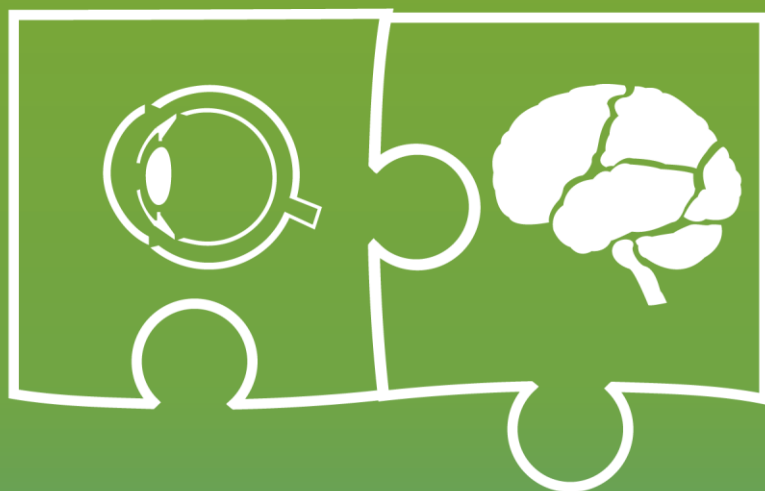


LIVRO DE PUBLICAÇÕES DO



9^o Congresso Brasileiro de
Neurovisão

Neurociências da Visão

3RD International Congress
of Vision Neurosciences

10 A 12 NOVEMBRO DE 2021

Sociedade Brasileira de Neurovisão
Universidade Federal de Minas Gerais

ORGANIZADORES

Douglas de Araújo Vilhena
Ricardo Queiroz Guimarães
Márcia Reis Guimarães
Maria Lúcia Machado Duarte

LIVRO DE PUBLICAÇÕES DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE NEUROVISÃO

PROCEEDINGS OF THE 3RD INTERNATIONAL CONGRESS OF VISION NEUROSCIENCES

Sociedade Brasileira de Neurovisão

Universidade Federal de Minas Gerais



Ficha catalográfica

C749a

Congresso Brasileiro de Neurovisão (9 . : 2021 : Belo Horizonte, MG)

Livro de publicações do 9º Congresso Brasileiro de Neurovisão ; Proceedings of the 3rd International Congress of Vision Neurosciences [recurso eletrônico] / Douglas de Araújo Vilhena (org.) ... [et al.] - Belo Horizonte : Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 2021.

1 recurso online (123 p.) : pdf

Outros organizadores: Ricardo Queiroz Guimarães, Márcia Reis Guimarães, Maria Lúcia Machado Duarte.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-86989-10-6.

1.Neurociência - Congressos. 2. Visão – Congressos. .
3.Psicologia do desenvolvimento - Congressos. I. Vilhena, Douglas de Araújo. II. Guimarães, Ricardo Queiroz. III. Guimarães, Márcia Reis. IV. Duarte, Maria Lúcia Machado Duarte. V. International Congress of Vision Neurosciences (3. : 2021: Belo Horizonte, MG).VI. Título.

CDD:616.8

CDU:612.8

Ficha catalográfica elaborada por Vilma Carvalho de Souza – Bibliotecária - CRB-6/1390



SUMÁRIO

SUMÁRIO	4
COMISSÃO ORGANIZADORA	9
BOAS-VINDAS	10
WELCOME	12
PROGRAMAÇÃO	14
10 Novembro de 2021 – Quarta-feira – Seção 1: Rastreamento ocular, Linguística e Educação.....	16
10 Novembro de 2021 – Quarta-feira – 3 rd International Congress of Vision Neurosciences	17
11 Novembro de 2021 – Quinta-feira – Seção 2: Distúrbios do Processamento Visual e Estresse Visual.....	18
12 Novembro de 2021 – Sexta-feira – Seção 3: Neurociências da Visão na pesquisa básica de laboratório.....	19
PALESTRANTES DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO – NEUROVISÃO	20
Aline Saguie, Universidade Federal do Rio de Janeiro	21
Amanda Rodrigues Vieira, Universidade Federal de Minas Gerais	21
Prof. ^a Dr. ^a Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe.....	22
Prof. ^a Dr. ^a Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo	22
Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Universidade Federal de Minas Gerais	23
Guilherme Carneiro Leão Farias, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	24
Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais.....	24
Prof. ^a Dr. ^a Lorrane Medeiros Ventura, Universidade Federal do Rio de Janeiro	25
Prof. ^a Dr. ^a Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais	25
Prof. ^a Dr. ^a Marcia Nascimento Kaingangg, Universidade Federal do Rio de Janeiro	26
Prof. ^a Dr. ^a Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais	27
Prof. Dr. Marcus Maia, Universidade Federal do Rio de Janeiro	28
Mateus Barroso Sacoman, Centro Universitário de Adamantina	29
Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras	29
Priscila de Cássia Souza Araújo, Universidade Federal de Minas Gerais	30
Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais.....	30
Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva, Universidade Federal de Minas Gerais	30
Prof. Dr. Ricardo Queiroz Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais.....	31
Prof. ^a Dr. ^a Sabrina Lopes dos Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro.....	32

PALESTRANTES DO 3rd INTERNATIONAL CONGRESS OF VISION NEUROSCIENCES

33

Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins, University of Essex, Reino Unido.....	34
Prof. Dr. Olivier Penacchio, University of St Andrews, Reino Unido	35
Prof. ^a Dr. ^a Sarah M. Haigh, University of Nevada, USA	36
Prof. Dr. Stephen J. Loew, University of New England, Australia	37

RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 1: Rastreamento ocular, Linguística e Educação

38

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO.....	39
---	----

Marcus Maia, Lorrane Medeiros Ventura, Marcia Nascimento Kaingang, Aline Saguie, Sabrina Santos.....	39
--	----

RASTREAMENTO OCULAR E EDUCAÇÃO LINGUÍSTICA.....	40
---	----

Prof. Dr. Marcus Maia	40
-----------------------------	----

O PARADIGMA DE MUNDO VISUAL NA INVESTIGAÇÃO DA LINGUAGEM HUMANA	41
---	----

Prof. ^a Dr. ^a Lorrane Medeiros Ventura.....	41
---	----

ESTUDO DE RASTREAMENTO OCULAR DE EVIDENCIAIS EM KAIKANG	42
---	----

Prof. ^a Dr. ^a Marcia Nascimento Kaingang	42
--	----

RASTREAMENTO OCULAR EM PALAVRAS MULTIMORFÊMICAS.....	43
--	----

Aline Saguie, Prof. ^a Dr. ^a Sabrina Santos.....	43
---	----

O REPENSAR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DO PROJETO ARQUITETÔNICO A PARTIR DE UM OLHAR NEUROCIENTÍFICO	44
---	----

Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva ¹ , Isis Tacyana Gonçalves Lima ² , Theo Mota ³	44
--	----

RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 2: DISTÚRBIOS DO PROCESSAMENTO VISUAL E ESTRESSE VISUAL

45

FUNÇÃO VISUAL MAGNOCELULAR NA DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO: Déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares	46
---	----

Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena ^{1,2,3}	46
--	----

ASSOCIAÇÃO ENTRE PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO E VISUAL NA HABILIDADE DE LEITURA	47
--	----

Prof. ^a Dr. ^a Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe.....	47
---	----

LÂMINAS ESPECTRAIS (<i>OVERLAYS</i>) PARA CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA: avaliação oculomotora durante a leitura do teste de números.....	48
---	----

Prof. ^a Dr. ^a Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo	48
---	----

EFEITO DAS LÂMINAS ESPECTRAIS (<i>OVERLAYS</i>) EM PARÂMETROS VISUAIS E NA HABILIDADE DE LEITURA: Revisão integrativa de 1980 a 2008.....	49
---	----



Prof.ª Dr.ª Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais	49
SÍNDROME DE IRLLEN EM DEBATE: diagnóstico e contexto de intervenção	50
Mateus Barroso Sacoman.....	50
O RECONHECIMENTO JURÍDICO DA 'SÍNDROME DE IRLLEN' NO MODELO DE DIREITOS HUMANOS DE DEFICIÊNCIA.....	51
Guilherme Carneiro Leão Farias, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	51
RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 3: NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO NA PESQUISA BÁSICA DE LABORATÓRIO	52
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL.....	53
Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras	53
MODULAÇÃO ESPECTRAL DA RESPOSTA FOTOTÁTICA DESENCADEADA POR DUAS VIAS NEURAIS PARALELAS NO CÉREBRO DAS ABELHAS.....	54
Amanda Rodrigues Vieira ^{1,2} , Lívia Stemler ¹ , Jerome Baron ¹ , Theo Mota ^{1,2}	54
ESPECTRO DE AÇÃO DA SUPRESSÃO DE MELATONINA PELA LUZ: Um estudo comparativo das métricas disponíveis	55
Prof. Dr.ª Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais	55
DESCRIÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A RELAÇÃO DAS VIAS MAGNOCELULAR E PARVOCELULAR COM A MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL.....	56
Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais	56
ADAPTAÇÃO DE UM PARADIGMA PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO NA PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO GLOBAL	57
Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais.....	57
RESUMOS DAS PALESTRAS INTERNACIONAIS – 3rd International Congress of Vision Neurosciences	58
USO DO COLORÍMETRO INTUITIVO EM DISTÚRBIOS NEUROLÓGICOS.....	59
Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins.....	59
DESCONFORTO VISUAL E ELETROFISIOLOGIA DA CROMINÂNCIA.....	61
Prof. Dr. Sarah M. Haigh	61
SINTOMAS E GRAVIDADE DE ESTRESSE VISUAL EM ESTUDANTES DE ENFERMAGEM: Implicações para ambientes de educação e saúde.....	62
Prof. Dr. Stephen J. Loew ^{1*}	62
DESCONFORTO VISUAL E REGULARIDADES ESTATÍSTICAS EM CENAS NATURAIS	63
Prof. Dr. Olivier Penacchio.....	63
PRÊMIO MARCOS PINOTTI	64

GANHADOR DO PRÊMIO MARCOS PINOTTI DE MELHOR TRABALHO 65

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL..... 65

Cíntia Aparecida de Souza Garcia¹, Otávio Castro Mendonça^{2*}, Alice Timponi França Magalhães¹, Jerome Baron^{1,3} 65

TRABALHOS DA SEÇÃO 1: RASTREAMENTO OCULAR, LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

66

O REPENSAR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DO PROJETO ARQUITETÔNICO A PARTIR DE UM OLHAR NEUROCIENTÍFICO 67

Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva¹, Isis Tacyana Gonçalves Lima², Theo Mota³ 67

TRABALHOS DA SEÇÃO 2: DISTÚRBIOS DO PROCESSAMENTO VISUAL E ESTRESSE VISUAL

72

FUNÇÃO VISUAL MAGNOCELULAR NA DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO: déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares 73

Douglas de Araújo Vilhena^{1,2,3}, Márcia Reis Guimarães², Ricardo Queiroz Guimarães², Ângela Maria Vieira Pinheiro^{1,2} 73

ASSOCIAÇÃO ENTRE PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO E VISUAL NA HABILIDADE DE LEITURA 77

Ana Carla Oliveira Garcia¹, Douglas de Araújo Vilhena^{2,3}, Márcia Reis Guimarães³, Ângela Maria Vieira Pinheiro², Teresa Maria Momensohn-Santos⁴ 77

LÂMINAS ESPECTRAIS (OVERLAYS) PARA CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA: Função oculomotora durante a leitura do teste de números 80

Márcia Reis Guimarães¹, Ana Isabel Arroyave Guzmán^{1,2,3}, Douglas de Araújo Vilhena^{1,4}, Raul Gonzalez Lima², Ricardo Queiroz Guimarães¹ 80

EFEITO DAS LÂMINAS ESPECTRAIS (OVERLAYS) EM PARÂMETROS VISUAIS E NA HABILIDADE DE LEITURA: Revisão integrativa de 1980 a 2008..... 83

Márcia Reis Guimarães¹, Douglas de Araújo Vilhena^{1,2}, Ricardo Queiroz Guimarães¹, Ângela Maria Vieira Pinheiro^{1,2} 83

A SÍNDROME DE IRLLEN EM DEBATE: diagnóstico e o contexto de intervenção..... 86

Mateus Barroso Sacoman..... 86

O RECONHECIMENTO JURÍDICO DA ‘SÍNDROME DE IRLLEN’ NO MODELO DE DIREITOS HUMANOS DE DEFICIÊNCIA..... 91

Guilherme Carneiro Leão Farias..... 91

TRABALHOS DA SEÇÃO 3: NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO NA PESQUISA BÁSICA DE LABORATÓRIO

97

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE

ESCANEAMENTO VISUAL.....	98
Cíntia Aparecida de Souza Garcia ¹ , Otávio Castro Mendonça ^{2*} , Alice Timponi França Magalhães ¹ , Jerome Baron ^{1,3}	98
MODULAÇÃO ESPECTRAL DA RESPOSTA FOTOTÁTICA DESENCADEADA POR DUAS VIAS NEURAIS PARALELAS NO CÉREBRO DAS ABELHAS.....	100
Amanda Rodrigues Vieira ^{1,2} , Lívia Stemler ¹ , Jerome Baron ¹ , Theo Mota ^{1,2}	100
TEMPORAL HABIT, BODY SIZE AND THE ARCHITECTURE OF VISUAL ORGANS IN BEES	102
Priscila de Cássia Souza Araújo ¹ , Carolina de Almeida Caetano ² , Isabel Alves-dos-Santos ³ , Clemens Schlindwein ⁴ , Theo Mota ⁵	102
ESPECTRO DE AÇÃO DA SUPRESSÃO DE MELATONINA PELA LUZ: UM ESTUDO COMPARATIVO DAS MÉTRICAS DISPONÍVEIS.....	106
Prof. ^a Dr. ^a Lucia Helena Souza de Toledo ^{1,2} , Prof. Dr. Jerome Baron ^{1,2} , Prof. Dr. Theo Mota ^{1,2}	106
DESCRIÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A RELAÇÃO DAS VIAS MAGNOCELULAR (M) E PARVOCELULAR (P) COM A MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL (MTV).....	120
Ramon Bernardino ¹ , Hector Roberto Antunes Silva ² , Laura Nequini de Faria ³ , Everson Elias Gonçalves de Oliveira ⁴ , Amanda Murta de Siqueira Oliveira ⁵ , Caroline Rodrigues Velten ⁵ , Luiza Sapucaia Martins Roland ⁵ , Rodrigo César Rocha dos Santos ⁵ , Sara Gabriele Vieira ⁵ , Jerome Baron ^{2,3}	120
ADAPTAÇÃO DE UM PARADIGMA PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO NA PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO GLOBAL	122
Hector Roberto Antunes Silva ¹ , Ramon Bernardino ² , Laura Nequini de Faria ³ , Everson Elias Gonçalves de Oliveira ⁴ , Ariade Gomes Freitas ⁴ , Regiane Helena Medeiros Braga ⁴ , Vitória Augusto Santos ⁴ , Jerome Baron ^{1,3}	122

COMISSÃO ORGANIZADORA

Organização:

Sociedade Brasileira de Neurovisão (SBNV)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Presidente:

Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena

Presidência da Comissão Científica:

Prof.^a Dr.^a Márcia Reis Guimarães
Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Machado Duarte
Prof. Dr. Ricardo Queiroz Guimarães

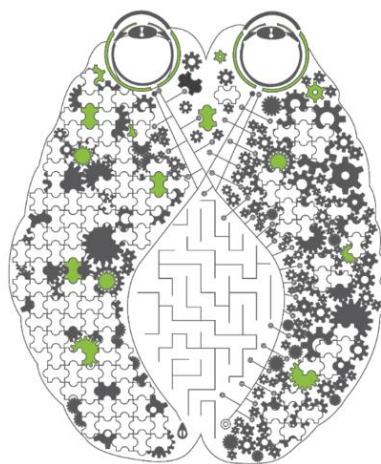
Comissão Científica:

Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Arroyave Guzmán
Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Vieira Pinheiro
Prof.^a Dr.^a Camila Bim
Prof.^a Dr.^a Cláudia de Almeida Diniz
Prof. Dr. Fabrício Carvalho Soares
Prof.^a Dr.^a Izabel Cristina Soares Araújo
Prof. Dr. Jean Andrade Canestri
Prof. Dr. Jerome Baron
Prof. Dr. Marco Túlio de Mello
Prof.^a Dr.^a Valéria Prata Lopes

Laboratórios:

Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão (LAPAN-UFMG)
Grupo de Acústica e Vibrações em Seres Humanos (GRAVISH-UFMG)
Laboratório de Bioengenharia (LabBio-UFMG)
Laboratório de Processos Cognitivos (LabCog-UFMG)
Laboratório de Neurodinâmica da Visão (LANEVI-UFMG)
Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE)

BOAS-VINDAS



Estimados participantes,

É com grande felicidade que realizamos o 9º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão e 3rd *International Congress of Vision Neurosciences*, organizado pela Sociedade Brasileira de Neurovisão (SBNV) e pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nos dias 10 a 12 de novembro de 2021.

O primeiro dia do Congresso teve a honra de começar com uma Mesa Redonda sobre rastreamento ocular, linguística e educação, coordenada pelo Prof. Dr. Marcus Maia, com participação da Prof.^a Dr.^a Lorrane Medeiros Ventura, Prof.^a Dr.^a Marcia Nascimento Kaingang, Prof.^a Dr.^a Sabrina Santos e a mestranda Aline Saguie, todos pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em seguida, a arquiteta Renata Silva apresentou sobre o ambiente construído e do projeto arquitetônico a partir de um olhar Neurocientífico.

Após o intervalo, iniciou-se o 3rd *International Congress of Vision Neurosciences*, com a palestra magna do Prof. Emeritus Arnold Wilkins da *University of Essex* do Reino Unido, seguido pela Prof.^a Dr.^a Sarah Haigh da *University of Nevada* dos EUA, pelo Prof. Dr. Stephen Loew da *University of New England* da Austrália, e finalizando com o Prof. Dr. Olivier Penacchio da *University of St Andrews* do Reino Unido.

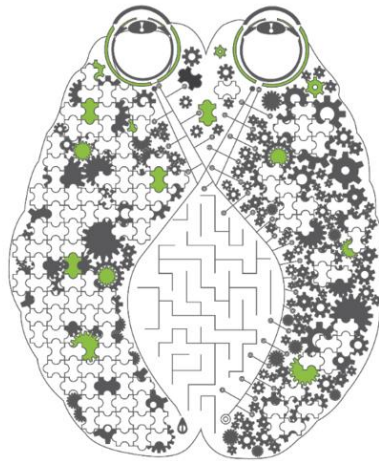
O segundo dia de Congresso contará com sete palestras sobre os Distúrbios do Processamento Visual e o Estresse Visual, também referido como síndrome de Irlen. A Seção 2 iniciará com o psicólogo Prof. Dr. Douglas Vilhena, seguido da fonoaudióloga Prof.^a Dr.^a Ana Carla Garcia, da engenheira Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Guzmán, a oftalmologista Prof.^a Dr.^a Márcia Reis Guimarães, do pedagogo Mateus Sacoman, do advogado Guilherme Farias, e finalizará com o oftalmologista Prof. Dr. Ricardo Guimarães.

O terceiro e último dia de Congresso contará com os avanços das Neurociências da Visão nas pesquisas básicas de laboratório. Foram apresentados os estudos desenvolvidos principalmente no Departamento de Fisiologia e Biofísica e no Programa de Pós-Graduação em Neurociências, ambos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, sob a orientação do Prof. Dr. Jerome Baron e do Prof. Dr. Theo Mota. Participarão como palestrantes a Prof.^a Dr.^a Lucia Helena de Toledo, as doutorandas Amanda Vieira e a Priscila Araújo, e os alunos de graduação Otávio Mendonça, Ramon Bernardino e o Hector Antunes Silva.

Esperamos que esta seja uma importante etapa para o desenvolvimento das Neurociências da Visão, com a contribuição interdisciplinar e translacional das pesquisas desenvolvidas no Brasil e no mundo, diminuindo as distâncias entre os pesquisadores e tornando os estudos mais dinâmicos. Este é um momento para que possamos caminhar cada vez mais juntos em prol de uma ciência de qualidade e que responda às demandas da sociedade.

Prof. Dr. Douglas de A. Vilhena
Presidente do Congresso

WELCOME



Dear participants,

It is with great happiness that we organize the 9th Brazilian Congress of Vision Neurosciences and 3rd International Congress of Vision Neurosciences, organized by the Brazilian Neurovision Society (SBNV) and the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), from 10 to 12 November 2021.

The first day of Congress had the honor to start with a round-table, coordinated by Prof. Dr. Marcus Maia, concerning the eyes, linguistics and education, and with the participation of Prof. Dr. Lorrane Medeiros Ventura, Prof. Dr. Marcia Nascimento Kaingang, Prof. Dr. Sabrina Santos and Aline Saguie, all researchers at the Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ). The architect Renata Silva presented the built environment and architectural design from a neuroscientific perspective.

After the interval, the 3rd International Congress of Vision Neurosciences began with the keynote speaker Prof. Emeritus Arnold Wilkins of the University of Essex, UK, followed by Prof. Dr. Sarah Haigh of the University of Nevada, USA, by Prof. Dr. Stephen Loew from the University of New England, Australia, and finalized with Prof. Dr. Olivier Penacchio of the University of St Andrews, UK.

The second day of Congress had seven lectures on the disorders of visual processing and visual stress, also referred as Irlen's syndrome. The Section 2 started with the psychologist Prof. Dr. Douglas Vilhena, followed by the speech therapist Prof. Ana Carla Garcia, Engineer Prof. Dr. Ana Isabel Guzmán, the Ophthalmologist Prof. Dr. Márcia Reis Guimarães, the teacher Mateus Sacoman, the Lawyer Guilherme Farias, and we finish with the Ophthalmologist Prof. Dr. Ricardo Guimarães.

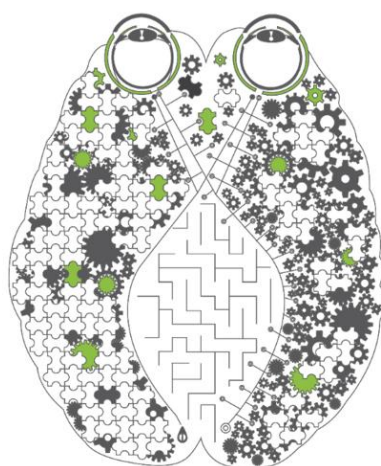
The third and last day of the Congress concerned the advances of Vision Neurosciences in basic laboratory research. The studies were developed mainly in the Department of Physiology and Biophysics and the Postgraduate Program in Neurosciences, both of the Institute of Biological Sciences of the Universidade Federal de Minas Gerais, under the supervision of Prof. Dr. Jerome Baron and Prof. Dr. Theo Mota. As speakers, we will have Prof. Dr. Lucia Helena de Toledo, the Doctoral students Amanda Vieira and Priscilla Araújo, and the undergraduate students Otávio Mendonça, Ramon Bernardino and Hector Antunes Silva.

We hope this is an important stage for the development of the Vision Neurosciences, with the interdisciplinary and translational contribution of researches developed in Brazil and in the world, reducing distances between researchers and making studies more dynamic. This is a time for us to move together for a high quality science that respond to the demands of the society.

Prof. Dr. Douglas de A. Vilhena

Chair of the Congress

PROGRAMAÇÃO





9º Congresso Brasileiro de
Neurociências da Visão
3RD International Congress
of Vision Neurosciences



Inscriva-se: [SYMPLA.COM.BR](https://www.sympla.com.br)

PROGRAMAÇÃO

10 DE NOVEMBRO (QUARTA-FEIRA)

SEÇÃO 1: RASTREAMENTO OCULAR, LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

- 14H Mesa solene de abertura
- 14H20 Mesa redonda: A técnica de rastreamento ocular, seus paradigmas e aplicações em linguística e educação - Coordenação: Prof. Dr. Marcus Maia, Universidade Federal do Rio de Janeiro 🇧🇷
Rastreamento ocular e educação linguística - Prof. Dr. Marcus Maia, Universidade Federal do Rio de Janeiro 🇧🇷
O paradigma de mundo visual na investigação da linguagem humana - Prof.ª Dr.ª Lorrane Medeiros Ventura, Universidade Federal do Rio de Janeiro 🇧🇷
Estudo de rastreamento ocular de evidências em Kaingang - Prof.ª Dr.ª Marcia Nascimento Kaingang, Universidade Federal do Rio de Janeiro 🇧🇷
Rastreamento ocular em palavras multimorfêmicas - Aline Saguie e Prof.ª Dr.ª Sabrina Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro 🇧🇷
- 15H40 O repensar do ambiente construído e do projeto arquitetônico a partir de um olhar neurocientífico - Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Isis Tacyana Gonçalves Lima, Theo Mota 🇧🇷
- 16H INTERVALO

3RD INTERNATIONAL CONGRESS OF VISION NEUROSCIENCES

- 16H30 Uso do intuitivo colorimeter em distúrbios neurológicos - Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins, University of Essex, Reino Unido 🇬🇧
- 17H Desconforto visual e eletrofisiologia da crominância - Prof. Dr. Sarah M. Haigh, University of Nevada, EUA 🇺🇸
- 17H20 Sintomas e gravidade de estresse visual em estudantes de enfermagem: Implicações para ambientes de educação e saúde - Prof. Dr. Stephen J. Loew, University of New England, Austrália | Coauthors: Nigel V. Marsh, Celestino Rodríguez-Pérez, Kenneth Watson & Graham L. Jones 🇺🇸
- 17H40 Desconforto visual e regularidades estatísticas em cenas naturais - Prof. Dr. Olivier Penacchio, University of St Andrews, Reino Unido 🇬🇧

11 DE NOVEMBRO (QUINTA-FEIRA)

SEÇÃO 2: DISTÚRBIOS DO PROCESSAMENTO VISUAL E ESTRESSE VISUAL

- 14H Mesa solene de abertura do dia
- 14H10 Função visual magnocelular na dislexia do desenvolvimento: Déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares - Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Márcia Reis Guimarães, Ricardo Queiroz Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro 🇧🇷
- 14H30 Associação entre processamento temporal auditivo e visual na habilidade de leitura - Prof.ª Dr.ª Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe | Coautores: Douglas de Araújo Vilhena, Márcia Reis Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro, Teresa Maria Momensohn-Santos 🇧🇷
- 14H50 Lâminas espectrais (overlays) para crianças com dificuldade de leitura: Função oculomotora durante a leitura do teste de números - Prof.ª Dr.ª Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo | Coautores: Márcia Reis Guimarães, Douglas de Araújo Vilhena, Raul Gonzalez Lima, Ricardo Queiroz Guimarães 🇧🇷
- 15H10 INTERVALO
- 15H30 Efeito das lâminas espectrais (overlays) em parâmetros visuais e na habilidade de leitura: Revisão integrativa de 1980 a 2008 - Prof.ª Dr.ª Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais | Coautores: Douglas de Araújo Vilhena, Ricardo Queiroz Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro 🇧🇷
- 15H50 A síndrome de Irlen em debate: Diagnóstico e o contexto de intervenção - Mateus Barroso Sacoman, Centro Universitário de Adamantina 🇧🇷
- 16H10 O reconhecimento jurídico da síndrome de Irlen no modelo de direitos humanos de deficiência - Guilherme Carneiro Leão Farias, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro 🇧🇷
- 16H30 A luz, os olhos, a visão em 2022: Uma perspectiva Biológica e Sensorial - Prof. Dr. Ricardo Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais 🇧🇷

12 DE NOVEMBRO (SEXTA-FEIRA)

SEÇÃO 3: NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO NA PESQUISA BÁSICA DE LABORATÓRIO

- 14H Uma proposta metodológica para caracterizar as propriedades dinâmicas do redirecionamento do olhar durante períodos de escaneamento visual - Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras | Coautores: Cíntia Aparecida de Souza Garcia, Alice Timponi França Magalhães, Jerome Baron 🇧🇷
- 14H20 Modulação espectral da resposta fototática desencadeada por duas vias neurais paralelas no cérebro das abelhas - Amanda Rodrigues Vieira, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Lívia Stemler, Jerome Baron, Theo Mota 🇧🇷
- 14H40 Temporal habit, body size and the architecture of visual organs in bees - Priscila de Cássia Souza Araújo, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Carolina de Almeida Caetano, Isabel Alves-dos-Santos, Clemens Schlindwein, Theo Mota 🇧🇷
- 15H INTERVALO
- 15H20 Espectro de ação da supressão de melatonina pela luz: Um estudo comparativo das métricas disponíveis - Prof.ª Dr.ª Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Jerome Baron, Theo Mota 🇧🇷
- 15H40 Descrição de um novo protocolo psicofísico para avaliar a relação das vias magnocelular e parvocelular com a memória de trabalho visual - Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Hector Roberto Antunes Silva, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Amanda Murta de Siqueira Oliveira, Caroline Rodrigues Velten, Luiza Sapucaia Martins Roland, Rodrigo César Rocha dos Santos, Sara Gabriele Vieira, Jerome Baron 🇧🇷
- 16H Adaptação de um paradigma psicofísico para avaliar a influência da atenção na percepção do movimento global - Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais | Coautores: Ramon Bernardino, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Ariade Gomes Freitas, Regiane Helena Medeiros Braga, Vitória Augusto Santos, Jerome Baron 🇧🇷

Organização:



Laboratórios:



Apoio:



10 Novembro de 2021 – Quarta-feira – Seção 1: Rastreamento ocular, Linguística e Educação

Seção 1 completa: <https://youtu.be/30cP5bZaD-E>

14:00 às 14:20

MESA SOLENE DE ABERTURA

14:20 às 15:40

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

Coordenação: **Prof. Dr. Marcus Maia**, Universidade Federal do Rio de Janeiro

RASTREAMENTO OCULAR E EDUCAÇÃO LINGUÍSTICA

Prof. Dr. Marcus Maia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

https://youtu.be/i6jqrlO_Smk

O PARADIGMA DE MUNDO VISUAL NA INVESTIGAÇÃO DA LINGUAGEM HUMANA

Prof.ª Dr.ª Lorrane Medeiros Ventura, Universidade Federal do Rio de Janeiro

<https://youtu.be/IVQrH92dSD0>

ESTUDO DE RASTREAMENTO OCULAR DE EVIDENCIAIS EM KAINGANG

Prof.ª Dr.ª Marcia Nascimento Kaingang, Universidade Federal do Rio de Janeiro

<https://youtu.be/BOD4XhP1jCc>

RASTREAMENTO OCULAR EM PALAVRAS MULTIMORFÊMICAS

Aline Saguie e Prof.ª Dr.ª Sabrina Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro

<https://youtu.be/wGSorGlp0FE>

15:40 às 16:00

O REPENSAR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DO PROJETO ARQUITETÔNICO A PARTIR DE UM OLHAR NEUROCIENTÍFICO

Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Isis Tacyana Gonçalves Lima, Theo Mota

<https://youtu.be/DNWe6OGrlLo>

16:00 às 16:30

INTERVALO

10 Novembro de 2021 – Quarta-feria – 3rd International Congress of Vision
Neurosciences

3 ICVN completo: <https://youtu.be/d4RUOIs1SKw>

16:30 às 17:00

USO DO *INTUITIVE COLORIMETER* EM DISTÚRBIOS NEUROLÓGICOS

Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins, University of Essex, Reino Unido

<https://youtu.be/YbMpWmUVZ4c>



17:00 às 17:20

DESCONFORTO VISUAL E ELETROFISIOLOGIA DA CROMINÂNCIA

Prof. Dr. Sarah M. Haigh, University of Nevada, EUA

<https://youtu.be/CsZNYO785HQ>



17:20 às 17:40

SINTOMAS E GRAVIDADE DE ESTRESSE VISUAL EM ESTUDANTES DE ENFERMAGEM:

Implicações para ambientes de educação e saúde

Prof. Dr. Stephen J. Loew, University of New England, Austrália

Coauthors: Nigel V. Marsh, Celestino Rodríguez-Pérez, Kenneth Watson & Graham L. Jones

<https://youtu.be/4-zXoN-fCD0>



17:40 às 18:00

DESCONFORTO VISUAL E REGULARIDADES ESTATÍSTICAS EM CENAS NATURAIS

Prof. Dr. Olivier Penacchio, University of St Andrews, Reino Unido

https://youtu.be/A3X_qTkHyKU



11 Novembro de 2021 – Quinta-feira – Seção 2: Distúrbios do Processamento Visual e Estresse Visual

Seção 2 completa: <https://youtu.be/azUrDYKH8s4>

14:00 às 14:10

MESA SOLENE DE ABERTURA DO DIA

14:10 às 14:30

FUNÇÃO VISUAL MAGNOCELULAR NA DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO: Déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares

Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Márcia Reis Guimarães, Ricardo Queiroz Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro

https://youtu.be/5G_Bvs5g0lM

14:30 às 14:50

ASSOCIAÇÃO ENTRE PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO E VISUAL NA HABILIDADE DE LEITURA

Prof.ª Dr.ª Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe

Coautores: Douglas de Araújo Vilhena, Márcia Reis Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro, Teresa Maria Momensohn-Santos

<https://youtu.be/fxgIuyYZTWQ>

14:50 às 15:10

LÂMINAS ESPECTRAIS (*OVERLAYS*) PARA CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA: Função oculomotora durante a leitura do teste de números

Prof.ª Dr.ª Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo

Coautores: Márcia Reis Guimarães, Douglas de Araújo Vilhena, Raul Gonzalez Lima, Ricardo Queiroz Guimarães

<https://youtu.be/7E5ReyA5SQQ>

15:10 às 15:30

INTERVALO

15:30 às 15:50

EFEITO DAS LÂMINAS ESPECTRAIS (*OVERLAYS*) EM PARÂMETROS VISUAIS E NA HABILIDADE DE LEITURA: Revisão integrativa de 1980 a 2008

Prof.ª Dr.ª Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais

Coautores: Douglas de Araújo Vilhena, Ricardo Queiroz Guimarães, Ângela Maria Vieira Pinheiro

<https://youtu.be/mDcgBoLLSfY>

15:50 às 16:10

A SÍNDROME DE IRLLEN EM DEBATE: Diagnóstico e o contexto de intervenção

Mateus Barroso Sacoman, Centro Universitário de Adamantina

<https://youtu.be/bXKxkwsyr4w>

16:10 às 16:30

O RECONHECIMENTO JURÍDICO DA SÍNDROME DE IRLLEN NO MODELO DE DIREITOS HUMANOS DE DEFICIÊNCIA

Guilherme Carneiro Leão Farias, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

<https://youtu.be/wCYhx7j70og>

16:30 às 16:50

A LUZ, OS OLHOS, A VISÃO EM 2022: Uma perspectiva Biológica e Sensorial

Prof. Dr. Ricardo Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais

<https://youtu.be/YVgCqJ3nxt4>



12 Novembro de 2021 – Sexta-feira – Seção 3: Neurociências da Visão na
pesquisa básica de laboratório

Seção 3 completa: <https://youtu.be/j6Jiu7bjfXw>

14:00 às 14:20

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL

Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras

Coautores: Cíntia Aparecida de Souza Garcia, Alice Timponi França Magalhães, Jerome Baron

<https://youtu.be/xTYy50zrBL8>

14:20 às 14:40

MODULAÇÃO ESPECTRAL DA RESPOSTA FOTOTÁTICA DESENCADEADA POR DUAS VIAS NEURAIS PARALELAS NO CÉREBRO DAS ABELHAS

Amanda Rodrigues Vieira, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Livia Stemler, Jerome Baron, Theo Mota

https://youtu.be/sgbUaiwV9_0

14:40 às 15:00

TEMPORAL HABIT, BODY SIZE AND THE ARCHITECTURE OF VISUAL ORGANS IN BEES

Priscila de Cássia Souza Araújo, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Carolina de Almeida Caetano, Isabel Alves-dos-Santos, Clemens Schindwein, Theo Mota

https://youtu.be/wFQipqDE_X8

15:00 às 15:20

INTERVALO

15:20 às 15:40

ESPECTRO DE AÇÃO DA SUPRESSÃO DE MELATONINA PELA LUZ: Um estudo comparativo das métricas disponíveis

Prof.ª Dr.ª Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Jerome Baron, Theo Mota

<https://youtu.be/LA6GgL4wppI>

15:40 às 16:00

DESCRIÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A RELAÇÃO DAS VIAS MAGNOCELULAR E PARVOCELULAR COM A MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL

Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Hector Roberto Antunes Silva, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Amanda Murta de Siqueira Oliveira, Caroline Rodrigues Velten, Luiza Sapucaia Martins Roland, Rodrigo César Rocha dos Santos, Sara Gabriele Vieira, Jerome Baron

<https://youtu.be/ZBFifGUtyH8>

16:00 às 16:20

ADAPTAÇÃO DE UM PARADIGMA PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO NA PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO GLOBAL

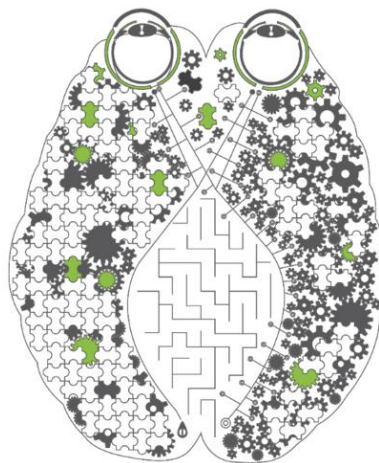
Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Ramon Bernardino, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Ariade Gomes Freitas, Regiane Helena Medeiros Braga, Vitória Augusto Santos, Jerome Baron

<https://youtu.be/U7AmerAHgbU>



PALESTRANTES DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO – NEUROVISÃO



[Aline Saguie, Universidade Federal do Rio de Janeiro](#)



Possui graduação em Abi - Letras - Português - Italiano pela Universidade Federal do Rio de Janeiro(2019) e ensino-medio-segundo-graupelo Colégio Pentágono(2010). Atualmente é da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Lingüística, com ênfase em Psicolingüística.

