

© Editora Cognitiva Ltda., 2019

Editora Cognitiva Ltda.

Rua Visconde de Pirajá 547 sala 608, Ipanema
Rio de Janeiro, RJ – CEP 22410-900 – Brasil
Telefax: +55 21 3298-9850
E-mail: info@editoracognitiva.com.br
http://www.editoracognitiva.com.br

Coordenação editorial: Odinei Cerqueira

Revisão: Thatyane Furtado

Projeto gráfico: Roberta Rangé

Capa: Luciana Choeri

Diagramação: Wilma Ferraz

Impressão: _____

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma e/ou quaisquer meios (eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e gravação) ou arquivada em qualquer sistema ou banco de dados sem permissão escrita da Editora.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Abordagem psicobiológica em psicologia e neurociências / Gustavo Gauer, John FonteneleAraújo, J. Landeira-Fernandez. -- Rio de Janeiro : Editora Cognitiva, 2019.

Bibliografia.

ISBN: 978-85-61816-14-8

1. Ciências 2. Cérebro - Fisiologia 3. Educação - Finalidade e objetivos 4. Neurociências 5. Neuropsicologia 6. Psicologia I. Gauer, Gustavo. II. Fontenele-Araújo, John. III. Landeira-Fernandez, J.

20-32400

CDD-370.15

Índices para catálogo sistemático:

1. Neurociências : Educação 370.15

Iolanda Rodrigues Bode - Bibliotecária - CRB-8/10014

SUMÁRIO

Apresentação..... 9

PRIMEIRA PARTE - ABORDAGEM PSICOBIOLOGICA DOS PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS

Capítulo 1. Psicobiologia da Atenção..... 13
Roberto Decker e Lisiane Bizarro

Capítulo 2. Processos comportamentais e neurais da transferência de controle de estímulos Pavloviano para operante..... 28
Andeson Gonçalves Carneiro, William Eduardo Patarroyo e Miriam Garcia-Mijares

Capítulo 3. Percepção de faces: substrato neuroanatômico, codificação e paradigmas de investigação..... 45
Adriana Manso Melchhiades Nozima, Ivan Bouchardet da Fonseca Grebot, Rui de Moraes Jr. e Wânia Cristina de Souza

Capítulo 4. Memória humana em abordagem psicobiológica..... 66
Sabine Pompeia

Capítulo 5. O papel da memória implícita na aprendizagem do medo condicionado..... 84
Carolina Macêdo-Souza, Thomas Eichenberg Krahe, Daniel Mograbi, Antonio Pedro Mello Cruz, J. Landeira - Fernandez

Capítulo 6. Estimativa de tempo em humanos: bases, ontogênese e variação diária..... 105
Mario André Leocadio-Miguel e John Fontenele-Araújo

SEGUNDA PARTE - PSICOBIOLOGIA, MÉTODOS E APLICAÇÕES

Capítulo 7. Medidas de aproximação e afastamento através do tempo de reação manual.....
Erick Conde, Allan Pablo Lameira, Nelson Torro e Luiz G. Gawryszewski

Capítulo 8. O sentido da audição na presença de perda auditiva: dificuldades auditivas relatadas por adultos.....	143
Renata de Sousa Tschiedel, Ronaldo Campos Granjeiro e Maria Angela Guimarães Feitosa	
Capítulo 9. Estresse precoce, psicobiologia e capital mental.....	161
Mateus Luz Levandowski, Lucas Poitevin Bandinelli e Rodrigo Grassi-Oliveira	
Capítulo 10. Aspectos psicobiológicos do controle inibitório em adolescentes.....	
Alice Rodrigues Wilhelm, Keitiline R. Viacava e Rosa Maria Martins de Almeida	
Capítulo 11. O impacto de jogar videogames de ação em habilidades perceptuais e cognitivas.....	
Gabriel A. Tiraboschi e Sérgio S. Fukusima	
Capítulo 12. Neurociência visual e educação.....	216
Marcelo Fernandes Costa	
Capítulo 13. Modelos e testes animais para o estudo da depressão.....	2
César Alves Carneiro, Ikla Lima Cavalcante e Mirian G. S. Stiebbe Salvadori	
Capítulo 14. Modelos animais para estudo da ansiedade humana.....	
Daniele Rodrigues Cavaliere, J. Landeira-Fernandez, Thomas Eichenberg Krahe e Antonio Pedro Mello Cruz	
Capítulo 15. <i>Research Domain Criteria</i> (RDoC): psicobiologia e uma nova abordagem em psicopatologia.....	26
Ana Maria Frota Lisbôa Pereira de Souza e Gustavo Gauer	
Capítulo 16. Mentira como um construto psicobiológico: como investigá-la?.....	281
Bruna Resende, Adriana Manso Melchiades Nozima, Wânia Cristina de Souza e Sérgio S. Fukusima	
Capítulo 17. Os desafios de avaliação e mensuração de dor.....	300
Cláudia Helena Cerqueira Mármora, Joaquim Carlos Rossini, Renato Leonardo de Freitas, Juliana Almeida da Silva, Priscila de Medeiros e José Aparecido da Silva	

TERCEIRA PARTE - PSICOBIOLOGIA EM CONTEXTO

Capítulo 18. Intersecções entre a formação em Psicologia na América Latina e as Neurociências.....	331
Andrey Carvalho de Deus e Alcyr Alves de Oliveira Jr.	
Capítulo 19. Envelhecimento em um Brasil em transformação: atenção a aspectos sensoriais e cognitivos.....	348
Maria Angela Guimarães Feitosa, Rui de Moraes Jr., Adriana Manso Melchiades Nozima e Goiara Mendonça de Castilho	
Sobre os autores.....	387

CAPÍTULO 19. ENVELHECIMENTO EM UM BRASIL EM TRANSFORMAÇÃO: ATENÇÃO A ASPECTOS SENSORIAIS E COGNITIVOS

Maria Angela Guimarães Feitosa, Rui de Moraes Jr., Adriana Manso Melchhiades Nozima e Goiara Mendonça de Castilho

Iniciamos este capítulo com uma análise da trajetória de aumento na longevidade da população, mostrando tendências específicas que caracterizam a transformação demográfica no mundo e admitindo que os dados mundiais criam um espelho ou predizem os dados brasileiros. A seguir, apontamos algumas questões importantes para o convívio com uma realidade transformada, com foco em políticas importantes para uma população longeva. Por fim apresentamos uma descrição de aspectos seletivos do envelhecimento humano, sob o ponto de vista das competências sensoriais e cognitivas, de uso amplo na espécie humana. Indicamos características básicas da visão e da audição, alterações com o processo de envelhecimento e possibilidades de ação no que se refere ao desenvolvimento de pesquisa e de intervenção. É nosso objetivo inspirar os atuais docentes e os futuros profissionais de psicologia sobre investimentos necessários para uma inserção profissional em uma sociedade em transformação.

A transformação demográfica e o aumento da longevidade da população

Relatório recente das Nações Unidas (ONU) sobre o envelhecimento da população no mundo (United Nations, 2015) identifica algumas tendências importantes: (a) Entre 2015 e 2030, o número de pessoas no mundo com idade igual ou maior que 60 anos deve crescer em 56%. Em 2050, a população global de pessoas mais velhas deve mais do que dobrar em relação a 2015, atingindo 2,1 bilhão. (b) O número de pessoas com idade igual ou maior que 80 anos está crescendo ainda mais rapidamente do que o de idosos em geral. As projeções indicam que em 2050 esses idosos serão 434 milhões, o triplo do que em 2015, quando havia 125 milhões

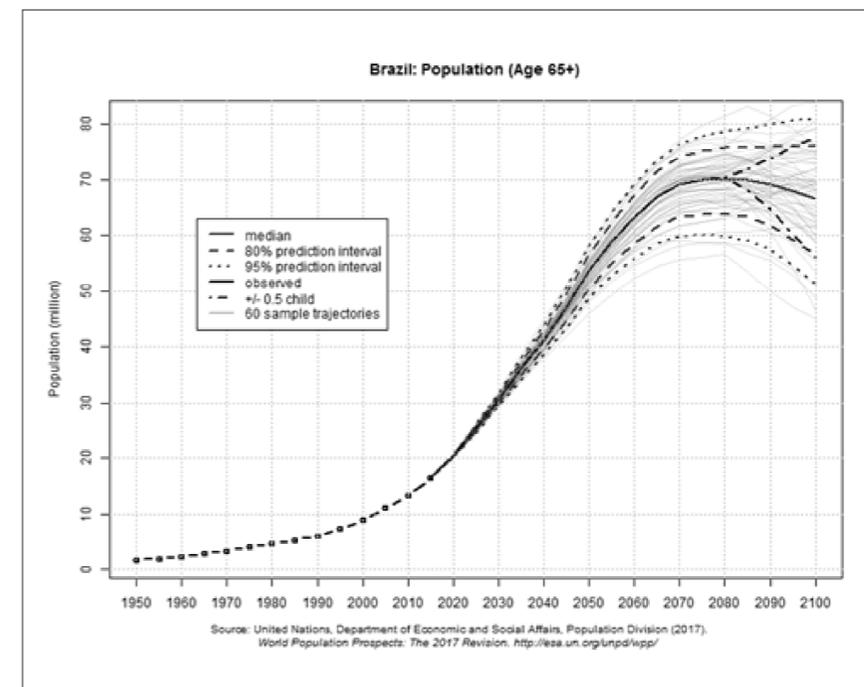


Figura 1. Projeção probabilística da população brasileira acima de 65 anos [extraída e adaptada do relatório *World Population Prospects 2017*, acessado em <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/65plus/>].

de pessoas com idade igual ou maior que 80 anos. (c) Nos próximos 15 anos, o número de pessoas mais idosas deve crescer mais rapidamente na América Latina e no Caribe do que em outros continentes, com uma projeção de 71% de crescimento na população com idade igual ou maior que 60 anos. (d) No período de 2010-2015, as mulheres viveram 4,5 anos mais que os homens, e eram 54% da população global com idade igual ou maior que 60 anos, ou 61% daquela com idade igual ou maior que 80 anos em 2015. Por outro lado, projeta-se melhora na sobrevivência dos homens, e a porcentagem de mulheres com idade igual ou maior que 80 anos deve cair para 58%. (e) A própria população mais idosa está envelhecendo. A proporção das pessoas mais velhas no mundo com idade igual ou maior que 80 anos deve aumentar de 14% em 2015 para mais do que 20% em

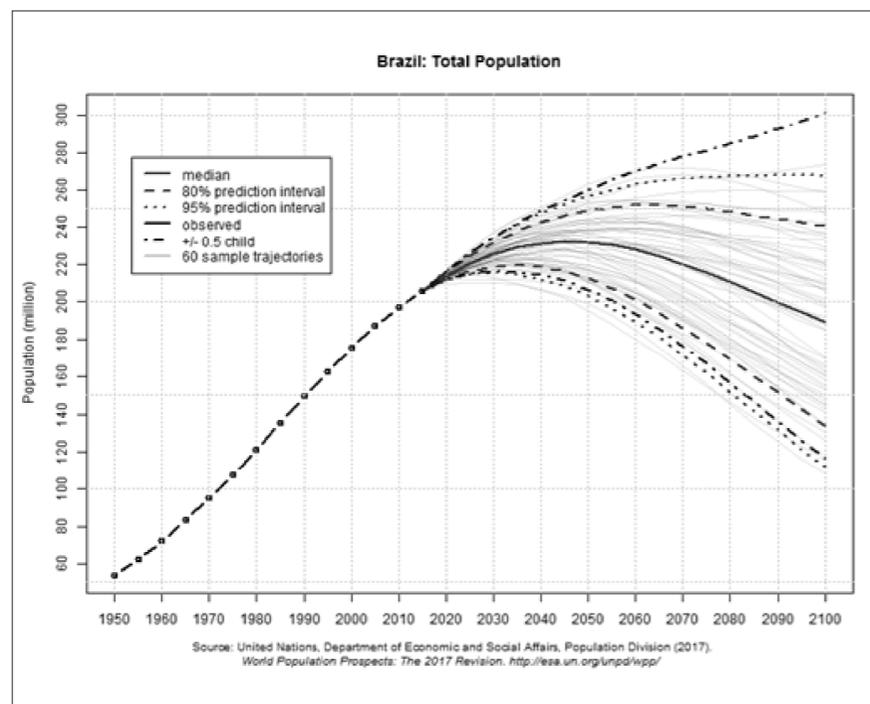


Figura 2. Projeção probabilística da população brasileira total [extraída e adaptada do relatório *World Population Prospects 2017*, acessado em <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/>].

