32.
- Louro, V. (2003). *A Pessoa com deficiência visual total e a prática da regência* (artigo). Disponível em www.musicaeinclusao.com.br
- Malta, J., Endriss, D., Rached, S., Moura, T., & Ventura, L. (2006). Desempenho funcional de crianças com deficiência visual, atendidas no departamento de estimulação

- visual da Fundação Altino Ventura. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 69(4), 571-574.
- Melzer, P., Morgan, V. L., Pickens, D. R., Price, R. R., Wall, R. S., & Ebner, F. F. (2001). Cortical activation during Braille reading is influenced by early visual experience in subjects with severe visual disability: a correlational fMRI study. *Human Brain Mapping*, 3, 186-195.
- Muchnik, C., Efrati, M., Nemeth, E., Malin, M., & Hildesheimer, M. (1991). Central Auditory Skills in Blind and Sighted Subjects. *Scandinavian Audiology*, 20(1), 19-23.
- Muniz, L. F., Roazzi, A., Schochat, E., Teixeira, C. F., & Lucena, J. A. (2007). Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro em crianças com e sem desvio fonológico. *Revista CEFAC*, 9(4), 550-562.
- Muszkat, M., Correia, C. M. F., & Campos, S. M. (2000). Música e Neurociências. *Revista Neurociências*, 8(2), 70-75.
- Neville, H., Annika, A. M. S, Bagdade, O. B. A, Bell, T., Currin, J. B. A., Fanning, J. ,... Yamada, Y. (2008). Effects of music training on brain and cognitive development in under-privileged 3- to 5-year-old children: Preliminary results. In M. Gazzaniga (Org), *Learning, Arts, and the Brain The Dana Consortium Report on Arts and Cognition* (pp . 1-13). New York: Dana Press.
- Neville, H. J., & Bavelier, D. (2001). Effects of auditory and visual deprivation on human brain development. *Clinical Neuroscience Research*, 1, 248-257.
- Niemeyer, W., & Starlinger, I. (1981). Do the blind hear better? Investigations on auditory processing in congenital or early acquired blindness. II. Central functions. *International of Journal Audiology*, 20(6), 510-5.

- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburg inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Oliveira, C. E. N., Salina, M. E., & Annunziato, N. F. (2001). Fatores ambientais que influenciam a plasticidade do SNC. *Acta Fisiátrica*, 8(1), 6-13.
- OMS. CID 10 (2003). *De tradução do centro colaborador da OMS para classificação de doenças em português 10^a ed.*. São Paulo: EDUSP
- Oxenham, A. J., Fligor, B. J., Mason, C. R., & Kidd, G. (2003). Informational masking and musical training. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114(3), 1543-1549.
- Parra, V. M., Iório, M. C. M., Mizahi, M. M., & Baraldi, G. S. (2004). Teste de padrão de frequência e de duração em idosos com sensibilidade auditiva normal. *Revista Brasileira Otorrinolaringologista*, 70(4), 517-23.
- Pereira, L. D. (1996). Identificação de desordens do processamento auditivo central através de observação comportamental: organização de procedimentos padronizados. In: E. Schoschat (Org.). *Processamento auditivo* (pp. 43-56). São Paulo: Lovise.
- Platel, H., Price, C., Baron, J. C., Wise, R., Lambert, J., Frackowiak, R. S. J., ... Eustache, J. (1997). The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain*, 120, 229-43.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Kartz, L. C., LaMantia, A. S., McNamara, J. O., & Williams, P. (2005). *Neurociências* (2^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Rauschecker, J. (1995). Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Elsevier Science Ltd.*, 18(1), 36-43.
- Reily, L. (2008). Músicos cegos ou cegos músicos: representações de compensação sensorial na história da arte. *Caderno Cedes*, 28(75), 245-266.
- Resnikoff, S. (2000). National prevention of blindness programmes and Vision 2020. *Journal of Community Eye Health*, 13(1), 49-50.