[Amanda Rodrigues Vieira, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Possui graduação em Ciências Biológicas (licenciatura plena) pela Universidade Federal de Minas Gerais (2015), mestrado em Neurociências pela Universidade Federal de Minas Gerais (2018). Atualmente é doutoranda em Fisiologia e Farmacologia pela Universidade Federal de Minas Gerais, com previsão para conclusão do curso em setembro de 2023. Possui interesse nas áreas de Neurociências, Neurofisiologia, Neuroanatomia, Morfologia, Zoologia e Biologia Celular. Tem experiência nas áreas de neurociências, neurofisiologia, comportamento, neuroanatomia, morfologia, anatomia básica e neurofisiologia de insetos. Possui cursos de formação complementar em Neurociência Básica e Neurofisiologia Aplicada ao Controle Motor. Atualmente, desenvolve estudos sobre comportamento e percepção sensorial em abelhas.

[Prof.^a Dr.^a Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe](#)



Possui graduação em Fonoaudiologia pela PUCCAMP - Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1993). Tem Especialização na área de Audiologia, pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia, com ênfase em Saúde e Educação Pública. Vivência Internacional com certificação de Hearing Aid Specialist pelo Departamento de Saúde da Flórida - USA (2004-2008). Estudante Visitante Pesquisadora- Doutorado sanduíche na Universidade de Montreal (Canadá-2017-2019) Mestrado na PUC SP (2016). Doutorado PUC SP (2021) Atuação em Saúde Coletiva no

SUS há 20 anos, nas áreas de educação permanente, gestão e planejamento de serviços, avaliação em saúde, prevenção, reabilitação, atenção e controle social. Professora Universidade Federal de Sergipe - Departamento de Fonoaudiologia

[Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo](#)



Bioengenhaira pela Universidad de Antioquia na Colômbia. Possui Doutorado (2019) e mestrado (2014) pela Universidade de São Paulo (2019) na área de Engenharia Biomédica. Tem conhecimentos na área da neurociências da visão. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Biomecânica e caracterização mecânica de tecidos biológicos e simulação computacional de sistemas biológicos. Atualmente, trabalha como colaboradora em pesquisa na área da Tomografia por Impedância Elétrica e Segmentação e reconstrução 3D de imagens médicas.

[Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Universidade Federal de Minas Gerais](#)

Presidente do 9º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão

3rd International Congress of Vision Neurosciences



Doutorado na linha Neuropsicologia do Desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, 2017-2021), com Doutorado Sanduíche na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto, Portugal (2019-2020). Mestre na área Desenvolvimento Humano, linha Cognição e Linguagem, pelo Programa de Pós-Graduação em Psicologia da FAFICH-UFMG (2013-2015). Graduado em Psicologia pela FAFICH-UFMG (2006-2011), com

intercâmbio acadêmico na *University of Leeds* no Reino Unido (2010), e com visto J1 no Tennessee, EUA (2011). Ensino médio integrado com técnico em Química pelo CEFET-MG (2003-2005). Atualmente, é Embaixador de Intercâmbio Alumni da Universidade do Porto (2021-2023), coordenador do Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão (LAPAN-UFMG, 2015-atual), pesquisador do Laboratório de Processos Cognitivos (LabCog-UFMG, 2012-atual), colaborador do www.DislexiaBrasil.com.br, Membro da *European Literacy Network* (ELN-COST, 2019-atual). Presidente do anual Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão (2015-atual). Foi Administrador Chefe do II *World Dyslexia Forum* (2014-UFMG). Pinheiro e Vilhena são autores da Bateria de Testes de Leitura, que possui fontes de evidências psicométricas satisfatórias para avaliar a habilidade de leitura de alunos do 2º ao 5º ano do ensino fundamental, sendo composta pelo: (1) Teste de Leitura: Compreensão de Sentenças (TELCS); (2) Teste de Reconhecimento de Palavras (TRP); (3) Teste de Reconhecimento de Pseudopalavras (TRPp); (4) Teste de Taxa de Leitura (RRT); e (5) a Escala de Avaliação da Competência em Leitura pelo Professor (EACOL). Atua principalmente nos seguintes temas: processamento cognitivo, processamento visual, linguagem escrita, dislexia, testes de leitura.

[Guilherme Carneiro Leão Farias, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro](#)



Mestre em Direito pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Bacharel em Direito pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Advogado empregado público da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

[Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais e estagiário no Laboratório de Neurodinâmica da Visão (LANEVI-UFMG).

[Prof.ª Dr.ª Lorrane Medeiros Ventura, Universidade Federal do Rio de Janeiro](#)



Doutora e Mestre em Linguística pelo Programa de Pós-graduação em Linguística da Faculdade de Letras da UFRJ, na linha de pesquisa Linguagem Mente Cérebro. Foi Pesquisadora visitante no Language Processing and Language Development Lab da University of Pennsylvania (EUA), durante o estágio de doutorado sanduíche. Pesquisadora no Laboratório de Psicolinguística Experimental da UFRJ (LAPEX). Defendeu a tese de Doutorado intitulada: Processamento das construções de tópico-comentário e sujeito-predicado no português do Brasil: língua orientada para a sentença, para o discurso ou mista? Tem interesse na área de Psicolinguística: Sintaxe Experimental, Investigações sobre o curso temporal e o custo de processamento na compreensão e produção. Tem interesse na técnica de rastreamento ocular (*eye-tracking*) na investigação da linguagem humana.

[Prof.ª Dr.ª Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (1979) e mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (1985). Possui doutorado em Engenharia Elétrica pela UFMG (2017). Desenvolveu pesquisas nas áreas de Centros de Controle de Sistemas Elétricos, Gestão do Conhecimento e Aprendizagem. Atualmente cursa Especialização em Neurociências pela UFMG, com previsão de término em 2021. Tem experiência profissional nas áreas de Automação, Centros de Controle, Sistemas de Gerenciamento de Energia (EMS), Desenvolvimento de Sistemas, Gerência de Projetos, Gestão de Pessoas e Ensino. Possui MBA em Gestão de Negócios pelo IBMEC (1999) e aperfeiçoamento em Power System Control and Operation pelo Royal Institute of Technology - Estocolmo - Suécia (1997). Trabalhou no Centro de Controle de Geração e Transmissão da Cemig (Centro de Operação do Sistema - COS) (1980 - 2012). Coordenou a área responsável pela infra-estrutura, desenvolvimento de sistemas, tecnologia e automação do Centro, compreendendo atividades de gestão técnica, de pessoal e do Sistema de Qualidade. Gerenciou diversos projetos, incluindo de P&D, destacando-se o Projeto do Sistema de Supervisão e Controle do COS da Cemig e da Integração dos Centros de Operação da Distribuição - COD e o COS.

Prof.^a Dr.^a Marcia Nascimento Kaingang, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Doutora em Linguística pelo programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, com bolsa CAPES. Atualmente, como bolsista CNPq de Pós-doutorado desenvolve projeto na área de Revitalização Linguística junto ao povo Kaingang - Kanhgág vĩ mré ãg jykre pẽ jagfe (Ninho de língua e cultura Kaingang) - que trata de metodologias de transmissão intergeracional de línguas em perigo de desaparecimento. No segundo semestre de 2017 realiza visitas e estágios na Massey University e Ninhos de Língua Maori na Nova Zelândia. É pesquisadora do Laboratório de Psicolinguística Experimental (LAPEX). Tem como principal área de interesse o estudo das línguas indígenas brasileiras, em especial a língua Kaingang da qual é falante nativa, bem como o ensino de línguas no contexto da Educação Escolar Indígena. Estuda aquisição e processamento dos evidenciais em Kaingang. Entre 2014 e 2015 cumpriu dois semestres como pesquisadora visitante na Universidade de Massachusetts - UMASS (Amherst), participou de seminários e reuniões do Language Acquisition Research Center (LARC) apresentando dados da língua Kaingang. Em 2013 concluiu o mestrado em Linguística pela UFRJ como bolsista do Programa Internacional de Bolsas da Fundação Ford. Possui graduação em Línguas, Artes e Literaturas pela Universidade do Estado de Mato Grosso, através do projeto 3º Grau Indígena (2006).

[Prof.^a Dr.^a Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais](#)

Presidente da Comissão Científica do 9º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão
3rd International Congress of Vision Neurosciences



Graduada em Medicina pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Especialista em Oftalmologia pela Faculdade de Ciências Médicas, Mestre em Biologia Molecular pela Universidade de Paris-V, Doutora em Oftalmologia – área de Neurooftalmologia e Qualidade da Visão – pela UFMG. Fellowship em Patologia Ocular pelo Moorfields Eye Hospital de Londres (Inglaterra) e da Armed Forces Institute of Pathology – Walter Reed Military Hospital (Washington DC, USA). Ex-diretora da Sociedade Brasileira de Cirurgia Refrativa. Atuou como Professora do Departamento de Anatomia Patológica e Medicina Legal de 1978 a 1995. Docente convidada da UNIFESP desde 1989 atuando como

Coordenadora da Disciplina de Embriologia, Malformações e Histologia Ocular do Curso Ciências Básicas. Diretora Clínica e Chefe do Departamento de Neurovisão e do Departamento de Distúrbios de Aprendizagem Relacionados a Visão do Hospital de Olhos de Minas Gerais. Diretoria Científica da Fundação Hospital de Olhos.

[Prof. Dr. Marcus Maia, Universidade Federal do Rio de Janeiro](#)



Doutor em Linguística pela University of Southern California - USC, (1994). Realizou estágio de pós-doutorado na área de Processamento da Linguagem como pesquisador visitante na City University of New York - CUNY (2003-2004). Atualmente é Professor Titular de Linguística do Departamento de Linguística e do Programa de Pós-graduação em Linguística da Faculdade de Letras da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi coordenador do Programa de Pós-graduação em Linguística entre 2010 e 2015. Representou o Centro de Letras e Artes da UFRJ no Conselho Superior de Pós-graduação (CEPG/UFRJ), por dois mandatos, entre 2009 e 2015. É bolsista de Produtividade em Pesquisa, nível 1B (CNPq/ 2020-2023) e foi Cientista do Nosso Estado (FAPERJ) no triênio 2015-2018. Foi professor visitante no Departamento de Línguas, Literaturas e Culturas e no Language Acquisition Research Center (LARC), da University of Massachusetts, Amherst, no primeiro semestre de 2012. Foi pesquisador visitante no Departamento de Linguística da Massey University, Nova Zelândia, em setembro/outubro de 2015 e no segundo semestre de 2017 (Programa de Estágio Sênior no Exterior - CAPES) e no Departamento de Espanhol e Português da University of Toronto, Canada, em novembro de 2015. Fundou e coordena o Laboratório de Psicolinguística Experimental (LAPEX), grupo de pesquisa da UFRJ, registrado no CNPq, em 2001. Coordenou o Grupo de Trabalho de Psicolinguística da ANPOLL no biênio 2006-2008. Organizou, em parceria com professores da UMass, a Conferência Internacional e a Escola de Altos Estudos Recursion in Brazilian Languages & Beyond, na UFRJ, com apoio da CAPES, CNPq e FAPERJ, em agosto de 2013, havendo uma seleção de trabalhos apresentados neste congresso resultado no livro Recursion Across Domains, publicado em 2018 pela Cambridge University Press. Organizou com Bruna Franchetto o evento internacional Viva Língua Viva, em 2019. Membro fundador da Rede Nacional de Ciência para a Educação (Rede CpE). Membro do corpo editorial do Journal of Cultural Cognitive Science <https://www.springer.com/journal/41809>. Eleito como presidente da International Society of Applied Psycholinguistics - ISAPL, para o triênio 2021 - 2024. Atua nas áreas de Psicolinguística, Teoria e Análise Linguística e Línguas Indígenas Brasileiras, desenvolvendo pesquisas e orientando projetos sobre processamento sintático e lexical, sintaxe experimental, teoria da gramática, psicolinguística e educação, línguas indígenas brasileiras.

[Mateus Barroso Sacoman, Centro Universitário de Adamantina](#)



Possui graduação em História pela Unesp e pós-graduação em Psicopedagogia pela Universidade de Franca. É pedagogo e mestre na área de História Intelectual Latino-americana, também pela Unesp, e foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Atualmente, leciona na Unifai, nos sistemas Objetivo, Poliedro e Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. É também educador certificado pela National Geographic Society, EducaMídia e Kahoot Academy, além de autor e revisor de materiais didáticos da Conexia/Rede AZ e idealizador do projeto "Tem fake news nessa História".

[Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras](#)



Aluno de graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) pela Universidade Federal de Lavras, da qual, parte, foi cursada na Universidade Federal de Minas Gerais através do Programa Andifes de Mobilidade Estudantil. Atualmente, faz iniciação científica no Laboratório de Neurodinâmica da Visão (LANEVI/UFMG) onde desenvolve estudos sobre o comportamento visuomotor e os mecanismos sinápticos homeostáticos do sono em aves.

[Priscila de Cássia Souza Araújo, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Graduada em Ciências Biológicas (licenciatura) pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Mestre em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Finalizando o doutorado no programa de pós-graduação em Zoologia na Universidade Federal de Minas Gerais (tema da tese: Adaptações visuais das abelhas crepusculares e as suas interações com as flores noturnas).

[Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Acadêmico do 7º período da graduação de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, faz iniciação científica no laboratório de Neurodinâmica da Visão do ICB-UFMG, sob orientação do Professor Doutor Jerome Baron. Coursou Engenharia Elétrica em 2013 por 6 períodos.

[Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva, Universidade Federal de Minas Gerais](#)



Arquiteta, a frente do escritório que leva seu nome. Co-fundadora do Instituto Hava. Membro do ACE – ANFA, *Academy of Neuroscience for Architecture*. Pós-graduanda em Neurociências na Universidade Federal de Minas Gerais. MBA Gestão de Projetos-FGV. Especialista em Projetos para Ambientes de Trabalho –Mensch&Buro Akademie. Cofundadora e docente no Programa IMinds – Transformação de cérebros e mentes.

[Prof. Dr. Ricardo Queiroz Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais](#)

Presidente da Comissão Científica do 9º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão
3rd International Congress of Vision Neurosciences



Graduado em Medicina pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Especialização em Oftalmologia e Doutorado pela UFMG. Fellowship em Córnea e Doenças Externas pela Hospices Civils de Strasbourg, Estagiário do Moorfields Eye Hospital (Londres), Attaché Étranger du Hotel Dieu de Paris e Fellowship em Córnea e Doenças Externas Oculares pela Georgetown University (Washington, DC). Fundador, Presidente e Diretor Técnico do Hospital de Olhos de Minas Gerais e da Fundação Hospital de Olhos, Diretor do LAPAN – Laboratório de Pesquisas Aplicadas a Neurociências

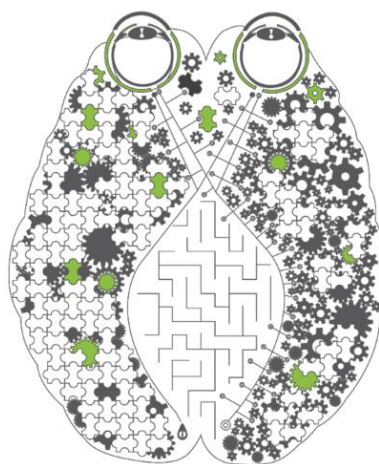
da Visão, Cônsul Honorário do Canadá, Professor convidado da UFMG, Diretor da Associação Comercial de Minas e editor Médico da Revista Ocular Surgery News Latin America. Presidente da União Brasileira pela Qualidade (UBQ).

[Prof.^a Dr.^a Sabrina Lopes dos Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro](#)



Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Linguística na UFRJ (Bolsista CNPq). Mestre em Linguística (Bolsista CNPq) pela UFRJ. Graduada em Letras (Português-Francês) também pela UFRJ. Atualmente, é Professora Substituta do Departamento de Letras da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde leciona disciplinas na área de Linguística. Atuou como professora assistente de Língua Portuguesa e Redação Avançada na Universidade de Massachusetts/Amherst no ano acadêmico de 2016/2017. É membro pesquisadora do Laboratório de Psicolinguística Experimental (LAPEX/UFRJ) e do Grupo de Educação Multimídia, programa de extensão ligado ao Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social (NIDES/UFRJ), onde coordena projeto de extensão voltado para a formação de leitores em parceria com escolas da rede pública. Áreas de interesse: processamento da linguagem; (psico)linguística educacional; interface sintaxe-pragmática; metodologias participativas de ensino-aprendizagem; linguagem audiovisual.

PALESTRANTES DO 3rd INTERNATIONAL CONGRESS OF VISION NEUROSCIENCES



[Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins, University of Essex, Reino Unido](#)



Prof. Emeritus Wilkins obtained his doctorate in 1972 from Sussex University in the UK for work on human memory. He then spent two years post-doctoral with Dr. Brenda Milner at the Montreal Neurological Institute, where he became interested in photosensitive epilepsy. He returned to the UK to work at the Medical Research Council Applied Psychology Unit in Cambridge. Over the ensuing 22 years his studies of photosensitive epilepsy broadened into a study of visual stress and migraine. In 1997 he moved to a chair at Essex University where he is now

Emeritus. Over the course of his career he demonstrated that fluorescent lighting causes headaches, and he invented the Intuitive Colorimeter system for precision ophthalmic tinting, now in use worldwide. He has published three books and 260 scientific papers.

[Prof. Dr. Olivier Penacchio, University of St Andrews, Reino Unido](#)



Olivier Penacchio is currently a research fellow in the School of Psychology and Neuroscience at the University of St Andrews, Scotland, UK. He earned his master's degree and PhD in pure mathematics from the University Paul Sabatier, Toulouse, France. He next earned a master's degree in machine learning, computer vision and artificial intelligence from the Autonomous University of Barcelona, before focusing on vision science and computational neuroscience. Dr Penacchio's main interest is to understand how the architecture of the brain shapes our perception of the world, and how the world shapes the functioning of our brain. In his work, he employs computational modelling and behavioural experiments to understand how visual stimuli impact on the brain of the viewer and, vice versa, how the design of certain visual stimuli can be understood given their intended impact on the brain of the receiver.

[Prof.^a Dr.^a Sarah M. Haigh, University of Nevada, USA](#)



I investigate the impact abnormal sensory processing has on cognition. Specifically, I focus on what drives the system to over-respond (hyper-excitable) or to under-respond (hypo-excitable), and how this can negatively impact information processing. I focus on clinical populations, such as autism, schizophrenia, and migraine, and on individual differences in the neurotypical population. From here, we can uncover 1) the mechanisms that govern 'healthy' sensory

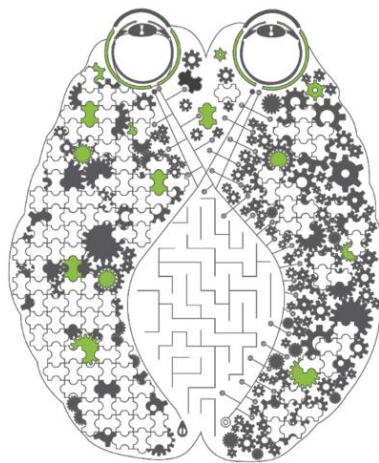
functioning, 2) biomarkers of pathological sensory functioning, and 3) potential methods to improve the sensory environment and new behavioral treatments. The overall goal is to establish if methods for improving sensory processing have cascading improvements on complex cognitive processing.

[Prof. Dr. Stephen J. Loew, University of New England, Australia](#)



Associate researcher of reading difficulties in the School of Psychology at the University of New England, Australia, and a research partner with the Laboratory of Applied Research in Neuroscience of Vision at the Federal University of Minas Gerais, Brazil. His key research interests include the nature of Meares-Irlen/visual stress syndrome, the overlap of associated symptoms with ADHD and other learning disorders, and the effects of increasingly brighter classroom lighting on present-day literacy rates and learning in general.

RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 1: Rastreamento ocular, Linguística e Educação



MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

Marcus Maia, Lorrane Medeiros Ventura, Marcia Nascimento Kaingang, Aline Saguie, Sabrina Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

A mesa discutirá diferentes paradigmas e aplicações da técnica de rastreamento ocular em análises linguísticas e de cunho educacional que tem sido desenvolvidos no âmbito do Laboratório de Psicolinguística Experimental (LAPEX/UFRJ-CNPq) desde 2007. A fala inicial do professor Marcus Maia apresenta em linhas gerais a técnica de rastreamento ocular na leitura de períodos e demonstra a partir de dados reais de mapas de calor (heatmaps) e de fixações (gazeplots estáticos e dinâmicos), análises de cunho quantitativo e qualitativo entretidas em pesquisas no LAPEX. Resume-se, em seguida, o projeto de Psicolinguística Educacional desenvolvido junto a um colégio estadual do Rio de Janeiro, em que oficinas de rastreamento ocular foram aplicadas ao lado de outros tratamentos, com base em diagnósticos iniciais na leitura de períodos compostos. Na segunda fala na mesa, Lorrane Medeiros apresenta o paradigma do mundo visual em que o comportamento ocular na visualização de imagens é monitorada a partir de input auditivo. Lorrane conclui apresentando um experimento dessa natureza em que investigou comparativamente o processamento de construções de tópico-comentário e de sujeito-predicado, aduzindo evidências em favor da análise de que o português falado no Brasil é uma língua mista. Na terceira apresentação na mesa, Márcia Nascimento, demonstra o uso do rastreamento ocular em tarefa do tipo *sentence-picture matching*, argumentando em favor da realidade psicológica de partículas evidenciais na língua indígena brasileira Kaingang, estudada pela autora, falante nativa da língua, usando inovadoramente a técnica de rastreamento ocular no estudo de língua indígena. A mesa encerra com a apresentação de estudo de rastreamento ocular no processamento de palavras, retomando também a aplicação educacional da técnica, discutida na primeira fala. Aline Saguie e Sabrina Santos estudam a leitura de palavras multimorfêmicas em português, comparando leitores de ensino fundamental e de ensino superior.

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

RASTREAMENTO OCULAR E EDUCAÇÃO LINGUÍSTICA

Prof. Dr. Marcus Maia

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

Após uma breve introdução à técnica de rastreamento ocular (*eye-tracking*), de que o autor foi um dos introdutores na pesquisa psicolinguística básica no Brasil, analisam-se qualitativamente leituras de períodos, através de mapas de fixação ocular e de mapas de calor, procurando-se demonstrar efeitos dos processos sintáticos de coordenação e de subordinação na leitura e interpretação de períodos, bem como de processos pressupositionais e inferenciais, já presentes na unidade do período. Exploram-se diferentes critérios de leiturabilidade de períodos, identificando-se propriedades relativas à qualidade lexical e à complexidade estrutural, incluindo construções declarativas, interrogativas, de tópico e foco, com conectivos, garden-paths sintáticos e semânticos, efeitos de pontuação, entre outros. Estudos dessa natureza têm sido desenvolvidos no Laboratório de Psicolinguística Experimental (LAPEX), que coordenamos na UFRJ, usando desde 2007 a metodologia de rastreamento ocular. A técnica encontra-se, portanto, em pleno uso no laboratório há mais de uma década, sendo que, nos anos de 2017 e 2018, desenvolveu-se um projeto de Psicolinguística Educacional junto a escola pública do Rio de Janeiro (cf. Maia (org), 2019) em que os resultados dos estudos de rastreamento ocular de períodos compostos foram apresentados e discutidos qualitativamente com a participação ativa dos alunos, com vistas a desenvolver metacognição e autorreflexividade acerca de seus padrões de leitura (cf. Mason, Pluchino & Tornatora, 2015). Testes posteriores demonstraram que as oficinas de rastreamento ocular contribuíram significativamente para melhorar a capacidade de leitura dos alunos na identificação dos pontos de vista dos períodos.

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

O PARADIGMA DE MUNDO VISUAL NA INVESTIGAÇÃO DA LINGUAGEM HUMANA

Prof.^a Dr.^a Lorraine Medeiros Ventura

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

lrranesnm@hotmail.com

A técnica conhecida como *visual world paradigm* (VWP) ou paradigma de mundo visual, tem sido utilizada na psicolinguística, pelo menos desde 1995 com o estudo de Tanenhaus, Spivey-Knowlton, Eberhard e Sedivy, para investigar o processamento *on-line* da língua falada em interação com o ambiente visual. A lógica de testes dessa natureza é a de que o comportamento ocular apresentado por um ouvinte durante o rastreamento de imagens, ao receber um *input* auditivo, pode ser de muita utilidade para entendermos melhor como a linguagem humana é processada em nossa mente/cérebro, de maneira *on-line*. Tal paradigma pode ser utilizado tanto na investigação da compreensão quanto na produção da linguagem, em comunidades variadas, sendo útil para investigação da linguagem em adultos e também em crianças. Tal técnica permite medir o processamento da língua falada implicitamente e com alta precisão, por meio de respostas oculares que são “*time-locked*” ao *input*, ou seja, ao mesmo tempo, à medida em que se ouve algo, sem que o fluxo da fala seja interrompido. Nesta apresentação, reportaremos os resultados de um experimento com falantes nativos de PB, realizando um teste de paradigma de mundo visual, durante o processamento das estruturas de tópico-comentário e sujeito-predicado, recebendo, ao mesmo tempo, *input* auditivo e visual. Este experimento buscou verificar se as pistas prosódicas contidas no *input* auditivo podem guiar o ouvinte durante o processamento *on-line*, de maneira que sejam capazes de captar as pistas prosódicas presentes no enunciado e direcionar os olhares para as imagens que representam as estruturas analisadas. Os resultados do teste evidenciaram que os participantes foram capazes de diferenciar as pistas prosódicas características de elementos tópicos e sujeitos, identificando inclusive, anomalias estruturais, quando ocorrem.

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

ESTUDO DE RASTREAMENTO OCULAR DE EVIDENCIAIS EM KAINGANG

Prof.^a Dr.^a Marcia Nascimento Kaingang

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

Nesta comunicação será apresentado um estudo de rastreamento ocular de evidenciais em Kaingang (Tronco Macro Jê, família Jê). Esta língua possui um sistema de evidencialidade com sete categorias distintas que indicam fonte de informação e, basicamente, organiza as categorias contrapondo informações do tipo “primeira mão” versus “ouvir dizer” (NASCIMENTO, 2013, 2017). Utilizando técnicas da psicolinguística experimental, verificamos em falantes adultos, os processos de compreensão dos evidenciais que se opõem quanto à fonte de informação, a saber, o evidencial direto *m̃yr*, que indica informação visual e o indireto *je*, que indica informação reportada. Aplicamos um experimento de rastreamento ocular, com tarefa do tipo “sentence/picture matching” aferindo os mesmos evidenciais, com o objetivo de verificar se esses evidenciais são reais psicologicamente em uma tarefa on-line. Esse estudo mostrou que existe uma relação direta dos evidenciais presentes em *inputs* auditivos e os elementos que indicam a fonte de informação em imagens visualizadas. Os resultados obtidos apoiam nossas hipóteses e fornecem pistas importantes sobre as características desses morfemas e sobre a forma como atuam no processamento.

MESA REDONDA: A TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, SEUS PARADIGMAS E APLICAÇÕES EM LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO

RASTREAMENTO OCULAR EM PALAVRAS MULTIMORFÊMICAS

Aline Saguie, Prof.^a Dr.^a Sabrina Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

sabilopessantos@gmail.com

O rastreamento ocular é um método para estudar a atenção visual, possibilitando verificar em que área o usuário fixa sua atenção, por quanto tempo e a sequência que segue sua exploração visual. O uso do rastreador ocular tem se tornado cada vez mais comum na linguística experimental, pois permite um olhar mais preciso ao que ocorre no momento do processamento de frases, palavras, imagens, etc. Realizamos um estudo comparativo entre estudantes de Ensino Superior e Ensino Fundamental relativo ao processamento de palavras multimorfêmicas (ex. Antilealdade; Pseudofestança) com objetivo de aferir o quanto os leitores fazem uso do conhecimento morfológico como recurso na compreensão da leitura. Verificamos que leitores menos experientes utilizam menos o conhecimento sobre as unidades linguísticas das palavras, enquanto leitores mais experientes aplicam esse conhecimento para auxiliar a leitura

Palestra – 20 minutos

O REPENSAR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DO PROJETO ARQUITETÔNICO A PARTIR DE UM OLHAR NEUROCIENTÍFICO

Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva¹, Isis Tacyana Gonçalves Lima², Theo Mota³

¹ Programa de Pós-graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, MG.

² Departamento de Linguagens e Tecnologia, CEFET, Belo Horizonte, MG

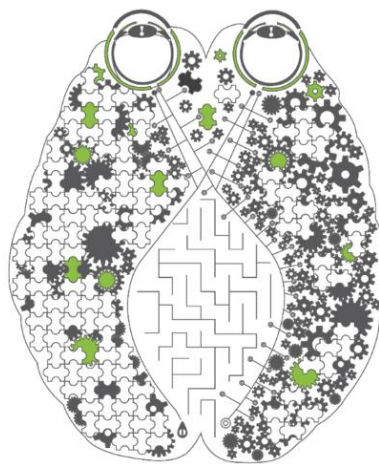
³ Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, MG.

renataferreiraarq@gmail.com, profaisilima@gmail.com, theomota@icb.ufmg.br

Neste trabalho, apresentamos evidências científicas de como o ambiente construído pode impactar o processamento sensorial, as emoções, o comportamento e a recuperação de pessoas. Nosso cérebro processa estímulos de forma consciente e inconsciente, interagindo sensorialmente com o ambiente, 24 horas por dia. Estudos indicam que o conforto sensorial (acústico, térmico, visual) é relevante para a redução da tensão cognitiva e do estresse, favorecendo a plasticidade neuronal e a aquisição de memórias afetivas consolidadas por emoções agradáveis e pelo prazer. Atributos visuais do ambiente possuem forte influência, por exemplo, na locomoção, no uso do espaço, na atenção e na aprendizagem. Nestes estudos realizados em diferentes tipos de ambiente construído, os principais atributos visuais analisados foram cor, forma, textura e iluminação. Nosso intuito ao compilar informações oriundas destas pesquisas, que se ampliam nas últimas décadas, é levantar a necessidade de intensificarmos o diálogo entre profissionais das áreas de design, arquitetura, neuropsicologia e neurociências da visão. Esperamos que a ampliação deste diálogo possa favorecer a elaboração de espaços construídos funcionais, os quais favoreçam a educação, a saúde e o bem-estar de seus frequentadores. Dessa forma, contribuiremos para que a experiência arquitetônica cumpra o papel de possuir a humanização como sua essência.

This work presents scientific evidence on the way constructed environments can impact sensory processing, emotions, behavior and people's recovery. Our brain processes sensory stimuli consciously and unconsciously, interacting 24 hours a day with the environment. Diverse studies indicate that sensory comfort (acoustic, thermal, visual) is relevant for reducing cognitive tension and stress, thus promoting neuronal plasticity and the acquisition of affective memories that are consolidated by agreeable emotions and pleasure. Visual attributes of the environment have a strong influence, for instance, on locomotion, use of space, attention and learning. In these works that were developed in different types of architectural environment, some of the main visual attributes analyzed were color, shape, texture and illumination. By compiling information from these works, which have increased in recent decades, we aim at raising the need to intensify the dialogue between professionals in the areas of design, architecture, neuropsychology and neurosciences of vision. We believe that the expansion of this dialogue could promote the development of functional built spaces, favoring education, health and well-being of their users. In this way, we would contribute to bring the architectural experience to its essential role of humanization.

RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 2: DISTÚRBIOS DO PROCESSAMENTO VISUAL E ESTRESSE VISUAL



Palestra – 20 minutos

FUNÇÃO VISUAL MAGNOCELULAR NA DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO: Déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares **MAGNOCELLULAR VISUAL FUNCTION IN DEVELOPMENTAL DYSLEXIA: deficit in frequency-doubling perimetry and ocular motor skills**

Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena^{1,2,3}

Coautores: Prof.^a Dr.^a [Márcia Reis Guimarães](#)², Prof. Dr. [Ricardo Queiroz Guimarães](#)², Prof.^a Dr.^a [Ângela Maria Vieira Pinheiro](#)^{1,2}

¹ Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão, Hospital de Olhos de Minas Gerais – Dr. Ricardo Guimarães – LAPAN-HOLhos - Belo Horizonte (MG), Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

³ Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

douglasvilhena@ufmg.br; marciag2020@gmail.com

Esta palestra abará o artigo publicado nos Arquivos Brasileiros de Oftalmologia por Vilhena, Guimarães, Guimarães & Pinheiro (2021). O estudo teve como objetivo verificar se participantes com Dislexia do Desenvolvimento (DD), avaliados objetivamente por meio da *Frequency Doubling Technology* (FDT) e de um *eye-tracker*, apresentam déficits coerentes com disfunção magnoelular, quando comparados a um Grupo Controle pareado. O Grupo DD apresentou desempenho acentuadamente pior nas variáveis visuais relacionadas à função visual magnoelular (ou seja, função visual periférica e habilidades motoras oculares), quando comparado a um Grupo Controle pareado. Assim, foi possível identificar objetivamente evidências físicas de dificuldades de leitura relacionadas à visão. O movimento ocular registrado durante a leitura do texto (Visagraph-III) demonstrou que o Grupo DD teve um número significativamente maior de fixações e regressões oculares, e menor alcance de reconhecimento (quantidade de informação percebida em cada fixação do olho), taxa de leitura mais lenta e eficiência relativa mais baixa do que o Grupo Controle. Um sistema magnoelular visual disfuncional pode estar no centro de alguns indivíduos com DD, tendo uma relação causal com a dificuldade de leitura. Um sistema magnoelular disfuncional induz condições de estresse visual que impedem o desenvolvimento de uma leitura proficiente, confortável e sustentada. Durante a leitura sustentada de um livro, por exemplo, a atividade visual acumulada pode levar a sintomas de estresse visual, como deficiências motoras oculares, distorções visuais, dificuldades de leitura e desconforto, frequentemente relatados por DD e por pessoas com dificuldade de leitura.

This talk will cover the article published in the Brazilian Archives of Ophthalmology by Vilhena, Guimarães, Guimarães & Pinheiro (2021). The study aimed to verify if participants with Developmental Dyslexia (DD), objectively assessed through Frequency Doubling Technology (FDT) and an eye-tracker, present deficits consistent with magnoelular dysfunction, when compared to a matched Control Group. The DD Group performed markedly worse on visual variables related to magnoelular visual function (ie, peripheral visual function and ocular motor skills) when compared to a matched Control Group. Thus, it was possible to objectively identify physical evidence of vision-related reading difficulties. The eye movement recorded during text reading (Visagraph-III) demonstrated that the DD Group had a significantly higher number of eye fixations and regressions, and a lower recognition span (amount of information perceived in each eye fixation), slower reading rate and lower relative efficiency than the Control Group. A dysfunctional visual magnoelular system may be at the center of some individuals with DD, having a causal relationship to reading difficulty. A dysfunctional magnoelular system induces visual stress conditions that hinder the development of proficient, comfortable, and sustained reading. During sustained reading of a book, for example, accumulated visual activity can lead to symptoms of visual stress, such as ocular motor impairments, visual distortions, reading difficulties and discomfort, often reported by DD and by people with reading difficulties.