2050. (f) A população mais velha está crescendo mais em áreas urbanas do que em rurais. Entre 2000 e 2015, o número de pessoas com idade igual ou maior que 60 anos aumentou 68% em áreas urbanas, comparado com 25% em áreas rurais. Como resultado, as pessoas mais velhas estão crescentemente concentradas em áreas urbanas. Em 2015, 58% das pessoas do mundo com idade igual ou maior que 60 anos e 63% das pessoas com idade igual ou maior que 80 anos residiam em áreas urbanas.

Observamos de forma contundente que a longevidade da população está aumentando — o que merece comemoração — e ela assume contornos específicos no que se refere a taxa de crescimento, movimentação na ocupação do território, sexo e outros parâmetros que vêm sendo estudados. A taxa de crescimento do envelhecimento populacional é mais

acelerada em países em desenvolvimento e o caso do Brasil tem recebido atenção de demógrafos e de setores responsáveis por políticas públicas. Especificamente no caso do Brasil, esse relatório mostra uma dramática mudança estrutural na composição etária da população comparando-se os anos de 1950 e 2015 e feita a projeção para 2050, dados que podem ser corroborados por consulta ao IBGE e organizações internacionais que capturam os dados do IBGE.

Comparando as Figuras 1 e 2, observa-se o desacoplamento entre crescimento acelerado da população brasileira acima de 65 anos e o desaceleramento no crescimento da população total, bem como o desacoplamento entre a queda precoce na população total e a queda tardia na população acima de 65 anos examinando-se os pontos de inflexão nas projeções para até 2100. Diante desse cenário, algumas reflexões devem ser postas. Devemos indagar qual é nosso papel frente a esses dados e projeções de aumento na longevidade da população brasileira — como pessoas integrantes de uma comunidade agora, como futuros profissionais, como pesquisadores, como executores e desenvolvedores de políticas públicas e políticas sociais. Examinamos a seguir algumas políticas que vêm sendo objeto de análise.

Políticas públicas voltadas para uma população longa

A relação entre o aumento na longevidade e a saúde da população tem recebido atenção da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em seu relatório de 2015 sobre envelhecimento e saúde, encontramos a descrição de implicações do envelhecimento populacional para políticas públicas para a saúde. Ecoando destaque apresentado no relatório da ONU, o relatório da OMS alerta que o Brasil está envelhecendo muito rapidamente e apresenta algumas consequências desse cenário. Alerta que o crescimento da população idosa gera alterações na sociedade, relacionadas ao setor econômico, ao mercado de trabalho, aos sistemas e serviços de saúde e às relações familiares, áreas nas quais políticas públicas são necessárias. Alerta que o envelhecimento no Brasil tem sido mais rápido do que o ocorrido em países desenvolvidos e adverte que o país não está preparado para responder às necessidades geradas por esse envelhecimento populacional. Algumas reflexões podem ser feitas sobre esse senso de urgência. Uma é que o Brasil precisa se apropriar do conhecimento desenvolvido

nos países que tiveram mais tempo para se adaptar sem desconsiderar a necessidade de desenvolver pesquisas próprias; outra reflexão é que as políticas públicas implementadas ou a serem desenvolvidas precisam de monitoramento para eventuais ajustes rápidos.

É importante nos determos sobre alguns conceitos importantes em relação a envelhecimento, saúde da população e funcionamento das pessoas. O primeiro é o próprio conceito de envelhecimento, apresentado de forma interessantemente abrangente no relatório da OMS, como um conceito que inclui *mudanças biológicas com perdas* (como redução na força muscular, redução na espessura dos córtices cerebrais, redução no nível de hormônios e neurotransmissores), *mudanças sociais* (em papéis e em posição na estrutura da família e da sociedade) e *mudanças individuais* (cognitivas, sensoriais, motivacionais, emocionais). A inclusão das dimensões social e psicológica nessa definição é importante, porque reconhece a necessidade de participação das ciências humanas e sociais nas diferentes modalidades de ações necessárias — na pesquisa, na formação, no delineamento de políticas e nos projetos de intervenção.

São igualmente relevantes na abordagem à saúde de idosos três conceitos adicionais: o conceito de *capacidade intrínseca*, que é o composto de todas as capacidades físicas e mentais nas quais o indivíduo pode se apoiar em qualquer momento no tempo; o conceito de *capacidade funcional*, que é a combinação de indivíduos e seus ambientes e a interação entre eles; e o conceito de *envelhecimento saudável*, entendido como o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada (OMS, 2015). No contexto do presente texto, argumentamos que é necessário: (a) descrever como, na ausência de doença, caracterizam-se as transformações nas funções sensoriais e cognitivas em função da idade (capacidade intrínseca), (b) investir em ações voltadas para o provimento de suporte (como o desenvolvimento e uso de próteses e treinamentos específicos), para assegurar (c) manutenção de acesso amplo ao convívio social, prevenir declínio cognitivo e depressão (envelhecimento saudável).

Relatório das Nações Unidas (2015) aponta que, entre as dez maiores causas de incapacitação no mundo, para homens e mulheres com 60 anos de idade ou mais, estão: para ambos os sexos, perdas auditivas, dor nas costas e no pescoço, erros de refração, queda, doença de Alzheimer e outras demências; apenas para mulheres, catarata; apenas para homens, depressão unipolar. Esses dados mostram a participação importante de

problemas sensoriais e cognitivos, tópicos importantes a serem abordados em seções posteriores deste capítulo.

Políticas sociais para uma população longeva

Antonucci et al. (2016) apontam desafios associados ao fato de que pessoas estão vivendo mais. São apontadas algumas tendências na sociedade que trazem consequências para o bem-estar individual e que são relevantes para o idoso: a ampla difusão da tecnologia, mudanças na natureza do trabalho e instabilidade no emprego, mudanças em políticas de previdência e mudanças na estrutura da família, em especial na direção de famílias complexas com novas organizações e famílias com maior número de gerações. Os autores apontam classes de políticas sociais para as quais há quantidade diferenciada de dados de pesquisa e são constatados graus diferentes de implementação: saúde e cuidado da saúde, educação, trabalho e aposentadoria, vida em família. Em todas essas classes, a inserção da psicologia é relevante. Se por um lado é importante ressaltar que a análise desses autores se refere a países desenvolvidos, por outro lado, alguns dos fatos a que se referem são relativamente universais e outros podem ser tomados como alertas para uma realidade local potencial. Frente a limitações de espaço, não detalhamos essa análise.

No âmbito do Brasil, as políticas públicas relacionadas às pessoas com 60 anos ou mais têm um histórico relativamente recente, dado que foram alavancadas pelas diretrizes propostas na Assembleia Mundial sobre Envelhecimento promovida pela ONU em 1982 (Alcântara, 2016). Naquela ocasião, 62 recomendações foram dadas, abarcando diversas áreas com impacto direto sobre a população mais longeva, a exemplo de saúde, proteção, habitação, bem-estar social e educação. Em 1988, com a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil, foi reconhecido o dever do Estado para com o idoso no que concerne à garantia de participação na comunidade, defesa da dignidade e bem-estar (Art. 230). Em consonância com este artigo, a Lei nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994, ensejou a criação do Conselho Nacional do Idoso, elencando princípios e diretrizes para uma Política Nacional voltada para essa população.

Em 1º de outubro de 2003, a Lei nº 10.741, conhecida como Estatuto do Idoso, regulamentou a política instituída quase 20 anos antes,

assegurando e ampliando direitos para as pessoas com idade igual ou superior a 60 anos. Dignos de notas, os artigos 2º e 3º do Estatuto do Idoso asseguram a saúde física e mental e o aperfeiçoamento [sic] intelectual do idoso, assim como a assistência obrigatória da família, em detrimento do atendimento asilar, exceto quando o idoso não possui algum tipo de suporte familiar ou social. O Art. 8º do Estatuto do Idoso reconhece o envelhecimento como um “direito personalíssimo” e sua proteção como “um direito social”, tendo lugar questões relacionados à saúde (Capítulo IV), como a criação de unidades geriátricas de referência e incremento nas áreas de geriatria e gerontologia social, assim como diretrizes para o ensino formal, sendo obrigatória a inserção da temática envelhecimento nos currículos mínimos (sic), visando a valorização do idoso, a eliminação do preconceito e a produção de conhecimento (Art. 22, Capítulo V). No âmbito do trabalho (Capítulo VI), destacam-se o resguardo ao direito de exercício, o estímulo à profissionalização e à previsão de incentivos a empresas para contratação de idosos.

Os aspectos legais aqui destacados integralizam os 118 artigos da Lei nº 10.741 e foram selecionados por evidenciarem a importante relação entre o idoso e seu grupo social, os papéis do Estado e da família, as capacidades, potencialidades e necessidades das pessoas com 60 anos ou mais, e o importante lugar que o estudo, a pesquisa e a compreensão sobre o envelhecimento têm no cenário da crescente inversão da distribuição etária no Brasil e no mundo.

Tendo analisado as características das transformações demográficas pelas quais passam o mundo e o Brasil, bem como o aumento na longevidade das pessoas e algumas implicações para políticas públicas e sociais, passaremos a analisar características e implicações do envelhecimento perceptual e cognitivo, destacando a função auditiva, a função visual e a memória humanas.

Envelhecimento da função auditiva

Ouvir é importante, afinal, ouvimos para interagir com as pessoas, apreciar música, organizar o mundo acústico, identificar fontes de perigo e aprender em geral. Apresentaremos nesta seção uma descrição sucinta do som e do sistema auditivo e, a seguir, uma descrição de competências auditivas básicas e algumas de suas transformações com a idade. Finalizamos

com uma rápida discussão sobre estratégias para lidar com a deficiência auditiva.