- Resnikoff, S., & Pararajasegaram, R. (2001). Blindness prevention programmes: past, present and future. *Bulletin of the World Health Organization*, 79, 222-226.
- Resnikoff, S., Pascolini, D., Etya'ale, D., Kocur, I., Pararajasegaram, R., Pokharel, G. P., & Mariotti, S. P. (2004). Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the World Health Organization*, 82(11), 844-851.
- Ríos, A. A., Rezende, A. G., Pela, S. M, Ortiz, K. Z., & Pereira, L. D. (2007). Teste de padrão harmônico em escuta dicótica com dígitos – TDDH. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 12(4), 304-309.
- Roder, B., & Rosler, F. (2003). Memory for environmental sounds in sighted, congenitally blind and late blind adults: evidence for cross-modal compensation. *International Journal of Psychophysiology*, 50, 27-39.
- Roder, B., Rosler, F. & Neville, H. J. (2000). Event-related potentials during auditory language processing in congenitally blind and sighted people. *Neuropsychologia*, 38(11), 1482-502.
- Roder, B., Rosler, F., & Neville, H. J. (2001). Auditory memory in congenitally blind adults: A behavioral-electrophysiological investigation. *Cognitive Brain Research*, 11, 289-303.
- Roder, B., Stock, O., Bien, S., Neville, H., & Rosler, F. (2002). Speech processing activates visual cortex in congenitally blind humans. *European Journal of Neuroscience*, 16(5), 930-6.
- Roder, B., Teder-Salejarvi, W., Sterr, A., Rosler, F., Hillyard, S. A., & Neville, H. J. (1999). Improved auditory spatial tuning in blind humans. *Nature*, 400, 162-166.
- Rosa e Silva, A. C. J. S. R., & Sá, M. F. S. (2006). Efeitos dos esteróides sexuais sobre o humor e a cognição. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 2(33), 60-67.

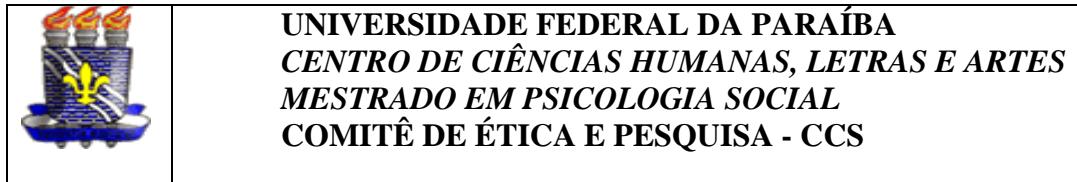
- Ross, D. A., Olson, I. R., & Gore, J. C. (2003). Cortical plasticity in an early blind musician: an fMRI study. *Magnetic Resonance Imaging*, 21(7), 821-828.
- Rui, L.R. (2007). *A física na audição humana: texto de apoio ao professor de física*. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre-RS.
- Sadato, N., Okada, T., Honda, M., & Yonekura, Y. (2002). Critical period for cross-modal plasticity in blind humans: A functional MRI study. *NeuroImage*, 16, 389–400.
- Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibañez, V., Deiber, M.P., Dold., G. & Hallett, M. (1996). Activation of the primary visual cortex by braille reading in blind subjects. *Nature*, 380, 526–528.
- Salomão, S. R., Mitsuhiro, M. R. K. H., & Belfort Jr., R. (2009). Visual impairment and blindness: an over view of prevalence and causes in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81(3), 539-549.
- Santos, L. C., Passos, J. E. O. S., & Rezende, A. L. G. (2007). Os efeitos da aprendizagem psicomotora no controle das atividades de locomoção sobre obstáculos em crianças com deficiência da visão. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 13(3), 365-380.
- Sassaki, R. K. (2003). Como chamar as pessoas que têm deficiência? *Vida independente: história, movimento, liderança, conceito, filosofia e fundamentos*. São Paulo: RNR.
- Schiffman, H. R. (2005). *Sensação e Percepção* (5^a ed.). Rio de Janeiro: LTC.
- Silva, L. P. A., Queiros, F., & Lima, I. (2006). Fatores etiológicos da deficiência auditiva em crianças e adolescentes de um centro de referência APADA em Salvador-BA. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologista*, 72(1), 33-6.
- Soncini, F., & Costa, M. J. (2006). Efeito da prática musical no reconhecimento da fala no silêncio e no ruído. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(2), 161-170.