Palestra – 20 minutos

**ASSOCIAÇÃO ENTRE
PROCESSAMENTO TEMPORAL
AUDITIVO E VISUAL NA
HABILIDADE DE LEITURA**

***ASSOCIATION BETWEEN
AUDITORY TEMPORAL AND
VISUAL PROCESSING IN
READING SKILL***

Prof.^a Dr.^a Ana Carla Oliveira Garcia, Universidade Federal de Sergipe

Coautores: Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Prof.^a Dr.^a [Márcia Reis Guimarães](#), Prof.^a Dr.^a [Ângela Maria Vieira Pinheiro](#), Prof.^a Dr.^a Teresa Maria Momensohn-Santos.

Esta palestra apresentará o artigo publicado na Revista CEFAC por Garcia et al. (2019). Assim como o processamento auditivo dinâmico está relacionado à percepção da fala e à consciência fonológica, o processamento visual dinâmico está relacionado à habilidade ortográfica, sendo ambos processamentos preditores do desenvolvimento da habilidade de leitura e de escrita. Para investigar a associação entre o processamento auditivo e o visual, o presente estudo tem o objetivo de verificar se alunos rastreados com alteração no processamento auditivo temporal possuem maior chances de apresentar distúrbios do processamento visual, quando comparados aos seus pares com processamento auditivo normal. Trata-se de um estudo observacional e transversal. A amostra foi composta por 68 crianças, de 9 a 12 anos de idade matriculadas no 5º e 6º ano do ensino fundamental de uma escola estadual. Foram excluídas todas as crianças com alterações na avaliação audiológica ou oftalmológica. Os participantes com alteração no processamento auditivo temporal possuem três vezes mais chance de apresentar comprometimento concomitante no processamento visual, quando comparados aos seus pares com processamento auditivo normal. Profissionais da área da saúde e da educação devem examinar todas as crianças em idade escolar, a fim de identificar e intervir precocemente nas alterações do processamento auditivo e visual. Quanto aos instrumentos utilizados na presente pesquisa – TPD, EPVL e RRT – todos se mostraram ferramentas importantes de investigação das habilidades que medem, processamento auditivo, processamento visual e taxa de leitura, respectivamente.

This lecture will present the article published in the Revista CEFAC by Garcia et al. (2019). Just as dynamic auditory processing is related to speech perception and phonological awareness, the dynamic visual processing is related to orthographic ability, both processing being predictors of the development of reading and writing skills. To investigate the association between auditory and visual processing, the present study aims to verify whether students screened with alterations in temporal auditory processing are more likely to have visual processing disorders, when compared to their peers with normal auditory processing. This is an observational and cross-sectional study. The sample consisted of 68 children, aged 9 to 12 years old, enrolled in the 5th and 6th year of elementary school at a state school. All children with alterations in the audiological or ophthalmological evaluation were excluded. Participants with alterations in temporal auditory processing are three times more likely to present concomitant impairment in visual processing, when compared to their peers with normal auditory processing. Health and education professionals should examine all school-age children in order to identify and intervene early in auditory and visual processing disorders. As for the instruments used in this research – TPD, EPVL and RRT – all proved to be important tools for investigating the skills that they measure, the auditory processing, visual processing and reading rate, respectively.

Palestra – 20 minutos

LÂMINAS ESPECTRAIS (OVERLAYS) PARA CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA: avaliação oculomotora durante a leitura do teste de números **SPECTRAL OVERLAYS FOR CHILDREN WITH READING DIFFICULTY: Oculomotor function while reading the numbers test**

Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Arroyave Guzmán, Universidade de São Paulo

Coautores: Prof.^a Dr.^a [Márcia Reis Guimarães](#), Prof. Dr. [Douglas de Araújo Vilhena](#), Prof. Dr. Raul Gonzalez Lima, Prof. Dr. [Ricardo Queiroz Guimarães](#).

Esta apresentação apresenta um estudo transversal retrospectivo cujo objetivo é verificar se participantes, sob o uso de lâminas espectrais, melhoram os parâmetros de movimentação ocular em uma tarefa de leitura de números, quando comparadas à linha de base e ao grupo controle. O estudo foi composto por participantes com dificuldade de leitura de 4 a 12 anos, com 180 participantes no grupo intervenção e 60 no grupo controle. Foi utilizado um rastreador ocular com infravermelho para medir as habilidades motoras oculares dos participantes durante a leitura de um teste de números [ie., 1, 2, 3, 4, 5]. O grupo intervenção realizou uma leitura sem e outra com o uso de lâminas espectrais, e o grupo controle duas leituras consecutivas sem a intervenção (linha de base). Análises de variância revelaram uma interação significativa entre grupos (intervenção e controle) e condições (primeira e segunda leitura) em todos os parâmetros. Os resultados confirmaram que o uso das *overlays* melhorou imediatamente e significativamente, com tamanho de efeito moderado, o número de fixações oculares (-26%), de regressões oculares (-34%) e a taxa de leitura (37%), quando comparados à linha de base e ao grupo controle. Dessa forma, apesar do estresse visual estar relacionado à dificuldade de leitura de textos, o distúrbio do processamento visual subjacente prejudica o desempenho em outras funções visuais, sendo passível de ser identificado em tarefas visuais que não envolvam a leitura de palavras ou textos. Concluiu-se que o uso do rastreador ocular em tarefas de leitura em voz alta de números demonstrou ser relevante para a identificação precoce do estresse visual, de dificuldades na oculomotricidade, dos efeitos das lâminas espectrais, e contribuiu com a avaliação de pessoas cuja habilidade de leitura ainda não está desenvolvida.

This presentation demonstrates a retrospective cross-sectional study aimed at verifying whether participants, using spectral overlays, improve eye movement parameters in a number-reading task, when compared to baseline and to control group.

The study consisted of participants with reading difficulty aged 4 to 12 years, with 180 participants in the intervention group and 60 in the control group. An infrared eye-tracker was used to measure participants' ocular motor skills while reading a number test [ie., 1, 2, 3, 4, 5]. The intervention group performed one reading without and another with the use of spectral overlays, and the control group two consecutive readings without the intervention (baseline). Analyses of variance revealed a significant interaction between groups (intervention and control) and conditions (first and second reading) for all parameters. The results confirmed that the use of spectral overlays improved immediately and significantly, with moderate effect size, the number of eye fixations (-26%), regressions (-34%) and the reading rate (37%), when compared to baseline and the control group. Thus, although visual stress is related to the difficulty of reading texts, the underlying visual processing disorder impairs performance in other visual functions, being able to be identified in visual tasks that do not involve reading words or texts. It was concluded that the use of the eye-tracker in reading aloud tasks of numbers proved to be relevant for the early identification of visual stress, difficulties in oculomotricity, the effects of spectral overlays, and contributes to the assessment of people whose reading ability is not yet developed.

Palestra – 20 minutos

**EFEITO DAS LÂMINAS
ESPECTRAIS (*OVERLAYS*) EM
PARÂMETROS VISUAIS E NA
HABILIDADE DE LEITURA:
Revisão integrativa de 1980 a 2008**

***EFFECT OF SPECTRAL
OVERLAYS ON VISUAL
PARAMETERS AND READING
ABILITY: Integrative review from
1980 to 2008***

Prof.ª Dr.ª Márcia Reis Guimarães, Hospital de Olhos de Minas Gerais

Coautores: Prof. Dr. Douglas de Araújo Vilhena, Prof. Dr. Ricardo Queiroz Guimarães, Prof.ª Dr.ª Ângela Maria Vieira Pinheiro

A presente palestra tem o objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura de 1980 a 2008 sobre o efeito das lâminas espectrais nos parâmetros visuais e na habilidade de leitura, sintetizando os principais resultados de cada artigo.

Este estudo foi publicado na Revista *Research, Society and Development* por Guimarães et al. (2021). Foram incluídos na presente revisão integrativa 36 artigos, lidos na íntegra, que utilizaram as Irlen Overlays ($n = 11$) ou as Intuitive Overlays ($n = 25$). Esta revisão complementa a de Vilhena, Guimarães, Guimarães e Pinheiro (2020), que revisaram os artigos de 2009 a 2019. A década de 1980 foi caracterizada pela criação das *Irlen Overlays* pela psicóloga Helen Irlen, assim como as primeiras pesquisas e dissertações. A década de 1990 foi marcada pela criação das *Intuitive Overlays* pelo Prof. Wilkins e por estudos científicos com maior rigor metodológico. A década de 2000 foi caracterizada pela consolidação dos estudos internacionais sobre o estresse visual e o efeito das lâminas espectrais, em especial na Inglaterra e na Austrália. Espera-se que a presente década de 2020 seja marcada pela consolidação das pesquisas sobre o estresse visual e o uso das lâminas espectrais no Brasil, assim como ocorreu na Inglaterra há duas décadas atrás. O uso das lâminas espectrais possui respaldo na literatura como um instrumento de intervenção eficiente para reduzir o estresse visual e melhorar a leitura. Espera-se contribuir com o resgate histórico dessas pesquisas, sendo uma leitura importante para que os pesquisadores planejem os futuros estudos sobre os efeitos das lâminas espectrais com delineamentos que reproduzam os estudos internacionais e que superem as inerentes limitações metodológicas.

This lecture aims to present an integrative literature review from 1980 to 2008 on the effect of spectral overlays on visual parameters and reading ability, summarizing the main results of each article. This study was published in the Journal *Research, Society and Development* by Guimarães et al. (2021). Thirty-six articles were included in this integrative review, read in full, using the Irlen Overlays ($n = 11$) or the Intuitive Overlays ($n = 25$). This review complements that by Vilhena, Guimarães, Guimarães and Pinheiro (2020), who reviewed articles from 2009 to 2019. The 1980s were characterized by the creation of Irlen Overlays by psychologist Helen Irlen, as well as the first research and dissertations. The 1990s were marked by the creation of Intuitive Overlays by Prof. Wilkins and for scientific studies with greater methodological rigor. The 2000s were characterized by the consolidation of international studies on visual stress and the effect of spectral overlays, especially in England and Australia. It is expected that the present decade of 2020 will be marked by the consolidation of researches on visual stress and the use of spectral overlays in Brazil, as occurred in England two decades ago. The use of spectral overlays is supported in the literature as an efficient intervention tool to reduce visual stress and improve reading. We expect to contribute to the historical rescue of these researches, being an important reading for researchers to plan future studies on the effects of spectral overlays with designs that reproduce international studies and that overcome the inherent methodological limitations.

Palestra – 20 minutos

**SÍNDROME DE IRLLEN EM
DEBATE: diagnóstico e contexto de
intervenção**

***IRLLEN'S SYNDROME UNDER
DEBATE: diagnosis and intervention
context***

[Mateus Barroso Sacoman](#)

Centro Universitário de Adamantina, Brasil.

mateussacoman@fai.com.br

A síndrome de Irlen foi identificada no início dos anos de 1980 e constitui-se em uma alteração visuoperceptual, originada por um descompasso da aptidão de adaptação à luz que gera alterações no córtex visual. Além da fotofobia, indivíduos que apresentam indicativos da síndrome também convivem com déficits de leitura, interferindo diretamente no processo de aprendizagem e nas relações interpessoais. Após algumas décadas, entretanto, as pesquisas sobre essa temática, ainda em número reduzido, continuam gerando debate entre os especialistas, principalmente em relação aos métodos de reconhecimento e intervenção. Sendo assim, esta apresentação visa identificar algumas proposições em torno da temática, na tentativa de construir uma reflexão que contribua para a prática dos profissionais que lidam com todo esse processo.

Irlen's syndrome was identified in the early 1980s and constitutes a visual-perceptual alteration, originated by a mismatch in the ability to adapt to light, which generates alterations in the visual cortex. In addition to photophobia, individuals with signs of the syndrome also live with reading deficits, directly interfering with the learning process and interpersonal relationships. After a few decades, research on this topic, still in a small number, continues to generate debate among specialists, especially in relation to methods of recognition and intervention. Thus, this presentation aims to identify some propositions around the theme, in an attempt to build a reflection that contributes to the practice of professionals who deal with this entire process.

Palestra – 20 minutos

O RECONHECIMENTO JURÍDICO DA 'SÍNDROME DE IRLLEN' NO MODELO DE DIREITOS HUMANOS DE DEFICIÊNCIA ***THE LEGAL RECOGNITION OF 'IRLEN SYNDROME' IN THE HUMAN RIGHTS MODEL OF DISABILITY***

[Guilherme Carneiro Leão Farias](#), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

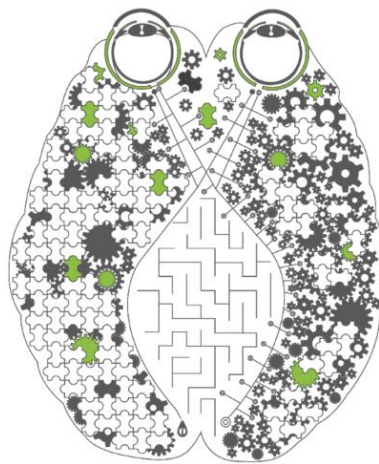
guileao@uol.com.br

O objetivo geral desta pesquisa é investigar a possibilidade de reconhecimento jurídico, à luz do modelo de direitos de humanos de deficiência, dos portadores da chamada “Síndrome de Irlen” como destinatários de medidas específicas da Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência.

A pesquisa classifica-se como descritiva quanto aos objetivos e qualitativa quanto à abordagem. Baseia-se eminentemente em revisão de literatura. Os resultados obtidos indicam que a “Síndrome de Irlen” é um impedimento de natureza predominantemente sensorial, de caráter duradouro, cuja avaliação do resultado de sua interação com as barreiras, quando necessária, deve ser realizada por equipe multiprofissional e interdisciplinar capacitada em Neurociências da Visão. Conclui-se que as pessoas com “Síndrome de Irlen” em grau severo se enquadram nas cláusulas gerais definidoras de pessoas com deficiência segundo o modelo de direitos humanos, sendo que a ausência de especificação na *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, Décima Revisão (CID-10)* e de reconhecimento inequívoco nas legislações da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios não justifica a exclusão desse grupo vulnerável do público-alvo das medidas compensatórias da Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência.

The general goal of this research is to investigate the possibility of legal recognition, in the light of the human rights model of disability, of the carriers of the so-called “Irlen Syndrome” as recipients of specific measures of the Brazilian National Policy for the Inclusion of Persons with Disabilities. The research is classified as descriptive in terms of objectives and qualitative in terms of approach. It is eminently based on a literature review. The results obtained indicate that “Irlen Syndrome” is a predominantly sensory impairment, of a lasting nature, whose evaluation of the result of its interaction with the barriers, when necessary, must be carried out by a multidisciplinary and interdisciplinary team trained in Neurosciences of Vision. It is concluded that people with severe “Irlen Syndrome” fit the general clauses defining persons with disabilities according to the human rights model, and the absence of specification in the *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision (ICD-10)* and unequivocal recognition in the legislation of the Brazilian Federation entities does not justify the exclusion of that vulnerable group from the target audience of the compensatory measures of the Brazilian National Policy for the Inclusion of Persons with Disabilities.

RESUMOS DAS PALESTRAS DA SEÇÃO 3: NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO NA PESQUISA BÁSICA DE LABORATÓRIO



UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL

Otávio Castro Mendonça, Universidade Federal de Lavras

Coautores: Cíntia Aparecida de Souza Garcia, Alice Timponi França Magalhães, Jerome Baron

Para a grande maioria dos vertebrados, a exploração visual do mundo é marcada por períodos de fixação intercalados por movimentos sacádicos de redirecionamento do olhar. Na medida em que a dinâmica temporal desses movimentos estrutura o tempo de refrescamento dos sinais visuais que estimulam os receptores retiniais, caracterizar essa dinâmica é crucial para entender as bases neuronais do processamento visual. Nessa apresentação descreveremos um método simples e robusto para identificar vários regimes temporais (e.g. periódico, intermitentes, randômicos) em sequências de movimentos sacádicos. O método foi inicialmente desenvolvido para caracterizar as propriedades dinâmicas de sistemas complexos intermitentes, como terremotos, expressão gênica, flutuação na bolsa de valores e troca de mensagens por emails. Esse método quantifica tais propriedades a partir de duas métricas distintas, porém complementares: (1) o índice de burstiness (B), uma medida equivalente a uma forma normalizada do coeficiente de variação dos intervalos inter-eventos (IIE) de uma série temporal; (2) o coeficiente de memória (M), definido como o coeficiente linear de correlação (Pearson) entre IIEs consecutivos. A utilidade deste método será demonstrada com base em dados experimentais do nosso laboratório obtidos em duas espécies de corujas.

For most vertebrates, visual exploration of the world is characterized by periods of fixation interspersed with saccadic gaze-shift movements. As the temporal dynamics of these movements structure the update time of the visual signals that stimulate retinal receptors, the characterization of this dynamic is crucial for understanding the neuronal bases of visual processing. This presentation will describe a robust and straightforward method for identifying various temporal regimes (e.g., periodic, intermittent, random) in saccadic movement sequences. The method was initially developed to characterize the dynamic properties of complex intermittent systems such as earthquakes, gene expression, stock market fluctuations, and email-message exchange. This method quantifies such properties from two distinct but complementary metrics: (1) the burstiness index (B), a measure equivalent to a normalized form of the coefficient of variation of intervals between events (IBEs) of a time series; (2) the memory coefficient (M), defined as the linear correlation coefficient (Pearson) between consecutive IBEs. The usefulness of this method will be demonstrated based on experimental data from our laboratory obtained in two owl species.



RESUMO

MODULAÇÃO ESPECTRAL DA RESPOSTA FOTOTÁTICA DESENCADEADA POR DUAS VIAS NEURAIAS PARALELAS NO CÉREBRO DAS ABELHAS ***SPECTRAL MODULATION OF THE PHOTOTACTIC RESPONSE TRIGGERED BY TWO PARALLEL NEURAL WAYS IN THE BEE BRAINS***

Amanda Rodrigues Vieira^{1,2}, Lívia Stemler¹, Jerome Baron¹, Theo Mota^{1,2}

¹ Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.

theomota@icb.ufmg.br

Fototaxia positiva é uma orientação para a luz. Nas abelhas, a resposta fototática está relacionada a comportamentos como sair da colmeia, escapar e navegar. Elas possuem três tipos de fotorreceptores (S, M e L). Embora o comportamento fototático em abelhas seja evidente para luzes de diferentes comprimentos de onda, nenhum estudo foi capaz de identificar com precisão quais tipos de fotorreceptores estão envolvidos e o papel das diferentes estruturas visuais nessa resposta. Avaliamos como comprimento de onda, irradiância da luz, bem como fotorreceptores presentes nos ocelos e olhos compostos influenciam a fototaxia positiva da abelha *Apis mellifera*. Registramos trajetórias de abelhas guiadas por fototaxia positiva no escuro em direção a luzes monocromáticas UV, azul ou verde. A análise da distância e velocidade das trajetórias registradas revelou que comprimentos de onda distintos modulam de forma diferente a resposta fototática das abelhas. Além disso, encontramos diferentes contribuições dos ocelos e dos olhos compostos nesta modulação. Observamos que as abelhas apresentam uma resposta fototática mais forte ao UV e ao verde do que ao azul, sugerindo que fotorreceptores tipo S e L desempenham um papel importante neste comportamento. As trajetórias foram significativamente mais lentas e sinuosas em abelhas com os olhos compostos ocluídos.

Positive phototaxis is an orientation towards light. In honeybees, the phototactic response is related to behaviors such as leaving the hive, escaping and navigating. Three photoreceptor types can be found in honeybees (S, M and L). Although the phototactic behavior in bees is evident for lights of different wavelengths, no study was so far able to identify precisely which types of photoreceptors are involved and the role of different visual structures in this response. In this work, we evaluate how light wavelength and photoreceptors present in ocelli and compound eyes influence the positive phototaxis of the honeybee *Apis mellifera*. We recorded the trajectories of bees that were guided by positive phototaxis in the dark towards UV, blue or green monochromatic lights. The analysis of distance and speed of the recorded trajectories revealed that distinct wavelengths differently modulate the phototactic response of honeybees. In addition, we found different contributions of the ocelli and the compound eyes to this modulation. We observed that bees exhibit a stronger phototactic response to UV and green than to blue, suggesting that the S and the L photoreceptor types play a major role in this behavior. Trajectories were significantly slower and more sinuous in bees with the compound eyes occluded.

Palestra – 20 minutos

ESPECTRO DE AÇÃO DA SUPRESSÃO DE MELATONINA PELA LUZ: Um estudo comparativo das métricas disponíveis

Prof. Dr.^a Lucia Helena Souza de Toledo, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Prof. Dr. Jerome Baron, Prof. Dr. Theo Mota

Este trabalho apresenta as principais métricas desenvolvidas até o momento para correlacionar propriedades físicas da luz e seus efeitos na supressão da melatonina. A melatonina é um hormônio secretado à noite e sua produção é suprimida pela exposição à luz. Neste contexto, os efeitos negativos da iluminação artificial noturna e da alta exposição à luz levantam a necessidade de uma melhor quantificação destes impactos na saúde. Distintas metodologias de espectroscopia de ação da luz têm sido recentemente utilizadas para caracterizar a resposta circadiana mediada pela melatonina em humanos. Apesar disso, constatou-se a inexistência de um modelo único validado para o referido espectro de ação da luz, indicando a importância de continuidade destes estudos. Contribuindo neste sentido, foram analisados e comparados resultados de trabalhos que desenvolveram e testaram métricas baseadas nas curvas de absorção da melanopsina e dos cones humanos, e na dinâmica de supressão da melatonina em diferentes regimes de luz. Estes estudos revelam como a composição espectral, a irradiância e a temporalidade da luz modulam a função da melatonina humana. Aplicado a diferentes contextos, este conhecimento pode trazer mudanças favoráveis à saúde em projetos de iluminação de ambientes, produção de lentes oftálmicas, telas, filtros, películas e outros dispositivos óticos.

This work presents the main metrics developed so far to correlate physical properties of light and its effects on melatonin suppression. Melatonin is a hormone secreted at night and its production is suppressed by exposure to light. In this context, the negative effects of artificial lighting at night and high exposure to light raise the need for a better quantification of these impacts on health. Different light action spectroscopy methodologies have been recently used to characterize the circadian response mediated by melatonin in humans. Despite that, it was identified a lack of a main validated model for such an action spectrum, thus pointing out the importance of complementary studies. Contributing in this direction, the results of works that developed and tested metrics based on the absorption curves of human melanopsin and cones, and on the dynamics of melatonin suppression in different light regimes were analyzed and compared. These studies reveal how the spectral composition, irradiance and temporality of light modulate the function of human melatonin. Applied to different contexts, this knowledge can bring favorable changes to health in environmental lighting projects, production of ophthalmic lenses, screens, filters, films and other optical devices.



Palestra – 20 minutos

DESCRIÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A RELAÇÃO DAS VIAS MAGNOCELULAR E PARVOCELULAR COM A MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL

Ramon Bernardino, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Hector Roberto Antunes Silva, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Amanda Murta de Siqueira Oliveira, Caroline Rodrigues Velten, Luiza Sapucaia Martins Roland, Rodrigo César Rocha dos Santos, Sara Gabriele Vieira, Jerome Baron

A memória de trabalho visual (MTV) é uma função utilizada no armazenamento temporário de informações visuais empregadas em vários processos cognitivos. Acredita-se que a MTV seja mediada pela atividade persistente de populações neuronais do córtex pré-frontal. Todavia, estudos recentes sugerem o recrutamento de neurônios do córtex visual primário (V1), o que abre espaço para a conjectura de que há uma interação bidirecional das vias Magno (M) e Parvocelulares (P) com a MTV, quando aquelas se integram ao V1. Nosso estudo propõe a exploração dessa hipótese por meio de uma nova tarefa psicofísica que combina dois paradigmas clássicos: (1) *Pulsed/ Steady pedestal*, que avalia a integralidade das vias P e M; e (2) *deteção de mudança*, usado para medir a capacidade da MTV. O protocolo foi implementado no *PsychoPy*, um *software* de livre acesso extensivamente usado para pesquisas psicofísicas, e suas características espaciais e temporais foram validadas em laboratório e resultados pilotos serão discutidos. Como várias doenças cognitivas cursam com comprometimento das vias M e P, acreditamos que este protocolo possa ser útil para futuras investigações clínicas.

Visual working memory (VWM) is a function used to temporarily store visual information employed in various cognitive processes. Persistent activity of neuronal populations in the prefrontal cortex is thought to mediate VWM operation. However, recent studies suggest the recruitment of neurons from the primary visual cortex (V1), which allows for the conjecture that there are bidirectional interactions between the Magno (M) and Parvocellular (P) pathways and the VWM when they are integrated into V1. This study aims to explore this hypothesis using a novel psychophysical task that combines two classic paradigms: (1) Pulsed/Steady pedestal, which probes P and M pathways; and (2) change detection, used to measure MTV's capability. The protocol was implemented in PsychoPy, an open-access software extensively used for psychophysical research. Its spatiotemporal characteristics were validated in the laboratory, and pilot results will be discussed. As several cognitive diseases course with impairment of the M and P pathways, we believe this protocol can be helpful in future clinical investigations.

Palestra – 20 minutos

ADAPTAÇÃO DE UM PARADIGMA PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO NA PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO GLOBAL

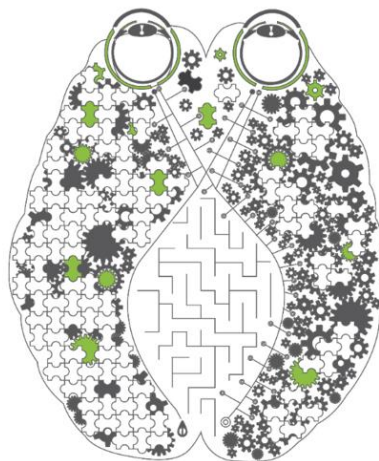
Hector Roberto Antunes Silva, Universidade Federal de Minas Gerais

Coautores: Ramon Bernardino, Laura Nequini de Faria, Everson Elias Gonçalves de Oliveira, Ariade Gomes Freitas, Regiane Helena Medeiros Braga, Vitória Augusto Santos, Jerome Baron

Várias evidências sustentam o fato de que o processamento do movimento global se inicia na via dorsal do córtex visual, mais especificamente na área médio-temporal (MT). Este processamento, geralmente é facilitado pela atenção. Neste trabalho, descreveremos a adaptação de um paradigma psicofísico que evidencia que a atenção pode piorar, em certas condições, a discriminação de indivíduos no cinematograma de pontos aleatórios (RDK – do inglês random dot kinematogram), um paradigma experimental amplamente utilizado para estudar o processamento do movimento global. Este efeito é atribuído a diminuição da área integrativa dos neurônios envolvidos nesta tarefa. Discutiremos a utilização deste paradigma em pacientes com transtornos psiquiátricos (e.g. esquizofrenia) e de neurodesenvolvimento (e.g. dislexia) nos quais a atenção e o processamento do movimento são notadamente deficitários.

Much evidence supports the fact that global movement processing begins in the dorsal pathway of the visual cortex, more specifically in the middle temporal area (TM). This processing is usually facilitated by attention. In this talk, we will present the adaptation of a psychophysical paradigm that shows that, under certain conditions, attention can worsen the discrimination of individuals in the random dot kinematogram (RDK), an experimental paradigm widely used to study global movement processing. This effect is attributed to a decrease in the integrative area of neurons involved in this task. We propose using this paradigm in patients with psychiatric (e.g., schizophrenia) and neurodevelopmental (e.g., dyslexia) disorders in which attention and movement processing are notably deficient.

RESUMOS DAS PALESTRAS INTERNACIONAIS – 3rd International Congress of Vision Neurosciences



Palestra Magna – 30 minutos

USO DO COLORÍMETRO INTUITIVO EM DISTÚRBIOS NEUROLÓGICOS

USE OF THE INTUITIVE COLORIMETER IN NEUROLOGICAL DISORDERS

Prof. Emeritus Arnold J. Wilkins

University of Essex, United Kingdom

arnold@essex.ac.uk



O sistema *Intuitive Colorimeter* para tingimento oftálmico de precisão foi lançado pela primeira vez em 1992. Ele permite que os efeitos perceptivos da luz colorida sejam avaliados subjetivamente, otimizados e, em seguida, prescritos como óculos tingidos. A cromaticidade da tonalidade obtida demonstrou ser precisa e confiável. O sistema tem sido usado em estudos de epilepsia fotossensível, autismo, enxaqueca, cefaleia, acidente vascular cerebral e traumatismo craniano, todos distúrbios comórbidos com epilepsia. Faremos uma revisão da utilidade clínica dos óculos tingidos nesses distúrbios.

- (1) Em 33 pacientes com epilepsia fotossensível, 23 (70%) relataram efeitos perceptuais benéficos da luz colorida e foram prescritos óculos tingidos. 17/23 estavam disponíveis em média 2,4 anos depois, dos quais 13 (76%) ainda usavam os óculos e relataram redução dos sintomas. Em 3 casos, os tons reduziram as convulsões.
- (2) Vários estudos controlados mostraram melhorias no reconhecimento facial de emoção usando luz colorida. Um desses estudos comparou 14 crianças com Transtorno do Espectro Autismo (ASD) com idades entre 10-14 e 14 crianças controle pareadas para QI. Óculos tingidos foram usados quando as crianças observaram um monitor colorido e foram solicitadas a reconhecer a emoção em vídeos de interações sociais. Os matizes escolhidos um mês antes como ótimos para a clareza do texto melhoraram o desempenho no reconhecimento da emoção no grupo ASD. Outros matizes não. Um estudo de caso de uma criança com ASD relatou um efeito dos matizes na redução do afastamento da criança da interação social.
- (3) Em um estudo controle randomizado mascarado, as óculos tingidos foram comparadas com as cores de controle subótimas em pacientes com enxaqueca. Houve uma redução estatisticamente significativa, mas pequena nas dores de cabeça com o tom ativo em relação ao controle, mas este estudo selecionou pacientes com e sem aura. Em estudos subsequentes, foram os pacientes com aura nos quais os tons se mostraram mais eficazes. Esses pacientes escolhem tonalidades confortáveis com



The *Intuitive Colorimeter* system for precision ophthalmic tinting was first launched in 1992. It enables the perceptual effects of coloured light to be evaluated subjectively, optimized, and then prescribed as tinted spectacles. The chromaticity of the tint obtained has been shown to be precise and reliable. The system has been used in studies of photosensitive epilepsy, and autism, migraine, cluster headache, stroke, and head injury, all disorders comorbid with epilepsy. We will review the clinical utility of the precision tints in these disorders.

- (1) In 33 patients with photosensitive epilepsy 23 (70%) reported beneficial perceptual effects of coloured light and were prescribed tints. 17/23 were available an average of 2.4 years later, of whom 13 (76%) were still wearing the glasses and reporting reduced symptoms. In 3 cases the tints reduced seizures.
- (2) Various controlled studies have shown improvements in the facial recognition of emotion using coloured light. One such study, compared 14 children with autism spectrum disorder (ASD) aged 10-14 and 14 control children matched for IQ. Tinted spectacles were worn when the children observed a colour monitor and were asked to recognise the emotion in videos of social interactions. Tints chosen one month previously as optimal for the clarity of text improved the performance at the recognition of emotion in the ASD group. Other tints did not. A case study of a child with ASD reported an effect of the tints in reducing the child's withdrawal from social interaction.
- (3) In a masked randomised control study, precision tints were compared with sub-optimal control tints in patients with migraine. There was a statistically significant but small reduction in headaches with the active tint relative to the control, but this study selected both patients with and those without aura. In subsequent studies it is patients with aura in whom tints have been shown to be most effective. These patients choose as comfortable tints with

cores não naturais fortemente saturadas.

- (4) Em um estudo de caso, um paciente com cefaleia em salvas descobriu que, ao usar seu óculos tingidos, ele poderia prevenir a progressão de seu pródromo e evitar a cefaléia. Estudos de acompanhamento estão em andamento e até agora revelaram sensibilidade à luz em 3/3 pacientes do grupo.
- (5) Dezesete pacientes (com idades entre 45-85) que sofreram um AVC foram comparados com um grupo de controle de mesma idade. O tom ideal foi comparado com um cinza em ordem aleatória. O uso dos óculos tingidos melhorou imediatamente a velocidade de leitura em uma pequena quantidade, embora o uso prolongado não aumente esses benefícios significativamente.
- (6) Indivíduos com lesão cerebral adquirida, 112 homens e 253 mulheres com idades entre 7 e 82 anos, foram vistos em média 2 anos após a lesão (variação de 13 dias -26 anos). Quase todos reclamaram de sensibilidade à luz e dor de cabeça. Com os óculos tingidos, o aumento médio na taxa de leitura foi de 29% e em 57% dos participantes o aumento foi de mais de 15%.

Propomos que os óculos tingidos redistribuam o disparo de neurônios no córtex visual de modo a evitar áreas locais de hiperexcitabilidade.

Palavras-chave: Colorações oftálmicas de precisão, enxaqueca, cefaléia, epilepsia, acidente vascular cerebral, autismo.

Declaração: AJW inventou o *Intuitive Colorimeter* e tonalidades dos óculos tingidos associados. Ele doou emolumentos para a Universidade de Essex.

strongly saturated un-natural colour.

- (4) In a single case study, a patient with cluster headache found that when wearing his precision tint he could prevent the progression of his prodrome and avoid cluster headache. Follow-up studies are on-going and have thus far revealed light sensitivity in 3/3 cluster patients.
- (5) Seventeen patients (aged 45-85) who had experienced a stroke were compared with an age-matched control group. The optimal tint was compared with a grey in random order. The precision tint immediately improved reading speed by a small amount, although prolonged use did not increase these benefits significantly.
- (6) Individuals with acquired brain injury, 112 males and 253 females aged 7-82, were seen on average 2 years after injury (range 13 days -26 years). Nearly all complained of light sensitivity and headache. With a precision tint the average increase in reading rate was 29% and in 57% the increase was more than 15%.

We propose that the tints redistribute the firing of neurons in the visual cortex so as to avoid local areas of hyperexcitability.

Keywords: Precision ophthalmic tints, migraine, headache, epilepsy, stroke, autism.

Declaration: AJW invented the *Intuitive Colorimeter* and associated Precision Tints. He has donated emoluments to the University of Essex.

Palestra – 20 minutos

**DESCONFORTO VISUAL E
ELETROFISIOLOGIA DA
CROMINÂNCIA**

***VISUAL DISCOMFORT AND
ELECTROPHYSIOLOGY FROM
CHROMINANCE***

Prof. Dr. Sarah M. Haigh

Department of Psychology and Integrative Neuroscience, University of Nevada, Reno, USA



A contribuição da cor para a sensibilidade visual e como ela se relaciona com a atividade neural ainda é muito inexplorada. Isso apesar de haver consequências bem relatadas da cor na indução de convulsões em pacientes com epilepsia fotossensível e com impacto na frequência e gravidade da enxaqueca. Manipulamos a crominância em padrões de grade que compreendiam duas cores alternadas, para identificar seu impacto no desconforto e nas respostas neurais. Aqui, relatamos uma série de estudos que mostram que, independentemente da tonalidade e se as cores eram isoluminantes, quanto maior a diferença de crominância, maior o desconforto e maior a resposta eletrofisiológica. Além disso, comparamos a resposta aos mesmos padrões cromáticos em indivíduos com enxaqueca e controles sem dor de cabeça e descobrimos que aqueles com enxaqueca relataram maior desconforto e produziram respostas neurais maiores para padrões com grandes diferenças de crominância. Juntos, esses achados são consistentes com a teoria de que a crominância impulsiona a excitabilidade cortical e que o desconforto pode ser uma resposta homeostática para reduzir a excitação neural aumentada.



The contribution of colour to visual sensitivity, and how it relates to neural activity, has largely been unexplored. This is despite there being well-reported consequences of colour in inducing seizures in patients with photosensitive epilepsy and impacting migraine frequency and severity. We manipulated the chrominance in grating patterns that comprised two alternating colours, to identify its impact on discomfort and neural responses. Here, we report a series of studies that show that regardless of hue and whether the colours were isoluminant, the greater the chromaticity difference, the greater the discomfort, and the larger the electrophysiological response. In addition, we compared the response to the same chromatic patterns in individuals with migraine and headache-free controls and found that those with migraine reported greater discomfort and produced larger neural responses to patterns with large chromaticity differences. Together, these findings are consistent with the theory that chrominance drives cortical excitability and that the discomfort may be a homeostatic response to reduce the heightened neural excitation.