O som e o sistema auditivo humano

O som é uma perturbação mecânica no meio que ocorre quando um corpo elástico vibra, deslocando as moléculas de ar e criando regiões de rarefação e condensação que se propagam. Sons simples podem ser representados em termos de amplitude, comprimento de onda e fase. À dimensão de comprimento de onda corresponde a frequência e a sensação de altura — em uma escala de grave-agudo; à dimensão de amplitude corresponde a intensidade e a sensação de sonoridade, em uma escala de fraco-forte; à dimensão de fase, ou melhor, à diferença de fase entre o som chegando às duas orelhas corresponde a sensação de origem ou localização. Já a descrição de sons complexos, como os da música, precisa incorporar as características de frequência fundamental, que define a percepção de tom, e frequências harmônicas, que contribuem para a percepção de timbre. Em condições usuais, o mundo acústico é constituído de diferentes sons, que podem interferir uns com os outros, que chegam aos nossos ouvidos por trajetórias múltiplas, sons aos quais atribuímos uma fonte e uma identidade. É um mundo complexo com o qual lidamos com surpreendente facilidade se as condições forem favoráveis, o que implica em um sistema auditivo íntegro, existência de redundância e, especialmente para sons complexos como os da fala, a colaboração de competências visuais e cognitivas, condições nem sempre preenchidas com o processo de envelhecimento.

O sistema auditivo é organizado em duas porções principais: o sistema auditivo periférico e o sistema auditivo central, ambos de elevada complexidade. O sistema auditivo periférico é responsável pela percepção de propriedades mais simples dos sons e está estruturado em três partes distintas: o ouvido externo, o ouvido médio e o ouvido interno. O ouvido externo tem as funções básicas de filtragem e amplificação do som e de proteção contra a entrada de corpos estranhos, composto pelo pavilhão auricular, canal auditivo externo e pela membrana timpânica, que vibra em resposta ao som e delimita a separação do ouvido médio. O ouvido médio por sua vez tem como funções básicas a amplificação do som, por meio da articulação entre três ossículos que forma uma alavanca, a equalização de pressão entre os dois lados da membrana timpânica, por meio da tuba

auditiva, e a proteção contra sons de alta intensidade, por meio do reflexo acústico proporcionado por uma musculatura própria. Por último, o ouvido interno é integrado por duas subestruturas funcionais, o órgão vestibular, responsável pelo equilíbrio, e a cóclea, responsável pela audição.

A cóclea é uma estrutura em forma de caracol, organizada em canais delimitados por membranas. Em seu interior se aloja o órgão de Corti, que contém as células receptoras responsáveis pela transdução de energia mecânica para atividade elétrica quando os cílios dessas células são dobrados em relação ao corpo celular em consequência de um movimento relativo de partes do órgão. A essas células estão conectadas terminações nervosas que vão constituir o nervo auditivo e cujos corpos celulares vão compor o gânglio espiral. Na base do órgão de Corti encontra-se a membrana basilar, cujo padrão de vibração em resposta ao som dá à cóclea uma organização tonotópica, de sorte que frequências mais altas são processadas na base e frequências mais baixas, no ápice.

O sistema auditivo central é responsável pela percepção de padrões auditivos complexos, propiciando percepção de fala, do espaço e da música. Abriga vias ascendentes e descendentes. Da cóclea, a atividade neural segue até o córtex auditivo primário no lobo temporal, passando pelo núcleo coclear, o complexo olivar, o colículo inferior e o núcleo geniculado medial. A partir do núcleo coclear, parte das fibras se cruzam mais de uma vez em um padrão complexo, de forma tal que, em um ponto de destino comum, a informação neural chega por caminhos alternativos, uma situação que do ponto de vista fisiológico é propícia a comparações, importantes para o processamento de localização espacial da fonte sonora. A partir do córtex auditivo primário seguem informações para diversas áreas associativas, que não serão descritas aqui. Descrições didáticas mais detalhadas dos aspectos de física e anatomia acima tratados podem ser encontrados em Moore (2013) e Gelfand (2018). Examinaremos a seguir, de forma seletiva, algumas competências sensoriais, simples e complexas.

Competências sensoriais

Sensibilidade. A função de sensibilidade do homem ao som tem a forma de um “U” ou “W” aberto, em que são registrados os limiares absolutos para diferentes frequências de tons puros. Grosso modo, o ser humano

ouve sons na faixa de 20 a 20.000 Hertz. O homem tem uma sensibilidade maior (limiares mais baixos) para sons entre 500 e 4.000 Hz e requer intensidades cada vez maiores para detectar sons que têm frequências cada vez mais acima ou abaixo desses valores de frequência. Quando a intensidade do som é muito elevada (entre 100 e 120 dB), ele passa a gerar uma sensação diferente, acompanhada de desconforto e até mesmo dor. Delimita-se assim um campo de audição, considerando-se os limites inferior e superior para frequência e intensidade.

Ocupando uma posição central no campo auditivo, podemos inserir os fonemas, os sons básicos da fala. Alguns podem ser emitidos pelo aparato fonador em intensidade alta, já outros têm uma intensidade baixa. Você pode experimentar essas diferenças decompondo a palavra “fato”. Experimente emitir os fonemas /f/ e /t/ isoladamente. A seguir emita os fonemas /a/ e /o/. Com que nível você consegue emití-los? Com certeza os sons vocálicos podem ser fortes, mas os consonantais permanecem fracos. Diferenças como essas ajudam a entender por que quando não ouvimos bem é mais frequente errar o reconhecimento de certos sons.

Discriminação. Uma segunda competência auditiva básica é a de distinguir diferentes sons, ou seja, discriminá-los. Somos capazes de perceber pequenas diferenças entre dois sons quando eles diferem em frequência ou em intensidade, e essa competência se conforma à lei de Weber, caracterizando que o tamanho da diferença mínima apenas perceptível (o limiar diferencial) é proporcional ao valor do estímulo de referência.

Escalonamento. Quando sons variam em intensidade, somos capazes de perceber uma gradação de magnitude de sonoridade, que pode ser representada por uma escala que se conforma à lei da potência. Sonoridade também depende de frequência, de forma de sons com intensidade igual, mas frequências diferentes, podem soar como tendo níveis diferentes de sonoridade. Esse fenômeno é descrito por curvas de iso-sonoridade. O conhecimento sobre sonoridade se mostrou importante no desenvolvimento das medidas de nível sonoro de decibélimetros, usados para medição de ruído ambiental.

Mascaramento. Um aspecto perturbador da experiência de compreensão dos sons se dá quando eles são apresentados simultaneamente ou em grande proximidade temporal. A presença do som intrusivo, mascarador, compromete a percepção do som ao qual o ouvido dá atenção,

o som mascarado. Esse efeito, denominado mascaramento, é de maior magnitude quando o som mascarador é de intensidade elevada ou de frequência próxima ao do som mascarado, e especialmente forte quando os dois sons são da fala, um fato que tem implicações para os requisitos para compreensão da fala.

Processamento temporal. Essa competência refere-se ao fato de que os sons são processados ao longo de uma escala temporal diminuta, permitindo que elementos sonoros possam ser integrados em um único percepto, ao mesmo tempo em que sons com interrupções, ainda que muito pequenas, possam ser percebidos como contendo falhas. É modulado por variáveis como idade, intensidade, ordem dos eventos. Essa competência é importante para a percepção de fala, do espaço auditivo, incluindo a percepção de localização de um objeto sonoro, sua movimentação e distância em relação ao ouvinte; contribui também para a percepção de cenas e objetos auditivos. Prejuízo no processamento do som ao longo do tempo é relatado para idosos e tem implicações para diversas habilidades auditivas. Assim, por exemplo, em tarefa de percepção de ordem temporal, Szymaszek, Szlag e Sliwowska (2006) encontraram limiares mais elevados para idosos do que jovens, e dentro desses dois grupos, limiares mais elevados para mulheres.

Percepção de fala. A boa compreensão da fala requer um conjunto de condições: a qualidade do sinal acústico, a integridade do sistema auditivo, a ausência de outros sons simultâneos, a visualização da produção vocal do interlocutor, o provimento de redundância e os contextos semântico e sintático. A percepção da fala é prejudicada se sua velocidade é aumentada, e a magnitude desse efeito é maior em idosos e independe de métodos específicos de remoção de segmentos da fala, usada para aumentar sua velocidade (Schneider, Daneman, & Pichora-Fuller, 2002). Podemos pensar que compreender a fala humana é uma competência auditiva, no entanto, inúmeros estudos têm mostrado que a compreensão da fala é melhor quando existe oportunidade de interação de seus elementos acústicos com os elementos visuais presentes no gesto motor de produção da fala. A interação dos componentes visuais e auditivos vem sendo estudada por meio da dissociação dessas classes de variáveis, cujo resultado típico é conhecido como efeito McGurk. A leitura labial ocorre naturalmente, mas pode ser aprimorada com treinamento, ampliada para incluir elementos táteis, permitindo estratégias de substituição para uso de deficientes sensoriais.

Audição e envelhecimento

Definição de envelhecimento auditivo ou presbiacusia e mecanismos. Dentre as várias definições existentes para presbiacusia, ressaltamos a proposta por Willot (1991), como “o declínio da audição associado a vários tipos de disfunção do sistema auditivo (periféricas e centrais) que acompanham o envelhecimento, que não podem ser explicados por condições extraordinárias ototraumáticas, genéticas ou patológicas, e implica déficits não apenas em limiar absoluto, mas também em percepção”. Essa definição engloba os componentes biológicos e sensoriais, estende o componente sensorial para além de limiares absolutos e dissocia envelhecimento de doença. Essa definição não exclui a possibilidade de que a presbiacusia seja o resultado de uma combinação de fatores aos quais as pessoas são expostas na vida cotidiana, como a inevitável exposição a ruídos ambientais.

Uma hipótese corrente sobre as causas da perda auditiva neurosensorial associada à idade é a hipótese de dano cumulativo/sinérgico (Wong & Ryan, 2015), que inclui ototoxicidade, perda auditiva neurosensorial induzida por ruído, fatores relacionados à presença de infecção, inflamação e autoimunidade, e desregulação metabólica. A partir de inúmeros estudos realizados nas últimas décadas, sabe-se que a perda associada à idade, de natureza neurosensorial, compromete de forma especial a cóclea; e as regiões suscetíveis a dano permanente na perda neurosensorial são as células ciliadas internas e externas, a estria vascular e os neurônios que estabelecem sinapse com as células ciliadas. No entanto a perda auditiva associada à idade implica também em alterações centrais estruturais e funcionais, que vêm recebendo atenção em estudos mais recentes. Alterações fisiológicas no sistema auditivo central incluem, por exemplo, elevação de limiares no potencial evocado de tronco cerebral em camundongos idosos (Frisina & Hu, 2010) e alterações na amplitude do potencial evocado de tronco cerebral em humanos em função de idade e frequência (Pelle & Wingfield, 2016). Na comparação entre dados morfológicos e comportamentais de humanos, verifica-se redução na quantidade de matéria cinzenta no córtex auditivo na presença de presbiacusia (Profant et al., 2014).

Características e consequências comportamentais mais conhecidas do processo de envelhecimento auditivo. Idosos com comprometimento auditivo frequentemente se queixam de perda gradual

de sensibilidade auditiva e dificuldade gradual em comunicação oral. Se o comprometimento auditivo é maior, pode ser acompanhado de perda cognitiva, perda de autonomia, isolamento social e depressão. Em raras ocasiões, alucinações musicais também surgem.