- Sousa, A. D., Bosa, C. A., & Hugo, C. N. (2005). As relações entre deficiência visual congênita, condutas do espectro do autismo e estilo materno de interação. *Estudos de Psicologia*, 22(4), 355-364.
- Starlinger, I., & Niemeyer, W. (1981). Do the blind hear better? Investigations on auditory processing in congenital or early acquired blindness. I. Peripheral functions. *Audiology*, 20(6), 503-9.
- Temporini, E. R., & Kara-José, N. (2004). A perda da visão – Estratégias de prevenção. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 67(4), 597-601.
- Théoret, H., Merabet, L., & Pascual-Leone, A. (2004). Behavioral and neuroplastic changes in the blind: evidence for functionally relevant cross-modal interactions. *Journal of Physiology-Paris*, 98(1-3), 221-233.
- Thylefors, B., Négrel, A. D., Pararajasegaram, R., & Dadzie, K. Y. (1995). Global data on blindness. *Bulletin of the World Health Organization*, 73(1), 115–121.
- Torres, E. F., Mazzoni, A. M., & Mello, A. G. (2007). Nem toda pessoa cega lê em Braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais. *Educação e Pesquisa*, 33(2), 369-385.
- Uhl, F., Franzen, P., Lindinger, G., Lang, W., & Deecke, L. (1991). On the functionality of the visually deprived occipital cortex in early blind persons. *Neurociense Letters*, 124(2), 256-259.
- Ventura, R., Ventura, L., Brandt, C., Ferraz, D., & Ventura, B. (2007). Experiência em projeto: “Enxergando através das mãos”. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 70(5), 823-826.
- Walber, V. B., & Silva, R. N. (2006). As práticas de cuidado e a questão da deficiência: integração ou inclusão?. *Estudos de Psicologia*, 23(1), 29-37.

- Weaver, K. E., & Stevens, A. A. (2006). Auditory gap detection in the early blind. *Hearing Research*, 211(1-2), 1-6.
- WHO (2008). *Violência e lesões: Prevenção e reabilitação. Lesões relacionadas com deficiência e reabilitação*. Acesso em 20 de fevereiro, 2010, em http://www.who.int/violence_injury_prevention/disability/en/
- WHO (2009). *Deficiência visual e cegueira*. Ficha Técnica N° 282. Maio 2009. Acesso em 20 de fevereiro, 2010, em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html>
- Wurtz, R. H., & Kandel, E. R. (2003). Vias visuais centrais. In E. R. Kandel, J. H., Schwartz, & T. M., Jessel (Orgs), *Princípios da neurociência* (4^a ed.) (pp. 523-545) São Paulo: Manole.
- Yates, J. T., Johnson, R. M., & Starz, W. J. (1972). Loudness perception of the blind. *International Journal of Audiology*, 11 (5-6), 368-376.
- Zatorre, R. J. (2001). Neural specializations for tonal processing. *Annals New York Academy of Sciences*, 930, 193-210.
- Zatorre, R. J., Evans, A. C., Meyer, E., & Gjedde, A. (1992). Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing Science. *Annals New York Academy of Sciences*, 256, 846-9.