Palestra – 20 minutos

SINTOMAS E GRAVIDADE DE ESTRESSE VISUAL EM ESTUDANTES DE ENFERMAGEM: Implicações para ambientes de educação e saúde **SYMPTOMS AND SEVERITY OF VISUAL STRESS IN NURSING STUDENTS: Implications for Education and Healthcare Settings**

Prof. Dr. Stephen J. Loew^{1*}

Coauthors: Nigel V. Marsh², Celestino Rodríguez-Pérez³, Kenneth Watson⁴ & Graham L. Jones⁴

¹ School of Psychology, University of New England, Australia

² Dept. of Psychology, James Cook University Singapore, Singapore

³ Faculty of Psychology, University of Oviedo, Spain

⁴ School of Science & Technology, University of New England, Australia

*Presenter: Stephen J. Loew, steveloew7@gmail.com



Introdução: O estresse visual afeta de 5 a 12% da população em geral e de 20 a 30% das pessoas com dislexia. Os sintomas são caracterizados por desconforto visual e distorções perceptivas ao visualizar linhas de texto e podem ser exacerbados por luz fluorescente e papel brilhante.

Método: neste estudo, os estudantes de enfermagem relataram seus níveis de desconforto visual ao ler texto em papel contemporâneo (ultra-branco) e em papel bege, sob iluminação padrão de sala de aula (600 lux; $n = 31$) ou iluminação reduzida (400 lux; $n = 25$).

Resultados: Sob a iluminação padrão, 10 (28%) dos indivíduos relataram níveis notáveis de Estresse Visual (pontuação ≥ 15 em uma escala de desconforto visual de 1-30). Ao ler o papel bege, o grupo relatou menos desconforto em todos os seis sintomas. Essas diferenças foram estatisticamente significativas para cinco dos seis sintomas e a pontuação total de desconforto. Os resultados foram semelhantes, mas menos pronunciados para o grupo na condição de iluminação reduzida.

Conclusões: Este estudo constatou que o desconforto de leitura relacionado ao estresse visual também pode afetar leitores competentes e, além disso, que ajustes simples na iluminação e / ou na mídia visual podem aliviar esses sintomas. As implicações dessas descobertas para a prática organizacional em ambientes de educação e saúde são discutidas.

Palavras-chave: Visual stress; Dificuldades de leitura; Iluminação fluorescente; Papel ultra-branco, iluminação excessiva



Introduction: Visual Stress reportedly affects 5-12% of the general population and 20-30% of people with dyslexia. Symptoms are characterized by visual discomfort and perceptual distortions when viewing lines of text, and can be exacerbated by fluorescent lighting and bright paper.

Method: In this study, nursing students reported their levels of visual discomfort while reading text on contemporary (ultra-white) paper and on beige-coloured paper, under either standard classroom-lighting (600 lux; $n = 31$) or reduced illumination (400 lux; $n = 25$).

Results: Under the standard lighting, 10 (28%) of subjects reported notable levels of Visual Stress (scoring ≥ 15 on a visual discomfort scale of 1-30). When reading from the beige-coloured paper the group reported less discomfort across all six symptoms. These differences were statistically significant for five of the six symptoms and the total discomfort score. The results were similar but less pronounced for the group in the reduced illumination condition.

Conclusions: This study found that Visual Stress-related reading discomfort can also affect capable readers and, moreover, that simple adjustments to lighting and/or visual media can alleviate such symptoms. The implications of these findings for organisational practice in education and healthcare settings are discussed.

Keywords: Visual stress; Reading difficulties; Fluorescent lighting; Ultra-white paper, Excessive illumination.

Palestra – 20 minutos

DESCONFORTO VISUAL E REGULARIDADES ESTATÍSTICAS EM CENAS NATURAIS DISCOMFORT AND STATISTICAL REGULARITIES IN NATURAL SCENES

Prof. Dr. Olivier Penacchio

University of St Andrews, Reino Unido

op5@st-andrews.ac.uk



Algoritmos que calculam o desvio do contraste de luminância das imagens em relação às cenas naturais, normalmente comparando seu espectro de amplitude de Fourier com o que é típico em cenas naturais, provaram ser bem-sucedidos em prever o desconforto visual relatado pelos observadores. Embora a cor seja fundamental em nossa interação com a natureza e haja evidências de que o contraste da cor também pode causar desconforto visual (Haigh et al 2013), nenhum estudo anterior tentou prever a contribuição do contraste da cor para o desconforto visual. Para preencher essa lacuna, mostramos recentemente que uma métrica que calcula a média das diferenças na cromaticidade dentro das imagens explica uma parte da variação nos julgamentos de desconforto visual não explicada com base apenas na luminância (Penacchio et al., 2021). Imagens desconfortáveis estão associadas a altos valores da métrica, enquanto imagens naturais estão associadas a valores baixos, com exceção de cenas mostrando arranjos de frutas maduras contra folhagem. Tomados em conjunto, nosso trabalho fornece mais evidências de uma ligação estreita entre desconforto visual e alguns tipos de desvios com relação às regularidades em cenas naturais.



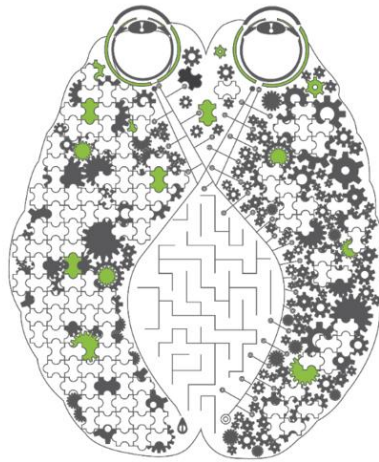
Algorithms that compute the deviation of images' luminance contrast with respect to natural scenes, typically by comparing their Fourier amplitude spectrum to what is typical in natural scenes, have proved successful in predicting observers' self-reported visual discomfort. While colour is fundamental in our interaction with nature, and there is evidence that colour contrast can also cause visual discomfort (Haigh et al 2013), no previous study has tried to predict the contribution of colour contrast to visual discomfort. To fill this gap, we have recently shown that a metric that averages differences in chromaticity within images explains a part of the variance in judgements of visual discomfort not explained based on luminance only (Penacchio et al., 2021). Uncomfortable images are associated with high values of the metric, while natural images are associated with low values, at the notable exception of scenes showing arrangements of ripe fruits against foliage. Taken together, our work provides further evidence of a tight link between visual discomfort and some types of deviations with respect to the regularities in natural scenes.

References:

- Haigh SM, Barningham L, Berntsen M, Coutts LV, Hobbs EST, et al. 2013. Discomfort and the cortical haemodynamic response to coloured gratings. *Vision Res.* 89: 47-53
- Penacchio O, Haigh SM, Ross X, Ferguson R, Wilkins AJ. 2021. Deviation from the chromatic content of natural scenes is associated with visual discomfort. In revision



PRÊMIO MARCOS PINOTTI



[Prof. Dr. Marcos Pinotti Barbosa](#)
in memoriam 08/07/1965 - 21/01/2016



Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1989). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1992). Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1996). Em 2010, participou, a convite da Eisenhower Fellowship (Estados Unidos) do Programa Multination 2010, que permitiu estreitar relações com agências do governo norte-americano e as principais universidades sobre o tema de inovação. Foi professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenou dois laboratórios de pesquisa, o Laboratório de Bioengenharia (Lab-Bio) que se dedica a Engenharia Cardiovascular, Biofotônica, Tecnologia Assistiva, Biomimética, Medicina Regenerativa e Biomecânica; e o Laboratório de Pesquisa Aplicada a Neurovisão (LAPAN, em parceria com o Hospital de Olhos de Minas Gerais - Dr. Ricardo Guimarães) que se dedica a neurociências, visão neural, processos de cognição e tecnologia da informação aplicada a neurociências. Pinotti foi também *Fellow* da *International Union of the Societies of Biomaterials Sciences and Engineering* (IUSBSE) e do *Copenhagen Institute For Future Studies*. Foi presidente da Sociedade Latino Americana de Biomateriais, Órgãos Artificiais e Engenharia de Tecidos (SLABO), secretário da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM) e membro do Conselho de Administração do Parque Tecnológico de Belo Horizonte (BHTEC) como representante do Reitor da UFMG. Faleceu em 21/01/2016 no ápice da sua carreira.

GANHADOR DO PRÊMIO MARCOS PINOTTI DE MELHOR TRABALHO

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL

Cíntia Aparecida de Souza Garcia¹, Otávio Castro Mendonça^{2*}, Alice Timponi França Magalhães¹,
Jerome Baron^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Farmacologia,

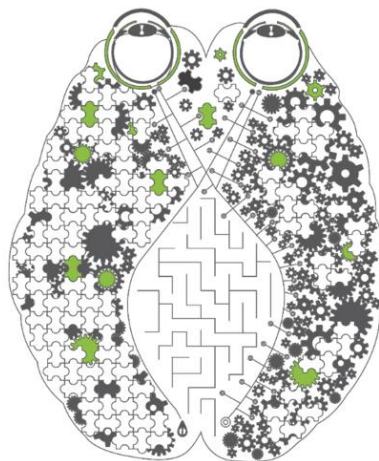
² Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil

³ Departamento de Fisiologia e Biofísica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

*Apresentador

Trabalho apresentado na Seção 3: Neurociências da visão na pesquisa básica de laboratório

TRABALHOS DA SEÇÃO 1: RASTREAMENTO OCULAR, LINGUÍSTICA E EDUCAÇÃO



RESUMO EXPANDIDO

O REPENSAR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DO PROJETO ARQUITETÔNICO A PARTIR DE UM OLHAR NEUROCIENTÍFICO

Renata Raquel de Sousa Ferreira Silva¹, Isis Tacyana Gonçalves Lima², Theo Mota³

¹ Programa de Pós-graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, MG.

² Departamento de Linguagens e Tecnologia, CEFET, Belo Horizonte, MG

³ Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, MG.

renataferreiraarq@gmail.com, profaislima@gmail.com, theomota@icb.ufmg.br

Introdução e Justificativa: Atualmente, entendemos a neurociência como uma grande área do conhecimento, formada por diversos campos do saber que se dedicam ao estudo do sistema nervoso e suas interações com o meio ambiente externo e interno humano. Por ser transdisciplinar, alguns autores optam por sua nomenclatura no plural: neurociências [1,2]. A partir da década de 90, conhecida como a década do cérebro, estudos neurocientíficos permitem um novo avanço na compreensão da totalidade e educação do ser humano. Uma das grandes descobertas das neurociências foi atribuída a Rita Levi-Montalcini, que recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia em 1986 pela descoberta de uma substância química capaz de influenciar o crescimento de células nervosas, possibilitando ampliar-se os conhecimentos a respeito da neurogênese. Com isso, passa-se a aceitar que especialmente na primeira infância e juventude, o comportamento e o ambiente são capazes de modificar o sistema nervoso e vice-versa. Tal processo passa a ser denominado neuroplasticidade, sendo mediado por tais substâncias, chamadas fatores neurotróficos.

Assim, podemos afirmar que nascemos com toda a potencialidade biológica e psíquica, em prol de uma construção complexa humana, porém, esta perpassa pelo constructo socioemocional e ambiental, devido ao constante remodelamento de neurônios e demais células nervosas até idade avançada. [3] Sendo assim, uma das fortes tendências do Século XXI não poderia ser outra, senão o enfoque no desenvolvimento humano, ou seja, uma transição do fabricado, conteudista e massificado, para

a personalização. Entretanto, esse caminho ainda é difuso, e profissionais responsáveis por colocá-lo em prática ainda discutem sobre as possíveis formas de se projetar ambientes para o novo Homo sapiens Digital. [4]

O arquiteto e design do séc. XXI precisa alcançar um conhecimento psicossomático de seu cliente e com base nesses saberes, transportar para o projeto elementos capazes de afetar a experiência humana a partir do ambiente construído. Para o arquiteto João Filgueiras Lima, a arquitetura deve contribuir para o processo de cura, onde o ambiente deve ter um papel de recuperação e qualidade de vida, a partir dos elementos projetados. Barbosa e Araújo (2014) no projeto “Edifícios e habitações sociais humanizados para idosos e portadores de Alzheimer” foram intencionais ao incluir elementos que atuassem no psiquismo humano. O uso da madeira nos corrimãos, cobertura, floreiras, portas e janelas, transmite sensação de proximidade, calor e conforto, com a sensação de lar para portadores de demência. Okamoto (2014) diz que o objetivo da obra é compreender como o homem de hoje vê e interpreta a realidade, para que assim então possa criar, analisar e inovar, através do comportamento e dos ideais de vida. De Botton (2007) acredita que o ambiente afeta as pessoas de tal modo que não seria exagero dizer que a arquitetura é capaz de estragar ou melhorar a vida afetiva ou profissional de alguém. Uma de suas teses é a de que o que buscamos numa obra de arquitetura não está tão longe do que procuramos num amigo. [5]

Jonas Edward Salk, pesquisador responsável pela vacina contra a poliomielite, em sua busca incansável pela



cura da doença, decidiu que precisava ficar recluso, decidindo ir para um mosteiro franciscano, especificamente, na Basílica de San Francesco d' Assis, Itália. Foi neste ambiente que ele teve o insight para sua pesquisa e conseqüentemente, desenvolvimento bem-sucedido da mesma. Anos depois, Jonas Salk pediu ao arquiteto Louis Kahn para recriar em San Diego a atmosfera da basílica e nasce o centro de pesquisa científica em Neurociências para a Arquitetura, conhecido como Instituto Salk. Em 2003, anunciado por Fred Gage, neurocientista sênior do Instituto Salk, foi criada a ANFA (Academia de Neurociência para Arquitetura), com a missão de promover e aprimorar o conhecimento que vincula a pesquisa neurocientífica à crescente compreensão das respostas humanas ao ambiente construído. [6]

A proposta deste trabalho de revisão é preencher uma lacuna existente na produção acadêmica científica sobre o projetar baseado em evidências psicológicas e neurobiológicas. Nossa pesquisa traz discussões e reflexões importantes sobre o tema, bem como sua correlação com a proposta de ambiente construído e projeto arquitetônico a partir de um olhar neurocientífico. Ressaltamos as aplicabilidades e possíveis benefícios desta proposta para os humanos.

Método: Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa, visando discutir e analisar o tema proposto, bem como os seus objetivos. Para o levantamento de dados, fez-se uma busca literária, entre o período de janeiro de 2017 a setembro de 2021, em periódicos científicos, literatura autoral e banco de dados de dissertações e teses, a partir dos seguintes descritores e suas combinações na língua portuguesa, espanhola e inglesa: “arquitetura”, “design”, “neuroarquitetura”, “neurociências”, “sistema límbico”, “projeto arquitetônico baseado em evidências”, “neuroplasticidade”. Os critérios de inclusão definidos para a seleção das referências utilizadas foram: conteúdos publicados em português, espanhol e inglês; artigos científicos e literatura publicados na íntegra e que

retratasse a temática. A análise dos estudos selecionados, em relação ao delineamento de pesquisa, pautou-se na apresentação dos dados de forma descritiva, possibilitando observar e classificar de acordo com os objetivos propostos, no intuito de reunir conhecimento a respeito do tema explorado na revisão.

A revisão integrativa é uma metodologia científica consolidada, a qual determina o conhecimento atual sobre uma temática específica, já que é conduzida de modo a identificar, analisar e sintetizar resultados de estudos independentes sobre o mesmo assunto, contribuindo, pois, para uma possível repercussão benéfica na compreensão do tema proposto. Pontua-se, então, que o impacto da utilização da revisão integrativa se dá não somente pelo desenvolvimento de políticas, projetos e procedimentos, mas também no pensamento crítico que a prática diária necessita. A seguir, são apresentadas, de forma sucinta, as seis etapas do processo de elaboração da revisão integrativa;

- 1ª etapa: Quais os fundamentos científicos das neurociências para a arquitetura e design?
- 2ª etapa: Busca ou amostragem na literatura relacionada à fase anterior.
- 3ª etapa: Coleta de dados.
- 4ª etapa: Análise crítica dos estudos incluídos.
- 5ª etapa: Discussão dos resultados. Nesta etapa, a partir da interpretação e síntese dos resultados, comparou-se os dados evidenciados na análise dos artigos ao referencial teórico. Além de identificar possíveis lacunas do conhecimento e possibilidade para estudos futuros.
- 6ª etapa: Conclusão da revisão integrativa, a partir de informações pertinentes e detalhadas, baseadas em metodologias contextualizadas, sem omitir qualquer evidência relacionada.

Resultados e Discussão: O desenvolvimento do potencial humano precisa estar no centro do projeto arquitetônico, pois assim o espaço construído poderá ser usado como um instrumento e ferramenta para proporcionar bem-estar geral, saúde mental, produtividade, aprendizagem e engajamento [7]. A nossa experimentação

no mundo, sendo consciente e/ou inconsciente, e as obras do nosso sistema nervoso, são dois aspectos igualmente reais de uma mesma unidade mística. A visão de sermos seres psicossomáticos nos faz elevar o nosso pensamento à beleza da complexidade humana [8]. A correlação positiva entre a arquitetura e as neurociências, fornece configurações significativas para uma prática ainda mais atraente e motivadora, especialmente desenhada para os moldes e necessidades da atualidade. Modabbernia e colaboradores (2021), descreveram em recente publicação como a organização do sistema nervosa central ao longo da vida é associada a múltiplos fatores genéticos, moleculares, comportamentais e principalmente ambientais, abordando a complexidade das associações cérebro-comportamento-ambiente [9.]. O estudo analisou crianças, a partir de um coorte de 11.875 participantes com idades entre 9 e 10 anos de idade, residentes em 22 localizações distintas dos EUA. De forma robusta, os resultados demonstraram que atributos pessoais positivos e fatores ambientais foram positivamente correlacionados entre si e com a estrutura e conectividade do sistema nervoso. Tais achados ressaltam a importância da compreensão das influências complexas e entrelaçadas sobre a organização do sistema nervoso e a função mental durante o desenvolvimento e sua correlação com o ambiente [9].

É possível afirmar que o comportamento molda a biologia e vice-versa, sendo que, apesar de possuímos por meio do nosso sistema nervoso toda a potencialidade biológica, é necessária a construção e modulação da aprendizagem. Este processo ocorre por meio da interação do sistema nervoso central com o ambiente, mediante os sentidos. A interação leva a formação de novas redes neurais e de associação e conseqüentemente, ao aperfeiçoamento de habilidades e inteligência. Porém, para compreender e associar tais práticas, os ambientes precisam ser projetados às necessidades deste novo indivíduo integral. Em todo o mundo, projetos pedagógicos e corporativos, revisam seus parâmetros arquitetônicos procurando atender a essa demanda. [10;11]

A arquitetura tem a capacidade de transformar um

espaço em funcional, convidativo e até mesmo lúdico, de acordo com Reis (2019). A aplicação de achados neurocientíficos para a construção de espaços educacionais torna o espaço/ambiente um importante fator no desenvolvimento, em especial o infantil, tornando-se de grande relevância. Para atingir todo esse aparato neuro encefálico, através da percepção, é necessário aguçar as habilidades sensitivas e atencionais. Segundo Vieira e colaboradores (2021), espaços fechados, onde seres humanos mantêm-se diariamente expostos ao ar-condicionado, além de deficiência de ventilação, são os mais propensos à disseminação de doenças. Um “edifício doente” pode estar ligado tanto a falhas projetuais na estrutura, quanto a falhas psicológicas, “é aquele que não satisfaz sua finalidade”, o arquiteto cita o exemplo de uma universidade, a qual por ser um foco de aprendizado, é preciso um ambiente que potencialize os alunos, os estimule e atinja suas expectativas. [12, 13]

Além disso, o uso da cor nos ambientes escolares ainda é pouco explorado em arquitetura. A cor, quando utilizada adequadamente, pode contribuir para o conforto ambiental, melhorando a qualidade dos espaços. Oliveira (2020), em sua pesquisa analisou as percepções afetivas de alunos do Ensino Médio em relação às cores aplicadas nas paredes das salas de aula. Os dados demonstraram que alterações na intensidade do afeto positivo, mostrando uma predileção dos alunos por ambientes coloridos. O vermelho e azul claros foram as tonalidades que apresentaram afeto positivo mais intenso, enquanto a cor atual das salas de aula (ambiente predominantemente branco) não obteve afetação positiva [14].

Porém, o novo modelo de pensamento híbrido humano traz mudanças significativas, desde a maneira de interagir como de relacionar-se, até aquisição de maior sabedoria digital e aprendizagem autodirigida. A hiper estimulação por meio de interações em ambientes tecnológicos digitais, big data, além do isolamento social pode ser visto como um fator de risco para a manutenção do bem-estar geral e saúde mental. Segundo Maracia (2020), a experiência estética visual positiva e satisfatória, a partir

de estímulos sensoriais enriquecidos, pode alterar a excitabilidade da microestrutura do trato corticoespinhal, diminuir o volume de substância branca dos giros pré-motor e frontal lateral, além do aumento do diâmetro do axônio. Estes achados estão associados ao gasto energético favorável do sistema nervoso, redução de fadiga cerebral e a aumento da velocidade no processamento para a realização de atividades motoras. [15]

Um importante processo subjacente é a integração multissensorial de uma variedade de estímulos, que tem um impacto importante na percepção e em uma grande variedade de processos. Este processo, advém do circuito cerebral do prazer, também conhecido como Sistema de Recompensa ou circuito mesocorticolímbico, sendo modulado por uma substância denominada dopamina. Nosso sistema nervoso busca sempre equilibrar esta balança diariamente, entre situações estressantes e prazerosas. Associamos a experiência de prazer a estímulos sensoriais (visuais, táteis, gustativos, olfativos e auditivos). Processamos estímulos de forma consciente e inconsciente, interagindo, sentindo, 24 horas por dia. As interações sensoriais que nos fazem ativar o circuito do prazer e nos trazem satisfação são, dentre muitas: o conforto sensorial (acústico, luminoso, térmico); praticar esporte; ajudar o próximo; alcançar objetivos; conclusão de tarefas e interações com a natureza. Sendo assim, o ambiente é capaz de reduzir a tensão cognitiva e estresse, favorecendo a formação de novas redes neurais, consolidadas por emoções agradáveis e prazer, levando a uma experiência ricamente complexa e efetiva, além de criativa e resolutive. A correlação positiva entre a neurociência e arquitetura fornece configurações significativas para uma prática ainda mais atraente e motivadora, especialmente desenhada para os moldes e necessidades da atualidade. [16].

Outro importante recurso é o uso do design biofílico, teoria defendida por Edward Wilson em seu trabalho Biofilia (1984). A satisfação pela natureza e sua inclusão em projetos, aponta uma correlação positiva entre a exposição a espaços verdes e saúde mental de crianças e adolescentes. Segundo Pretty e colaboradores (2017), é visto uma

consistente associação benéfica entre a exposição ao espaço verde e melhora de transtornos emocionais e comportamentais das crianças, particularmente em hiperatividade e desatenção, favorecendo a restauração da atenção, controle de impulsos, sono e laços sociais.[17] Impactando assim, a neuroplasticidade cerebral, sendo esta uma propriedade do sistema nervoso em se reorganizar e se remodelar constantemente, mediante situações novas e desafiadoras [18] ou seja, não saímos de um ambiente da mesma forma que chegamos, literalmente, nosso sistema nervoso será sempre impactado e modificado através da interação cérebro-comportamento-ambiente.[19]

Conclusões: O profissional arquiteto e/ou design ao desenvolver um projeto, muitas vezes expressa suas ideias sem levar em consideração as reais demandas emocionais, físicas, motoras e cognitivas de seus clientes. Diante dessa realidade, torna-se fundamental a formação destes profissionais para o estudo de como o espaço construído influencia nosso comportamento e nossas emoções. O despertar do melhor potencial de nossa humanidade precisa estar no centro do projeto arquitetônico, pois assim o espaço construído poderá ser usado como ferramenta para impactar a qualidade de vida diária, potencializando e promovendo bem-estar geral, saúde mental, produtividade e engajamento. A experiência arquitetônica deve estar relacionada não somente com a estética, mas também com a humanização como essência. Para atingir estes objetivos, profissionais das áreas de design, arquitetura, neuropsicologia e neurociências da visão precisarão unir seus conhecimentos na concepção de estudos e projetos que permitam acessar as bases neurobiológicas e cognitivas das influências que o ambiente construído possui sobre nosso estado fisiológico e comportamental.

Referências:

- [1] LENT, R. Cem bilhões de Neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. Editora Atheneu:2010.
- [2] SCHWARTZ, James H.; Jessell, Thomas M.; Kandel, Eric R.: Princípios Da Neurociência. Barueri: Manole,

2003.

[3] COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. Neurociências e Educação. Como o cérebro aprende. Artmed, p. 50, 2011.

[4] PRENSKY, M. (2009). H. sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom. Innovate: journal of online education, 5(3).

[5] DE SOUSA LUZ, Mathias; HUSNI, Hanna Kamal; DE PINHO ARAUJO, Eliete. O impacto da neuroarquitetura em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS). Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa, 2019.

[6] MARANHÃO, Eduardo, DO NASCIMENTO, Dilene R.; CAMPOS, André L.V. A história da poliomielite no Brasil e seu controle por imunização. Hist. cienc. saude-Manguinhos, vol.10, supl.2, 2003.

[7] JELIC, Andrea. Designing “pre-reflective” architecture: Implications of neurophenomenology for architectural design and thinking. Ambiances: International Journal of Sensory Environment, Architecture, and Urban Spaces. 10.4000/ambiances.628, 2015

[8] DAMÁSIO, Antônio. Em busca de Espinosa. São Paulo: Companhia das Letras. 2004.

[9] MODABBERNIA, Amirhossein et al. Multivariate patterns of brain-behavior-environment associations in the adolescent brain and cognitive development study. Biological psychiatry, v. 89, n. 5, p. 510-520, 2021.

[10] TALBERT, Robert; MOR-AVI, Anat. A space for learning: An analysis of research on active learning spaces, Heliyon, v 5, Issue 12,2019, e 02967,

[11] ALVARSSON, Jesper J.; WIENS, Stefan; NILSSON, Mats E. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. International journal of environmental research and public health, v. 7, n. 3, p. 1036-1046, 2010.

[12] REIS, Maiara Fonseca. Neurociência aplicada à arquitetura no espaço do ensino escolar primário. 2019.

[13] VIEIRA, Larissa Ribeiro Cabral et al. Neurociência como meio de repensar a arquitetura: formas de contribuição para a qualidade de vida. Caderno de

Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE, v. 6, n. 3, p. 55-55, 2021.

[14] OLIVEIRA, Vanessa Ferreira et al. A percepção da cor ambiental em salas de aula do ensino médio: um estudo em duas Escolas Cidadãs Integrais na Paraíba. 2020.

[15] MARACIA, Bruno Cesar Burin et al. A influência de estímulos visuais na modificação de padrões neurais do comportamento motor dançado: uma perspectiva neurofisiológica. 2020.

[16] GARCÍA, María Sáez. The impact of dopamine on multisensory information processing in the associative striatum. 2021. Tese de Doutorado. Universidad Miguel Hernández.

[17] DETERMAN, J., Akers, M. A., Albright, T., Browning, B., Martin-Dunlop, C., Archibald, P., & Caruolo. The impact of biophilic learning spaces on student success. v. (2019).

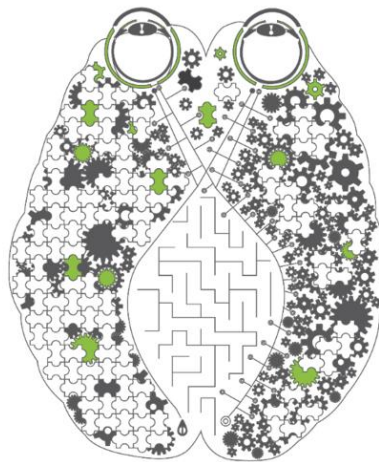
[18] COSENZ, Ramon M; GUERRA, Leonor B. Neurociência e Educação como o cérebro aprende. Artmed; 1ª edição 2011

[19] PRETTY, Jules; ROGERSON, Mike; BARTON, Jo. Green mind theory: how brain-body-behaviour links into natural and social environments for healthy habits. International journal of environmental research and public health, v. 14, n. 7, p. 706, 2017.

Palavras-chave: Arquitetura, Design, Projeto Arquitetônico, Ambiente Construído, Neuroplasticidade, Visão.

Agência Financiadora: FAPEMIG; ICB-UFGM.

TRABALHOS DA SEÇÃO 2: DISTÚRBIOS DO PROCESSAMENTO VISUAL E ESTRESSE VISUAL



RESUMO EXPANDIDO

FUNÇÃO VISUAL MAGNOCELULAR NA DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO: déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares

[Douglas de Araújo Vilhena](#)^{1,2,3}, [Márcia Reis Guimarães](#)², [Ricardo Queiroz Guimarães](#)², [Ângela Maria Vieira Pinheiro](#)^{1,2}

¹ Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão, Hospital de Olhos de Minas Gerais – Dr. Ricardo Guimarães – LAPAN-HOLhos - Belo Horizonte (MG), Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

³ Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

douglasvilhena@ufmg.br; marciag2020@gmail.com

Introdução: A Dislexia do Desenvolvimento (DD) é um transtorno específico da aprendizagem da leitura que precisa ser analisado em uma perspectiva que inclua o nível genético (por exemplo, incidência na família), nível neuronal (por exemplo, déficit magnocelular e cerebelar), nível cognitivo (por exemplo, déficits na fonologia, velocidade de processamento, ritmo da fala, atenção visuoespacial, integração sensorial) e o nível de comportamento diretamente observável (por exemplo, leitura, ortografia e escrita)⁽¹⁾.

A nível cerebral, levanta-se a hipótese de que a DD apresenta déficits nas vias magnocelulares e em uma parte da rede atencional cortical posterior envolvida no controle do movimento ocular⁽²⁻⁵⁾. A via visual magnocelular retino-cortical e subcortical está principalmente envolvida no processamento temporal, localização do objeto e palavra (onde), controla o movimento dos olhos e direciona nossa atenção. Essas são características

cognitivas essenciais durante as atividades de leitura, pois os olhos têm que fazer sacadas horizontais sistemática e sequencialmente (controladas pela via magnocelular), seguidas por fixações oculares de 200 a 400 msec (para extrair e processar o conteúdo pela via parvocelular), enquanto coordena a atividade ocular binocular para rastrear linha por linha ao longo de um texto. O sistema magnocelular desempenha um papel vital no controle do direcionamento da atenção visual para a leitura, o que contribui para o reconhecimento rápido e preciso de cada letra sequencial dentro de uma palavra⁽⁶⁾.

Além das habilidades motoras oculares, a DD também pode ser objetivamente identificada por um déficit na percepção do movimento⁽⁷⁻⁹⁾. Em um estudo seminal⁽⁷⁾, um grupo de 21 participantes DD apresentou pior desempenho na detecção da ilusão de perimetria de duplicação de frequência do que 19 leitores normais de controle, sendo menos sensível ao



longo da retina ($p < 0,005$).

Estudo mais recente⁽⁸⁾ verificou que um grupo de adultos analfabetos teve desempenho tão bom quanto leitores normais e semianalfabetos em tarefas espaciais e temporais específicas relacionadas ao sistema magnocelular visual, com todos os três grupos com desempenho melhor do que o grupo DD ($p < 0,005$). Os autores⁽⁸⁾ concluíram que essa falha funcional provavelmente não é consequência da falta de leitura e aponta para um papel causal do processamento magnocelular.

Objetivo: Verificar se participantes com Dislexia do Desenvolvimento, avaliados objetivamente por meio da *Frequency Doubling Technology* (FDT) e de um *eye-tracker*, apresentam déficits coerentes com disfunção magnocelular, quando comparados a um Grupo Controle pareado.

Métodos: Participantes com diagnóstico formal de Dislexia do Desenvolvimento (Grupo DD, $n = 62$; faixa etária em anos = 8 a 25; M idade = 13,8, $DP = 3,9$; 77% homens) foram comparados a um Grupo Controle ($n = 62$; idade = 13,8, $DP = 4,4$ anos; faixa etária em anos = 8 a 25; 77% homens) com desenvolvimento típico, pareado por idade, sexo, dominância ocular, acuidade visual e compreensão de texto. A perimetria *Frequency Doubling Technology* avaliou o limiar de sensibilidade ao contraste do campo visual periférico. O rastreador ocular Visagraph-III registrou os movimentos dos olhos durante leitura de texto.

Resultados: O Grupo DD apresentou piores limiares de sensibilidade no *Frequency Doubling Technology*, com tamanho de efeito forte, do que o grupo controle [$F_{(3,245)} = 70,0, p < 0,0001, d = 0,99$].

O Grupo DD apresentou mais olhos classificados com déficits na sensibilidade à ilusão de frequência duplicada do que o Grupo Controle (diferença = 39%; $\chi^2 = 30,7; p < 0,0001; \varphi = 0,48$).

O Grupo DD apresentou pior habilidade motora ocular e no desempenho de leitura, revelado pela diferença entre os grupos em relação às Fixações oculares, Regressões, Alcance de Reconhecimento, Taxa de Leitura e Eficiência Relativa Fixations ($p < 0,01$). Foi encontrada correlação significativa entre a sensibilidade ao contraste e as habilidades motoras oculares ($p < 0,05$). Os participantes com boa Eficiência Relativa apresentaram uma sensibilidade ao contraste significativamente melhor do que os participantes com baixa Eficiência Relativa [$M = -1,2$ dB vs $-2,7$ dB, $F_{(1,88)} = 7,1, p = 0,008, d = 0,45$].

Discussão: O Grupo DD apresentou desempenho acentuadamente pior nas variáveis visuais relacionadas à função visual magnocelular (ou seja, função visual periférica e habilidades motoras oculares), quando comparado a um Grupo Controle pareado. Assim, foi possível identificar objetivamente evidências físicas de dificuldades de leitura relacionadas à visão, como limiares de

sensibilidade ao contraste mais baixos e maior número de fixações e regressões oculares.

O movimento ocular registrado durante a leitura do texto (Visagraph-III) demonstrou que o Grupo DD teve um número significativamente maior de fixações e regressões oculares, e menor alcance de reconhecimento (quantidade de informação percebida em cada fixação do olho), taxa de leitura mais lenta e eficiência relativa mais baixa do que o Grupo Controle ($p < 0,05$), mas mantendo igual compreensão do texto.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo com a FDT que avaliou uma amostra de participantes DD que falam português como língua nativa. Um dos pontos fortes do atual estudo é o tamanho da amostra, maior do que os estudos de referência^(2,7-8). Outro ponto forte é a homogeneidade da amostra, pois foram selecionados apenas indivíduos com diagnóstico formal de DD, com a exclusão de 57 indivíduos com DD do pool de dados por comorbidade com transtorno de déficit de atenção / hiperatividade.

Um sistema magnocelular visual disfuncional pode estar no centro de alguns indivíduos com DD, tendo uma relação causal com a dificuldade de leitura^(3,9). Um sistema magnocelular disfuncional induz condições de estresse visual que impedem o desenvolvimento de uma leitura proficiente, confortável e sustentada. Durante a leitura sustentada de um livro, por exemplo, a atividade visual acumulada pode levar a sintomas de estresse visual, como

deficiências motoras oculares, distorções visuais, dificuldades de leitura e desconforto, frequentemente relatados por DD e por pessoas com dificuldade de leitura^(3-6,10). Estes resultados foram publicados na Revista Brasileira de Oftalmologia⁽¹¹⁾.

Conclusões: O Grupo DD apresentou desempenho inferior nas variáveis visuais relacionadas à função visual magnocelular (ie., perimetria de frequência duplicada e habilidades motoras oculares), quando comparado ao Grupo Controle pareado. Os profissionais precisam estar cientes da importância de investigar a visão dos pacientes com Dislexia do Desenvolvimento além da acuidade visual e incluir nos seus procedimentos diagnósticos instrumentos para avaliar o processamento temporal, com limiar de sensibilidade ao contraste.