A perda gradual de sensibilidade auditiva. Tem sido analisada em diversos estudos com amostras grandes, com delineamento longitudinal ou transversal. Apesar de variações nos delineamentos, a tendência dos dados é consistente. Em estudo sobre a prevalência de perda auditiva nos Estados Unidos (Yamasoba et al., 2013), no qual a perda auditiva foi definida a partir de média de limiares para as frequências de 0,5 a 4 kHz, foi observado que a prevalência ultrapassa 10% na faixa de 40 a 49 anos, atinge cerca de 25% na faixa de 60-69 anos e se aproxima de 80% entre pessoas acima de 80 anos de idade. Dados semelhantes foram relatados por Cruickshanks et al. (1998).

Quando os dados são segregados por sexo, a sensibilidade auditiva para idosos jovens (60 a 64 anos) para frequências de 250 Hz a 8.000 Hz mostra, especialmente para frequências altas, uma perda maior para homens em comparação com as mulheres (Cruickshanks et al., 1998). Em outro estudo desde adultos jovens até idosos mais idosos, compreendendo participantes de amplo espectro de idades, Morrell, Gordon-Salant, Pearson, Brant e Fozard (1996) mostraram não só que homens perdem mais sensibilidade, como o fazem mais precocemente que mulheres e em maior grau para frequências altas; mostraram também crescente variabilidade no grau de perda com a idade, um tipo de dado que se apresenta em diferentes áreas de pesquisa. Silva e Feitosa (2006) mostraram que, mesmo quando a audiometria tonal é clinicamente normal, encontra-se diferença estatística em sensibilidade auditiva para frequências altas em adultos mais velhos quando comparados com adultos jovens.

Redução em capacidade discriminativa. Quando a capacidade discriminativa de idosos é comparada à de jovens, verifica-se que a fração de Weber se mostra aumentada (portanto, discriminação pior) para frequências baixas, e o limiar diferencial para intensidade é maior para frequências mais baixas e em especial para níveis mais baixos de intensidade (He, Dubno, & Mills, 1998). A capacidade de localização do som no espaço costuma ser analisada em termos do ângulo mínimo audível, que expressa a separação angular necessária para identificação de diferença em posição. Briley e Summerfield (2014) mostraram aumento no ângulo mínimo audível para

idosos mais idosos, mas não para idosos jovens, quando comparados com adultos jovens.

Prejuízo em percepção de fala. Os limiares para recepção de fala são mais elevados em idosos quando comparados com adultos com audição normal e, dentre os idosos, são mais elevados para os idosos com perda auditiva quando comparados com idosos sem perda auditiva (Caporali & Silva, 2004). Adicionalmente, verifica-se que os erros cometidos em tarefa de reconhecimento de palavras são exacerbados pela presença de ruído concomitante. O ruído compromete a percepção de palavras, especialmente em adultos mais velhos, e o número de palavras com erros de omissão é maior para relações sinal/ruído mais desfavoráveis (Silva, 2003). Idosos se queixam de que é cansativo ouvir outras pessoas falando. O esforço para ouvir aumenta com o aumento em limiares tonais e em idade, sendo os participantes agrupados em adultos, adultos mais velhos e idosos (Santana, 2017). Funções cognitivas colaboram para a percepção de fala; informação semântica é importante para a percepção de fala e é como um fator de compensação pela deficiência sensorial. Se a capacidade atencional parece ser importante para a percepção de fala, por outro lado, tanto variáveis cognitivas quanto sensoriais sofrem influência de idade. Perguntas com diferentes demandas cognitivas sobre conteúdo de textos geram diferença entre jovens e idosos no grau de compreensão, e o efeito é maior para perguntas integrativas e na presença de ruído ambiental (Schneider et al., 2002). Vários aspectos da percepção de fala são compartilhados com outras dimensões de percepção auditiva, como a percepção de cena ou de música, que também sofrem prejuízos com o envelhecimento, mas o espaço não permite adentrar nesses aspectos.

Considerações finais sobre o envelhecimento da função auditiva

Uma série de estratégias têm sido desenvolvidas e executadas para fazer face ao cenário delineado. Elas incluem estratégias de conservação, voltadas para o evitamento de agentes causadores de perda; estratégias de manejo, voltadas para o treinamento comportamental no uso da audição residual (Andrade, 2017; Tschiedel, 2003). Envolvem também estratégias de intervenção, voltadas para o uso de aparelhos de amplificação, de im-

plante coclear e de outros dispositivos especializados, que, embora sejam da competência prioritária de médicos e fonoaudiólogos, podem se beneficiar da participação da psicologia, em especial no delineamento e avaliação de protocolos de treinamento, na pesquisa básica de apoio à validação de tecnologias-produto e tecnologias-processo, além do apoio psicológico propriamente dito ao sofrimento das pessoas com limitações sensoriais associadas à idade. Seria importante, no contexto brasileiro, discutir uma agenda de trabalho para investimento em prevenção, manejo e reabilitação, e isso pode ser potencializado pela formação em competências profissionais e de pesquisa.

Envelhecimento da função visual

Os olhos são os órgãos sensoriais especializados na detecção, localização e análise dos componentes luminosos (Bear, Connors, & Paradiso, 2008). O sentido da visão permite a entrada de grande parte das informações recebidas pelo sistema nervoso central, as quais são enviadas a regiões do cérebro destinadas ao processamento visual. Entretanto, da mesma forma como ocorre com os outros órgãos dos sentidos, o envelhecimento provoca alterações anatômicas e funcionais nos olhos, as quais podem impactar a percepção dos estímulos visuais e o desempenho do organismo. Estima-se, hoje, que 36 milhões de pessoas estejam cegas e que 217 milhões tenham prejuízo visual de moderado a severo. Dentre essas últimas, 81% tem mais de 50 anos. Informação ainda mais impactante é que 80% dos *déficits* visuais poderiam ser tratados ou evitados (Bourne et al., 2017).

Nesse contexto, entender o funcionamento e as potencialidades do sistema visual é necessário para um melhor preparo frente aos desafios do envelhecimento (Faubert, 2002). Apesar das perdas sensoriais serem inevitáveis, existem adaptações e intervenções preventivas que podem beneficiar não apenas o sistema sensorio-perceptual, mas, em última instância, os indivíduos e a sociedade em diversos níveis e de diferentes formas. Por exemplo, o desenvolvimento de políticas públicas educacionais e de saúde voltadas para o envelhecimento pode assegurar mais qualidade de vida para aquele que envelhece e para a sua família. Nesse sentido, considerando o envelhecimento da população brasileira abordado no início do capítulo, faz-se necessária a disseminação e discussão de temas relacionados ao

envelhecimento visual. Antes disso, porém, a visão é introduzida de modo a abordar como se dá seu funcionamento normal.

O sistema visual humano

O sistema visual humano é composto por várias estruturas com funções bem definidas. A pupila é um orifício situado na parte anterior do olho que permite a entrada da luz até a retina, uma estrutura laminar no fundo do olho que forma uma rede de células especializadas. Uma vez lá, o sinal visual é distribuído nos fotorreceptores e processado conforme o tipo de informação que carregam. Por fim, o nervo óptico encaminha o produto final desse processamento visual inicial até o córtex occipital e dali para áreas de associação multimodais (Bear et al., 2008; Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2013; Martinez-Conde, & Macknik, 2014; Purves et al., 2012).

No início desse processo e ainda na retina, o espectro de luz visível, na forma de energia eletromagnética, é convertido em sinais neurais eletroquímicos e então encaminhado para estruturas de mais alto nível do sistema visual. A passagem do estímulo visual inicia-se na camada de fotorreceptores (cones e bastonetes), seguindo para uma camada de células bipolares e, finalmente, chegando à camada de células ganglionares, a partir de onde segue para os neurônios occipitais, conduzido pelo nervo óptico (Kandel et al., Milner, & Goodale, 2006; Snowden, Thopson, & Troscianko, 2012).

Aqui, vale ressaltar a funcionalidade das diferentes células que compõem a retina. Existem dois tipos de fotorreceptores: cones e bastonetes. Os cones se concentram na região central da retina chamada de fóvea (local para onde direcionamos a atenção visual); diferentes tipos de cones respondem diferencialmente a comprimentos de onda luminosa, o que faz estas células responsáveis pela percepção de cores. Em número muito maior e localizados exclusivamente fora da fóvea, na periferia do campo visual, encontram-se os bastonetes; essas células são muito sensíveis à energia luminosa. Isso é resultado do fato de uma maior convergência neural, ou seja, muitos bastonetes (na casa de centenas) estabelecem comunicação com cada célula ganglionar (Bear et al., 2008; Goldstein, 2014; Martinez-Conde, & Macknik, 2014; Purves et al., 2012). A convergência neural faz com que os bastonetes sejam responsáveis pela visão noturna.

Já sob a luz do dia, a retina periférica não se mostra capaz de detectar os mesmos perceptos e a mesma qualidade visual que durante a noite. Esse fenômeno pode ser entendido por um processo chamado de adaptação ao escuro. A visão diurna faz uso dos cones, e uma boa acuidade visual requer que a razão entre fotorreceptores e as células ganglionares seja baixa, por volta de 1:1 (Bear et al., 2008; Kandel et al., 2013; Purves et al., 2012).

As células ganglionares também podem ser de dois principais tipos: células do tipo M (magnocelulares) e P (parvocelulares). As células M são grandes, têm campos receptivos maiores, conduzem potenciais de ação mais rapidamente, são mais sensíveis a estímulos com baixo contraste e respondem à estimulação de seus campos receptivos com uma série rápida e transitória de rajadas de potenciais. Já as células P são menores e respondem a uma estimulação elétrica de forma sustentada enquanto persistir o estímulo. Uma importante diferença entre as duas é que, enquanto as células do tipo M conseguem detectar contrastes sutis e movimento sobre seus enormes campos receptivos, as células P discriminam detalhes finos, cores e altas frequências espaciais (Bear et al., 2008; Goldstein, 2014).

As células ganglionares não existem apenas na retina. A informação inicialmente processada nas células ganglionares da retina segue para o tálamo, mais especificamente no núcleo geniculado lateral (NGL). Células ganglionares M e P da retina projetam-se exclusivamente para células magnocelulares e parvocelulares do NGL, respectivamente (Bear et al., 2008; Kandel et al., 2013; Purves et al., 2012; Milner, & Goodale, 2006; Snowden, Thopson, & Troscianko, 2012).

Um conceito central em visão é o de campo receptivo, que é a área da retina que, quando estimulada, é capaz de modular a atividade de um neurônio. Em decorrência de seus padrões anatômicos, células ganglionares têm campos receptivos circulares, os quais estão retinotopicamente organizados. Dessa forma, fotorreceptores que estão próximos uns dos outros consequentemente também têm campos receptivos próximos uns dos outros. Uma organização bastante semelhante a essa se mantém no NGL e no córtex visual primário, V1, área que recebe o *input* visual e inicia o processamento cortical dos estímulos visuais.