ANEXOS

Anexo 1. Termo de consentimento livre e esclarecido



Título da Pesquisa: Avaliação da Percepção de Notas Musicais em Adultos Cegos

Pesquisadora Responsável: Paloma Cavalcante Bezerra / Email: palomacbezerra@yahoo.com.br

Telefones: (Celular) (83) 87385888 -- (Mestrado de Psicologia) 3216-7006

Termo de Consentimento livre e esclarecido

Essa pesquisa se propõe caracterizar em pessoas cegas evidentes a percepção de notas musicais, objetivando conhecer como a percepção auditiva se relaciona com a privação visual.

A percepção auditiva será avaliada em laboratório, com o auxílio de um micro-computador, pelo qual será apresentado notas musicais que, de acordo com as instruções recebidas, devem ser diferenciados pelo participante. Será pedida a colaboração para que responda também a um questionário sobre informações demográficas (idade, sexo, escolaridade, lateralidade entre outras) e clínicas (comprometimentos físicos e psicológicos, uso de substâncias tóxicas, entre outras).

A pesquisa trará um grande benefício para o aprimoramento dos procedimentos de avaliação e intervenção neuropsicológicas, principalmente no que diz respeito a plasticidade cerebral que é a capacidade que o nosso cérebro tem de se reorganizar diante de eventos como este, privação de um dos sentidos.

A participação do sujeito é voluntária podendo este desistir em qualquer momento de participar da pesquisa sem nenhuma penalidade, isto implica que não receberá qualquer tipo de pagamento para participar do estudo. Este tipo de estudo não acarretará danos ao participante.

Os resultados da pesquisa serão divulgados sem a identificação dos participantes, ou seja, seu nome será sempre mantido em sigilo. Para tanto, solicitamos, além de sua participação voluntária durante as avaliações, sua autorização para apresentar e publicar os resultados deste estudo em eventos e revistas científicas.

Se o (a) senhor(a) concordar em colaborar voluntariamente com a pesquisa e se não tiver nenhuma dúvida, gostaríamos que assinasse este termo. Mesmo assinando, o(a) senhor(a) poderá recusar e/ou retirar o consentimento de participar da pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para ambas as partes. Desde já agradecemos a sua colaboração.

Eu _____ declaro estar ciente e informado(a) sobre os procedimentos de realização da pesquisa, conforme explicitados acima, e aceito participar voluntariamente da mesma.

 Assinatura do Participante

 Polegar Direito

 Assinatura do Pesquisador

Anexo 2. Inventário de Edinburgh

TESTE DE LATERALIDADE MANUAL - INVENTÁRIO DE EDINBURGH

Nome _____

Idade ____ anos

Existe algum canhoto na sua família? _____

Indique a sua preferência manual nas atividades abaixo. Assinale com um X na coluna apropriada quando a preferência for tão forte que você nunca use a outra mão. Assinale X na coluna nomeada como ambas quando usar indistintamente qualquer uma das mãos.

Atividades	Direita	Ambas	Esquerda
Escrever			
Desenhar			
Arremessar uma bola para acertar uma cesta			
Segurar a raquete de tênis, ping-pong, etc.			
Usar uma escova de dentes			
Usar uma faca (sem o uso do garfo)			
Usar um martelo			
Acender um fósforo (qual mão segura palito)			
Usar uma borracha para apagar algo			
Distribuir cartas de baralho (a mão que você utiliza para distribuir as cartas)			
Enfiar a linha na agulha (mão que segura a linha)			
Segurar um “mata-mosca” (para matar mosca)			

33-36: Fortemente destro

29-32: Moderadamente destro

25-28: Fracamente Destro

24: Ambidestro

20-23: Fracamente canhoto

16-19: Moderadamente canhoto

12-15: Fortemente Canhoto

E= 1 ponto; A= 2 pontos; D= 3 pontos

Anexo 3. Questionário

Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)-UFPB **Título da Pesquisa:** Avaliação da Percepção de notas musicais em adultos cegos

Data de Nascimento: _____ / _____ / _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Para mulheres: Possui ciclo menstrual regular? () Não () Sim
 Qual a data da última menstruação? _____ / _____