Referências:

1. Nicolson RI, Fawcett AJ. Development of Dyslexia: The Delayed Neural Commitment Framework. *Front Behav Neurosci.* 2019;13:112. <https://dx.doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00112>
2. Castro SM, Salgado CA, Andrade FP, Ciasca SM, Carvalho KM. Visual control in children with developmental dyslexia. *Arq Bras Oftalmol.* 2008;71(6):837-840. <https://dx.doi.org/10.1590/s0004-27492008000600014>
3. Stein J. The current status of the magnocellular theory of developmental



- dyslexia. *Neuropsychologia*. 2019;130(9):66-77.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.022>
4. Guimarães MR, Vilhena DA, Loew SJ, Guimarães RQ. Spectral Overlays for Reading Difficulties: Oculomotor Function and Reading Efficiency Among Children and Adolescents With Visual Stress. *Percept Mot Skills*. 2020;127(2):490-509.
<https://dx.doi.org/10.1177/0031512519889772>
5. Ray NJ, Fowler S, Stein JF. Yellow filters can improve magnocellular function: motion sensitivity, convergence, accommodation, and reading. *Ann N Y Acad Sci*. 2005;1039(1):283-293.
<https://dx.doi.org/10.1196/annals.1325.027>
6. Garcia ACO, Vilhena DA, Guimarães MR, Pinheiro ÂMV, Momensohn-Santos TM. Association between auditory temporal and visual processing in reading skill. *Rev CEFAC*. 2019;21(5):e6119.
<https://dx.doi.org/10.1590/1982-0216/20192156119>
7. Pammer K, Wheatley C. Isolating the M(y)-cell response in dyslexia using the spatial frequency doubling illusion. *Vis Res*. 2001;41(16):2139-2147.
[https://dx.doi.org/10.1016/s0042-6989\(01\)00092-x](https://dx.doi.org/10.1016/s0042-6989(01)00092-x)
8. Flint S, Pammer K. It is the egg, not the chicken; dorsal visual deficits present in dyslexia are not present in illiterate adults. *Dyslexia*. 2019;25(1):69-83.
<https://dx.doi.org/10.1002/dys.1607>
9. Boets B, Vandermosten M, Cornelissen P, Wouters J, Ghesquière P. Coherent motion sensitivity and reading development in the transition from prereading to reading stage. *Child Dev*. 2011;82(3):854-869.
<https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01527.x>
10. Romera JVM, Orsi RN, Maia RF, Thomaz CE. Visual Patterns in Reading Tasks: An Eye-Tracking Analysis of Meares-Irlen Syndrome Simulation Effects. In: *Anais do XV Workshop De Visão Computacional (WVC)*. São Bernardo do Campo. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. 2019;15(1):131-136.
<https://dx.doi.org/10.5753/wvc.2019.7641>
11. Vilhena DA, Guimarães MR, Guimarães RQ, Pinheiro ÂMV. Função visual magnocelular na dislexia do desenvolvimento: déficit na perimetria de frequência duplicada e nas habilidades motoras oculares. *Arq. Bras. Oftalmol*. 2021;84(5):442-448.
<https://dx.doi.org/10.5935/0004-2749.20210069>

Palavras-chave: Dislexia; Leitura; Sensibilidade ao contraste; Percepção visual; Distúrbios de visão; Movimentos os olhos.



RESUMO EXPANDIDO

ASSOCIAÇÃO ENTRE PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO E VISUAL NA HABILIDADE DE LEITURA

Ana Carla Oliveira Garcia¹, Douglas de Araújo Vilhena²⁻³, Márcia Reis Guimarães³, Ângela Maria Vieira Pinheiro², Teresa Maria Momensohn-Santos⁴

¹ Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Fonoaudiologia, Campus Lagarto, Sergipe, Brasil

² Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Laboratório de Processos Cognitivos (LabCog), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³ Hospital de Olhos de Minas Gerais – Dr. Ricardo Guimarães, Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão (LAPAN), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

⁴ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia, São Paulo, São Paulo, Brasil.

anacarlagaarciausa@gmail.com; douglasvilhena@ufmg.br

Introdução: Nos últimos 20 anos, os progressos das neurociências e da psicologia cognitiva contribuíram para maior compreensão dos mecanismos neuronais envolvidos no ato de ler. A leitura é um processo multissensorial complexo, que envolve a percepção/processamento visual, memória visual, associação visuo-auditiva, memória/reconhecimento auditivo, processamento fonológico, expressão oral, e processos verbais [1-2-3]. Assim como o processamento auditivo dinâmico está relacionado à percepção da fala e à consciência fonológica, o processamento visual dinâmico está relacionado à habilidade ortográfica, sendo ambos processamentos preditores do desenvolvimento da habilidade de leitura e de escrita [4]. Para investigar a associação entre o processamento auditivo e o visual, o presente estudo tem o objetivo de verificar se alunos rastreados com alteração no processamento auditivo temporal possuem maior chances de apresentar distúrbios do processamento visual, quando comparados aos seus pares com processamento auditivo normal.

Método: A coleta de dados ocorreu após a aprovação do comitê de ética em pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, conforme o parecer CAAE de número 52510115.9.0000.5482.

Trata-se de um estudo observacional e transversal. A amostra foi composta por 68 crianças, de 9 a 12 anos de

idade, com adequada maturação das habilidades esperadas para a faixa etária, sendo 53% do sexo masculino, regularmente matriculadas no 5º ($n = 24$) e 6º ano ($n = 44$) do ensino fundamental de uma escola estadual. Foram excluídas todas as crianças com alterações na avaliação audiológica ou oftalmológica. Foram utilizados o Teste do Padrão de Duração para rastreamento da habilidade auditiva de ordenação temporal (o participante foi solicitado a nomear a sequência de tons ouvida). O número e a porcentagem de acertos foram registrados, sendo considerado como erro a inversão da sequência dos sons apresentados; a escala de percepção visual de leitura (questionário de sintomas de estresse visual e seleção das lâminas espectrais) e o teste de taxa de leitura, composto por cinco distintas listas, sendo uma para treino e quatro para teste para rastrear os participantes com distúrbios do processamento visual e mensurar o efeito das lâminas espectrais na taxa de leitura (número de palavras lidas corretamente por minuto). As listas são compostas por 15 palavras repetidas em 20 linhas, totalizando 300 palavras. Foram aplicados os testes estatísticos pertinentes adotando o nível de significância menor que 0,05.

Resultados: Os participantes rastreados com processamento auditivo alterado apresentaram mais sintomas de estresse visual e menor taxa de leitura, de



forma significativa e moderada ($p < 0.05$; $d < 0.71$), quando comparados aos seus pares com processamento auditivo normal. Dentre os participantes com alteração no Teste do Padrão de Duração, 58% melhoraram a taxa de leitura com o uso da lâmina espectral, comparadas a 29% do grupo controle (*odds ratio* = 3.4; $p = 0.017$).

Discussão: Participantes rastreados com processamento auditivo temporal alterado apresentaram uma chance três vezes maior de associação com alterações no processamento visual, por compartilhamento na via magnocelular.

A avaliação das habilidades que sustentam o aprendizado da leitura e dos distúrbios que podem afetar a sua proficiência se faz cada dia mais importante. A leitura pressupõe diferentes habilidades visuais, como a sincronicidade e foco binocular, conforto e imagens nítidas e estáveis, movimento ocular eficaz, um processamento dinâmico acurado e uma interpretação rápida após breve período de fixação ocular.

Garcia et al. [5] verificaram, na mesma amostra de participantes do presente estudo ($N = 68$), que 31%, 22%, 18% e 13% dos alunos apresentaram um ganho de pelo menos $\geq 5\%$, $\geq 8\%$, $\geq 10\%$ e $\geq 15\%$ na taxa de leitura com o uso das lâminas espectrais, respectivamente. Ou seja, pelo menos uma em cada dez crianças apresenta uma melhora significativa da taxa de leitura com as lâminas espectrais.

Ressalta-se a importância da integração sensorial auditiva e visual para melhorar o desempenho escolar das crianças. A organização temporal, que é a seriação de ordenação de fatos no tempo, é uma habilidade importante para a aprendizagem da leitura. Os processos de identificação e de intervenção empregados nos pacientes com dislexia são distintos dos utilizados nos distúrbios do processamento visual. O diagnóstico e o tratamento da dislexia envolvem seções de intervenção fonológica e lexical.

É fundamental capacitar profissionais da educação para a identificação precoce dos sintomas e sinais de estresse visual na leitura do aluno alfabetizado, em

especial aqueles com alteração do processamento auditivo, para que se possa encaminhar para o profissional da saúde investigar e intervir nos problemas oftalmológicos e nos distúrbios do processamento visual.

Conclusões: Participantes com alteração no processamento auditivo temporal possuem maior chance de apresentar comprometimento concomitante no processamento visual, quando comparados aos seus pares com processamento auditivo normal. Profissionais da área da saúde e da educação devem examinar todas as crianças em idade escolar, a fim de identificar e intervir precocemente nas alterações do processamento auditivo e visual. Quanto aos instrumentos utilizados na presente pesquisa – TPD, EPVL e RRT – todos se mostraram ferramentas importantes de investigação das habilidades que medem, processamento auditivo, processamento visual e taxa de leitura, respectivamente. No contexto das condições investigadas na presente pesquisa, se deve considerar o nível genético (incidência na família), o nível cerebral (déficit magnocelular), o nível cognitivo (déficit no processamento temporal auditivo e visual), e o nível do comportamento (dificuldade de leitura, soletração e escrita).

Referências:

- [1] Carvalho NG, Novelli CVL, Colella-Santos MF. Factors in childhood and adolescence that may influence the auditory processing: a systematic review. Rev. CEFAC. 2015;17(5):1590-603. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201517519014>
- [2]. Dehaene S. Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler. Porto Alegre: Penso; 2012.
- [3]. Pedrosa BAC, Dourado JS, Lemos SMA. Lexical development, speech language disorders and school performance: literature review. Rev. CEFAC. 2015;17(5):1633-42. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201517519913>
- [4]. Boets B, Wouters J, Van Weiringen A, De Smedt B,

Hesquière P. Modelling relations between sensory processing, speech processing, orthographic and phonological ability, and literacy achievement. *Brain Lang.* 2008;106(1):29-40.

[5] Garcia ACO, Momensohn-Santos TM, Vilhena DA. Effects of spectral overlays on reading performance of Brazilian elementary school children. *Folia Phoniatr Logop.* 2017;69(5-6):219-25.

<http://dx.doi.org/10.1159/000484139>

Palavras-chave: Leitura; Aprendizagem; Visão; Audição; Percepção Auditiva

Agência Financiadora: O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES - Código de Financiamento 001.

RESUMO EXPANDIDO

LÂMINAS ESPECTRAIS (OVERLAYS) PARA CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA: Função oculomotora durante a leitura do teste de números

[Márcia Reis Guimarães](#)¹, [Ana Isabel Arroyave Guzmán](#)^{1,2,3}, [Douglas de Araújo Vilhena](#)^{1,4}, [Raul Gonzalez Lima](#)², [Ricardo Queiroz Guimarães](#)¹

¹Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão, Hospital de Olhos de Minas Gerais – Dr. Ricardo Guimarães – LAPAN-HOLhos - Belo Horizonte (MG), Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP - São Paulo (SP), Brasil.

³Laboratório de Engenharia Ambiental e Biomédica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP - São Paulo (SP), Brasil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

marciag2020@gmail.com; aisabel.arroyaveg@gmail.com; douglasvilhena@ufmg.br

Introdução: Pessoas com estresse visual frequentemente relatam redução das distorções visuoperceptuais do texto e a prevenção do desconforto visual com o uso de lâminas espectrais (*spectral overlays*) (Vilhena et al., 2020). As *overlays* são fabricadas em folhas em acetato transparente usadas sobrepostas ao texto impresso durante a leitura. Estima-se a prevalência de 13% dessa condição na população geral, com índices mais elevados em grupos clínicos (Garcia et al., 2017; Vilhena et al., 2019).

Um recente estudo avaliou 323 participantes de 8 a 17 anos com estresse visual por meio de um rastreador ocular (Guimarães, Vilhena, Loew & Guimarães, 2019). O alto número de fixações e de regressões oculares observado na linha de base desses participantes, em comparação às normas, pode ser indicativo de movimentos oculares corretivos para verificar as palavras (ou grafemas) que não foram suficientemente atendidas, de ajuste da vergência e de rastreamento ineficiente das linhas. Os participantes com estresse visual, ao lerem com as lâminas espectrais, apresentaram ganhos imediatos e significantes nas habilidades motoras oculares (menos fixações e regressões) e na eficiência de leitura (aumento do alcance perceptual, da taxa de leitura, da eficiência relativa, e da compreensão de texto), quando comparados

com a linha de base ($p < 0,001$).

No entanto, há uma dificuldade de analisar os movimentos oculares de crianças com dificuldade de leitura, por não serem capazes de realizar a decodificação grafema–fonema necessária para a leitura dos textos. Tem-se como hipótese que apesar do estresse visual estar relacionado à dificuldade de leitura de textos, o distúrbio do processamento visual subjacente está presente antes mesmo do processo de alfabetização estar consolidado. O uso do rastreador ocular em tarefas de leitura de números pode ser uma alternativa importante na identificação precoce do estresse visual, de dificuldades na oculomotricidade e na identificação dos efeitos das lâminas espectrais.

Objetivo: verificar se participantes, sob o uso de lâminas espectrais, melhoram os parâmetros de movimentação ocular na leitura do teste de números, quando comparadas à linha de base e ao grupo controle.

Método: A pesquisa recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 49765115.0.0000.5149).



Estudo transversal retrospectivo, composto por participantes com dificuldade de leitura de 4 a 12 anos, com 180 participantes no grupo intervenção e 60 no grupo controle. Foi utilizado um rastreador ocular com infravermelho para medir as habilidades motoras oculares dos participantes durante a leitura de um teste de números [ie., 1, 2, 3, 4, 5] (Figura 1).

A Escala de Percepção Visual de Leitura (EPVL) foi utilizada para a seleção da lâmina espectral (Irlen, 2003). Primeiramente, são apresentadas imagens e tarefas que aumentam o desconforto visual para a identificação dos sintomas de estresse visual. Posteriormente, as dez Irlen Overlays foram apresentadas individualmente e na mesma ordem (ie., Gray, Blue-Gray, Turquoise, Aqua, Green, Peach, Rose, Goldenrod, Yellow, Purple) para que fosse feita a escolha da lâmina espectral (ou combinação de até duas overlays) que lhes proporcionasse maior conforto de leitura. Estudos com amostras brasileiras verificaram evidências de validade de critério para a EPVL (Garcia et al., 2017, 2019; Guimarães et al., 2019).

Os óculos do rastreador ocular foram alinhados com o canto externo da pupila de cada participante, levando em consideração quaisquer correções refrativas. Os participantes foram orientados a fixar o olhar no círculo acima do teste de números imediatamente antes do início da gravação. Iniciado o teste, os participantes leram em voz alta cada número em sequência, da esquerda para a direita, da primeira à última linha. O grupo intervenção realizou uma leitura sem e outra com o uso de lâminas espectrais (*spectral overlays*), e o grupo controle duas leituras consecutivas sem a intervenção (linha de base).

Resultados: Os grupos não diferiram em relação a idade, sexo e na linha de base dos parâmetros indexados pelo rastreador ocular. Todos os participantes do grupo intervenção escolheram uma lâmina espectral, com 28% tendo escolhido uma combinação de duas *Irlen Overlays*, e com 26% escolhido a *Purple*, 18% a *Aqua*, 12% a *Turquoise*, 12% a *Yellow*, 9% a *Green*, 8% a *Blue-Gray*, 7% a *Gray*, 4% a *Goldenrod*, 2% a *Peach* e 2% a *Rose*.

Análises de variância revelaram uma interação significativa entre grupos (intervenção e controle) e condições (primeira e segunda leitura) em todos os parâmetros ($p < 0,0001$). Análises *post hoc* mostraram que as melhorias dos parâmetros de movimentação ocular ocorreram apenas no grupo intervenção sob uso de lâminas espectrais, com a redução do número de fixações oculares (-26%), de regressões (-34%) e a taxa de leitura (37%) ($p < 0,0001$).

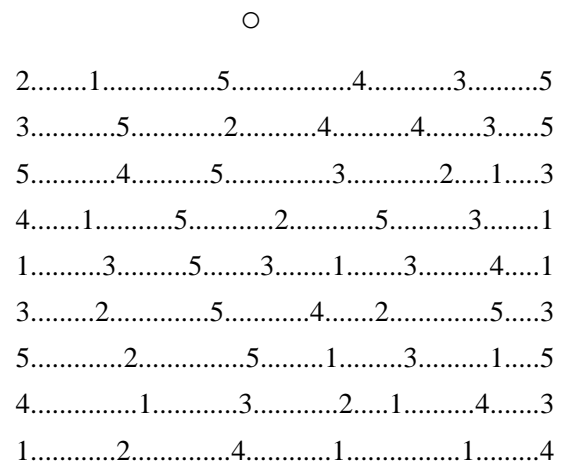


Figura 1. Teste de números utilizado como estímulo de leitura para as análises do rastreador ocular

Discussão: O presente estudo teve como objetivo verificar se participantes, sob o uso de lâminas espectrais, melhoram os parâmetros de movimentação ocular em uma tarefa de leitura de números. Os resultados confirmaram que o uso das *overlays* melhorou imediatamente e significativamente, com tamanho de efeito moderado, o número de fixações oculares, de regressões e a taxa de leitura, quando comparados à linha de base e ao grupo controle.

Dessa forma, apesar do estresse visual estar relacionado à dificuldade de leitura de textos, o distúrbio do processamento visual subjacente aparenta estar presente antes do processo de alfabetização estar consolidado. Esses resultados do presente estudo corroboram estudo prévio com uma amostra de participantes com estresse visual, que verificou que a intervenção com as lâminas espectrais melhorou os

movimentos oculares durante a leitura de textos, com redução das fixações oculares em 21% para as crianças e 13% para os adolescentes, quando comparados com a linha de base ($p < 0,001$) (Guimarães et al., 2019).

Conclusão: o uso do rastreador ocular em tarefas de leitura em voz alta de números demonstrou ser relevante para a identificação precoce do estresse visual, de dificuldades na oculomotricidade, dos efeitos das lâminas espectrais, e contribui com a avaliação de crianças cuja habilidade de leitura ainda não está desenvolvida.

Referências:

- Garcia ACO, Momensohn-Santos TM, Vilhena DA. Effects of spectral overlays on reading performance of Brazilian elementary school children. *Folia Phoniatr Logop.* 2017;69(5-6):219-25.
<http://dx.doi.org/10.1159/000484139>
- Garcia ACO, Vilhena DA, Guimarães MR, Pinheiro ÂMV, Momensohn-Santos TM. Association between auditory temporal and visual processing in reading skill. *Rev CEFAC.* 2019;21(5):e6119.
<https://dx.doi.org/10.1590/1982-0216/20192156119>
- Guimarães MR, Vilhena DA, Loew SJ, Guimarães, RQ. Spectral Overlays for Reading Difficulties: Oculomotor Function and Reading Efficiency Among Children and Adolescents With Visual Stress. *Percept Mot Skills.* 2019;127(2):490–509.
<https://doi.org/10.1177/0031512519889772>
- Irlen H. Irlen Reading Perceptual Scale instructional manual. 10th ed. Long Beach, CA: Perceptual Development Corporation; 2003.
- Vilhena DA, Guimarães MR, Guimarães RQ, Pinheiro ÂMV. Effect of spectral overlays on visual parameters and reading ability: an integrative review. *Rev CEFAC.* 2020;22(3):e17519.
<https://doi.org/10.1590/1982-0216/202022317519>
- Vilhena DA, Guimarães MR, Guimarães RQ. Melhora do desempenho de leitura com o uso de lâminas espectrais: revisão sistemática e meta-análise. *Psicol Argum.* 2019;36(93):343-61.
<https://dx.doi.org/10.7213/psicolargum.36.93.AO05>

Palavras-chave: Deficiências da Aprendizagem; Leitura; Movimentos Oculares; Percepção Visual; Transtornos da Visão; Tecnologia de Rastreamento Ocular.

RESUMO EXPANDIDO

EFEITO DAS LÂMINAS ESPECTRAIS (*OVERLAYS*) EM PARÂMETROS VISUAIS E NA HABILIDADE DE LEITURA: Revisão integrativa de 1980 a 2008

[Márcia Reis Guimarães](#)¹, [Douglas de Araújo Vilhena](#)^{1,2}, [Ricardo Queiroz Guimarães](#)¹, [Ângela Maria Vieira Pinheiro](#)^{1,2}

¹Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão (LAPAN-UFMG), Hospital de Olhos de Minas Gerais – Dr. Ricardo Guimarães – LAPAN-Holhos - Belo Horizonte (MG), Brasil.

²Laboratório de Processos Cognitivos (LabCog-UFMG), Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

marciag2020@gmail.com; douglasvilhena@ufmg.br

Introdução:

O estresse visual (EV), também referido como síndrome de Irlen, é um tipo de distúrbio do processamento visual caracterizado especificamente pela presença de (1) distorções visuoperceptuais do texto e (2) desconforto visual progressivo durante a leitura (Evans, Allen & Wilkins, 2017; Guimarães, Vilhena, Loew & Guimarães, 2019). Diferentes distorções visuais podem ocorrer durante a leitura de textos, como a presença de sombras, halos e padrões ao redor das letras, espaçamentos irregulares ao longo do texto e percepção de movimento, como letras se destacando do papel ou vibrando (Irlen & Lass, 1989; Stein & Walsh, 1997; Wilkins et al., 2001). Frequentemente, os esforços para compensar as dificuldades visuais durante a leitura levam a queixas de cansaço visual progressivo, dor nos olhos, lacrimejamento, piscar excessivo e cefaleia (Kriss & Evans, 2005; Scott et al., 2002).

Pessoas com estresse visual frequentemente relatam, com o uso de lâminas espectrais (*spectral overlays*), redução de distorções visuais e a prevenção do desconforto visual (Evans & Allen, 2016; Vilhena, Guimarães, Guimarães & Pinheiro, 2020). As lâminas espectrais são folhas em acetato transparente, resistente ao manuseio diário em sala de aula, usadas sobrepostas diretamente no texto impresso em papel branco ou na tela do computador durante a leitura.

Apesar da revisão de Vilhena et al. (2020) ter trazido uma síntese importante dos artigos sobre o uso das

lâminas espectrais na última década, é importante que também se revise as pesquisas publicadas nas décadas de 1980, 1990 e 2000. Assim, o presente estudo tem o objetivo de realizar uma revisão integrativa da literatura de 1980 a 2008 sobre o efeito das lâminas espectrais nos parâmetros visuais e na habilidade de leitura, sintetizando os principais resultados de cada artigo.

Método:

Trata-se de uma pesquisa do tipo revisão integrativa da literatura. Para direcionar esta revisão, formulou-se a seguinte pergunta norteadora: ‘quais são os resultados dos artigos científicos indexados sobre a intervenção com lâminas espectrais (*overlays*) entre 1980 e 2008?’.

O processo da análise e seleção dos artigos baseou-se na recomendação do *checklist* do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicas ERIC, PubMed, *ScienceDirect*, *SciVerse Scopus*, PePSIC e SciELO. Artigos publicados em português e em inglês, no período de 1980 a 2008, foram pesquisados com as seguintes expressões no Título, Resumo ou Palavras-chave: Lâminas espectrais/coloridas (*Spectral/Coloured Overlays*); Irlen; Meares-Irlen; Síndrome de Sensibilidade Escotópica (*Scotopic Sensitivity Syndrome*); Estresse visual (*Visual Stress*). Para maiores detalhes sobre a revisão de literatura, ver Vilhena et al. (2019, 2020). Os resultados completos deste trabalho estão publicados em Guimarães, Vilhena,

Guimarães e Pinheiro (2021).

Resultados:

Foram incluídos na presente revisão integrativa 36 artigos, lidos na íntegra, que utilizaram as *Irlen Overlays* ($n = 11$ **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) ou as *Intuitive Overlays* ($n = 25$). A maioria das amostras dos artigos que utilizaram as *Irlen Overlays* foram coletadas nos EUA e na Austrália, com as amostras dos *Intuitive Overlays* majoritariamente na Inglaterra. Os autores com o maior número de publicações foram o Dr. Arnorld Wilkins da *University of Essex* (44%, $n = 16$), o Dr. Bruce Evans da *City University* (22%, $n = 8$) – ambas instituições da Inglaterra – e o Dr. Greg Robinson da *University of Newcastle* da Austrália (17%, $n = 6$).

Discussão:

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura de 1980 a 2008 sobre o efeito das lâminas espectrais nos parâmetros visuais e na habilidade de leitura, sintetizando os principais resultados de cada artigo. Esta revisão complementa a de Vilhena, Guimarães, Guimarães e Pinheiro (2020), que revisaram os artigos de 2009 a 2019.

Ao longo das primeiras três décadas, a condição de um ‘distúrbio do processamento visual em situações de estresse visual na leitura’ foi referida com diferentes nomenclaturas. Inicialmente, a condição foi referida como ‘síndrome de sensibilidade escotópica’ em 1983, ‘síndrome de Irlen’ em 1994, ‘síndrome de Meares-Irlen’ em 1996, ‘Estresse Visual’ em 1995, e ‘Estresse Visual à padrões de listras’ em 2008.

A década de 1980 foi caracterizada pela criação das *Irlen Overlays* pela psicóloga Helen Irlen, assim como as primeiras pesquisas e dissertações. No entanto, apenas um artigo alcançou os critérios para esta revisão de literatura (ie., Robinson & Miles, 1987). Para um apanhado dos outros trabalhos realizados na década de 1980, ver Irlen e Lass (1989).

A década de 1990 foi marcada pela criação das *Intuitive Overlays* (Wilkins, 1994) e por estudos científicos

com maior rigor metodológico para responder aos questionamentos quanto a comparação com o grupo controle, a limitação do poder do tamanho amostral e do efeito placebo. Assim, foram publicados artigos com desenho experimental randômico controlado, duplo-cego (omissão de detalhes para os pesquisadores e participantes), diferentes controles do efeito placebo, triagem do grupo experimental, grupo controle equivalente, maior variedade de tonalidades de *overlays* e com critério de exclusão a presença de problemas refrativos ou ortópticos.

A década de 2000 foi caracterizada pela consolidação dos estudos internacionais sobre o estresse visual e o efeito das lâminas espectrais, em especial na Inglaterra e na Austrália. Essa síntese das três primeiras décadas de pesquisa sobre o uso de *overlays* oferece um recorte temporal importante dos estudos que precedem o início das pesquisas no Brasil. Em 2008, foi fundado o Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurociências da Visão (LAPAN-UFMG) para colaborar com os estudos de diferentes instituições e coordenar as pesquisas do Departamento de Neurovisão do Hospital de Olhos de Minas Gerais – Clínica Dr. Ricardo Guimarães, com o foco no tratamento dos distúrbios de aprendizagem relacionados à visão por meio do uso de *overlays* e filtros espectrais.

A década de 2010 no Brasil foi marcada pelos primeiros estudos do LAPAN-UFMG, como demonstrado na revisão de Vilhena et al. (2020). Espera-se que a presente década de 2020 seja marcada pela consolidação das pesquisas sobre o estresse visual e o uso das lâminas espectrais no Brasil, assim como ocorreu na Inglaterra há duas décadas atrás.

Considerações Finais:

O presente estudo revisou as primeiras três décadas de pesquisas sobre o efeito das lâminas espectrais, sintetizando 36 artigos. O uso das lâminas espectrais possui respaldo na literatura como um instrumento de intervenção eficiente para reduzir o estresse visual e melhorar a leitura. Espera-se contribuir com o resgate histórico dessas

pesquisas, sendo uma leitura importante para que os pesquisadores planejem os futuros estudos sobre os efeitos das lâminas espectrais com delineamentos que reproduzam os estudos internacionais e que superem as inerentes limitações metodológicas. Dentre as recomendações para os trabalhos futuros sobre o efeito das lâminas espectrais destaca-se a importância do acompanhamento longitudinal de 3 meses em sala de aula, da inclusão de um ou mais grupos controle, do uso de instrumentos no pré-teste e pós-teste que tenham índices psicométricos satisfatórios, da avaliação da taxa de leitura, do cálculo do poder estatístico do tamanho amostral e da análise de diferentes grupos etários e clínicos.

Referências:

- Evans, B. J., & Allen, P. M. (2016). A systematic review of controlled trials on visual stress using Intuitive Overlays or the Intuitive Colorimeter. *J Optom*, 9(4), 205-218. <https://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2016.04.002>
- Evans, B. J., Allen, P. M., & Wilkins, A. J. (2017). A Delphi study to develop practical diagnostic guidelines for visual stress (pattern-related visual stress). *J Optom*, 10(3), 161-168. <https://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2016.08.002>
- Guimarães, M. R., Vilhena, D. A., Loew, S. J., & Guimarães, R. Q. (2019). Spectral Overlays for Reading Difficulties: Oculomotor Function and Reading Efficiency Among Children and Adolescents With Visual Stress. *Perceptual and Motor Skills*, 127(2), 490–509. <https://doi.org/10.1177/0031512519889772>
- Irlen, H., & Lass, M. J. (1989). Improving reading problems due to symptoms of Scotopic Sensitivity Syndrome using Irlen lenses and overlays. *Education*, 109(4), 413-417.
- Kriss, I., & Evans, B. J. (2005). The relationship between dyslexia and Meares-Irlen Syndrome. *J Res Read*, 28(3), 350-364. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9817.2005.00274.x>
- Robinson, G. L., & Miles, J. (1987). The use of coloured overlays to improve visual processing - a preliminary survey. *The Exceptional Child*, 34(1), 65-70. <https://dx.doi.org/10.1080/0156655870340107>
- Scott, L., McWhinnie, H., Taylor, L., Stevenson, N., Irons, P., Lewis, E., . . . Wilkins, A. J. (2002). Coloured overlays in schools: orthoptic and optometric findings. *Ophthalmic Physiol Opt*, 22(2), 156-165. <https://dx.doi.org/10.1046/j.1475-1313.2002.00009.x>
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends Neurosci*, 20(4), 147-152. [https://dx.doi.org/10.1016/s0166-2236\(96\)01005-3](https://dx.doi.org/10.1016/s0166-2236(96)01005-3)
- Vilhena, D. A., Guimarães, M. R., Guimarães, R. Q., & Pinheiro, Â. M. V. (2020). Efeito das lâminas espectrais (overlays) em parâmetros visuais e na habilidade de leitura: revisão integrativa. *Revista CEFAC*, 22(3), e17519. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/202022317519>
- Vilhena, D., Guimarães, M., & Guimarães, R. (2019). Melhora do desempenho de leitura com o uso de lâminas espectrais: revisão sistemática e meta-análise. *Psicologia Argumento*, 36(93), 343-361. <https://dx.doi.org/10.7213/psicolargum.36.93.AO05>
- Wilkins, A. J. (1994). Overlays for classroom and optometric use. *Ophthalmic Physiol Opt*, 14(1), 97-99. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.1994.tb00567.x>
- Wilkins, A. J., Lewis, E., Smith, F., Rowland, E., & Tweedie, W. (2001). Coloured overlays and their benefit for reading. *J Res Read*, 24(1), 41-64. <https://dx.doi.org/10.1111/1467-9817.00132>

Palavras-chave: Leitura; Distúrbios da leitura; Distúrbios da visão; Intervenção pedagógica; Percepção visual; Remediação da leitura.

RESUMO EXPANDIDO

A SÍNDROME DE IRLLEN EM DEBATE: diagnóstico e o contexto de intervenção

[Mateus Barroso Sacoman](#)

Centro Universitário de Adamantina, Brasil.

mateussacoman@fai.com.br

Introdução: Na busca por uma compreensão sobre o baixo rendimento escolar de algumas crianças que apresentavam quociente de inteligência normal ou até mesmo elevado, Helen Irlen [1] identificou no ano de 1983, nos EUA, a síndrome de Irlen (S.I.) que se constitui em uma alteração visuoperceptual, originada por um descompasso da aptidão de adaptação à luz que gera alterações no córtex visual. Seu foco de ação concentra-se nos déficits de leitura que gera nos indivíduos, interferindo diretamente no processo de alfabetização e de aprendizagem, afetando o rendimento escolar e as relações interpessoais.

O conjunto de sintomas torna-se mais evidente em situações que exijam grande demanda de atenção visual, como nas atividades escolares, acadêmicas e profissionais que envolvam a necessidade de uma alta carga de leitura e durante mais tempo. Para Márcia Guimarães [2], a síndrome manifesta-se através do desfocamento durante o processo de leitura, fotossensibilidade, restrição do campo periférico, assim como dificuldades na adaptação a contrastes, por exemplo, figura-fundo, tornando difícil a manutenção da atenção visual e gerando dores de cabeças frequentes, em alguns casos.

Três décadas após a sua identificação, o número de pesquisas mais incisivas sobre o tema ainda é relativamente baixo, gerando uma série de questionamentos sobre as especificidades dos testes de detecção, os métodos de intervenção, heterogeneidade dos sintomas e sua associação à dislexia ou ao transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH).

Sendo assim, a intenção desta apresentação é

apontar de maneira sucinta os procedimentos para a identificação e intervenção relatados pela literatura específica, além de fornecer contribuições para os debates e discussões em torno do assunto, na tentativa de apresentar informações para que os indivíduos possam ser adequadamente assistidos, proporcionando assim a possibilidade de uma aprendizagem e uma vida satisfatória.

Método: Por tratar-se de uma pesquisa de caráter bibliográfico, o primeiro procedimento constituiu-se no levantamento de estudos sobre o tema. A seguir, as referências encontradas foram cotejadas levando-se em consideração questões condutoras que visaram estabelecer as definições, sinais da síndrome e as dificuldades geradas por ela – tanto no âmbito escolar quanto na vida em sociedade –, métodos de intervenção e apontar algumas situações e caminhos para o profissional que se prepara para lidar com todo esse processo. Por outro lado, a intenção também foi promover e estimular os estudos e o interesse pela síndrome de Irlen, que ainda é pouco abordada por cientistas e incipientemente é discutida pela sociedade civil. O resultado desta análise resultou na publicação de alguns artigos em revista acadêmica nacional e internacional, além da publicação de um livro no mercado editorial estadunidense. O levantamento bibliográfico foi realizado entre os anos de 2012 e 2013 e, nesta apresentação, algumas informações foram atualizadas na empreitada de fornecer subsídios para os debates mais recentes sobre a temática e estão apresentadas de maneira sucinta abaixo.



Resultados: Pessoas com síndrome de Irlen, em geral, apresentam grande intolerância à luz, principalmente à luz branca, fluorescente e faróis. Durante o processo de leitura, as páginas brancas se tornam ofuscantes, dificultando a ação de ler e gerando incômodo. Além disso, ocasiona dores de cabeça, irritabilidade, distração durante o desempenho de atividades, dificuldade na visão em profundidade e de habilidade para detectar as distâncias corretas entre objetos, contribuindo para que atividades como praticar esportes, subir escadas ou dirigir veículos tornem-se árduas. Conjuntamente a esses eventos, uma série de outras contrariedades podem se manifestar como frustração, baixa autoestima, insônia, etc.

Nas queixas dos indivíduos com a síndrome, usualmente podem ser encontradas manifestações como problemas na resolução visuoespacial e na percepção de profundidade, a fotofobia, a restrição de alcance focal, dificuldades na manutenção do foco e astenopia. Segundo Guimarães et al. [3], a fotofobia pode ser identificada através das queixas de brilho ou reflexo do papel branco que rivalizam com o texto impresso, desviando e comprometendo a atenção do indivíduo do conteúdo que precisa ser lido. Juntamente a essa exposição, há o aparecimento de cefaleias. Já as alterações da habilidade de resolução visuoespacial geram uma sensação de desfocamento e de aparente movimentação das letras que podem pulsar, tremer, vibrar, aglutinar-se ou até desaparecerem, impactando também na atenção e, consequentemente, na compreensão de textos. A restrição de foco, para Guimarães [4], restringe o alcance visual e reduz significativamente o número de letras apreendidas, ocasionando uma leitura, uma visão parcelada das palavras, o que exige uma segunda etapa associativa, com muito esforço, para coerência e compreensão.

Em relação às dificuldades na manutenção da atenção do foco e com percepção de profundidade, a pesquisadora indica que a primeira, pelo fato do texto impresso apresentar-se pouco nítido ou em menor grau de nitidez que o comum e, além disso, sem foco, após certo tempo de leitura, produz estresse visual ou astenopia.

A astenopia, variável em intensidade, é caracterizada pelo desconforto visual associado à sensação de ardência e ressecamento ocular, forçando um aumento da necessidade de piscar, ocasionando olhos vermelhos e lacrimejantes, o que leva aos movimentos de apertar e coçar os olhos, gerando também mudanças na posição e distância do indivíduo até o papel impresso, disposição para o sono e tornando constantes as pausas para descanso visual.

A segunda dificuldade, que altera a percepção de profundidade, tem grande impacto nas atividades diárias. Essa habilidade de percepção proporciona ao ser humano a correta avaliação tridimensional, mas neste caso, como apresenta perturbações, atividades como dirigir e estacionar, descer e subir escadas, atravessar portas e passarelas praticar esportes com bola, de movimentos em geral, entre tantas outras situações corriqueiras – nas quais se torna de extrema importância a antecipação visual por motivos de segurança e ajuste rápido a novos ambientes –, tornam-se mais espinhosas, gerando também um estresse emocional.

Mesmo que apresente diferentes níveis de intensidade, a S.I. exige grande esforço quando o cérebro tem que bloquear todas essas sensações expostas até aqui e, ainda, desenvolver a leitura ou colocar em prática outras habilidades que necessitem da visão para que o indivíduo possa compreender e executar as mais diversas atividades, situar-se, etc. A consequência é um cansaço extra que tende a aumentar cada vez mais à medida que a leitura ou outras atividades se prolongam.