Nas células ganglionares, especificamente, os campos receptivos têm uma geometria concêntrica, com centros e periferia que se opõem. Há dois tipos de neurônios: os que são ON nos centros e OFF na periferia e vice-versa. A nomenclatura ON e OFF está relacionada ao aumento ou diminuição da taxa de disparo de um neurônio, respectivamente, quando luz

é projetada em parte de seu campo receptivo. Tal configuração anatômica é fundamental para a visão humana, pois habilita o sistema visual à detecção de contornos, que é a base para a visão e o reconhecimento de formas e objetos (Bear et al., 2008; Purves et al., 2012; Snowden, Thopson, & Troscianko, 2012). Já em V1, a maioria dos neurônios possuem campos receptivos alongados, passando a responder a estímulos apresentados em uma orientação espacial específica (i.e., barras). Hubel e Wiesel, em seu clássico estudo sobre orientação espacial de estímulos, demonstraram que todas as orientações espaciais estão representadas no córtex visual (Wiesel, & Hubel, 1965; Hubel, 1988). A partir do processamento de informação visual de orientação e frequência espacial, funções visuais mais complexas (e.g., percepção de forma, distância, movimento, faces etc.) podem ser levadas a cabo por uma circuitaria que envolve áreas visuais secundárias e áreas multimodais do córtex.

Considera-se o sistema visual completamente formado a partir dos 18 anos. A partir de então, o organismo consegue fazer pleno uso de suas potencialidades, integrando os perceptos relacionados à visão com outros processos cognitivos, formando a chamada cognição visual (Neisser, 1967). Durante a vida adulta, o ser humano é capaz de reconhecer objetos, integrar estímulos complexos (e.g., faces humanas e cenas de paisagens), organizar e planejar movimentos baseados em informações visuais e até mesmo perceber informações afetivas ou subjetivas, como acontece quando se reconhece a expressão emocional emitida por uma face ou postura corporal de outrem. No entanto, com o envelhecimento, algumas capacidades visuais podem tanto alterar sutilmente como serem significativamente comprometidas.

Visão e envelhecimento

Do ponto de vista estritamente sensorial, envelhecer é passar por mudanças biológicas, as quais geralmente estão ligadas a perdas anatomo-funcionais no sistema sensorial. As mudanças estruturais e fisiológicas sofridas pelo sistema visual humano do início da idade adulta até a terceira idade são significativas e impactam diretamente não apenas a forma como se enxerga o mundo, literalmente, mas a performance de um indivíduo em suas tarefas de vida diária (Owsley, 2011, 2016). Atividades como reconhecer um objeto, subir uma escada, dirigir, locomover-se de um local para o

outro e até mesmo dentro de casa podem apresentar um nível de dificuldade desconhecido até então. Consequentemente, é comum que idosos relatem uma diminuição acentuada da qualidade de vida, aumento da dependência de terceiros e incapacidade de engajamento em tarefas e atividades que anteriormente eram prazerosas (Owsley, 2011, 2016). Apontaremos aqui alguns dos prejuízos sofridos pela percepção visual em decorrência do envelhecimento, cientes de que os aspectos discutidos não abrangem a totalidade do assunto. Entretanto, parece-nos que alguns tópicos são mais comuns ou impactantes para a funcionalidade dos indivíduos e por isso optamos por tal recorte.

Sensibilidade ao contraste. A sensibilidade ao contraste espacial é a capacidade de perceber a transição entre claro e escuro que marca as bordas de uma imagem (Roudaia, Bennett, & Sekuler, 2008). A quantidade mínima de contraste que uma pessoa necessita para identificar uma borda chama-se limiar de contraste e este pode ser acessado por diferentes tarefas psicofísicas, como detecção, discriminação, reconhecimento e identificação de um alvo (Owsley, 2016).

O envelhecimento traz um prejuízo direto sobre a percepção do contraste em altas frequências espaciais (i.e., informações que possuem riqueza de detalhes e gradientes finos), fato que não é observado em baixas frequências espaciais (i.e., informação grosseira, equivalente a uma imagem borrada [Allard, Renaud, Molinatti, & Faubert, 2013]). Por exemplo, considerando como estímulo uma grade senoidal de frequência espacial contendo 16 ciclos/graus de ângulo visual, um idoso pode ter uma redução de 75% de sua sensibilidade ao contraste (Owsley, 2016). O motivo para tamanho aumento de limiar encontra-se em características ópticas do olho decorrentes do envelhecimento. Alterações como miopia pupilar (redução do tamanho da pupila), aumento da densidade do cristalino (o que pode, inclusive, levar à catarata, uma patologia típica do envelhecimento ocular) e aumento da refração ocular interna, todas típicas do envelhecimento, causam o prejuízo na sensibilidade ao contraste (Pelli & Bex, 2013).

Visão escotópica e luminância. A visão escotópica acontece em condições de baixa luminosidade, em que os bastonetes representam a maior parte dos fotorreceptores ativos. Entre 60 e 70 anos, a densidade de bastonetes na mácula (área amarelada que circunda a fóvea) diminui dras-

ticamente (Kandel et al., 2013), o que pode justificar o prejuízo funcional da visão sob baixa luminosidade. Além disso, estudos têm indicado que idosos passam por uma alteração bioquímica na produção da rodopsina, uma proteína presente nos bastonetes e importante para a transformação do estímulo visual (luz) em sinal elétrico. Tal alteração química prejudica a adaptação ao escuro do portador (Alpern, 1971; Lamb & Pugh, 2004). Ainda assim, segundo Owsley (2016), a sensibilidade dos idosos a condições de baixa luminosidade após sua adaptação ao escuro ainda é maior que a sensibilidade que têm à luz em condições fotópicas (de alta luminosidade).

Velocidade de processamento visual. Define-se velocidade de processamento visual como o tempo necessário para que uma detecção ou julgamento sobre estímulos visuais seja feito corretamente (Owsley, 2012). Essa habilidade pode variar entre indivíduos e está integrada a outros processos cognitivos, em especial à atenção (Neisser, 1967; Salthouse, 2004). Pessoas idosas frequentemente relatam dificuldades em tarefas visuais do dia a dia que envolvem desordem ou mistura de muitas informações, tarefas secundárias concorrentes ou a necessidade de uma resolução rápida (Owsley, 2012). Tais dificuldades têm sido atribuídas a uma busca visual ineficiente por parte do idoso, assim como problemas de engajamento atencional, o que por consequência diminui a velocidade de processamento visual, aumentando o tempo para realização das tarefas (Owsley, 2011, 2016).

Owsley (2012) desenvolveu técnicas para medir a velocidade de processamento visual sob circunstâncias de atenção dividida e observou que adultos e idosos com pobre desempenho na tarefa proposta tendem a queixar-se de seu desempenho nas tarefas do dia a dia. Entretanto, os resultados de seu estudo sugeriram que tais dificuldades podem ser aliviadas com treino computadorizado, revelando a importância de inserção de idosos em tarefas de treinamento e estimulação até mesmo para manutenção de boa funcionalidade ou diminuição da intensificação de possíveis dificuldades (Owsley, 2012, 2016).

Doenças visuais relacionadas ao envelhecimento. Patologias que acometem a visão e estão relacionadas ao envelhecimento podem ocasionar *déficits* perceptuais ou causar cegueira permanente, e.g., presbiopia, catarata, glaucoma, degeneração macular relacionada à idade, retinopatia diabética etc (Bowling, 2015; Jackson & Owsley, 2003). A Tabela 1 suma-

Tabela 1. Principais patologias que acometem a visão e que estão relacionadas ao processo de envelhecimento

Doença	Presbiopia	Catarata	Degeneração macular relacionada à idade	Glaucoma	Retinopatia diabética
Caracterização	Perda de amplitude de acomodação devido rigidez do cristalino e enfraquecimento dos músculos ciliares.	Opacidade do cristalino	Degeneração das células da fóvea e entorno pelo seu envelhecimento (seca) ou neovascularização (úmida).	Mudanças na estrutura do disco óptico e o nervo óptico se torna mais delgado em função de aumento da pressão, geralmente ocasionada por dificuldade na drenagem do humor aquoso.	Alterações nos vasos sanguíneos da retina em função de diabetes. Ocorre extravasamento de líquidos e até hemorragia.
Severidade	Alteração normal, mas irreversível.	Cegueira reversível	Perda irreversível da visão.	Podem ocasionar cegueira irreversível.	Podem ocasionar prejuízo irreversível, que pode ser súbito em caso de hemorragia.

(Continua)

(continuação)

Doença	Presbiopia	Catarata	Degeneração macular relacionada à idade	Glaucoma	Retinopatia diabética
Sintomas	Perda de resolução para ver objetos próximos; dores de cabeça; fadiga mental.	Visão turva; baixa acuidade visual e de sensibilidade ao contraste; dificuldade para enxergar em ambientes com pouca luz; dificuldade de dirigir; visão dupla.	Perda progressiva da visão; visão com linhas onduladas; pontos escuros ou espaços em branco; necessidade de luz mais brilhante; dificuldade na leitura e no reconhecimento de rostos.	Assintomática no início; cefaleia, enjoo e fotofobia; prejuízo na visão periférica; prejuízo na sensibilidade ao <i>flitêr</i> ; prejuízo na visão de cores e movimento; acuidade na visão central prejudicada em casos graves.	Insidioso e assintomático no início do quadro; prejuízo na acuidade visual e visão embaçada; prejuízo na visão central e/ou periférica; déficit na percepção de cor e contraste.
Tratamento	Lentes convexas, progressivas e bifocais e cirurgia refrativa.	Cirurgia de correção e inserção de lentes intraoculares.	Antioxidantes (variante seca) e uso de medicamentos antiangiogênicos (variante úmida).	A diminuição da pressão retarda o processo. Colírios específicos controlam a degeneração. Cirurgia recomendada para casos resistentes ao uso de colírios.	O tratamento com insulina reduz a progressão da doença. Tratamento com fotocoagulação e cirurgia são possíveis.

riza as principais informações sobre as doenças citadas, as quais têm um início geralmente entre 40-60 anos. Apesar da especificidade de cada caso clínico, uma série de medidas gerais de profilaxia podem prevenir o surgimento, ou surgimento precoce, dessas condições. Entre essas medidas, podem ser elencadas: dieta saudável, proteção da radiação solar, não fumar ou parar de fumar, controle da glicemia e pressão arterial, prática regular de atividades físicas e verificação periódica das funções visuais e da saúde ocular (Boparai & Faulkner, 2018).

Considerações finais sobre o envelhecimento da função visual

Outras habilidades perceptuais podem estar diminuídas em idosos, como diminuição do campo visual periférico, diminuição da sensibilidade temporal e percepção de movimento, prejuízo na identificação de cores ou na visão binocular (Faubert, 2002; Allard, Renaud, Molinatti, & Faubert, 2013; Bower & Andersen, 2012; Owsley, 2016). Há ainda outras patologias que afetam a visão e estão relacionadas ao envelhecimento, que, apesar de não terem sido mencionadas, podem causar ou aumentar a dificuldade ou cegueira visual entre os idosos. Entretanto, nosso principal foco aqui não é revisar amplamente os aspectos neurofisiológicos do processamento visual ou abordar extensivamente as alterações e patologias típicas do envelhecimento. Antes, utilizamo-nos desse substrato para, a partir dele, chamar atenção para as transformações etárias e epidemiológicas que o Brasil tem sofrido e, com elas, a necessidade de nos adaptarmos e nos prepararmos para o futuro.