Lateralidade: () Destro [lado direito] () Canhoto [lado esquerdo]

Raça/Cor: _____

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Estado Civil: _____

Renda familiar (em nº. de salários):

- () De 1 à 2 salários mínimos
- () De 3 à 5 salários mínimos
- () De 6 à 8 salários mínimos
- () 9 ou mais salários mínimos

Religião: () Católico () Evangélico () Ateu () Outras: _____

Você toma café? () Não () Sim Há quanto tempo? _____
 Quantos dias por semana? _____
 Quantas vezes por dia? _____

Você fuma? () Não () Sim Há quanto tempo? _____
 Quantos cigarros por dia? _____

Você toma alguma bebida alcoólica? () Não () Sim Há quanto tempo? _____
 Quantos dias por semana? _____
 Você toma quantos copos ou doses dessa bebida? _____
 Qual tipo de bebida você faz uso? _____

Você tem histórico familiar de alcoolismo? () Não () Sim
 Qual o grau de parentesco com este familiar? _____

Você faz uso de alguma droga ilícita (maconha, craque, extasi, LSD, etc.)?
 () Não () Sim. Qual? _____

Você tem alguma doença geral crônica que necessite de tratamento medicamentoso (diabetes, hipertensão, etc.)?
 () Não () Sim. Qual? _____

Você tem alguma doença neuropsiquiátrica que necessite de tratamento medicamentoso (depressão, epilepsia, esquizofrenia, etc.)?

Não Sim. Qual? _____

Você tem histórico familiar de doença neuropsiquiátrica que necessite de tratamento medicamentoso (depressão, epilepsia, esquizofrenia, etc.)?

Não Sim. Qual o grau de parentesco com esse familiar? _____

Você faz uso contínuo de algum medicamento no momento?

Não Sim. Qual? _____

Você já foi a um Otorrinolaringologista?

Não Sim. Por que razão? _____

Você já foi a um Fonoaudiólogo?

Não Sim. Por que razão? _____

Você acha que escuta bem?

Sim Não. Por quê? _____

Você já fez algum curso de música?

Não Sim. Qual? _____

Você possui alguma habilidade musical?

Não Sim. Qual?
 Canta
 Reconhece notas musicais isoladas
 Toca algum instrumento. Qual? _____
 Outra. Especificar: _____

PERGUNTAS ESPECÍFICAS PARA PARTICIPANTES CEGOS:

Tipo de Cegueira: congênita adquirida, em que idade? _____

Causa da Cegueira: _____
 Unilateral (um olho) Bilateral (ambos os olhos)

Correção Visual: Sim Não

OUTRAS OBSERVAÇÕES: _____

Anexo 4. Aprovação no CEP/ HULW/UFPB



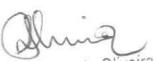
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO LAURO WANDERLEY - HULW
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES
HUMANOS - CEP

CERTIDÃO

Com base na Resolução nº 196/96 do CNS/MS que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley - CEP/HULW, da Universidade Federal da Paraíba, em sua sessão realizada no dia 13/04/2010, após análise do parecer do relator, resolveu considerar APROVADO o projeto de pesquisa intitulado AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE NOTAS MUSICAIS DE ADULTOS CEGOS. Protocolo CEP/HULW nº. 078/10, da pesquisadora PALOMA CAVALCANTE BEZERRA.

Solicitamos enviar ao CEP/HULW um resumo sucinto dos resultados, em CD, no final da pesquisa.

João Pessoa, 14 de Abril de 2010.


Iaponira Cortez Costa de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética
em Pesquisa - CEP/HULW

Profª Drª Iaponira Cortez Costa de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-HULW

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW - 4º andar. Campus I - Cidade Universitária.
Bairro: Castelo Branco - João Pessoa - PB. CEP: 58051-900 CNPJ: 24098477/007-05
Fone: (83) 32167302 — Fone/fax: (083)32167522 E-mail - cepuhulw@hotmail.com