Importante ressaltar que a S.I. pode existir simultaneamente com outras dificuldades de aprendizagem, exigindo assim a busca de uma intervenção de caráter multidisciplinar, com a ajuda de professores, pedagogos, psicopedagogos, psicólogos, fonoaudiólogos, oftalmologistas, neurologistas, entre tantos outros que contribuem para solucionar dificuldades na área da saúde e educação. Ainda assim, recomenda-se que a detecção seja feita ou, em caso de encaminhamentos, melhor analisada por um *screenner* especializado na área. Segundo o Conselho Brasileiro de Ortóptica [5], a certificação de *screenner* pode ser

obtida nos cursos de Distúrbios de Aprendizagem Relacionados à Visão (DARV), organizados pela Função Hospital de Olhos e pelo Hospital de Olhos de Minas Gerais – Clínica Dr. Ricardo Guimarães, na cidade de Belo Horizonte, capacitando profissionais das áreas de saúde e educação que atuam por meio do teste de *screening* ou rastreamento e da aplicação de um protocolo padronizado conhecido como Método Irlen, viabilizando a especificação segundo o grau de intensidade das dificuldades visuoperceptuais.

Discussão: Em busca de uma resolução ideal para o problema das distorções e do desconforto gerado pela luz, o Método Irlen possibilita a detecção de quais comprimentos específicos da luz visível precisam ser anulados. Pessoas com S.I. passam primeiramente por um processo de escolha de diversas opções de cores para os filtros que serão usados, com a intenção de serem agentes facilitadores no desempenho e conforto visual durante a atividade de leitura.

Segundo Helen Irlen [6], as lentes ou filtros utilizados têm gradações tênues que, aos nossos olhos, parecem semelhantes. No entanto, para a pessoa com S.I. ocasiona um processo de reações de adaptação que normalizam sua atividade visual, gerando maior conforto, qualidade visual e conseqüentemente, a longo prazo, qualidade de vida. Os filtros empregados para o bloqueio espectral nas lentes ou óculos têm o intuito também de cooperar na melhora da percepção de profundidade e do ambiente ao redor.

Porém, cabe ressaltar que, segundo o documento publicado em A total approach [7], o uso de sobreposições coloridas ou filtros não vai diminuir dificuldades, por exemplo, de caráter fonético, nem aumentar os vocabulários da pessoa atendida. O que fará é eliminar as distorções e, por isso, a necessidade de um grupo de outros profissionais para que, passo a passo, a intervenção seja progressiva e efetiva.

Alguns estudos, como de Henderson et al. [8], questionam que a utilização das lentes coloridas ou

superposições coloridas não devem ser recomendadas, pois os resultados clínicos podem estar associados ao efeito placebo (“efeito de Hawthone”) em que o contexto de intervenção em conjunto com aspectos psicológicos podem induzir a uma melhora dos sintomas independente do método interventivo.

Sobre isso, Guimarães [4] indica que o teste de *screening* é feito após avaliação da acuidade visual e sob correção refracional atualizada, quando necessária. Pelo *screening* verifica-se os benefícios, com a supressão das distorções visuais, pela interposição de uma ou mais transparências coloridas selecionadas individualmente pela pessoa com síndrome de Irlen. Uma vez determinada a transparência ideal, o leitor passa a usá-la sobre o texto durante a leitura ou cobrindo a tela do computador. A neutralização das distorções facilita o reconhecimento das palavras lidas, mas obviamente não permitirá que a pessoa leia palavras que não sabe. Obviamente, o aprendizado das palavras será facilitado por não mais se apresentarem distorcidas – mas a assistência ao aprendizado será importante e sem ela, a leitura permanecerá sendo uma atividade difícil e estressante. Do mesmo modo, o uso de filtros não será o único fator necessário para o aperfeiçoamento no desempenho da leitura, porém nos casos de síndrome de Irlen a opção pelo tratamento significará um recurso não invasivo, de baixo custo e alta resolutividade, possibilitando uma potencialização dos benefícios aferidos aos seus esforços acadêmicos e profissionais, além de facilitar o trabalho da equipe multidisciplinar que os assistem.

Muitos pesquisadores, recentemente, vêm apresentado uma série de questionamentos sobre a sintomatologia, principalmente pela similaridade à dislexia e ao transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Mediante esse panorama, é necessário demarcar algumas distinções e semelhanças com a dislexia. Na S.I., segundo Guimarães [4], ao contrário da dislexia, algumas alterações estão ausentes, entre elas, a dificuldade na aquisição da fala e escrita, percepção auditiva, escrita invertida, pronúncia incorreta, escrita espelhada e déficits

na compreensão de ordens verbais. Nestes casos, é imprescindível a intervenção implementada ou supervisionada por fonoaudiólogos.

Em relação aos componentes dos quadros de déficits de atenção e hiperatividade, prolixidade, impulsividade, falta de autocontrole pessoal ou em grupo, agitação e hiperatividade física, também não se encontram presentes nas raízes da síndrome, exigindo, se recomendado for, uma intervenção medicamentosa que pode ser feita por neurologistas, por exemplo.

A autora ressalta ainda que, em comorbidade ou isoladamente, estes distúrbios provocam diversas manifestações semelhantes e, justamente por esse motivo, é indicado por profissionais e autores da área, o rastreamento da S.I. em crianças que apresentem dificuldades na leitura, fotossensibilidade e na manutenção da atenção aos esforços visuais prolongados, como uma forma eficiente de evitar equívocos ao diagnosticar a dislexia, DTA e TDAH ou, ainda, para tentar minimizar a medicação em indivíduos em que a agitação e desatenção são advindos do estresse visual e as dificuldades geradas para se ajustar às condições de intensidade luminosa de uma sala de aula, por exemplo, causadas pela síndrome.

No entanto, é possível encontrar traços comuns entre a S.I. e a dislexia como: a confusão entre os números, percepção de distorções visuais em páginas de texto, leitura de palavras de baixo para cima, etc. Também sintomas físicos como cansaço e dores de cabeça são comuns. Do mesmo modo, são habituais, como em outras diversas dificuldades de aprendizagem, a baixa autoestima, depressão, frustração, as dificuldades de leitura, etc. É necessário, portanto, agir com cuidado sob a apresentação desses aspectos para que os motivos sejam encontrados e diagnosticados rapidamente, sem prejuízo ao indivíduo.

Conclusões: Pelos apontamentos de Helen Irlen e Guimarães apresentados aqui, diagnosticar e cuidar das manifestações geradas pela S. I. através do Método Irlen pode contribuir a uma melhora das dificuldades de aprendizagem, a partir dos agentes facilitadores no

processamento visual, conjuntamente às ações de outros profissionais que buscam auxiliar no processo de intervenção. E, durante esse conjunto de ações interventivas, a interdisciplinaridade é essencial. Independente da tarefa ou intenção proposta durante esse processo, toda questão do desenvolvimento e aprendizagem acontece aos poucos. Portanto, é preciso compreender e aceitar as particularidades dos indivíduos, considerando que para além de minorar as dificuldades de aprendizagem, trabalha-se também na formação de seres humanos para conviver em sociedade com seus acertos, limites e dificuldades.

Entretanto, todo o processo de diagnóstico e intervenção da síndrome de Irlen não está livre de questionamentos, revelando ainda ser essencial uma gama maior de estudos mais aprofundados com a intenção de fornecer subsídios mais sólidos para o desenvolvimento de um trabalho efetivo, amplamente aceito pela comunidade científica e, especialmente, para que crianças e adultos possam ter a oportunidade de aprender e viver sem obstáculos, acessando o tratamento mais congruente às suas dificuldades.

Referências:

- [1] Irlen H. The Irlen Revolution. New York: Square One Publishers; 2010.
- [2] Guimarães MR. Distúrbios de Aprendizado Relacionados à Visão. Rev Fund Guimarães Rosa. 2009;4(3):16-9.
- [3] Guimarães MR, Guimarães JR, Guimarães R, Nogueira MRV, Botelho MR, Guimarães MEA. Selective spectral filters in the treatment of visually induced headaches and migraines: a clinical study of 93 patients. T 29. Headache Med. 2010;1(2):72.
- [4] Guimarães MR. Síndrome de Irlen. Síndromes Rev Multidiscip Desenvolv Hum. 2011;1(4):41-7.
- [5] Conselho Brasileiro de Ortóptica. Dislexia de leitura – Síndrome de Irlen [acesso 2019 Jul 02]. Disponível em: <https://document.onl/documents/dislexia-de-leitura-sindrome-de-irlen-dislexia-de-leitura-farao-os.html>

9º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão – Neurovisão
3rd International Congress of Vision Neurosciences – 10 a 12 de novembro 2021

[6] Irlen H. Reading by the Colors: Overcoming Dyslexia and Other Reading Disabilities Through the Irlen Method. New York: The Berkley Publishing Group; 1991.

[7] A TOTAL APPROACH. Irlen Syndrome. Disponível em:

<[http://www.atotalapproach.com/docs/IrlenSyndrome.p](http://www.atotalapproach.com/docs/IrlenSyndrome.pdf)

df>. Acesso em: 10 jan. 2013.

[8] Henderson LM, Tsogka N, Snowling MJ. Questioning the benefits that coloured overlay scan have for reading in students with and without dyslexia. Jorsen. 2013;13: 57–65.

Palavras-chave: Síndrome de Irlen. Diagnóstico. Intervenção. Contexto. Aprendizagem.

RESUMO EXPANDIDO

O RECONHECIMENTO JURÍDICO DA ‘SÍNDROME DE IRLLEN’ NO MODELO DE DIREITOS HUMANOS DE DEFICIÊNCIA

Guilherme Carneiro Leão Farias

Centro de Ciências Jurídicas e Políticas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

guileao@uol.com.br

Introdução: O modelo de direitos humanos reconhece a deficiência (em espanhol: *discapacidad*, em inglês: *disability*) como um fenômeno inerente à diversidade humana, em constante evolução, incompatível, pois, com enumerações exaustivas; e as pessoas com deficiência (em espanhol: *personas con discapacidad*; em inglês: *persons with disabilities*) como titulares de direitos e destinatárias de medidas específicas que efetivamente promovam a igualdade em sua tripla dimensão (formal, material e como reconhecimento) [1]. Centra-se na possibilidade de obstrução de participação plena e efetiva da pessoa com deficiência na sociedade, em igualdade de condições com as demais. E atribui essa potencial desigualdade à interação entre o impedimento (em espanhol: *deficiencia*; em inglês: *impairment*) do indivíduo e uma ou mais barreiras erguidas ou mantidas por um ambiente econômico e social despreparado para incluir a diferença [2]. Esse modelo biopsicossocial e aberto supera a concepção individualista ou biomédica [3], dominante durante todo o século XX, a qual, ignorando a coparticipação da sociedade no fenômeno, somente atribuía o reconhecimento jurídico como deficiência a impedimentos que, estando devidamente listados na *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde* (CID), fossem abstratamente considerados pela legislação interna como relevantes e suficientes para representar um acentuado grau de dificuldade de integração do indivíduo [4]. No ordenamento jurídico brasileiro, a *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência* e seu *Protocolo Facultativo* (ONU, Nova York, 2006) [5], bem como o *Tratado de Marraquexe* (ou “Marraqueche” na controversa versão oficial brasileira)

para Facilitar o Acesso a Obras Publicadas às Pessoas Cegas, com Deficiência Visual ou com Outras Dificuldades para Ter Acesso ao Texto Impresso (OMPI, 2013) [6] ostentam *status* equivalente ao das emendas à Constituição da República, de 5 de outubro de 1988 [7]. Já a *Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência* (OEA, Cidade da Guatemala, 1999) [8], embora não equiparada às emendas constitucionais, prevalece sobre as demais espécies do processo legislativo (i.e. leis complementares, leis ordinárias, leis delegadas, medidas provisórias e decretos legislativos, de todos os entes federativos). Esses quatro diplomas internacionais de *hard law* (i.e. cogentes) consagram o modelo de direitos humanos de deficiência. E como Estado-parte, a República Federativa do Brasil comprometeu-se perante a comunidade internacional e perante seu povo a superar a percepção da deficiência como um desvio do padrão de normalidade descrito exclusivamente nos manuais médicos. No entanto, passadas duas décadas da assunção desse compromisso, a elegibilidade na Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n. 7.853/1989) [9] ainda é regida, na prática, pelo rol fechado de categorias de deficiência e de impedimentos permanentes do artigo 4º do Decreto n. 3.298/1999 [10], que, forjado à luz da concepção individualista ou biomédica, reconhece como deficiência visual apenas e tão-somente a “cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em



ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores”. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo geral investigar a possibilidade de reconhecimento jurídico, à luz do modelo de direitos humanos, dos portadores da chamada “Síndrome de Irlen” como destinatários de medidas específicas da Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência. Essa síndrome, também conhecida como “de Sensibilidade Escotópica”, “de Meares-Irlen” e “dislexia de leitura”, foi descrita no início da década de 80 do século XX pela pedagoga neozelandesa Olive Meares e pela psicóloga norte-americana Helen Irlen, mas ainda é ignorada pela maioria dos profissionais de saúde e educação [11]. Os objetivos específicos são três. O primeiro é identificar, em relação a esse impedimento, sua natureza preponderante, seu caráter, seu enquadramento nas classificações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e sua provável causa. Já o segundo é identificar, em relação à população afetada, as principais barreiras com que interage, bem como as ajudas técnicas e as adaptações razoáveis comumente recomendadas para fins de acessibilidade. Por fim, o terceiro é identificar as especialidades dos que devem integrar a equipe multiprofissional e interdisciplinar responsável pela condução da avaliação biopsicossocial da deficiência, quando necessária, bem como os instrumentos disponíveis para a aferição da dimensão biológica. Como hipótese, adotar-se-á a de que, à luz do modelo de direitos humanos (biopsicossocial e aberto), as pessoas diagnosticadas com défices severos e persistentes no processamento dos estímulos visuais pela via neurológica magnocelular se enquadram tanto nas cláusulas gerais do artigo I, parágrafo 1, da *Convenção Interamericana* (anexa ao Decreto n. 3.956/2001) e do artigo 1, segundo parágrafo, da *Convenção das Nações Unidas* (anexa ao Decreto n. 6.949/2009) quanto entre os beneficiários do artigo 3º, alínea b, do *Tratado de Marraquexe* (anexo ao Decreto n. 9.522/2018). Dessa forma, deveriam integrar o público-alvo das medidas da Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência, especialmente nos campos da educação e do

acesso ao mercado de trabalho, a despeito da ausência de código específico para a “Síndrome de Irlen” na décima revisão da CID (1993) e de reconhecimentos inequívocos na legislação produzida pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios.

Método: A pesquisa classifica-se como descritiva quanto aos objetivos e qualitativa quanto à abordagem. Baseia-se eminentemente em revisão de literatura de Direito Constitucional, Direitos Humanos, Medicina e Psicopedagogia. Os dados foram coletados em livros e artigos científicos, em formato físico e digital, bem como nos portal oficial de legislação mantido pela Presidência da República Federativa do Brasil. A análise dos dados foi norteadas pelas ideias de supremacia constitucional [12], força normativa da Constituição (*Die Normative Kraft der Verfassung*) [13], interpretação *pro homine* ou *pro persona* dos tratados de direitos humanos [14], vedação de proteção deficiente ou insuficiente (*Untermassverbot*) [15, 16], luta por reconhecimento (*Kampf um Anerkennung*) [17] e Solução da Porta Entreaberta [18].

Resultados e Discussão: Os resultados obtidos confirmam a hipótese levantada. Indicam que a “Síndrome de Irlen” é um impedimento de natureza predominantemente sensorial, porém diverso da deficiência visual (esta tradicionalmente entendida como a cegueira, a baixa visão e a visão monocular), porque não envolve défices de acuidade visual — relacionados à captação dos estímulos luminosos —, mas de qualidade de visão — relacionados à transdução dos impulsos nervosos —, com potencial impacto na função proprioceptiva [19]. Além disso, é um impedimento de caráter duradouro, mas não permanente; isso porque, em tese, a depender dos níveis de neuroplasticidade do indivíduo, é possível, em prazo não inferior a um biênio, que o uso recomendado das ajudas técnicas e a fruição das adaptações razoáveis venham a permitir a progressiva supressão da disfuncionalidade neurovisual. Na *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde*,

Décima Revisão (CID-10) [20], seu diagnóstico pode ser identificado, por aproximação, com o código CID-10 H53.1 (distúrbios visuais subjetivos) e qualificado pelo código CID-10 F81.0 (transtorno específico da leitura). Já na *Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde* (CIF) [21], mais adequada que a anterior aos casos de deficiência [22], o enquadramento pode se dar nos códigos CIF b1561 (percepção visual) e b1565 (percepção visoespecial). Sua provável causa é inespecífica, mas com forte caráter hereditário, podendo ser agravado por quadros neuroinflamatórios e por concussões [23]. Pode se apresentar isoladamente ou em comorbidade com impedimentos de natureza psicossocial [24], não se confundindo, pois, com os comportamentos sensoriais incomuns dos Transtornos do Espectro do Autismo (TEA) [25], nem com as condutas típicas do Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) [26], dos Transtornos Específicos da Aprendizagem (“dislexia”, “discalculia”, “disgrafia”, “disortografia”) nem dos Transtornos do Espectro da Esquizofrenia [27]. A avaliação biopsicossocial da deficiência, quando necessária, nos termos do artigo 2º, parágrafo 1º, da Lei n. 13.146/2015 [28], deve ser realizada por equipe multiprofissional e interdisciplinar capacitada em Neurociências da Visão, formada, preferencialmente, por médico especialista em Oftalmologia ou em Neurologia [29], por psicólogo especialista em Neuropsicologia [30] e por assistente social [31], opcionalmente assistidos por neurocientista, psicopedagogo, ortoptista e terapeuta ocupacional. Os instrumentos para a aferição da dimensão biológica incluem não só o Teste de Estresse Visual pela Metodologia Irlen (*screening*, baseado no relato de padrões de distorções visoperceptuais) [32], mas também em exames objetivos de qualidade de visão, como a análise aberrométrica, a tomografia de coerência óptica, a análise de discriminação/percepção cromática, o perfil do desempenho funcional sob diferentes luminâncias, a oculomotricidade via *Eye-Tracker*, a percepção dinâmica periférica e a avaliação fisioterapêutica neurofuncional, com posturografia computadorizada. Os exames

oftalmológicos de rotina, como o de refração com a Tabela de Snellen, seriam inadequados, porque são voltados exclusivamente à aferição de défices de acuidade visual e não controlam as variáveis do tempo e da intensidade da exposição às barreiras nem o efeito cumulativo da vibração de corpo inteiro (VCI) [33] e das estimulações auditiva, olfativa e tátil (*kindling*). A possibilidade de obstrução de participação plena e efetiva na sociedade, em igualdade de condições com a população sem a síndrome, manifesta-se, comumente, na forma de distúrbio de aprendizado relacionado à visão (DARV), mas a este não se restringe. Decorre da interação desse impedimento de longo prazo de natureza sensorial com barreiras cada vez mais encontradas nos ambientes doméstico, acadêmico e laboral, como a luminância artificial, intermitente e de alta temperatura de cor oriunda das lâmpadas fluorescentes compactas e das de LED “branco intenso”, o alto contraste e o brilho das plataformas de leitura (quadro branco, superfícies para retroprojeção de *slides* e telas de LCD de *laptops*, *smartphones* e *tablets*) e a predominância dos padrões arquitetônicos de listras horizontais. A tecnologia assistiva inclui transparências plásticas coloridas para a leitura (*overlays*) e, principalmente, lentes oftálmicas acrescidas de bloqueio espectral seletivo, podendo, a depender da gravidade, ser complementada pelo uso de papel fosco e de cor diversa da branca para atividades de escrita, barras magnificadoras para atividades de leitura, itens de chapalaria com abas escuras, protetores auriculares para a diminuição dos estímulos sonoros. As adaptações razoáveis abrangem o privilégio à iluminação indireta natural (solar), a substituição das lâmpadas frias pelas incandescentes ou halógenas, a dilação do tempo regulamentar e o isolamento para a prática de avaliações com alta demanda visual [34].

Conclusões: Conclui-se, com base nos resultados obtidos, que, mais do que estudantes com necessidades específicas, as pessoas com “Síndrome de Irlen” em grau severo (este entendido como aquele em que o uso recomendado de todas as ajudas técnicas disponíveis não é suficiente para levar o indivíduo a uma situação de igualdade de

oportunidades) se enquadram nas cláusulas gerais definidoras de pessoas com deficiência segundo o modelo de direitos humanos, como as da *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência* (artigo 1, segundo parágrafo, do Anexo I do Decreto n. 6.949/2009), da *Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência* (artigo I, parágrafo 1, do Anexo ao Decreto n. 3.298/2001) e da *Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)* (artigo 2º, *caput*, da Lei n. 13.146/2015). Além disso, também se enquadram no rol de beneficiários do *Tratado de Marraquexe para Facilitar o Acesso a Obras Publicadas às Pessoas Cegas, com Deficiência Visual ou com Outras Dificuldades para Ter Acesso ao Texto Impresso* enquanto pessoas “para quem é impossível ler material impresso de uma forma substancialmente equivalente à de uma pessoa sem deficiência ou dificuldade” (artigo 3º, alínea *b*, do Anexo ao Decreto n. 9.522/2018). Portanto, juridicamente, a ausência de especificação na *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, Décima Revisão (CID-10)* e de reconhecimento inequívoco nas legislações da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios não justifica a exclusão desse grupo vulnerável do público-alvo das medidas compensatórias da Política Nacional para a Inclusão da Pessoa com Deficiência, especialmente as voltadas à efetivação dos direitos sociais à educação e ao trabalho. Por fim, a tendência de agravamento do impacto das barreiras precisa ser compensada com a formulação e a implementação de políticas públicas de rastreamento de pessoas com déficits neurovisuais, de conscientização das famílias, da sociedade e dos agentes públicos sobre a existência e a relevância da “Síndrome de Irlen” e de acessibilidade à tecnologia assistiva.

Referências:

- [1] BARROSO, Luís Roberto; OSÓRIO, Aline Rezende Peres. *Sabe com quem está falando?* Algumas notas sobre o princípio da igualdade no Brasil contemporâneo. Disponível em: <http://www.luistrobertobarroso.com.br/wp-content/uploads/2017/09/SELA_Yale_palestra_igualdade_versao_fina.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- [2] LAWSON, Anna; PRIESTLEY, Mark. The social model of disability: questions for law and legal scholarship? In: BLANCK, Peter; FLYNN, Eilionóir (ed.). *Routledge handbook of disability law and human rights*. Londres e Nova York: Routledge, 2017, p. 3–15.
- [3] KAKOULLIS, Emily; IKEHARA, Yoshikazu. Article 1: Purpose. In: BANTEKAS, Ilias; STEIN, Michael Ashley; ANASTASIOU, Dimitris (ed.). *The UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities: a commentary*. Londres: Oxford, 2018, p. 35–62.
- [4] BARNES, Colin; MERCER, Geof. *Exploring disability: a sociological introduction*. 2. ed. Malden: Polity, 2010.
- [5] BRASIL. *Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009*. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 26 ago. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- [6] BRASIL. *Decreto n. 9.522, de 8 de outubro de 2018*. Promulga o Tratado de Marraqueche para Facilitar o Acesso a Obras Publicadas às Pessoas Cegas, com Deficiência Visual ou com outras Dificuldades para Ter Acesso ao Texto Impresso, firmado em Marraqueche, em 28 de junho de 2013. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 9 out. 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9522.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- [7] BRASIL. (Constituição de 1988). *Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- [8] BRASIL. *Decreto n. 3.956, de 8 de outubro de 2001*. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação

de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 9 out. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3956.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[9] BRASIL. *Lei n. 7.853, de 24 de agosto de 1989*. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 25 out. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[10] BRASIL. *Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999*. Regulamenta a Lei n. 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 21 dez. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[11] BICALHO, Luíza Figueiras *et al.* Síndrome de Irlen: um olhar atento sobre o funcionamento cerebral durante a leitura. *Acta Biomedica Brasiliensia*, vol. 6, n. 1, p. 35–44, jul. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301530481_Sindrome_de_Irlen_um_olhar_atendo_sobre_o_funcionamento_cerebral_durante_a_leitura>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[12] KELSEN, Hans. *Teoria pura do Direito*. 8. ed. Tradução de J. Batista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

[13] HESSE, Konrad. *A força normativa da Constituição*. Tradução de Gilmar Ferreira Mendes. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris, 1991.

[14] SOUSA, Filipe Venade de. *A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência no ordenamento jurídico português*: contributo para a compreensão do estatuto jusfundamental. Coimbra: Almedina, 2018.

[15] GAVIÃO, Juliana Venturella Nahas. A proibição de proteção deficiente. *Revista do Ministério Público do RS*, Porto Alegre, n. 61, mai./out. 2008, p. 93–111. Disponível em: <https://www.amprs.com.br/public/arquivos/revista_artigo/arquivo_1246460827.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[16] GERVASONI, Tamiris Alessandra; LEAL, Mônica Clarissa Hennig. O controle de políticas públicas pelo Judiciário com fundamento no princípio da proibição de proteção insuficiente. *Revista Jovens Pesquisadores*, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 3, p. 125–137, 2014.

[17] HONNETH, Axel. *Luta por reconhecimento: a gramática moral dos conflitos sociais*. 2. ed. Tradução de Luiz Repa. São Paulo: Editora 34, 2009.

[18] FARIAS, Guilherme Carneiro Leão. *Deficiência, reconhecimento e ações afirmativas: a definição do público-alvo no modelo de direitos humanos – a experiência brasileira*. 2021. 390f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Centro de Ciências Jurídicas e Políticas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

[19] GUIMARÃES, Márcia Reis. *Síndrome de Irlen*. Disponível em: <<http://fundacaoolhos.com.br/artigos/sindrome-de-irlen-dra-marcia-guimaraes/>>. Acesso em: 26/08/2020.

[20] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *CID-10: Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde*. 10. ed. São Paulo: Edusp, 2017, vol. 1.

[21] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Centro Colaborador para a Família de Classificações em Português (org.). *CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*. 1. ed. 2. reimp. atual. Tradução de Cassia Maria Buchalla (org.). São Paulo: Edusp, 2015. [22] DINIZ, Débora. *O que é deficiência?* Brasília: Brasiliense, 2007.

[23] IRLLEN, Helen. *Sports concussions and getting back in the game... of life*. San Bernardino: Irlen Institute, 2015.

[24] GRANDIN, Temple; PANEK, Richard. *O cérebro autista: pensando através do espectro*. Tradução 6. ed. de Cristina Cavalcanti. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2017.



[25] BRASIL. *Lei n. 12.764, de 27 de dezembro de 2012*. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei n. 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 28 dez. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[26] MATTOS, Paulo. *No mundo da lua: perguntas e respostas sobre transtorno de déficit de atenção com hiperatividade em crianças, adolescentes e adultos*. 16. ed. rev. atual. ampl. Rio de Janeiro: ABDA, 2015.

[27] AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2014.

[28] BRASIL. *Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 7 jul. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[29] CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. *Resolução n. 2.221, de 23 de novembro de 2018*. Homologa a Portaria CME n. 1/2018, que atualiza a relação de especialidades e áreas de atuação médicas aprovadas pela Comissão Mista de Especialidades. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 24 jan. 2019. Disponível em: <<https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2018/2221>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[30] CONSELHO FEDERAL DE PSICOLOGIA. *Resolução n. 13, de 14 de setembro de 2007*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 19 set. 2007. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/cfp/resolucao->

[administrativa-financeira-n-13-2007-institui-a-consolidacao-das-resolucoes-relativas-ao-titulo-profissional-de-especialista-em-psicologia-e-dispoe-sobre-normas-e-procedimentos-para-seu-registro?origin=instituicao&q=13%202007](http://atosoficiais.com.br/cfp/resolucao-administrativa-financeira-n-13-2007-institui-a-consolidacao-das-resolucoes-relativas-ao-titulo-profissional-de-especialista-em-psicologia-e-dispoe-sobre-normas-e-procedimentos-para-seu-registro?origin=instituicao&q=13%202007)>. Acesso em: 18 ago. 2021.

[31] BRASIL. *Lei n. 8.662, de 7 de junho de 1993*. Dispõe sobre a profissão de Assistente Social e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 8 jul. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8662.htm>. Acesso em: 18 ago. 2021.

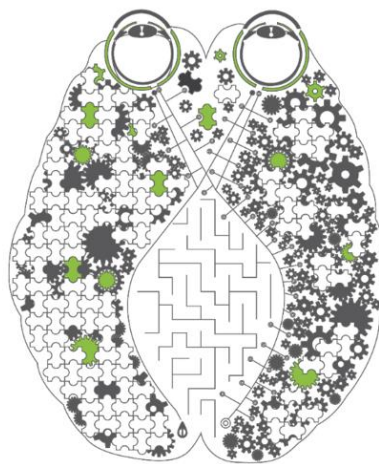
[32] IRLLEN, Helen. *Reading by the colors: overcoming dyslexia and other reading disabilities through the Irlen method*. 2. ed. rev. Nova York: Pedigree, 2005.

[33] LOPES, Valéria *et al.* Como o portador de estresse visual lê sob vibração de corpo inteiro? *5º Congresso Brasileiro de Neurociências da Visão*, Belo Horizonte, set. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Vilhena/publication/337590931_Como_o_portador_de_estresse_visual_le_sob_vibracao_de_corpo_inteiro/links/5ddf4b424585159aa44e59ba/Como-o-portador-de-estresse-visual-le-sob-vibracao-de-corpo-inteiro.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

[34] IRLLEN, Helen. *The Irlen revolution: a guide to changing your perception and your life*. Nova York: Square One Publishers, 2010.

Palavras-chave: Estresse visual. Deficiente. Políticas públicas. Convenção de Nova York. Tratado de Marraqueche.

TRABALHOS DA SEÇÃO 3: NEUROCIÊNCIAS DA VISÃO NA PESQUISA BÁSICA DE LABORATÓRIO



GANHADOR DO PRÊMIO MARCOS PINOTTI DE MELHOR TRABALHO

RESUMO

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CARACTERIZAR AS PROPRIEDADES DINÂMICAS DO REDIRECIONAMENTO DO OLHAR DURANTE PERÍODOS DE ESCANEAMENTO VISUAL

Cíntia Aparecida de Souza Garcia¹, Otávio Castro Mendonça^{2*}, Alice Timponi França Magalhães¹, Jerome Baron^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Farmacologia,

² Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil

³ Departamento de Fisiologia e Biofísica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

*Apresentador

e-mail: cintiabiog@gmail.com

Introdução: Para a grande maioria dos vertebrados, ver depende criticamente de movimentos sacádicos uma vez que a região da retina dotada de maior acuidade visual (e.g. fóvea) precisa ser rapidamente alinhada ao objeto de interesse contido na cena. Dependendo da espécie e da situação comportamental, esses movimentos sacádicos são executados de forma independente ou sinérgica pelo olho, a cabeça ou outras partes do corpo. Entretanto, na medida em que tais movimentos geralmente produzem uma degradação significativa de informação visual, decidir **quando** executá-los deve ser regido por um princípio filogeneticamente invariante de otimização custo-benefício. Logicamente, para poder progredir na investigação dessa questão é preciso comparar a estrutura temporal de sequências de movimentos sacádicos em diversas espécies de animais. Nessa perspectiva, apresentamos aqui um método analítico simples para mapear vários regimes em

séries temporais. Exemplificamos a utilidade deste método em dados experimentais obtidos em duas espécies de corujas. Nessas aves, sacadas de cabeça constituem o principal modo de exploração visual, uma vez que a mobilidade ocular é extremamente limitada.

Método: O método foi introduzido por [1] para caracterizar as propriedades dinâmicas de sistemas complexos intermitentes, como terremotos, expressão gênica, flutuação na bolsa de valores e troca de mensagens por emails. Esse método quantifica tais propriedades a partir de duas métricas distintas, porém complementares: (1) o índice de *burstiness* (**B**), uma medida equivalente a uma forma normalizada do coeficiente de variação dos intervalos inter-eventos (*IIE*) de uma série temporal (*ST*); (2) o coeficiente de *memória* (**M**), definido como o coeficiente linear de correlação (*Pearson*) entre *IIEs* consecutivos. Os valores de **B** e **M** variam

entre ± 1 . **B** ou **M** = - 1 indica um regime temporal completamente periódico. **B** = 1 indica uma forte dependência, de tipo intermitente, nos dados. **M** = 1 implica que longos *IIEs* tendem a seguir *IIEs* de mesmo tamanho. Quando ambos **B** e **M** = 0, os eventos da *ST* ocorrem com uma taxa média constante, mas são independentes uns dos outros (e.g. processo de Poisson estacionário). Valores de **B** e **M** de sacadas foram computados em 7 corujas buraqueiras (*Athene cunicularia*) e 4 corujas caburé (*Glaucidium brasilianum*). As aves foram filmadas durante 24 horas por duas câmeras de infravermelho (frequência de amostragem: 25 Hz) e o tempo de ocorrência de cada sacada foi registrado por meio do aplicativo BORIS (<https://boris.readthedocs.io>). Todos os procedimentos experimentais utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG (Licença nº 178/2017).

Resultados: Em todas sequências temporais analisadas, a distribuição dos *IIEs* teve um perfil geral de cauda longa, sugerindo um processo dinâmico intermitente, coerente com os valores positivos calculados para **B** e **M**. Nas corujas buraqueira e caburé, **B** = 0.42 ± 0.05 (média \pm desvio padrão) e 0.093 ± 0.048 , respectivamente.

Essa diferença foi significativa (teste *t* de *Student*, $p < 0.001$). Nas duas espécies, **M** se mostrou elevado, variando entre 0.64 e 0.84. O valor médio de **M** foi um pouco mais alto na coruja buraqueira (0.79 ± 0.023) que na coruja caburé (0.75 ± 0.017). Embora pequena, essa diferença mostrou ser significativa (teste *t* de *Student*, $p = 0.023$).

Conclusões: Usando o método proposto por [1], verificamos que a ordenação temporal de sacadas de cabeça em corujas não é nem periódico, nem aleatório, mas segue uma dinâmica intermitente propagada, essencialmente, por um forte efeito de memória de curto. O método se mostrou robusto e sensível a diferenças interespecies.

Referências:

[1] Goh, K.-I. & Barabási, A.-L. (2008) Burstiness and memory in complex systems. *Epl-europhys Lett* **81**, 48002.

Palavras-chave: Movimentos sacádicos, corujas, sistemas dinâmicos, coeficiente de *memória*, índice de *burstiness*.

Agência Financiadora: * recebeu uma bolsa de doutoramento do CNPq (nº do processo: 152664/2016-5).

RESUMO

**MODULAÇÃO ESPECTRAL DA RESPOSTA FOTOTÁTICA
DESENCADEADA POR DUAS VIAS NEURAIS PARALELAS NO CÉREBRO
DAS ABELHAS**

Amanda Rodrigues Vieira^{1,2}, Lívia Stemler¹, Jerome Baron¹, Theo Mota^{1,2}

¹ Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.

theomota@icb.ufmg.br

Introdução: A fototaxia positiva é uma orientação inata para a luz, sendo esta identificada em vários insetos. Nas abelhas, a resposta fototática está relacionada a comportamentos como sair da colmeia, escapar e navegar [1]. As abelhas possuem duas estruturas visuais distintas, sendo estas, olhos compostos e ocelos. Nos olhos compostos há três tipos de fotorreceptores, com picos de absorção em 345 nm (tipo S - faixa do UV), 435 nm (tipo M - faixa do azul) e 540 nm (tipo L - faixa do verde) [2]. Os ocelos possuem apenas dois tipos de fotorreceptores, com picos de absorção em ~ 355nm (tipo S) e 515 nm (tipo L) [3]. Embora o comportamento fototático em abelhas seja identificado para luzes de diferentes comprimentos de onda, nenhum estudo foi capaz de desvendar com precisão quais tipos de fotorreceptores estão envolvidos na modulação dessa resposta. Também não se conhece o papel das diferentes estruturas visuais e das vias neurais no processamento visuomotor subjacente à fototaxia. Neste trabalho, avaliamos como o comprimento de onda e a irradiância da luz, bem como fotorreceptores específicos presentes nos ocelos e olhos, modulam o comportamento fototático da abelha *Apis mellifera*.