Envelhecimento cognitivo

O envelhecimento, de modo geral, acarreta tanto mudanças universais, comuns a todos os idosos, quanto mudanças altamente prováveis associadas ao envelhecer, como o desenvolvimento de doenças (Stuart-Hamilton, 2002). As mudanças universais têm ancorado diferentes teorias sobre o envelhecimento, realçando, principalmente, as perdas cognitivas em função de alterações no substrato neural (Parente, 2006). Contudo, como pontua Parente, o envelhecer não é pautado apenas por perdas, tendo lugar os ganhos, tanto na esfera cognitiva quanto na orgânica e ce-

rebral. Para melhor entender a interação entre cérebro e cognição, quer sejam contextualizados perdas e ganhos, a Figura 3, adaptada do modelo apresentado por Cabeza, Nyberg e Park (2005), é bastante útil:

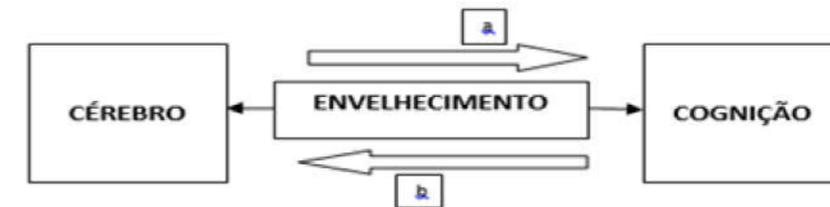


Figura 3. Modelo de Neurociência Cognitiva do Envelhecimento (Adaptado de Cabeza, Nyberg, & Park, 2005).

De acordo com o Modelo, o envelhecimento afeta ambos os estratos cerebral e cognitivo, comportando assim efeitos neurogênicos e psicogênicos, sendo que os primeiros afetam a cognição em função de alterações no estrato cerebral (a), enquanto mudanças no estrato cognitivo afetam o cérebro (b). É interessante observar que os efeitos neurogênicos apresentam estreita convergência com as mudanças universais, concorrendo primordialmente para prejuízos cognitivos associados ao envelhecimento. Por outro lado, os efeitos psicogênicos convergem para os ganhos possíveis, justificados, por exemplo, pela plasticidade neural como estratégia compensatória (Cabeza et al., 2005). O modelo acima tem utilidade, por exemplo, para compreender os dados de vários estudos comparativos realizados sobre o tema.

A relação entre envelhecimento e cognição: uma breve revisão empírica

De forma bastante recorrente, estudos comparativos têm sido conduzidos para se avaliar as diferenças no funcionamento cognitivo advindas da senescência ou como indicadoras de quadros potenciais de demência (e.g., Charchat-Fichman, Caramelli, Sameshima, & Nitrini, 2005). Tais estudos incluem delineamentos transversais ou longitudinais e utilizam

mais amiúde instrumentos de avaliação neuropsicológica (e.g., Ardila, Ostrosky-Solis, Rosselli, & Gómez, 2000; Rodrigues, Muller, Fonseca, Parente, & Salles, 2018) ou técnicas de imageamento cerebral (e.g., Cook, Bookheimer, Mickes, Leuchter, & Kumar, 2007; Daselaar, Fleck, Dobbins, Madden, & Cabeza, 2006; Elshiekh et al., 2019), que permitem mapear com bastante acurácia diferenças quali-quantitativas ao longo do desenvolvimento vital. Em relação à cognição, os subdomínios mais frequentemente avaliados incluem as funções executivas, a memória episódica, a linguagem (compreensão e leitura), a velocidade de processamento, atenção (principalmente na modalidade visual) e a memória de trabalho para estímulos visuais e/ou auditivos (Gershon et al., 2013). Considerando esse escopo, alguns estudos são ilustrados a seguir.

Estudos comparativos: a relação entre idade e funcionamento cognitivo

A título de ilustração, um estudo recente conduzido por Rodrigues et al. (2018), 627 adultos distribuídos em quatro faixas etárias (19-39, 40-59, 60-75 e 76-90 anos) e com diferentes níveis de escolaridade foram avaliados por meio do instrumento de avaliação neuropsicológica NEUPSILIN (Fonseca, Salles, & Parente, 2008; 2009), constituído por diferentes subtestes de memória, atenção, linguagem, percepção, praxias e funções executivas. Os resultados relacionados à idade se mostraram bastante consistentes, sendo observada uma melhor performance dos participantes mais jovens em cerca de 73% das tarefas. Adicionalmente, em muitos subtestes — a exemplo do Ordenamento Ascendente de Dígitos (subteste da Memória de Trabalho), a Repetição de Sequência de Dígitos (subteste da bateria de Atenção) e o teste de Memória Imedita — os idosos mais jovens (60-75 anos) tiveram melhor desempenho que os mais velhos (76-90 anos). Quanto à escolaridade, ocorreram tanto efeitos principais quanto de interação, uma vez que as diferenças superaram a taxa de 90% (efeito principal da escolaridade) e, de forma sistemática, os idosos com maior tempo de estudo apresentaram melhor desempenho quando comparados aos participantes mais jovens com baixa escolaridade. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo realizado por Ardila et al. (2000) com 806 participantes mexicanos, levando à conclusão entre os autores de que a educação formal tem forte impacto sobre a cognição. De modo

geral, dada a robustez desse tipo de interação, tem sido aceita a noção de que, quanto mais engajamento em atividades intelectuais, menos perdas sintomáticas em relação à cognição devem ser observadas, a despeito do inexorável curso do envelhecimento e perdas associadas (Nordon, Guimarães, Kozonoe, Mancilha, & Dias Neto, 2009).

Envelhecimento e escolaridade

Com relação à escolaridade, os aspectos psicogênicos (vide Figura 3) parecem se destacar, compondo um conjunto sólido de evidências na literatura nacional e internacional (e.g., Ardila et al., 2000; Baldivia, Andrade, & Bueno, 2008; Foverskov et al., 2018; Springer, McIntosh, Winocur, & Grady, 2005). De modo geral, a exemplo dos resultados encontrados no estudo de Rodrigues et al. (2018) e Ardila et al. (2000), o nível de escolaridade, quando comparado à idade, tem sido reportado como uma variável melhor preditora do desempenho em diferentes tarefas cognitivas (Meguro et al., 2001; Parente, Scherer, Zimmermann, & Fonseca, 2009). Contudo, estudos recentes (e.g., Amieva et al., 2014, Mungas, Fletcher, Farias, Carli, & Reed, 2018) têm sugerido que o nível educacional é antes um fator moderador do que preditivo de uma reserva cognitiva. Por exemplo, o estudo de Mungas et al. (2018) aponta que o nível educacional pode retardar ou acelerar o declínio cognitivo a depender do grau de evolução do quadro de atrofia cerebral e da etnia do idoso. No estudo dos autores, o impacto dos efeitos educacionais concorreria para um aumento de 9% para a atrofia da substância cinzenta para cada ano de educação nas situações em que já está posto um quadro avançado de demência como no Alzheimer. Por outro lado, em casos de atrofia leve, no contexto do envelhecimento normal, os mais altos níveis educacionais parecem desacelerar o declínio cognitivo. Possíveis explicações para esse fenômeno remetem ao conceito de reserva cognitiva, na qual os mais altos níveis educacionais promoveriam um aumento na capacidade de processamento e/ou recrutamento de recursos neurais mais efetivos (Springer et al., 2005), justificando uma maior resiliência entre idosos normais com alta escolaridade. Por outro lado, de acordo com Mungas et al. (2018), uma vez instalada a demência, o declínio pode se acelerar porque as perdas seriam muito drásticas no que diz respeito a aspectos qualitativos e quantitativos do processamento neural e, por extensão, do processamento cognitivo.

Envelhecimento e mudanças cognitivas

No que tange à cognição isoladamente, as perdas relacionadas ao envelhecimento natural e patológico têm despertado interesse na comunidade científica ou entre profissionais da saúde, especialmente geriatras, há pelo menos 60 anos. Por exemplo, o artigo seminal de Kral, publicado em 1962, traz a distinção entre senescência benigna (o curso natural do envelhecimento) e maligna (associada a quadros degenerativos mais severos), apontando já à época que idosos funcionais, com média de idade de 78,4 anos, apresentavam uma perda de memória relacionada a eventos ou fatos estimada, segundo o autor, em cerca de 28%. Quase 60 anos depois desse trabalho, evidências se acumulam quanto ao comprometimento da memória episódica em idosos saudáveis, embora geralmente descritos como “leves”, principalmente no que se refere a fatos mais recentes (Nordon, et al., 2009) ou a eventos futuros, como uma consulta ainda por acontecer (memória prospectiva) como ilustram os trabalhos de Damasceno (1999) e Silva (2018). Contudo, entre idosos, a memória semântica, isto é, a memória que armazena nosso conhecimento ou conceitos de mundo, tende a ser bem preservada, assim como a memória implícita, a exemplo da memória para tarefas motoras (Damasceno, 1999). Quanto a outras funções cognitivas, Cancela (2007) aponta que o envelhecimento não afeta globalmente, nem no mesmo curso, os distintos processos cognitivos, a exemplo da linguagem, atenção, inteligência e raciocínio. Por exemplo, no que tange à linguagem, o idoso mantém estáveis as habilidades de comunicação e o conhecimento da sintaxe ou das palavras, embora a habilidade de compreensão possa ser levemente afetada. Quanto à atenção, os idosos podem ter desempenhos comparáveis aos dos mais jovens quanto à capacidade de manter o foco (atenção sustentada), contudo, apresentam mais dificuldades na filtragem de informações irrelevantes ou na divisão dos recursos atencionais em contextos de multitarefas. Apesar dos diferentes aspectos sob os quais a cognição muda com a idade, há grande consenso entre os pesquisadores no que tange às funções mais afetadas, quais sejam a velocidade de processamento, as mudanças sensoriais e perceptuais conforme abordadas nas seções anteriores deste capítulo, funções relacionadas à memória de trabalho e à memória episódica (Cancela, 2007; Spar & La Rue, 2005). A seção seguinte explora as teorias que poderiam fornecer explicações para esses padrões.

Teorias sobre o declínio cognitivo

A atrofia cerebral tem sido o elemento mais recorrentemente associado ao declínio cognitivo, embora com enormes variações quanto ao seu curso e ritmo (Raz et al., 2004; Raz et al., 2005). Entre as primeiras áreas afetadas pelo processo de diminuição do volume cerebral, encontram-se as estruturas frontais, pré-frontais e hipocámpais (Raz et al., 2004). Não à toa são compreensíveis os resultados obtidos por Rodrigues et al. (2018), em que funções cognitivas que demandam mais recursos e processos controlados, como atenção e funções executivas, têm muitos dos seus *loci de controle* situados em áreas mais anteriores do cérebro. No contexto do mal de Alzheimer, estruturas como o córtex entorrinal e estruturas temporais médias se atrofiam, causando grave comprometimento da memória episódica (Braak & Braak, 1991), um dos primeiros sinais clínicos evidentes da doença.

Para além da teoria da atrofia cerebral, outras teorias, não necessariamente excludentes, podem ser consideradas para explicar aspectos relacionados a modificações na cognição humana como resultado do envelhecimento (Parente, 2006). Por exemplo, a teoria da inibição, bastante aplicável no contexto dos efeitos do envelhecimento sobre a atenção e a memória de trabalho (Madden, Whiting, & Huettel, 2005), sustenta a tese de que pessoas mais avançadas em anos teriam dificuldades em inibir informações irrelevantes (May, Kane, & Hasher, 1995). Ilustrando, ao executar tarefas que envolvem a busca de um alvo em uma tarefa de atenção, os idosos têm pior desempenho quando comparados aos mais jovens, dado que são mais afetados por fatores distratores ou informações irrelevantes que deveriam ser inibidas durante o processamento (Madden, Pierce, & Allen, 1996). Também na tarefa de Stroop (1935), estudos têm apontado um forte efeito de interferência sobre o desempenho de participantes idosos (Brink & McDowd, 1999; Hartley, 1993; Verhaeghen & Meersman, 1998). Contudo, tal padrão pode ser minimizado se forem apresentados estímulos não concorrentes pelos mesmos canais sensoriais. Em tarefas de atenção seletiva, que envolvem a localização espacial de um alvo, o desempenho dos idosos é relativamente comparável ao de sujeitos mais jovens (Madden & Plude, 1993), indicando que as perdas cognitivas entre idosos não são amplamente generalizáveis.

Nessa mesma linha de argumentação, estudos têm demonstrado que a ocorrência de processamentos *Top-down* e *Bottom-up* segue padrões tam-

bém bem distintos. Por exemplo, em uma tarefa atencional de busca, na qual são manipuladas características diferenciais entre alvos e distratores, os idosos têm desempenho comparável aos mais jovens, evidenciando que os processos *Botton-up* estão relativamente preservados. Ao contrário, quando são contextualizadas demandas que envolvem processamento *Top-down*, os idosos têm pior desempenho (Folk & Lincourt, 1996). Tais diferenças estariam associadas aos diferentes circuitos neuronais que subjazem os processamentos *Top-down* e *Botton-up* (Madden et al., 2005). Estudos utilizando ressonância magnética funcional e PET Scan mostraram que a circuitaria subjacente ao processamento *Botton-up* envolve, predominantemente, ativação dos córtices occipital, temporal e parietal; já o processamento *Top-down* demandaria maior ativação de áreas pré-frontais e parietais, áreas essas relacionadas a um maior declínio cognitivo em função das já consideradas atrofia cerebrais.

Contudo, o declínio cognitivo pode também ser explicado pela teoria da lentidão da velocidade do processamento (Salthouse, 1996, 2004). Dados empíricos mostram diferenças sistematicamente significativas entre idosos e adultos mais jovens no que tange à velocidade de processamento no contexto da investigação dos processos de memória, raciocínio, dentre outros processos complexos. De acordo com Parente (2006), provavelmente, a evidência mais robusta acerca das diferenças na velocidade de processamento advenha de análises estatísticas complexas que indicam o alto valor preditivo da velocidade de processamento para diferentes processos cognitivos, especialmente a memória de trabalho (Baddeley, 2012; Baddeley & Hintch, 1974), que é considerada um constructo central para a compreensão dos processos de envelhecimento. No contexto das diferenças qualitativas e quantitativas relacionadas ao envelhecimento, a Memória de Trabalho tem vários subsistemas que concorrem para efeitos de dissociação bastante elucidativos para a área (Reuter-Lorenz & Sylvester, 2005). Por exemplo, dados empíricos têm mostrado que os idosos se saem relativamente bem em tarefas que envolvem apenas o armazenamento da informação (e.g., uma tarefa de extensão de dígitos curta); por outro lado, quando se exige o armazenamento e algum tipo de processamento adicional (e.g., tarefa *N-back*), os idosos têm pior desempenho (Dobbs & Rule 1989), reforçando, portanto, a ideia do envelhecimento como um processo que segue um determinado curso sem comprometer todos os sistemas cognitivos da mesma forma ou ao mesmo tempo.

Embora se possa assumir a universalidade de certas mudanças, é importante considerar o papel das variáveis pessoais, entre elas, aquelas relacionadas ao sistema cognitivo, que abarca todas as nossas formas de pensamento e expressão, que se evidenciam como atitudes ou valores perante o curso normal da vida.

Considerações finais sobre o envelhecimento cognitivo

O sistema cognitivo é diferencialmente afetado pelo envelhecimento, em que fatores que abarcam os sistemas biológico e psicológico interagem de forma dinâmica. Para além das questões que remetem às perdas do sistema cognitivo com o envelhecimento, há de se considerar os ganhos, pouco explorados nesta seção, mas não menos importantes, uma vez que a população de idosos tende ao crescimento e se configura como um estrato social complexo com inúmeras potencialidades. Considerando os avanços na compreensão do envelhecimento, o campo da psicologia tem sido profícuo na produção de conhecimento científico, no desenvolvimento de técnicas, instrumentos e protocolos para a promoção da saúde e bem-estar do idoso.

Referências

- Alcântara, A. O. (2016). Da política nacional do idoso ao Estatuto do Idoso: A difícil construção de um sistema de garantias e direitos da pessoa. In A. O. Alcântara, A. A. Camarano, & K. C. Giacomini (Orgs.), *Política nacional do idoso: Velhas e novas questões* (pp. 359-378). Rio de Janeiro: IPEA.
- Allard, R., Renaud, J., Molinatti, S., & Faubert, J. (2013). Contrast sensitivity, healthy aging and noise. *Vision Research*, 92, 47-52. Doi:10.1016/j.visres.2013.09.004
- Alpern, M. (1971). Rhodopsin kinetics in the human eye. *The Journal of Physiology*, 217(2), 447-471. doi:10.1113/jphysiol.1971.sp009580
- Amieya, H. et al. (2014). Compensatory mechanisms in higher-educated subjects with Alzheimer's disease: A study of 20 years of cognitive decline. *Brain*, 137(4), 1167-1175. doi:10.1093/brain/awu035

Andrade, L. C. H. (2017). *Treinamento auditivo em reconhecimento de fala em condição de ruído para adultos mais velhos* (Tese de doutorado não publicada), Universidade de Brasília, Brasília.

Antonucci, T. C. et al. (2016). Society and the Individual at the dawn of the Twenty-First Century. In K. W. Schaie, & S. L. Willis (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (8a ed., pp. 42-62). Londres: Academic Press.

Ardila, A., Ostrosky-Solis, F., Rosselli, M., & Gómez, C. (2000). Age-related cognitive decline during normal aging: The complex effect of education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(6), 495-513.

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. doi:10.1146/annurev-psy-120710-100422

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). New York, NY: Academic Press.

Baldivia, B., Andrade, V. M., & Bueno, O. F. A. (2008). Contribuição da escolaridade, ocupação profissional e atividades cognitivamente estimulantes como variáveis formadoras da reserva cognitiva. *Dementia & Neuropsychologia*, 2(3), 173-182. doi:10.1590/S1980-57642009DN20300003

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2008). *Neurociências: Desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artmed.

Boparai, P., & Faulkner. (2018). How to prevent common eye problems. *The Pharmaceutical Journal*, 301, 7919. doi:10.1211/PJ.2018.20205702

Bourne, R. R. et al. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888-e897. doi:10.1016/S2214-109X(17)30293-0

Bower, J. D., & Andersen, G. J. (2012). Aging, perceptual learning, and changes in efficiency of motion processing. *Vision Research*, 61, 144-156. doi:10.1016/j.visres.2011.07.016

Bowling, B. (2015). *Kanski's clinical ophthalmology: A systematic approach*. Sidney: Elsevier Health Sciences.

Braak, H., & Braak, E. (1991). Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. *Acta Neuropathologica*, 82, 239-259.

Briley, P. M., & Summerfield, Q. (2014). Age-related deterioration of the representation of space in human auditory cortex. *Neurobiology of Aging*, 35, 633-644.

Brink, J. M., & McDowd, J. M. (1999). Aging and selective attention: An issue of complexity or multiple mechanisms? *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 54B, 30-33. doi:10.1093/geronb/54B.1.P30

Cabeza, R., Nyberg, L., & Park, D. (2005). *Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral aging*. New York: Oxford University Press.

Cancela, D. M. G. (2007). *O processo de envelhecimento* (Trabalho realizado no Estágio de Complemento ao Diploma de Licenciatura em Psicologia), Universidade Lusíada do Porto, Portugal.

Caporali, S. A., & Silva, J. A. da (2004). Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 70 (4), 525-532.

Charchat-Fichman, F. H., Caramelli, P., Sameshima, K., & Nitrini, R. (2005). Declínio da capacidade cognitiva durante o envelhecimento [Decline of cognitive capacity during aging]. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 27 (21), 79-82.

Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Casa Civil da Presidência da República, Brasília. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm

Cook, I. A., Bookheimer, S. Y., Mickes, L., Leuchter, A. F., & Kumar, A. (2007). Aging and brain activation with working memory tasks: An fMRI study of connectivity. *International Journal of Geriatric Psychiatry: A journal of the psychiatry of late life and allied sciences*, 22(4), 332-342. doi:10.1002/gps.1678

Cruikshanks, K. J., Wiley, T. L., Tweed, T. S., Klein, B. E. K., Klein, R., Mares-Perlman, J. A., & Nondahl, D. M. (1998). Prevalence of hearing loss in

older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *American Journal of Epidemiology*, 148, 879-886.

Damasceno, B. P. (1999). Envelhecimento cerebral: O problema dos limites entre o normal e o patológico. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 57(1), 78-83.

Daselaar, S. M., Fleck, M. S., Dobbins, I. G., Madden, D. J., & Cabeza, R. (2006). Effects of healthy aging on hippocampal and rhinal memory functions: An event-related fMRI study. *Cerebral Cortex*, 16(12), 1771-1782. doi:10.1093/cercor/bhj112

Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4, 500-503. doi:10.1037/0882-7974.4.4.500

Elshiekh, A., Subramaniapillai, S., Rajagopal, S., Pasvanis, S., Ankudowich, E., & Rajah, M. (2019). The association between reserve, cognitive ability and performance-related brain activity during episodic encoding and retrieval across the adult lifespan. *BioRxiv*. Recuperado de <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/535674v2.full>. doi:10.1101/535674v2.full

Faubert, J. (2002). Visual perception and aging. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 56(3), 164. doi:10.1037/h0087394

Folk, C. L., & Lincourt, A. E. (1996). The effects of age on guided conjunction search. *Experimental Aging Research*, 22, 99-118. doi:10.1080/03610739608254000

Folk, C. L., & Lincourt, A. E. (1996). The effects of age on guided conjunction search. *Experimental Aging Research*, 22, 99-118. doi:10.1080/03610739608254000

Fonseca, R. P., Salles, J. F., & Parente, M. A. M. P. (2008). Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery NEUPSILIN. *Psychology & Neuroscience*, 1(1), 55-62. doi:10.3922/j.pns.2008.1.009

Fonseca, R. P., Salles, J. F., & Parente, M. A. M. P. (2008). Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery NEUPSILIN. *Psychology & Neuroscience*, 1(1), 55-62. doi:10.3922/j.pns.2008.1.009

Fonseca, R. P., Salles, J. F., & Parente, M. A. M. P. (2008). Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery NEUPSILIN. *Psychology & Neuroscience*, 1(1), 55-62. doi:10.3922/j.pns.2008.1.009

Fonseca, R. P., Salles, J. F., & Parente, M. A. M. P. (2009). *Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve NEUPSILIN*. São Paulo: Vetor Editora.