Método: Para avaliar a modulação da resposta fototática por duas vias neurais paralelas, via ocelar e via ótica, abelhas *Apis mellifera* forrageadoras foram coletadas no apiário da Estação Ecológica da UFMG. Três grupos experimentais foram preparados: o primeiro teve os olhos

compostos ocluídos (grupo via ocelar); o segundo teve os ocelos ocluídos (grupo via ótica); o terceiro permaneceu com as estruturas visuais intactas (grupo controle). A oclusão foi realizada em estereomicroscópio, cobrindo a região com tinta acrílica preta fosca. Para registro da resposta fototática, utilizamos uma arena circular desenvolvida por Erber e colaboradores [4], apresentando LEDs monocromáticos em 12 posições. Foram registradas trajetórias de abelhas guiadas por fototaxia positiva no escuro em direção a luzes monocromáticas com picos de emissão em 355nm (UV), 440 nm (azul) e 525 nm (verde), correspondendo praticamente ao pico de absorção dos três fotorreceptores das abelhas (S, M e L). A intensidade luminosa dos LEDs foi calibrada por um espectralímetro de precisão, sendo cada luz monocromática apresentada em seis diferentes valores de irradiância. O experimento foi filmado com uma câmera infravermelho, e posteriormente, as trajetórias foram analisadas no programa Matlab, usando-se a extensão Zebtrack [5]. Os parâmetros avaliados nas trajetórias fototáticas foram distância percorrida e velocidade. A análise de variância de duas vias (two-way ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para comparar: a) as respostas de fototaxia entre diferentes comprimentos de onda (grupo verde, grupo azul e grupo UV) nos grupos controle, via ótica ou via ocelar; b) as respostas de fototaxia para um mesmo comprimento de onda (verde, azul ou UV) entre estes três grupos experimentais.

Resultados: Observamos que diferentes comprimentos de onda modulam de forma distinta a resposta de fototaxia positiva das abelhas. Além disso, ficou clara uma participação diferenciada dos ocelos e dos olhos compostos nesta modulação. Observamos que as abelhas dos três grupos experimentais apresentam uma resposta fototática mais forte quando expostas às luzes monocromáticas UV e verde, sugerindo que os fotorreceptores S e L possuem uma contribuição importante para esta resposta. Não houve diferença significativa nas respostas fototáticas observadas para distintas luzes em abelhas dos grupos via ótica ou controle, indicando uma predominância da via ótica sobre a via ocelar na modulação deste comportamento. Ao avaliarmos o papel da via ocelar na resposta de fototaxia, vemos que a abelha é capaz de se orientar apenas com entrada de luz nos ocelos para todas as luzes monocromáticas testadas, porém de forma bastante mais lenta e tortuosa que os demais grupos experimentais. As respostas mediadas pela luz azul na via ocelar foram claramente inferiores àquelas observadas para as luzes UV e verde, sendo interessante notar que a abelha não possui fotorreceptor para comprimentos de onda médio (M) nestas estruturas visuais.

Conclusões: Observamos que as abelhas apresentam uma resposta fototática mais forte ao UV e ao verde do que ao azul, sugerindo que os fotorreceptores S e L desempenham um papel mais importante que os fotorreceptores M neste comportamento. Abelhas com ocelos ou olhos compostos ocluídos foram capazes de se guiar por fototaxia positiva para todas as luzes monocromáticas testadas. No entanto, as trajetórias foram significativamente mais lentas e sinuosas em abelhas com os olhos compostos ocluídos, ou seja, cujas respostas foram mediadas apenas pela via ocelar. Além disso, as respostas ao UV e ao verde foram significativamente mais pronunciadas do que ao azul nas abelhas deste grupo, fato

este provavelmente relacionado à ausência de fotorreceptores do tipo M nos ocelos. Estudos futuros deverão combinar estes experimentos a outras metodologias neurofisiológicas e/ou farmacológicas para desvendar como as vias paralelas ótica e ocelar, e os neurônios específicos em cada uma destas vias, participam do processamento visuomotor envolvido na resposta fototática de abelhas.

Referências:

- [1] Menzel, R. (1979). Spectral sensitivity and color vision in invertebrates. In *Comparative physiology and evolution of vision in invertebrates* (pp. 503-580). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [2] Peitsch, D., Fietz, A., Hertel, H., de Souza, J., Ventura, D. F., & Menzel, R. (1992). The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. *Journal of Comparative Physiology A*, 170(1), 23-40.
- [3] Ogawa, Y., Ribi, W., Zeil, J., & Hemmi, J. M. (2017). Regional differences in the preferred e-vector orientation of honeybee ocellar photoreceptors. *Journal of Experimental Biology*, jeb-156109.
- [4] Erber, J., Hoormann, J., & Scheiner, R. (2006). Phototactic behaviour correlates with gustatory responsiveness in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Behavioural brain research*, 174(1), 174-180.
- [5] Pinheiro-da-Silva, Jaqueline, Steven Tran, and Ana Carolina Luchiari. "Sleep deprivation impairs cognitive performance in zebrafish: A matter of fact?" *Behavioural processes* 157 (2018): 656-663.

Palavras-chave: fototaxia positiva, olhos compostos, ocelos, comprimento de onda, irradiância, *Apis mellifera*

Agência Financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.



RESUMO EXPANDIDO

TEMPORAL HABIT, BODY SIZE AND THE ARCHITECTURE OF VISUAL ORGANS IN BEES

Priscila de Cássia Souza Araújo¹, Carolina de Almeida Caetano², Isabel Alves-dos-Santos³, Clemens Schlindwein⁴, Theo Mota⁵

¹ Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Laboratório Plebeia – Ecologia de Abelhas e da Polinização, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Brazil.

³ Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Rua Do Matão, Travessa 14, Cidade Universitária, São Paulo 00508-900, Brazil

⁴ Departamento de Botânica, Laboratório Plebeia – Ecologia de Abelhas e da Polinização, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, 31270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

⁵ Departamento de Fisiologia e Biofísica, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, 31270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

araujopri8@gmail.com, carolinadeacaetano@gmail.com, sabelha@usp.br, schlindw@gmail.com, themota12@gmail.com

Introduction: Although bees have apposition eyes, which are better suited to diurnal vision, some bees occupied the crepuscular niche [1]. This niche provides just a few photons that make vision less reliable during navigation and foraging [2]. So, to navigate in low light environment, crepuscular bees have adaptations in their visual system that allow increase their visual sensitivity to light, like large eyes, ocelli, and neurophysiological adaptations [3, 4, 5]. However, different of diurnal bees that the size of visual structures is strictly related to body size [6, 7, 8, 9], for the crepuscular bees, the relationship between optical features and body size is unclear. Studies indicate that the larger size of visual structures in relation to the body size is a result of selection pressures to explore low light environments [5]. On the other side, other work suggests for crepuscular bees there is a relationship between the size of eyes and ocelli with the body [10]. But it is still not clear whether the variations between the visual system of bees were influenced by temporal habitat and/or by body size.

Method: To understand whether and how the size of visual structures of different bee species is influenced by their temporal niche and/or their body size we evaluate the visual system of 11 bee species of two families, Colletidae and Halictidae. The bees selected have different body size (2 mm to 5 mm) and habits (diurnal and crepuscular). The structures available were the diameter of ocelli, eyes, facets (dorsal, frontal, ventral), and ommatidial density, Figure 1.

A Linear Mixed Model analysis (LMM) was used to test the hypothesis that the habit and body size influence in the size on visual structure. We used as response variables the diameter of the central ocellus; eye area; ommatidial density and diameter of dorsal, frontal and ventral facets. We used species as random variable, and the body size (intertegular distance) and habitat (diurnal or crepuscular) as fixed effects (predictor variable).



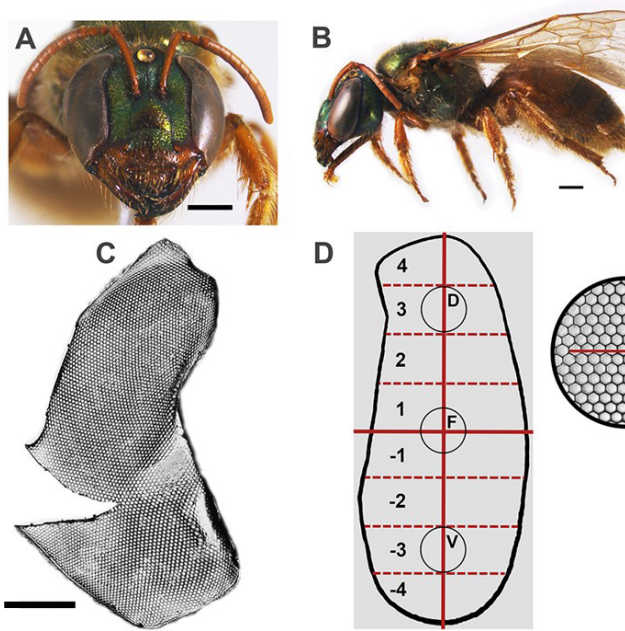


Figure 1. Morphometric analysis of the visual structures of *Megalopta aegis* (Halictida). a) Frontal view of the head showing the prominent central ocellus. We measured the diameter of this visual structure. b) Lateral view of the bee showing its left compound eye. We measured the overall area and produced a nail polish mold of this structure. c) Mold of the left eye, from which we counted the total number of ommatidia and measured the diameter of ommatidia in distinct eye regions. d) Coordinate system used to determine three circular areas in which we measured the diameter of ommatidia from the dorsal (D), frontal (F) and ventral (V) eye regions. After tracing the dorsoventral (vertical) and the anteroposterior (horizontal) long-axes of the eye (red solid lines), we divided the eye in eight sectors (from 4 to -4) along the dorsoventral axis (red dashed lines). Areas D, F and V were defined within sectors 3, 1/-1 and -3, according to the scheme. We then calculated the average diameter of 10 ommatidia (right inset, red line) in each of these areas. Scale bars = 1 mm in a and b; 0.5 mm in c and 70 μ m in d.

Results: In both crepuscular and diurnal bees, the diameter of the central ocellus and the eye area were significantly related to the body size (respectively, $F_{(1,27)} = 47.6, p < 0.001$; $F_{(1,27)} = 18.3, p < 0.001$) and the temporal

habit (respectively, $F_{(1,07)} = 35, p < 0.001$; $F_{(1,7)} = 9.47, p = 0.016$). More precisely, smaller bees have smaller ocelli and eyes, and the same trend is observed in larger bees. Also, crepuscular bees have larger ocelli and eyes than diurnal bees.

The average ommatidial density, calculated as the total number of ommatidia divided by the total eye area, was significantly related to the temporal habit ($F_{(1,12)} = 18.91, p < 0.001$), and to the body size ($F_{(1,17)} = 0.8, p = 0.01$). We also find a significant interaction between these two effects ($F_{\text{body size} \times \text{habit}(1,17)} = 4.79, p = 0.04$). The lower ommatidial densities found in the eyes of crepuscular bees in relation to diurnal bees indicates that their eyes invest more in sensitivity than in resolution. Moreover, while the ommatidial density was negatively related to body size in diurnal bees, these ommatidia did not vary with body size in crepuscular bees.

Morphometric analysis in distinct eye regions revealed that the diameters of dorsal ommatidia was significantly related to both body size ($F_{(1,17)} = 7.9, p = 0.01$), and temporal habit of bees ($F_{(1,8)} = 20, p = 0.002$). So, the diameters of dorsal ommatidia are positively associated with the bee size and, additionally, are higher in crepuscular bees than in diurnal bees. No significant interaction was found between the effect of the body size and the temporal habit on the diameter of dorsal ommatidia ($F_{\text{body size} \times \text{habit}(1,17)} = 0.16, p = 0.68$). Unlike dorsal ommatidia, we found not only a significant effect of the body size ($F_{(1,23)} = 24, p < 0.001$; $F_{(1,63)} = 17, p = 0.001$; respectively) and the temporal habit ($F_{(1,15)} = 64, p < 0.001$; $F_{(1,63)} = 29, p < 0.001$; respectively) on the diameter of frontal and ventral ommatidia, but also a significant interaction between these two effects ($F_{\text{body size} \times \text{habit}(1,23)} = 16, p < 0.001$; $F_{\text{body size} \times \text{habit}(1,63)} = 4.2, p = 0.045$, respectively). While the diameter of the frontal ommatidia was positively related to body size in diurnal bees, these ommatidia did not vary with body size in crepuscular bees.

Discussion: We found that the diameter of the central ocellus, as well as the diameter of the compound eye, is

directly proportional to body size in both crepuscular and diurnal bees. In addition, the ommatidial density is influenced by the habitat, and thus, the eyes of crepuscular bees invest in light sensitivity, but are limited in spatial resolution when compared to diurnal bees, like previously described in other insect groups [11, 12, 13]. On the other hand, the body size influences in different ways the ommatidial density of diurnal and crepuscular bees. While in diurnal bees, small bees have high ommatidial density and large bees have lower ommatidial density, in crepuscular bees regardless of body size, ommatidial density values are similar. The lower variability in ommatidial density in crepuscular bees is probably related to the evolution of an eye design that reflects an ideal threshold between light sensibility and visual acuity, which allow these bees to navigate and forage during twilight.

Since different regions of the bee compound eye display distinct functions and thus vary in their visual properties [3, 4, 5], we evaluated how the dorsal, frontal and ventral eye facets vary in crepuscular and diurnal bees. We found that facets from these three eye regions are larger in crepuscular bees than in diurnal bees. However, while the diameter of facets in the frontal eye region is directly proportional to the body size of diurnal bees, they tend to present equivalent values independent of the crepuscular bee sizes. For example, Halictidae bees (*Megalopta amoena*) with 2 mm of body size, have the same frontal facets diameter as Colletidae bees (*Zikanapis megalopta*) with 5 mm of body size. In general, we found that crepuscular bees of distinct sizes appear to have conserved large frontal facets, suggesting a pressure of the low light environment to select bees with enlarged frontal facets independent of their body sizes. In this case, the evolutionary changes to occupy the crepuscular niche is related to the ecological functions e.g., like looking for flowers, finding the nest, and allowed by morphological and probably physiological traits.

Conclusion: We show that in addition the size of visual structures of the bees being related to the habitat, they also

correlated with body size, except the ommatidial density and frontal ommatidia. Due to the importance of frontal region of the eyes, probably during the evolutionary transition of temporal niche, small crepuscular bees were selected, but with large frontal ommatidia.

Reference:

- [1] Wcislo, W. T., & Tierney, S. M. (2009). Behavioural environments and niche construction: the evolution of dim-light foraging in bees. *Biological Reviews*, 84(1), 19-37.
- [2] Warrant, E. J. (2017). The remarkable visual capacities of nocturnal insects: vision at the limits with small eyes and tiny brains. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1717), 20160063.
- [3] Warrant, E. J., Kelber, A., Gislén, A., Greiner, B., Ribi, W., & Wcislo, W. T. (2004). Nocturnal vision and landmark orientation in a tropical halictid bee. *Current Biology*, 14(15), 1309-1318.
- [4] Greiner, B., Ribi, W. A., & Warrant, E. J. (2004). Retinal and optical adaptations for nocturnal vision in the halictid bee *Megalopta genalis*. *Cell and tissue research*, 316(3), 377-390.
- [5] Greiner, B., Ribi, W. A., & Warrant, E. J. (2004). Retinal and optical adaptations for nocturnal vision in the halictid bee *Megalopta genalis*. *Cell and tissue research*, 316(3), 377-390.
- [6] Jander, U., & Jander, R. (2002). Allometry and resolution of bee eyes (Apoidea). *Arthropod Structure & Development*, 30(3), 179-193.
- [7] Kapustjanskij, A., Streinzer, M., Paulus, H. F., & Spaethe, J. (2007). Bigger is better: implications of body size for flight ability under different light conditions and the evolution of alloethism in bumblebees. *Functional Ecology*, 21(6), 1130-1136.
- [8] Spaethe, J., & Chittka, L. (2003). Interindividual variation of eye optics and single object resolution in bumblebees. *Journal of Experimental Biology*, 206(19), 3447-3453.
- [9] Streinzer, M., Huber, W., & Spaethe, J. (2016). Body



size limits dim-light foraging activity in stingless bees (Apidae: Meliponini). *Journal of Comparative Physiology A*, 202(9), 643-655.

[10] Kelber, A., Warrant, E. J., Pfaff, M., Wallén, R., Theobald, J. C., Wcislo, W. T., & Raguso, R. A. (2006). Light intensity limits foraging activity in nocturnal and crepuscular bees. *Behavioral Ecology*, 17(1), 63-72.

[11] Yilmaz, A., Aksoy, V., Camlitepe, Y., & Giurfa, M. (2014). Eye structure, activity rhythms, and visually-driven behavior are tuned to visual niche in ants. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 8, 205.

[12] Land, M. F. (1989). Variations in the structure and design of compound eyes. In *Facets of vision* (pp. 90-111). Springer, Berlin, Heidelberg.

[13] Cronin, T. W., Johnsen, S., Marshall, N. J., & Warrant, E. J. (2014). *Visual ecology*. Princeton University Press.

Keywords: crepuscular bees, compound eyes, ocelli, visual system.

Funding agency: CNPq, FAPEMIG.

TRABALHO COMPLETO

ESPECTRO DE AÇÃO DA SUPRESSÃO DE MELATONINA PELA LUZ: UM ESTUDO COMPARATIVO DAS MÉTRICAS DISPONÍVEIS

Prof.^a Dr.^a Lucia Helena Souza de Toledo^{1,2}, Prof. Dr. Jerome Baron^{1,2}, Prof. Dr. Theo Mota^{1,2}

¹ Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte

² Programa de Pós-Graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte

lhstoledo@ufmg.br

Introdução:

A melatonina é um hormônio secretado pela glândula pineal à noite e o tempo de secreção é controlado pelo núcleo supraquiasmático, o qual é nosso principal marca-passo circadiano central [1]. Este hormônio apresenta um padrão de secreção sensível à luminosidade com elevação no início da noite e queda no final dela. Sua produção é suprimida pela exposição à luz durante o dia ou também durante a noite. Estudos têm demonstrado que centenas de lux de luz ambiente à noite [2,3] são suficientes para a supressão da melatonina, acarretando efeitos negativos na saúde de muitas pessoas [4,5]. Esses efeitos se tornaram importantes com o advento da iluminação artificial, que trouxe grandes transformações sobre a sociedade e a forma como ela vive. O tema tem despertado grande interesse científico. Metodologias de espectroscopia de ação têm sido utilizadas para caracterizar a resposta circadiana em humanos, em função do comprimento de onda e da intensidade da luz.

A formulação de métricas para estimar essas respostas fisiológicas representa um avanço importante no tema. Adicionalmente, a inexistência de um modelo único validado para espectro de supressão da melatonina justificou o desenvolvimento dessa pesquisa. Seu objetivo geral é estudar métricas correlacionando propriedades físicas da luz e seus efeitos sobre a supressão da melatonina, levantando prejuízos ou benefícios à saúde e à produtividade humana. Como objetivos específicos incluem-se: 1) revisar e sintetizar os princípios neurofisiológicos envolvidos na supressão de melatonina pela luz; 2) apresentar e comparar os principais modelos matemáticos desenvolvidos até o momento para estimativa dos níveis de supressão da melatonina pela luz e, 3) demonstrar contextos nos quais as métricas de espectro de ação de supressão da melatonina podem ser aplicadas.

Método:

Esta pesquisa constitui-se uma revisão narrativa de estudos de métricas que correlacionam propriedades físicas da luz e seus efeitos sobre a supressão da melatonina. Foram identificados seis artigos principais que se propuseram a desenvolver e descrever os tipos de métricas citadas e um artigo que realizou uma comparação entre eles. Estes sete artigos foram selecionados baseados no impacto deles na área de estudo, medido por meio do número de citações, assim como no detalhamento e clareza das métricas propostas. A Tabela 1, a seguir, apresenta os métodos utilizados em cada um dos artigos estudados.

Tabela 1 – Métodos utilizados nos artigos estudados

Referência do artigo nesta pesquisa	Objetivo	Método utilizado
[6] - Brainard e colaboradores (2001)	Determinar experimentalmente o espectro de ação da supressão da melatonina pela luz, com vistas a explicar o sistema fotorreceptor ocular que regula glândula pineal humana.	Experimentos foram realizados com 72 voluntários (35 homens e 37 mulheres com média de idade entre 24,5 +/- 0,3 anos, saudáveis e com visão normal para cores) que foram submetidos a exposições de luz monocromática entre 2:00 e 3:00 horas da manhã, enquanto suas pupilas eram dilatadas. Amostras de sangue foram coletadas antes e depois da exposição à luz para quantificação da melatonina. Cada participante foi testado com ao menos sete valores diferentes de irradiancias de um comprimento de onda, com um mínimo de 1 semana entre cada exposição noturna.
[7] - Thapan e colaboradores (2001)	Determinar a sensibilidade espectral da supressão da melatonina para estabelecer seu espectro de ação.	Experimentos foram realizados com 22 voluntários (18 homens e quatro mulheres com idades entre 18 e 45 anos) que foram submetidos a 215 exposições (pulsos de 30 min no tempo circadiano) à luz monocromática de diferentes comprimentos de onda (λ_{max} 424, 456, 472, 496, 520 e 548 nm) e irradiancias (0,7-65,0 $\mu W cm^{-2}$) para quantificar a supressão da melatonina.
[8] - Gall e Bieske (2004)	Desenvolver uma métrica que descrevesse o efeito circadiano de diferentes tipos de fontes de luz, uma vez que a fotometria clássica não é adequada para descrever a luz sob o ponto de vista circadiano	A partir do fator de ação circadiano a_{cv} , assumido como um indicador da habilidade de uma fonte de luz de influenciar o relógio biológico humano, foram feitas medições desse fator por dois métodos: i) medidas realizadas por espectroradiômetros, ii) utilização de filtros para a adaptação de detectores de sensibilidades espectrais especiais (câmeras <i>LMK mobile</i> e <i>LMK color</i>).
[9] – Enezi e colaboradores (2011)	Apresentar uma métrica para determinar uma iluminância melanópica.	Estudo realizado com ratos transgênicos nascidos na Universidade de Manchester, nos quais foi feito acesso às células ipRGCs sem cones e bastonetes. Perfis de irradiancia espectral para todos os estímulos foram medidos entre 300 e 800 nm em W/m ² /nm usando um espectroradiômetro com difusor de cosseno.
[10] – Aubé e colaboradores (2013)	Avaliar o provável impacto de luzes artificiais sobre a fauna e a flora, a visibilidade das estrelas e a saúde humana, por meio de formulação de índices.	Estimativa, pelos autores, dos impactos de dispositivos luminosos considerando a distribuição espectral de potência (em inglês, <i>Spectral Power Distribution – SPD</i>). Foi utilizado o <i>LSPDD-Lamp SPD Database</i> e disponível <i>on-line</i> em http://galileo.graphyics.cegepsherbrooke.qc.ca/lpds/index.php?n=Site.LSData , o qual prevê informações sobre características espectrais de distintas lâmpadas comerciais.
[11] – Rea e Figueiro (2016)	Desenvolver uma argumentação para adoção da grandeza denominada estímulo circadiano como uma métrica para quantificar luz nos espaços arquiteturais	Avaliação dos estudos de Brainard e Thapan, com dados empíricos, para demonstrar que, nos espectros de ação obtidos por eles, há uma descontinuidade próxima ao comprimento de onda 505 nm, o qual corresponde à cor verde. A análise do espectro de supressão da melatonina nestes estudos mostrou que o canal de cores imediatamente anterior ao verde, o azul (<i>blue</i>) e imediatamente posterior, o amarelo (<i>yellow</i>), chamado de <i>blue-yellow</i> (b-y), define uma descontinuidade que tem papel importante na fototransdução circadiana humana. Os dados empíricos mostraram a impossibilidade da existência de um espectro de ação de supressão da melatonina noturna baseado em um único fotopigmento. Segundo os autores, resultados de experimentos eletrofisiológicos com vertebrados mostram que “enquanto axônios eferentes da ipRGC são a principal via de sinais de luz para o relógio central, dendritos aferentes recebem entradas indiretas da maioria dos bastonetes e cones distais”. Assim, um modelo completo de fototransdução circadiana humana deve contemplar: a) todos os fotorreceptores da retina; b) os mecanismos neurais de suporte; c) a anatomia e fisiologia conhecidas da retina e do cérebro; d) as interações neurais.

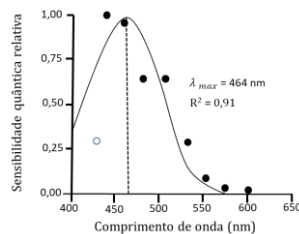
Fonte: Autores desta pesquisa, a partir dos artigos estudados [6,7,8,9,10,11]



Resultados: São apresentados, a seguir, os resultados obtidos nestes trabalhos, assim como as métricas por eles formuladas. No primeiro artigo pesquisado, Brainard e colaboradores (2001) obtiveram como resultado de seus estudos que, em seres humanos, o sistema fotorreceptor que fornece uma entrada para a glândula pineal, suprimindo a produção de melatonina, seria diferente daqueles para os sistemas clássicos de fotorreceptores (bastonetes e cones) da visão humana.

Durante os experimentos realizados, os participantes tiveram uma queda significativa nos níveis plasmáticos de melatonina, quando expostos, à noite, à uma irradiação de 31,8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ de luz monocromática em comprimento de onda de 420 nm. Esse resultado demonstrou a alta sensibilidade à luz azul, de noite, na supressão da melatonina. O gráfico da Figura 1 apresenta o espectro de ação de supressão da melatonina para os 72 participantes do experimento. Importante destacar que a curva sólida retrata o *template* melhor ajustado para os fotopigmentos retinaldeído da vitamina A₁, que prevê um absorvância espectral máxima de 464 nm. Verificou-se um forte coeficiente de correlação para o ajustamento do template desta opsina e os dados da supressão da melatonina ($R^2 = 0,91$).

Figura 1: Espectro de ação da supressão da melatonina



Fonte: Adaptado de Brainard e colaboradores (2001)

Legenda: Círculo aberto - representa a constante de meia saturação derivada dos dados obtidos com luz de 420 nm; círculos preenchidos – constantes de meia saturação de oito comprimentos de onda de 440 a 600 nm; curva sólida - melhor ajuste para template dos fotopigmentos do retinaldeído da Vitamina A₁, com uma absorvância espectral máxima de 464 nm.

Considerando o pico de sensibilidade espectral, os autores concluíram que a melanopsina localizada na retina humana era a mais provável reguladora dos níveis de melatonina. Os resultados revelaram, também, que o grupo de curvas de fluência-resposta simples (uma para cada comprimento de onda) foi ajustado para um modelo paramétrico no qual a resposta da melatonina (Y) para uma dose de fóton (X) é calculada pela Equação 1 descrita abaixo:

$$Y = \frac{A_1 - A_2}{1 + \left(\frac{X}{X_{50}}\right)^p} + A_2$$

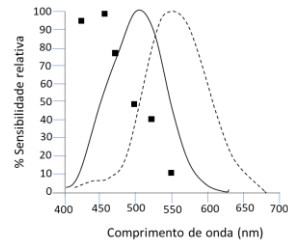
Equação 1: A₁ e A₂ correspondem a uma resposta teórica Y para uma energia fotônica nula (X=0) e infinita, respectivamente. X₅₀ é a energia fotônica que produz uma resposta entre A₁ e A₂ e p o parâmetro regulando a inclinação da curva entre A₁ e A₂.

Os resultados dos experimentos de Brainard e colaboradores identificaram que a porção do espectro entre 446-477 nm produz um efeito mais potente para regular a secreção da melatonina. A pesquisa de Brainard e colaboradores (2001) foi o estudo seminal para possibilitar o estudo da luz com objetivos terapêuticos e arquiteturas.

No segundo artigo estudado, de Thapan e colaboradores (2001), a existência na retina humana de um novo sistema de fototransdução diferente de cones e bastonetes foi demonstrada. Assim, um novo fotopigmento baseado em opsina de comprimento de onda curto mostrou ser o transdutor primário da supressão da melatonina e o responsável por respostas à luz não formadoras de imagem, como resetting de fase circadiana. Essa constatação foi obtida a partir das medições provenientes do experimento realizado, as quais possibilitaram a plotagem de espectro de ação para a melatonina fisiologicamente derivada (representado pelos quadradinhos pretos da Figura 2) que mostrou uma sensibilidade a

comprimentos de onda curtos muito diferentes dos apresentados pelas curvas, apresentadas também na Figura 2, dos sistemas visuais escotópico (bastonetes) e fotópico (cones), conforme funções de sensibilidade espectral escotópica ($V'(\lambda)$) e fotópica ($V(\lambda)$) adotadas pelo CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) em 1951 e 1924, respectivamente.

Figura 2: Espectro de ação da supressão de melatonina comparado às curvas de função de sensibilidade espectral escotópica e fotópica adotadas pelo CIE



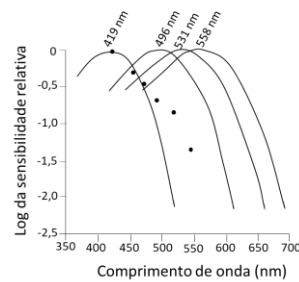
Fonte: Adaptado de Thapan e colaboradores (2001)

Legenda: Linha contínua (visão escotópica-bastonetes); linha pontilhada (visão fotópica-cones) e quadrinhos negros (supressão da melatonina)

Para obter uma curva que melhor se ajusta aos dados experimentais relativos à supressão da melatonina (quadrinhos pretos da Figura 2), Thapan e colaboradores utilizaram séries de nomogramas de Dartnall [12] geradas para opsinas hipotéticas. Como se pode ver na Figura 2, o melhor ajuste aconteceu para o comprimento de onda 459 nm (coeficiente de determinação $R^2 = 0,74$). Diferentemente, as curvas de sensibilidades da visão escotópica (bastonetes) e da visão fotópica (cones) atingiram valor máximo nos comprimentos de onda 505 nm e 555 nm, respectivamente. Este fato levou os pesquisadores à hipótese de que as células de bastonetes e cones não poderiam ser o principal sistema fotorreceptor envolvido na supressão da melatonina em humanos. Outra evidência desse fato foi observada por Thapan e colaboradores com a plotagem do espectro de ação para a supressão da melatonina corrigido com filtragem de lentes (curva de ajuste associada aos pontos pretos na Figura 3), em comparação com os espectros de absorção de cones e bastonetes elaborados por Dartnall e colaboradores [13], apresentados nas demais curvas da Figura 3: espectro de absorção dos cones sensíveis a comprimento de onda curto (S), com $\lambda_{\max}=419$ nm, espectro de absorção de bastonetes com $\lambda_{\max}=496$ nm, espectro de absorção dos cones sensíveis a comprimento de onda médio (M), com $\lambda_{\max}=531$ nm e espectro de absorção dos cones sensíveis a comprimento de onda longo (L), com $\lambda_{\max}=5518$ nm. Foi verificada falta de ajuste ($r^2 < 0,1$) o que implicou em forte evidência de que cones e bastonetes não poderiam estar sozinhos na resposta de supressão da melatonina.

Estes resultados suportaram a hipótese da existência de um novo fotopigmento de comprimento de onda curto envolvido na supressão da melatonina pela luz, diferente dos fotorreceptores cones e bastonetes. Outros resultados encontrados nos experimentos foram: 1) nos testes de exposições à luz (λ_{\max} 424, 456, 472, 496, 520 e 548 nm), as concentrações noturnas de melatonina foram suprimidas por luz monocromática de forma dependente da dose; 2) a supressão máxima de melatonina aconteceu 30-45 min após as luzes serem acesas; 3) todas as irradiâncias testadas foram superiores ao limiar para a visão e as mínimas requeridas para supressão da melatonina foram 1.9, 2.0, 1.8, 3.0, 7.0 e 7.2 $\mu\text{W cm}^{-2}$ para 424, 456, 472, 496, 520 e 548 nm, respectivamente; 4) para cada comprimento de onda, a supressão da melatonina aumentou com o aumento da irradiância.

Figura 3: Espectro de ação da supressão de melatonina comparado ao dos sistemas visuais escotópicas e fotópico



Fonte: Adaptado de Thapan e colaboradores (2001)

Legenda: curva de círculos negros (supressão da melatonina) e demais curvas relativas aos cones S (λ_{max}=419 nm), M (λ_{max}=531 nm), L (λ_{max}=551 nm) e bastonetes (λ_{max}=496 nm).

Para cada comprimento de onda, curvas de resposta à irradiância (IRC) foram construídas a partir da supressão média da melatonina para cada irradiância e ajustadas com curvas geradas conforme *SAS Institute, USA*, usando um modelo logístico de quatro parâmetros (Equação 2):

$$Y = \left(\frac{(a - c)}{\left(1 + \left(\frac{x}{b}\right)^d\right)} \right) + c$$

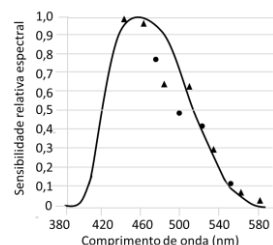
Equação 2: a = resposta quando a irradiância = 0, c = resposta quando a irradiância é máxima, b = resposta metade da máxima, d = inclinação da curva.

A curva que teve melhor ajuste ocorreu quando a=0, c=70 e d=1,5 (R² = 0,99).

Concluindo, cabe ressaltar que o artigo de Thapan e colaboradores, assim como o de Brainard e colaboradores representa uma pesquisa seminal, que serviu de referência para que outros estudos fossem realizados sobre o tema de supressão da melatonina.

No terceiro artigo analisado, Gall e Bieske (2004) partiram de um estudo anterior [14], onde foi feita a formulação da “função de ação circadiana” $c(\lambda)$, obtida diretamente de estudos experimentais prévios [6,7], conforme apresentado na Figura 4. Nota-se que a maior sensibilidade espectral ocorreu nas regiões de comprimentos de onda azul (440-485 nm) e violeta (380-440 nm).

Figura 4: Sensibilidade espectral relativa por comprimento de onda, com a função de ação circadiana $c(\lambda)$



Fonte: Adaptado de Gal e Bieske (2004)

Legenda: curva sólida (função $c(\lambda)$), triângulos (dados de Brainard e colaboradores (2001)), círculos (dados de Thapan e colaboradores (2001)).

A partir de $c(\lambda)$, Gall e Bieske definiram a “grandeza de radiação circadiana” (X_{ec}) conforme fórmula a seguir (Equação 3):

$$X_{ec} = K \int X_{e\lambda} c(\lambda) d\lambda$$

Equação 3: $K = 1$; $X_{e\lambda}$ = distribuição espectral do fluxo radiante.

Estudos anteriores [15] denominaram a razão das integrais da grandeza circadiana e da grandeza fotométrica de “fator de ação circadiana” (a_{cv}), formulado na Equação 4:

$$a_{cv} = \frac{\int X_{e\lambda} c(\lambda) d\lambda}{\int X_{e\lambda} v(\lambda) d\lambda}$$

Equação 4: $c(\lambda)$ = função de ação circadiana; $v(\lambda)$ = funções fotométricas; $X_{e\lambda}$ = distribuição espectral do fluxo radiante

Este fator de ação circadiana possibilita a comparação da ação de luzes com diferentes cores, sendo que a relação entre grandezas circadianas e grandezas fotométricas X_v (iluminância) é dada pela fórmula a seguir (Equação 5):

$$X_{ec} = \frac{a_{cv}}{K_m} X_v$$

Equação 5: K_m representa o valor máximo da eficiência espectral visual e é igual a 683 lm/W, mas quando se define o fluxo efetivo de uma dada radiação, aplica-se a constante K igual 1 e o valor do fluxo [8] se expressa em Watts

Os valores de a_{cv} podem ser medidos pelos métodos: (i) medida espectral e (ii) medida integral com detetores adaptados de $c(\lambda)$ [8]. No primeiro método, as medidas podem ser obtidas por espectro-radiômetros e o cálculo das grandezas é possível pelas três equações apresentadas acima. Já no segundo método, filtros são usados para a adaptação de detetores de sensibilidades espectrais especiais (câmeras LMK *mobile* e LMK *color*), que têm como resultado medições muito próximas de $c(\lambda)$. Ainda, a_{cv} é o meio pelo qual se podem obter grandezas circadianas a partir das grandezas fotométricas e é assumido como um indicador da habilidade de uma fonte de luz influenciar o relógio biológico dos humanos. Ele possibilita a comparação de luzes com diferentes cores.

É possível, também, obter valores de a_{cv} a partir da temperatura da cor correlacionada (CCT - *Correlated Colour Temperature*) e calcular valores de a_{cv} para distintas fontes de luz, incluindo fontes naturais, como de lâmpadas de diversos tipos. Para Gall e Bieske (2004), os efeitos circadianos são provocados não somente pelos valores de a_{cv} e iluminância na área de trabalho, mas também pela radiação efetiva absorvida pelos olhos. Para os autores, essas grandezas são influenciadas pelo comportamento da reflectância do ambiente. Segundo seus experimentos, irradiâncias de eficiência na modulação circadiana ocorrem na faixa entre 0,06 W/m² e 0,24 W/m². Gall e Bieske (2004) concluíram com seus estudos que: 1) com a função de ação circadiana $c(\lambda)$, é possível determinar o efeito de diferentes tipos de fontes de luz; 2) o fator de ação circadiano a_{cv} é capaz de descrever estes efeitos; 3) estas grandezas possibilitam investigar os efeitos dos sistemas de iluminação; 4) a medição do fator de ação circadiano a_{cv} para lâmpadas, luminárias e sistemas de iluminação será essencial para melhorar a influência da luz no sistema circadiano humano.