Foverskov, E., Glymour, M. M., Mortensen, E. L., Holm, A., Lange, T., & Lund, R. (2018). Education and cognitive aging: Accounting for selection and confounding in linkage of data from the Danish registry and survey of health, ageing and retirement in Europe. *American Journal of Epidemiology*, 187(11), 2423-2430. doi:10.1093/aje/kwy162

Frisina, R. D., & Zhu, X. (2010). Auditory sensitivity and the outer hair cell system in the CBA mouse model of age-related hearing loss. *Animal Physiology*, 2, 9-16. doi:10.2147/OAAPS7202

Gelfand, S. A. (2018). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics* (6a ed.), Boca Raton: CRC Press.

Gershon, R. C., Wagster, M. V., Hendrie, H. C., Fox, N. A., Cook, K. F., & Nowinski, C. J. (2013). NIH toolbox for assessment of neurological and behavioral function. *Neurology*, 80(11, Supplement 3), S2-S6. doi:10.1212/WNL.0b013e3182872e5f

Goldstein, E. B. (2014). *Sensation and perception* (9a ed.). Belmont: Wadsworth.

Hartley, J. T. (1993). Aging and prose memory: Tests of the resource-deficit hypothesis. *Psychology and Aging*, 8(4), 538. doi:10.1037/0882-7974.8.4.538

He, N.-J., Dubno, J. R., & Mills, J. H. (1998). Frequency and intensity discrimination measured in a maximum-likelihood procedure from young and aged normal-hearing subjects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103, 553-565.

Hubel, D. H. (1988). *Eye, brain, and vision*. New York: Scientific American Library.

Jackson, G. R., & Owsley, C. (2003). Visual dysfunction, neurodegenerative diseases, and aging. *Neurology Clinics of North America*, *21*, 709-728. doi:10.1016/S0733-8619(02)00107-X

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science*. Palatino: McGraw Hill.

Kral, V. A. (1962). Senescent forgetfulness: Benign and malignant. *Journal de L'Association Médicale Canadienne*, *86*(6), 257-260.

Lamb, T. D., & Pugh Jr., E. N. (2004). Dark adaptation and the retinoid cycle of vision. *Progress in Retinal and Eye Research*, *23* (3), 307-380. doi:10.1016/j.preteyeres.2004.03.001

Lei N° 10.741 (1/10/2003). Casa Civil da Presidência da República, Brasília. Recuperado em 16 de novembro de 2016 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.741.htm

Lei N° 8.842 (4/1/1994). Casa Civil da Presidência da República, Brasília. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8842.htm

Madden, D. J., & Plude, D. J. (1993). Selective preservation of selective attention. In J. Cerella, J. Rybash, W. Hoyer, & M. L. Commons (Eds.), *Adult information processing: Limits on loss* (pp. 273-300). San Diego, CA: Academic Press.

Madden, D. J., Pierce, T. W., & Allen, P. A. (1996). Adult age differences in the use of distractor homogeneity during visual search. *Psychology and Aging*, *11*, 454-474. doi:10.1037/0882-7974.11.3.454

Madden, D. J., Whiting, W. L., Huettel, S. A. (2005). Age-related changes in neural activity during visual perception and attention. In R. Cabeza, L. Nyberg, & D. Park, (Orgs.). *Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral aging* (pp. 157-185). New York: Oxford University Press.

MartinezConde, S., & Macknik, S. L. (2014). Visual system. In A. De Gale & J. Trefil (Eds.), *Discoveries in modern science: Exploration, invention, technology* (pp. 1188-1191). New York: Macmillan Publishing.

May, C. P., Kane, M. J., & Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, *118*(1), 35-54. doi:10.1037/0033-2909.118.1.35

Meguro, K., Shimada, M., Yamaguchi, S., Ishizaki, J., Ishii, H., Shimada, Y., ... Sekita, Y. (2001). Cognitive function and frontal lobe atrophy in normal elderly adults: Implications for dementia not as aging related disorders and the reserve hypothesis. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *55*, 565-572. doi:10.1046/j.1440-1819.2001.00907.x

Milner, A. D., & Goodale, M. A. (2006). *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.

Moore, B. C. J. (2013). *An introduction to the psychology of hearing* (6a ed.). Leiden: Brill.

Morrell, C. H., Gordon-Salant, S., Pearson, J. D., Brant, L. J., & Fozard, J. L. (1996). Age- and gender-specific reference ranges for hearing level and longitudinal changes in hearing level. *Journal of the Acoustical Society of America*, *100*, 1949-1967.

Mungas, Gavett, B. D., Fletcher, E., Farias, S. T., decarli, C., & Reed, B. (2018). Education amplifies brain atrophy effect on cognitive decline: implications for cognitive reserve. *Neurobiology of Aging*, *68*, 142-150. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2018.04.002

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Nordon, D. G., Guimarães, R. R., Kozonoe, D. Y., Mancilha, V. S., & Dias Neto, V. S. (2009). Perda cognitiva em idosos. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, *11*(3), 5-8.

Organização Mundial da Saúde (2015). Relatório mundial de envelhecimento e saúde (Resumo). Genebra: Organização Mundial da Saúde.

Otero-Millan, J., Troncoso, X. G., Macknik, S. L., Serrano-Pedraza, I., & Martinez-Conde, S. (2008). Saccades and microsaccades during visual fixation, exploration, and search: Foundations for a common saccadic generator. *Journal of Vision*, *8*(14), 1-18. doi:10.1167/9.8.447

Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision Research*, *51*(13), 1610-1622. doi:10.1016/j.visres.2010.10.020.

Owsley, C. (2013). Visual processing speed. *Vision Research*, *90*, 52-56. doi:10.1016/j.visres.2012.11.014

Owsley, C. (2016). Aging and vision. *Annual Review of Visual Science*, 2, 255-271. doi:10.1146/annurev-vision-111815-114550

Paradiso, M. A., Meshi, D., Pisarcik, J., & Levine, S. (2012). Eye movements and visual perception. *Journal of Vision*, 12(13), 1-14.

Parente, M. A. D. M. P., Scherer, L. C., Zimmermann, N., & Fonseca, R. P. (2009). Evidências do papel da escolaridade na organização cerebral. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 1(1), 72-80.

Parente, M. A. M. P. (2006). *Cognição e envelhecimento*. Porto Alegre: Artmed.

Peelle, J. E., & Wingfield, A. (2016). The neural consequences of age-related hearing loss. *Trends in Neurosciences*, 39(7), 486-497.

Pelli, D. G., & Bex, P. (2013). Measuring contrast sensitivity. *Vision Research*, 90, 10-14. doi:10.1016/j.visres.2013.04.015

Profant, O., Skoch, A., Balogová, Z., Tintera, J., Hlinka, J., & Syka, J. (2014). Diffusion tensor imaging and MR morphometry of the central auditory pathway and auditory cortex in aging. *Neuroscience*, 260, 87-97.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., Lamantia, A. S., & White, L. E. (2012). *Neuroscience*. Sunderland: Sinauer.

Raz, N. et al. (2005). Regional brain changes in aging healthy adults: General trends, individual differences and modifiers. *Cerebral Cortex*, 15(11), 1676-1689. doi:10.1093/cercor/bhi044

Raz, N., Gunning-Dixon, F., Head, D., Williamson, A., Rodrigue, K., & Acker, J. D. (2004). Aging, sexual dimorphism, and hemispheric asymmetry of the cerebral cortex: Replicability of regional differences in volume. *Neurobiology of Aging*, 25, 377-396. doi:10.1016/S0197-4580(03)00118-0

Reuter-Lorenz, P.A., & Sylvester, C. Y. C. (2005). The cognitive neuroscience of working memory and aging. In R. Cabeza, L. Nyberg, & D. Park (Orgs.). *Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral aging* (pp. 186-217). New York: Oxford University Press.

Rodrigues, J. C., Muller, J. L., Fonseca, R. P., Parente, M. A. M. P., & Salles, J. F. (2018). Efeito da idade e escolaridade no instrumento de avaliação neuropsicológica breve NEUPSILIN. *Psico-USF*, 23(2), 319-332. doi:10.1590/1413-82712018230211

Roudaia, E., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2008). The effect of aging on contour integration. *Vision Research*, 48(28), 2767-2774. doi:10.1016/j.visres.2008.07.026

Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.

Salthouse, T. A. (2004). What and when of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 140-144. doi:10.1111/j.0963-7214.2004.00293.x

Santana, C. C. V. P. (2017). *Esforço para ouvir e envelhecimento auditivo: Análise de relações funcionais entre idade, sensibilidade auditiva e atenção dividida* (Tese de doutorado não publicada), Universidade de Brasília, Brasília.

Schneider, B. A., Daneman, M., & Pichora-Fuller, M. K. (2002). Listening in aging adults: From discourse comprehension to psychoacoustics. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56(3), 139-152.

Silva, I. M. C. (2003). *Sensibilidade a tons de alta frequência e reconhecimento de fala em adultos jovens e mais velhos* (Dissertação de Mestrado não publicada), Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, I. M. C., & Feitosa, M. A. G. (2006). Audiometria de alta frequência em adultos jovens e mais velhos quando a audiometria convencional é normal. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 72(5), 665-672.

Silva, J. M. G. N. (2018). *Memória prospectiva: O efeito de interferência em diferentes grupos etários* (Tese de Doutorado), Universidade do Algarve, Portugal.

Snowden, R., Thopson, P., & Troscianko, T. (2012). *Basic vision*. Oxford: Oxford University Press.

Spar, J. E., & La Rue, A. (2005). *Guia prático climepsi de psiquiatria geriátrica*. Lisboa: Ed. Climepsi.

- Springer, M. V., McIntosh, A. R., Winocur, G., & Grady, C. L. (2005). The relation between brain activity during memory tasks and years of education in young and older adults *Neuropsychology*, *19*(2), 181-92. doi:10.1037/0894-4105.19.2.181
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *22*(5), 643-662.
- Stuart-Hamilton, I. (2002). *A Psicologia do envelhecimento*. Porto Alegre: Artmed.
- Szymaszek, A., Szelag, E., & Sliwowska, M. (2006). Auditory perception of temporal order in humans: The effect of age, gender, listener practice and stimulus presentation mode. *Neuroscience Letters*, *403*, 190-194.
- Tschiedel, R. S. (2003). *Programa de reabilitação audiológica para idosos usuários de aparelhos de amplificação sonora individual e seus interlocutores mais frequentes* (Dissertação de Mestrado não publicada), Universidade de Brasília, Brasília.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390).
- Verhaeghen, P., & Meersman, L. de (1998). Aging and the Stroop effect: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *13*, 120-126.
- Werner, J. S., & Chalupa, L. M. (2014). *The new visual neurosciences*. Massachusetts: MIT Press.
- Wiesel, T. N., & Hubel, D. H. (1965). Comparison of the effects of unilateral and bilateral eye closure on cortical unit responses in kittens. *Journal of Neurophysiology*, *28*(6), 1029-1040. doi:10.1152/jn.1965.28.6.1029
- Willott, J. F. (1991). *Aging and the auditory system*. Anatomy, physiology and psychophysic. San Diego: Singular Publishing Group.
- Wong, A. C. Y., & Ryan, A. F. (2015). Mechanisms of sensorineural cell damage, death and survival in the cochlea. *Frontiers in Aging Neurosciences*, *7*, 58.
- Yamasoba, T., Lin, F. R., Someya, S., Kashio, A., Sakamoto, T., & Kondo, K. (2013). Current concepts in age-related hearing loss: Epidemiology and mechanistic pathways. *Hearing Research*, *303*, 30-38.