No quarto artigo pesquisado, Enezi e colaboradores (2011) enfatizaram que a sensibilidade espectral da fototransdução da melanopsina tem sido estudada em várias espécies. Estes estudos têm sido feitos por meio da comparação das respostas a uma faixa de estímulos monocromáticos produzindo espectros de ação resultantes coincidentes com o perfil previsto (nomograma) de fotopigmento baseado numa opsina acoplada à vitamina A, com um pico de sensibilidade (λ_{max}) em torno de 480 nm. Os autores utilizaram esta função espectral para prever a sensibilidade da melanopsina para um amplo

espectro de luzes, incluindo a luz branca. Determinaram, empiricamente, se a potência ótica ponderada (para cada comprimento de onda conforme o nomograma de pico em 480 nm) poderia prever a sensibilidade da melatonina para uma variedade de estímulos policromáticos. Os dados obtidos sugeriram que o nomograma 480 nm poderia ser empregado como a base para uma nova medida fotométrica de intensidade de luz (que eles chamaram de “melanópica”) relevante para a fotorrecepção da melanopsina. A descoberta das células fotorreceptoras ganglionares da retina, que expressam melanopsina, se apresentou como um novo desafio nas métricas de iluminância. Assim, Enezi e colaboradores (2011) consideraram relevante o desenvolvimento de uma unidade de medida fotométrica para a melanopsina. A unidade de medida fotométrica mais utilizada pelos pesquisadores circadianos é o lux ou lux fótopico, que quantifica a iluminância, a potência total da luz que cai numa superfície detetora de qualquer direção e é percebida por um observador humano padrão, conforme a Equação 6:

$$P\phi = 683 \int P(\lambda)V(\lambda)d\lambda$$

Equação 6: $P\Phi$ é iluminância em lux, $P(\lambda)$ é a potência espectral (irradiância) em $W/m^2/nm$, $V(\lambda)$ é a função de sensibilidade espectral fótopica (descreve a sensibilidade espectral da visão humana baseada no cone).

Para Enezi e colaboradores, seria vantajoso se houvesse uma unidade de medida fotométrica que fosse apropriada para a melanopsina. Assim, eles desenvolveram um método de estudo destes fotorreceptores *in vivo*, sem a influência de cones e bastonetes e utilizaram os perfis obtidos nos seus métodos para calcular a iluminância fótopica, usando uma função do CIE, de acordo com a Equação 7:

$$\phi = 5,03 \times 10^{15} \int P(\lambda) \cdot \lambda d\lambda$$

Equação 7: P é a potência espectral em $W/cm^2/s$ e λ é o comprimento de onda em nm.

A iluminância melanópica ($M\Phi$) foi calculada (Equação 8) usando uma versão modificada da equação da potência anteriormente apresentada como Equação 6:

$$M\phi = 4557 \int P(\lambda) \cdot V^z(\lambda)d\lambda$$

Equação 8: $V^z(\lambda)$ é a função de eficiência espectral melanópica proposta, com $\lambda_{max} = 480nm$ (a função está disponível *on-line*¹). A constante 4557 assegura que, para irradiância a 555 nm, 1 lux melanópico = 1 lux fótopico para um observador humano padrão. Isso se baseia na abordagem usada para relacionar lux escotópico e fótopico.

A iluminância melanópica compreende o perfil de sensibilidade espectral previsto da melanopsina, expresso em relação à potência ótica em vez de fluxo de fóton. $V^z(\lambda)$ foi proposta a partir de dados obtidos em experimentos realizados com camundongos geneticamente modificados sem cones e bastonetes. Considerando a constatação em vários estudos de que não há grande variação entre distintas espécies de animais na sensibilidade espectral da melanopsina, investigaram se $V^z(\lambda)$ poderia ser aplicada a humanos. Uma versão humana putativa de $V^z(\lambda)$ foi gerada, desenvolvendo a equação já apresentada acima de $M\phi$, tendo uma validade similar como à da função $V(\lambda)$. Foi apontado que a baixa sensibilidade da fototransdução da melanopsina acarreta que medidas de luz em unidades melanópicas não são apropriadas sob condições de luz baixa, de acordo com experimentos com os ratos sem cones e sem bastonetes. Para irradiâncias mais altas, a faixa de sensibilidade da melanopsina é mais complexa, uma vez que os cones continuam sensíveis sob iluminação brilhante. Nos humanos, nos quais a visão do cone é espectralmente diferente do da melanopsina, existe a hipótese de que cones poderiam influenciar a sensibilidade espectral das respostas das células mRGC (células gânglio retinais que expressam melanopsina). Estes efeitos apresentam uma justificativa plausível para falhas na previsão de várias luzes policromáticas na supressão da melatonina e

¹ (<http://lucasgroup.lab.ls.manchester.ac.uk/research/measuringmelanopicilluminance/>)

outras respostas biológicas nos humanos. Além disso, a descoberta de que alguns neurônios dentro do cérebro respondem à melanopsina, mas não à ativação de cones, confirma que o processamento central pode reduzir a influência do cérebro para algumas respostas. Segundo os autores, o emprego de quantidades melanópicas é importante para reconhecer que elas provêm um método de prever fotoativação da melanopsina, melhor que a magnitude de comportamentos particulares ou respostas fisiológicas relativas às células mRGC. Concluindo, os autores afirmam que a metodologia de $V^z(\lambda)$ provê um avanço sobre abordagens aceitas para quantificar luz em cronobiologia e indústria de iluminação.

Aubé e colaboradores (2013), autores do quinto artigo estudado, estimaram os impactos de dispositivos luminosos considerando o SPD (*Spectral Power Distribution*, em português, distribuição espectral de potência). Segundo eles, características espectrais específicas podem ser prejudiciais à noite e benéficas durante o dia, ou vice-versa. Por exemplo, durante a noite, a lâmpada haleto de metal rico em azul pode ser problemática para a saúde humana, mas durante o dia, pode ser apropriada para algumas terapias com luz. Os autores propuseram, entre outros, um índice para, de forma rápida, calcular o potencial impacto dos dispositivos luminosos na supressão da melatonina, para servir como novo padrão na indústria de iluminação e na produção de novas tecnologias nesta área: o MSI (*Melatonin Suppression Index*, em português, Índice de Supressão de Melatonina). Este índice foi formulado pelos autores como sendo o da fórmula abaixo (Equação 9) e apresenta valores entre 0 a ~1.

$$MSI = \frac{\int_{380\text{ nm}}^{730\text{ nm}} \phi_{n(\text{lamp})}(r, \lambda) M(\lambda) d\lambda}{\int_{380\text{ nm}}^{730\text{ nm}} \phi_{n(\text{D65})}(r, \lambda) M(\lambda) d\lambda}$$

Equação 9: $\Phi_{n(\text{lamp})}$ é o SPD (distribuição espectral de potência) da lâmpada; $\Phi_{n(\text{D65})}$ é o SPD do iluminante padrão CIE D65 (foi escolhido pelos autores porque ele é proximoamente relacionado aos três processos biológicos estudados) e corresponde ao sol do meio-dia no Oeste/Norte da Europa com CCT 6500 K; r = *particle radius* = $1,608 \times 10^{-55}$ m; λ = comprimento de onda; M = função peso, que é a sensibilidade espectral da supressão de melatonina.

Segundo os autores, o MSI pode ser facilmente calculado com a ajuda de uma planilha², caso se tenha um arquivo de SPD disponível. Este índice foi utilizado pelos autores para comparar diferentes tecnologias em termos de seus impactos espectrais, como mostrado na Tabela 2. Ela apresenta as características fotométricas de lâmpadas, incluindo CCT (Temperatura Correlacionada da Cor), CRI (Índice de Renderização de Cores) e MSI (Índice de Supressão da Melatonina).

Um exemplo prático simples que se pode apresentar a partir do índice proposto é que, observando-se os dados da Tabela 2 e tomando-se como referência a lâmpada HPS com MSI=0,118, nota-se que os dispositivos LPS, *Nichia* Âmbar, *Lumiled* PC Âmbar e LED 2700 K *Filtered* têm impacto potencial baixo na supressão da melatonina. Portanto, estas lâmpadas deveriam ser utilizadas para iluminação noturna para diminuir o potencial impacto da iluminação artificial na saúde humana, segundo Aubé e colaboradores (2014). No entanto, eles ressaltam que o MSI não deve ser considerado, isoladamente, numa avaliação do impacto da utilização de uma lâmpada. Por exemplo, uma lâmpada com baixo MSI (conteúdo relativamente baixo de azul) pode impactar de forma importante a supressão da melatonina sempre que sua iluminância for tão alta que o fluxo absoluto de azul se torna elevado. Os autores explicam que uma avaliação global pode ser conseguida multiplicando-se o MSI pela iluminância da fonte luminosa de interesse.

² Disponível gratuitamente em: <http://galileo.graphyics.cegepsheerbrook.qc.ca/lpds/index.php?n=Site.Products>

Tabela 2 – Características fotométricas de lâmpadas sob luz direta

Tipo de Lâmpada	Coordenadas de cromaticidade		Características fotométricas		
	X	y	CCT	CRI	MSI
LPS (Lâmpada de sódio de baixa pressão)	0,58	0,42	1720	247	0,017
HPS (Lâmpada de sódio de alta pressão)	0,53	0,42	2010	19	0,118
Metal Halide	0,36	0,38	4500	48	0,624
Halógena	0,43	0,42	3200	92	0,377
Incandescente	0,48	0,43	2600	93	0,255
Fluorescente T8 branca fria	0,40	0,39	3730	82	0,435
LED 5000 K	0,36	0,36	4440	61	0,542
Philips LED 4000 K	0,38	0,39	4100	63	0,452
LED 2700 K	0,44	0,39	2760	37	0,285
Nichia Ambar	0,57	0,42	1720	47	0,043
Lumiled PC Ambar	0,57	0,42	1720	36	0,046
LED 5000 K Filtered	0,47	0,46	2910	55	0,172
LED 2700 K Filtered	0,52	0,45	2260	34	0,077
CIE D65	0,31	0,33	6504	100	1,000

Fonte: Adaptado de Aubé e colaboradores 2014

Legenda: CCT é a Temperatura Correlacionada da Cor,

CRI é o Índice de Renderização da Cor e MSI é o Índice de Supressão da Melatonina.

No sexto artigo estudado, de Rea e Figueiro (2016), foi discutido que dados empíricos de estudos anteriores [15,16] excluem qualquer espectro de ação de supressão da melatonina noturna baseado num fotopigmento único. Segundo os autores, resultados de experimentos eletrofisiológicos com vertebrados mostram que “enquanto axônios eferentes da ipRGC são a principal via de sinais de luz para o relógio central, dendritos aferentes recebem entradas indiretas da maioria dos bastonetes e cones distais”. Assim, para os autores, um modelo completo de fototransdução circadiana humana deve contemplar: 1) todos os fotorreceptores da retina; 2) os mecanismos neurais de suporte; 3) a anatomia e fisiologia conhecidas da retina e do cérebro; 4) as interações neurais. Tendo como base essas diretrizes, no artigo estudado, os autores formularam um novo modelo matemático da sensibilidade espectral do sistema circadiano humano (Equação 10):

$$CL_A = \begin{cases} 1548 \left[\int Mc_\lambda E_\lambda d\lambda + \left(a_{b-y} \left(\int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda \right) - a_{rod} \left(1 - e^{-\frac{\int V'_\lambda E_\lambda d\lambda}{RodSat}} \right) \right) \right] \\ \text{if } \int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda > 0 \\ 1548 \int Mc_\lambda E_\lambda d\lambda \text{ if } \int \frac{S_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda - k \int \frac{V_\lambda}{mp_\lambda} E_\lambda d\lambda \leq 0 \end{cases}$$

Equação 10 : CL_A =Luz Circadiana, a constante 1548 determina a normalização de CL_A para que radiação do corpo negro de 2856 K a 1000 lux tenha um valor de CL_A de 1000; E_λ =distribuição de irradiância espectral da fonte de luz; Mc_λ =melanopsina (corrigida para transmitância de lentes cristalinas);

S_λ =cone S fundamental; mp_λ =transmitância de pigmento macular; V_λ = função da eficiência luminosa fotópica; V'_λ =função da eficiência luminosa escotópica; RodSat= Constante de meia saturação para branqueamento dos bastonetes = 6.5 W/m²; parâmetros (representam as interações entre os tipos de receptores), sendo k = 0,2616, a_{b-y} (define a magnitude e limiar da resposta do canal oponente b-y (blue-yellow)) = 0,700; a_{rod} (define a magnitude e limiar da resposta dos bastonetes)=3,300.

No cálculo de CL_A , todos os fotopigmentos contribuem para o cálculo da sensibilidade espectral circadiana humana. Assim sendo, a métrica contempla: 1) o controle dos bastonetes sobre a sensibilidade absoluta das contribuições dos cones para o modelo; 2) os limites das respostas dos cones à luz, processamento dos limites das respostas dos cones à luz, por meio de mecanismo de oponência espectral azul versus amarelo (blue versus yellow: b-y); 3) a diferença entre a resposta do cone S e



a soma das respostas dos cones L e M representando o mecanismo b-y; 4) se a distribuição espectral de potência da fonte de luz causar um sinal “azul” ($b-y > 0$), a saída do mecanismo b-y será acionada à resposta dos ipRGCs, mas nenhuma resposta é somada à do ipRGC se a distribuição espectral de potência da fonte de luz causar o sinal “yellow” ($b-y < 0$), ou não gera resposta se causar sinal verde “green” ($b-y = 0$). Para as duas últimas condições, a sensibilidade espectral do sistema é definida somente pela melanopsina. Assim, a métrica chamada Estímulo Circadiano (CS) foi concebida para estimar a efetividade do estímulo da luz na retina para modulação do sistema circadiano humano (Equação 11).

$$CS = 0,7 - \frac{0,7}{1 + \left(\frac{CL_A}{355,7}\right)^{1,1026}}$$

Equação 11: CS é proporcional ao percentual de supressão da melatonina noturna e ao $\log_{10} CL_A$

A partir das métricas propostas, os autores discutem duas abordagens para adotar métricas para especificar luz circadiana efetiva para iluminação arquitetural. A primeira abordagem seria fazer recomendações de iluminação com base na função de eficiência luminosa fotópica convencional (V_λ). Para os autores, para se fazer recomendações circadianas efetivas, deveria ser aplicada “correção” nas métricas fotópicas convencionais para se levar em conta a tendência de comprimento de onda longo de V_λ . Haveria necessidade da adoção de uma função de eficiência luminosa melhor que V_λ , que fosse representativa do espectro de sensibilidade do sistema circadiano humano. Isso viabilizaria uma estimativa mais precisa do impacto do espectro da lâmpada e da intensidade luminosa na modulação do sistema circadiano. Os autores citam a tentativa de Gall e Bieske [8], já apresentada nesta revisão, apontando que a função proposta não levou em consideração a neuroanatomia, a neurofisiologia e as características mais específicas do sistema circadiano em diferentes níveis. Outra tentativa referenciada foi a de Bellia e Seraceni [16], que propuseram o uso da melanopsina como uma função de eficiência luminosa. Contudo, como já apontado por Rea e Figueiro, uma função baseada num único fotopigmento não parece ser razoável. A segunda abordagem seria “abraçar a métrica CS”. Segundo eles, ela é a mais precisa até o momento, e a única abordagem já validada para se caracterizar como um estímulo de luz gera supressão de melatonina humana. Embora a métrica CS seja baseada num método de cálculo não-linear, segundo seus criadores, isso não é problema, pois: 1) uma planilha está publicamente disponível (<http://www.lrc.rpi.edu/programs/lightHealth/index.asp>); 2) espectro-radiômetros portáteis e softwares hoje disponíveis tornam a medição de CS tão fácil quanto medir iluminância fotópica. Os pesquisadores apontam que a métrica CS tem sido utilizada com sucesso para quantificar intervenções na luz em estudos de laboratório com estímulos luminosos [16] como também em estudos sobre a iluminação de submarinos [17], facilidades para pessoas com a doença de Alzheimer [18] e escritórios [19]. Nas aplicações em saúde, CS pode ser preditivo de alguns resultados clínicos relevantes, como: 1) alinhamento de ritmos de melatonina com eventos do sono [17], reduções na depressão e agitação nas pessoas com doença de Alzheimer [18] e melhor qualidade de sono à noite para pessoas que trabalham em escritórios durante o dia [19].

Discussão: Foram discutidas, neste trabalho, diferentes métricas, sem comparação dos resultados, por indisponibilidade de bases de dados e *software* para o seu processamento. Contudo, um dos artigos pesquisados [20] comparou as mesmas métricas para avaliar os efeitos circadianos de fontes reais de luz real (lâmpadas típicas), utilizando espectros de ação e planilhas para calcular as diferentes medidas referentes a lâmpadas típicas. O fato mostrou a dificuldade de se ter uma métrica universalmente aceita. O estudo comparou as métricas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Métricas comparadas no artigo de Lowry (2018)

Métrica	Autores e referências
Fator de ação circadiana (a_{cv})	Gall e Bieske (2004) [8]
Temperatura correlata da cor (CCT)	Gall e Bieske (2004) [8]
Eficiência espectral melanópica ($V_z(\lambda)$)	Enezi e colaboradores (2011) [9]
Índice de supressão da melatonina (MSI)	Aubé e colaboradores (2013) [10]
Luz Circadiana (CL_A)	Rea e Figueiro, 2018 [11]

Fonte: Autores desta pesquisa

Conforme destacado por Lowry (2018), a maioria das medidas dos efeitos circadianos realizadas, até o momento, usaram a supressão da melatonina noturna como marcador. Os primeiros dados obtidos foram baseados em fontes de luz monocromática e mostraram que a supressão da melatonina era dependente do comprimento de onda [6,7], motivando pesquisadores a estimarem um espectro de ação para lidar com fontes convencionais policromáticas, irradiando múltiplos comprimentos de onda. Cada modelo foi baseado na sensibilidade relativa da resposta circadiana a diferentes comprimentos de onda (λ), portanto, as formulações foram feitas como uma função do comprimento de onda. Os modelos propostos também levaram em conta a distribuição espectral de potência l (SPD), geralmente quantificada através de cálculos fotométricos de fluxo luminoso e iluminância. A comparação realizada por Lowry levou em consideração o potencial de modulação circadiana de diferentes lâmpadas com a mesma iluminância e utilizou cálculos relativos à quantidade fotométrica, fluxo ou iluminância na seguinte fórmula (Equação 12):

$$\text{Fator de conversão} = K \frac{\int_{\lambda} P(\lambda) C(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} P(\lambda) v(\lambda) d\lambda}$$

Equação 12: $P(\lambda)$ é a potência espectral (irradiância) em $W/m^2/nm$; $V(\lambda)$ é a função de sensibilidade espectral fotópica; $C(\lambda)$ é a sensibilidade relativa da resposta circadiana a diferentes comprimentos de onda e K é uma constante de escala.

O interesse de Lowry era verificar se importa qual métrica usar para comparar o potencial circadiano de lâmpadas diferentes, provendo a mesma iluminância. Os resultados obtidos para cada métrica avaliada com diferentes fontes luminosas são mostrados na Tabela 4. Lowry classificou a tabela pelo CCT e pode-se ver que as demais medidas têm uma correlação com CCT, mas não suficiente para manter esta classificação. Isso sugere que o CCT seria um indicador pobre para o efeito circadiano relativo. Além disso, pode-se verificar também que com exceção do CL, as outras métricas seguem uma tendência similar.

Tabela 4 – Valores das métricas calculadas utilizando a equação 11

Tipos de lâmpada	Métricas				
	CCT(K)	WELL ³ (V ^z (λ))	MSI	a _{cv}	CL per lux
Fluorescente	2700	0.36	0.28	0.26	0.60
led	2700	0.43	0.30	0.31	0.79
incandescente	2700	0.47	0.30	0.31	0.85
fluorescente	2900	0.46	0.34	0.35	0.84
led	3000	0.42	0.28	0.29	0.77
incandescente	3000	0.49	0.32	0.33	0.89
led	3500	0.44	0.32	0.33	0.81
fluorescente	4000	0.56	0.43	0.45	0.98
led	4000	0.68	0.50	0.54	0.66
fluorescente	5000	0.73	0.65	0.65	0.77
led	5896	0.75	0.70	0.72	1.12

Fonte: Adaptada de Lowry (2018)

Para avaliar melhor o nível de concordância na classificação das lâmpadas para efeito circadiano, Lowry calculou o coeficiente de correlação de classificação de Spearmann, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação de classificação de Spearmann para todas as lâmpadas

Métrica	CCT(K)	WELL (V ^z (λ))	MSI	a _{cv}	CL per lux
CCT(K)	1,00				
WELL (V ^z (λ))	0,88	1,00			
MSI	0,93	0,96	1,00		
a _{cv}	0,92	0,95	0,99	1,00	
CL per lux	0,30	0,40	0,40	0,46	1,00

Fonte: Adaptada de Lowry (2018)

Como pode ser visto na Tabela 5, existe uma concordância pobre entre a métrica CL e as demais. Como WELL, MSI e a_{cv} possuem uma concordância próxima e assim faria pouca diferença em utilizar uma delas para fazer a seleção da lâmpada. Na visão de Lowry, as decisões mais significativas ficariam entre as medidas baseadas no espectro de ação WELL e CL, levando a decisões diferentes. Para ele, a escolha da métrica importa e depende do tipo da lâmpada. Para as fluorescentes, o acordo entre as métricas é melhor, assim elas poderiam ser classificadas pelo CCT, por ser mais fácil sua derivação. Para lâmpadas LED, a classificação é mais incerta. Até que haja evidências mais robustas para os efeitos circadianos durante o dia, não somente para a supressão da melatonina noturna, não é possível identificar uma métrica como superior.

Conclusões: Várias métricas para estimativa do impacto da luz na função circadiana foram apresentadas neste trabalho de revisão. É consenso entre vários outros pesquisadores que ainda não existe uma métrica que seja universalmente aceita. Contudo, as pesquisas têm crescido nos últimos anos e o tema se constitui em um importante campo de estudo. A existência de métricas confiáveis e aceitas pela academia, fabricantes e profissionais de arquitetura e saúde, mostra-se de fundamental importância. Portanto a pesquisa neste campo deve continuar. Além disso, a função das células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis da retina humana (ipRGCs) ainda não está totalmente entendida. Os efeitos da estimulação dos ipRGCs contemplam arrastamento circadiano, aumento do estado de alerta e atividade, determinação do início do sono e modulação

³ WELL Building Standard adotou a abordagem da função sensibilidade melanópica - V^z (λ), com dados escalonados de forma que os valores sejam idênticos à definição padrão de lux para um espectro de luz de energia perfeitamente uniforme, ou seja, CIE Iluminante padrão E, por isso Lowry utiliza a nomenclatura para se referir à métrica da sensibilidade melanópica.

da cognição. Entender como a luz pode impactar a saúde humana nestes aspectos é de extrema importância e sem dúvidas será tema de estudos futuros. O presente trabalho espera ter contribuído para uma apreciação geral das métricas propostas, inicialmente, para estudo do impacto da luz na função da melatonina. Acreditamos que compilar e analisar estas informações pode ser de grande utilidade para que pesquisadores e demais profissionais interessados explorem as possibilidades de se estimar o impacto de diferentes condições de iluminação na modulação de funções circadianas e outras relacionadas à NIF. Aplicadas a diferentes contextos, estas análises poderiam trazer mudanças importantes e favoráveis à saúde humana em projetos de iluminação em diversos tipos de ambiente, produção de lentes oftálmicas, telas, filtros, películas e dispositivos óticos em geral.

Referências:

- [1] Higuchi S, Nagafuchi Y, Lee S, Harada T. Influence of Light at Night on Melatonin Suppression in Children. *J Clin Endocrinol Metab*, September 2014, 99(9):3298–3303.
- [2] Gooley JJ, Chamberlain K, Smith KA, et al. Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96:E463–E472.
- [3] Zeitzer JM, Dijk DJ, Kronauer R, Brown E, Czeisler C. Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. *J Physiol*. 2000; 526:695–702.
- [4] Stevens RG. Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence. *Int J Epidemiol*. 2009;38:963–970.
- [5] Navara KJ, Nelson RJ. The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J Pineal Res*. 2007; 43:215–224.
- [6] Brainard G C, John P. Hanifin J P, Greeson J M, Byrne B, Glickman G, Gerner E, Mark D. Rollag. Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*. 2001, 21(16):6405–6412.
- [7] Thapan K, Arendt J e Skene D. An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *Journal of Physiology (2001)*, 535.1, pp. 261-267.
- [8] Gall D, Bieske K, Definition and measurement of circadian radiometric quantities, *Light and health-non-visual effects: proceedings of the CIE symposium'04, Vienna, Austria, 30 September-2 October 2004*.
- [9] Figueiro MG, Rea MS. Office lighting and personal light exposures in two seasons: impact on sleep and mood. *Lighting Research and Technology* 2016; 48: 352–364.
- [10] Aubé M, Roby J, Kocifaj M, Evaluating Potential Spectral Impacts of Various Artificial Lights on Melatonin Suppression, Photosynthesis, and Star Visibility. *PLOS ONE | www.plosone.org*. 2013; Volume 8; Issue 7; e67798.
- [11] Rea MS and Figueiro MG (2018) Light as a circadian stimulus for architectural lighting. *Light Res Technol* 50:497-510.
- [12] Dartnall HJA. The interpretation of spectral Sensitivity Curves. *Brit. Med. Bull*, 1953.
- [13] Dartnall HJA, Bowmaker JKR and Mollon JD. Human Visual Pigments: Microspectrophotometric Results from The Eyes of Seen Persons. *Proceedings of the Royal Society B220*, 115-130, 1983.
- [14] GALL, D., Circadiane Lichtgrößen und deren messtechnische Ermittlung. *Licht* 54, 1292 – 1297, 2002.
- [15] Rea MS, Figueiro MG, Bullough JD, Bierman A. A model of phototransduction by the human circadian system. *Brain Research Reviews* 2005; 50: 213–228.
- [16] Bellia L, Seraceni M. A proposal for a simplified model to evaluate the circadian effects of light sources. *Lighting Research and Technology* 2014;46:493–505.

- [17] Young CR, Jones GE, Figueiro MG, Soutie`re SE, Keller MW, Richardson AM, Lehmann BJ, Rea MS. At-sea trial of 24-h-based submarine watchstanding schedules with high and low correlated color temperature light sources. *Journal of Biological Rhythms* 2015;30:144-154.
- [18] Figueiro M, Plitnick B, Rea M. Research note: a self-luminous light table for persons with Alzheimer’s disease. *Lighting Research and Technology* 2016; 48: 253–259.
- [19] Figueiro MG, Rea MS. Office lighting and personal light exposures in two seasons: impact on sleep and mood. *Lighting Research and Technology* 2016; 48: 352–364.
- [20] Lowry G. A comparison of metrics proposed for circadian lighting and the criterion adopted in the WELL Building Standard CIBSE Technical Symposium, London, UK 12-13 April 2018.

Palavras-chave: Melatonina, Fotorreceptores, Espectro de ação, Ritmo Circadiano, Luz, Comprimento de onda.

Agência Financiadora: FAPEMIG.

RESUMO

**DESCRIÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PSICOFÍSICO PARA AVALIAR
A RELAÇÃO DAS VIAS MAGNOCELULAR (M) E PARVOCELULAR (P)
COM A MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL (MTV)**

Ramon Bernardino¹, Hector Roberto Antunes Silva², Laura Nequini de Faria³, Everson Elias Gonçalves de Oliveira⁴, Amanda Murta de Siqueira Oliveira⁵, Caroline Rodrigues Velten⁵, Luiza Sapucaia Martins Roland⁵, Rodrigo César Rocha dos Santos⁵, Sara Gabriele Vieira⁵, Jerome Baron^{2,3}

¹ Faculdade de Medicina, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

² Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

⁴ Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

⁵ Liga Acadêmica de Oftalmologia, FASEH, Vespasiano, Brasil

ramon_bernardino@hotmail.com

Introdução: A MTV fornece um sistema de armazenamento temporário para manter ativamente uma quantidade limitada de informações visuais ao serviço de diversas operações cognitivas [1]. Tradicionalmente, acredita-se que a MTV é mediada pela atividade persistente de populações neuronais localizadas no córtex pré-frontal. No entanto, estudos mais recentes sugerem que a MTV também recruta redes neurais do lobo occipital, incluindo o córtex visual primário (V1), e que ela pode interferir diretamente com processos perceptuais básicos. Na luz deste novo conjunto de evidências, é razoável conjecturar que, ao se integrar no V1, as informações visuais codificadas e transmitidas paralelamente pelas vias M e P interagem bidireccionalmente com a MTV. A presente contribuição objetiva descrever o esboço de uma nova tarefa psicofísica que pretendemos utilizar para investigar essa questão até o momento inexplorada.

Método: A proposta combina de maneira inovadora dois paradigmas psicofísicos amplamente utilizados na literatura: (1) o *pulsed / steady pedestal*, que avalia de forma específica a integralidade funcional das vias P e M, respectivamente [2]; (2) a detecção de mudança, um paradigma usado para avaliar a capacidade da MTV [1]. No *steady pedestal*, que estimula predominantemente a via M tomando proveito de sua maior sensibilidade ao contraste em relação à via P, um pedestal anular, com 5 ° de raio e 3 ° de espessura, é apresentado durante 30 s sobre um fundo de luminância duas vezes menor (adaptação). Subsequentemente, um conjunto de oito *gabors* (tamanho: 1°; frequência espacial: 2 c/°; contraste de Weber: 10%) é apresentado com orientações aleatórias entre múltiplos de 22.5°, dispostos em posições radialmente equidistantes dentro do pedestal anular (amostra). Após 100 ms, o conjunto de *gabors* desaparece durante 1 s (retenção) e, em seguida, um dos oito *gabors* é aleatoriamente

escolhido para ser apresentado como um elemento teste. A tarefa do participante é julgar se este elemento teste tem orientação igual ou diferente à do elemento que ocupava a mesma posição na amostra inicial. No *pulsed pedestal*, todas as características do protocolo se mantêm, porém o pedestal anular não é apresentado durante o tempo de adaptação, apenas durante o intervalo em que a amostra é exibida. O intuito desta mudança é elevar a resposta ao contraste da via M ao seu ponto de saturação, permitindo assim que o desempenho do participante nessa tarefa seja baseado em informações visuais mediadas pela via P.

Resultados: O protocolo acima descrito foi implementado em *Python* de forma bem-sucedida, utilizando rotinas disponibilizadas pelo *PsychoPy*, um *software* livre, gratuito e multiplataforma, amplamente documentado e utilizado para a apresentação controlada de tarefas psicofísicas. Resultados de validação referentes às características técnicas desta implementação serão apresentados. Além disso, resultados pilotos que avaliam a robustez estatística da parametrização escolhida para o protocolo serão

quantitativamente discutidos, especialmente em relação à sua adequação com a realidade imposta pela práxis clínica.

Conclusões: Dado que déficits de MTV coocorrem com comprometimentos da função M e/ou P em vários transtornos psiquiátricos e de neurodesenvolvimento, acreditamos que a utilização do protocolo apresentado será de grande valor para futuras investigações clínicas.

Referências:

- [1] Luck, S.J. & Vogel, E.K. (2013) Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends Cogn Sci*, **17**, 391–400.
- [2] Pokorný, J. (2011) Review: Steady and pulsed pedestals, the how and why of post-receptoral pathway separation. *J Vision*, **11**, 7–7.

Palavras-chave: Memória de trabalho visual, vias magnocelular e parvocelular, psicofísica.

Agência Financiadora: FASEH, Hospital de Olhos de Minas Gerais (Projeto de Extensão SIEX- UFMG_302888)

RESUMO

ADAPTAÇÃO DE UM PARADIGMA PSICOFÍSICO PARA AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ATENÇÃO NA PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO GLOBAL

Hector Roberto Antunes Silva¹, Ramon Bernardino², Laura Nequini de Faria³, Everson Elias Gonçalves de Oliveira⁴, Ariade Gomes Freitas⁴, Regiane Helena Medeiros Braga⁴, Vitória Augusto Santos⁴, Jerome Baron^{1,3}

¹ Departamento de Fisiologia e Biofísica, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

² Faculdade de Medicina, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação em Neurociências, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

⁴ Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

⁵ Liga Acadêmica de Oftalmologia, FASEH, Vespasiano, Brasil

hectorroberto7543@gmail.com

Introdução: Poder identificar superfícies ou objetos que se deslocam pelo campo visual baseia-se inicialmente em um processo de seleção de estímulos locais em movimento e de sua integração em uma unidade coerente. Avanços consideráveis foram realizados na compreensão deste processo, tanto a nível perceptivo bem como neuronal. Sabemos, por exemplo, que o processamento do movimento global se inicia na via dorsal do córtex visual, mais especificamente na área médio-temporal (MT). Vários estudos mostraram que este processamento é facilitado pela atenção. No entanto, um estudo recente [1] mostrou que a atenção foveal pode piorar a discriminação de indivíduos no cinematograma de pontos aleatórios (RDK – do inglês *random dot kinematogram*), um paradigma experimental amplamente utilizado para estudar o processamento do movimento global. Este efeito paradoxal, de acordo com os autores do

estudo, seria atribuído ao fato de que a atenção direcionada a um estímulo fovealmente apresentado diminui a área integrativa dos neurônios envolvidos. Neste trabalho, descrevemos uma adaptação simplificada do estudo referido acima com o objetivo de fornecer um protocolo clínico para avaliar pacientes com transtornos psiquiátricos (e.g. esquizofrenia) e de neurodesenvolvimento (e.g. dislexia) nos quais a atenção e o processamento do movimento são notadamente deficitários.

Método: O protocolo avalia o desempenho de indivíduos em duas condições: (1) Uma tarefa clássica de RDK; e (2) A mesma tarefa de RDK, porém associada a uma tarefa de detecção de símbolos alfa numéricos (DSAN) que visa atenuar a carga atencional direcionada ao RDK. O estímulo do RDK é apresentado durante 217 ms no centro da tela (luminância; 68 cd/m²), dentro de uma área circular de 16° de diâmetro



(densidade, velocidade e contraste dos pontos: 6,25/°, 2,4°/s, e 80%, respectivamente). A tarefa consiste em indicar corretamente uma das duas direções possíveis (direita ou esquerda) para o movimento dos pontos coerentes. O nível de dificuldade da tarefa varia segundo o método de aproximação estocástica acelerada. Na segunda condição, os símbolos da DSAN (fonte: Arial; altura: 0.5 °) são apresentados sequencialmente no centro do estímulo RDK. Esses símbolos são inscritos em um disco homogêneo de 1,3° (luminância igual a tela) e apresentados durante 83 ms, separados por intervalos de mesma duração, totalizando 1000 ms. Para a DSAN, o participante deve identificar, na sua ordem de apresentação, os dois únicos dígitos numéricos inseridos aleatoriamente na sequência dos símbolos. Somente sob esta condição, o sujeito poderá responder ao RDK.

Resultados: O protocolo foi implementado utilizando rotinas pré-existentes no *PsychoPy*, um *software* livre, gratuito e multiplataforma, amplamente utilizado para a apresentação controlada de tarefas psicofísicas [2]. Resultados

pilotos que avaliam a eficácia estatística dos parâmetros escolhidos serão discutidos.

Conclusões: A implementação descrita acima fornece uma ampla flexibilidade de reparametrização sem ônus financeiro. Esta característica é propícia para o desenvolvimento de ferramentas diagnósticas otimizadas para o contexto clínico.

Referências:

- [1] Motoyoshi, I., Ishii, T. & Kamachi, M. G. Limited attention facilitates coherent motion processing. *J Vision* 15, 1–1 (2015).
- [2] Peirce J, Gray JR, Simpson S, MacAskill M, Höchenberger R, Sogo H, Kastman E, Lindeløv JK. *PsychoPy2: Experiments in behavior made easy*. *Behav Res Methods*. 2019 Feb.

Palavras-chave: Psicofísica, PsychoPy, atenção, processamento do movimento.

Agência Financiadora: FASEH, Hospital de Olhos de Minas Gerais (Projeto de Extensão SIEX- UFMG_302888).



Organização:



Laboratórios:



Apoio:

