



Revista de
**Estudos
Culturais**

EDIÇÃO 8 (2023)

EACH USP - São Paulo/ SP

A Revista Estudos Culturais é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Estudos Culturais da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). A revista incentiva a submissão de artigos originais e resenhas em todas as vertentes dos Estudos Culturais.

Edição 8 (2023.1) - Segundo semestre de 2023

ISSN: 2446-7693

Rua Arlindo Béttio, 1000

Ermelino Matarazzo

São Paulo - SP - Brasil

CEP 03828-000

E-mail: revistaestudosculturais@gmail.com

Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revistaec>



Reitor

Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior

Vice-reitor

Profª. Drª. Maria Armanda do Nascimento Arruda



Diretor EACH-USP

Prof. Dr. Ricardo Ricci Uvinha

Vice-Diretora EACH-USP

Profª. Drª. Fabiana de Sant'Anna Evangelista

**Programa de Pós-Graduação
em Estudos Culturais**

Coordenador

Profª. Drª. Graziela Serroni Perosa

Suplente

Prof. Dr. Alessandro Soares da Silva

Organizadores do Dossiê - Edição 8

Mario Pedrazzoli

Luciana Dadico

Editores

Jefferson Agostini Mello

Luciana Dadico

Luiz Menna-Barreto

Mario Pedrazzoli

Conselho Editorial

Ana Carolina D Escosteguy (PUC-RS)

Alfredo Veiga Neto (UFRG)

Aristóteles de Paula Berino (UFRRJ)

Luís Paulo de Carvalho Piassi (USP)

Maria Elisa Cevalco (USP)

Rachel Esteves Lima (UFBA)

Nicholas Brown (Universidade de Illinois)

Revisão de língua portuguesa

Mauro Celso Destácio

Projeto Gráfico e Diagramação

Maria Eduarda Andreazzi Borges

Anna Karolyne Souza Miranda

EDITORIAL

Por Mário Pedrazzoli e Luciana Dadico 03 - 05

ARTIGOS

O sexo do cérebro: entre ciência e ideologia 06 - 22
Por Catherine Vidal (versão em português Viviane Ramos)

O viés de gênero na neurociência comportamental 23 - 48
Por Marcela Becegato e Regina Helena Silva

Qual o lugar das neurociências na educação? 49 - 60
Por Fernando M. Louzada e Luca Moreno-Louzada

A paralisia do sono no folclore brasileiro e em outras culturas 61 - 83
Por José Felipe Rodriguez de Sá e Sérgio Arthuro Mota-Rolim

Tempos Fantásticos e Onde Habitam: O Oxímoro do Efêmero Eterno 84 - 102
Por Alberto Tufaille e Adriana Pedrosa Biscaia Tufaille

A divulgação científica do canal Nerdologia no YouTube 103 - 127
Por Manuella Reale

O século XXI trouxe consigo, em sua episteme, uma possibilidade de experiência cultural e científica para a academia e para a sociedade em geral que é a INTERDISCIPLINARIDADE. Este novo milênio se apresenta como uma era de convergência de conhecimentos, de pontes epistemológicas pelas quais as fronteiras entre disciplinas tradicionais se tornam cada vez mais permeáveis. A interdisciplinaridade, longe de ser uma mera tendência, parece ser uma necessidade crucial, uma nova forma de olhar os complexos problemas que emergem no nosso mundo contemporâneo.

Essa edição da Revista de Estudos Culturais traz ensaios e pesquisas que mostram como a interdisciplinaridade pode enriquecer o diálogo entre as neurociências, as ciências naturais, as humanidades e a cultura e gerar novas perspectivas e inovações teóricas.

Portanto, é com satisfação e muito trabalho que publicamos mais um número da revista, com a expectativa que essa iniciativa inspire pesquisadores a explorarem essas conexões fascinantes e a compartilharem suas ideias com a comunidade acadêmica.

Nós abrimos este dossiê com dois ensaios sobre as diferenças de gênero na produção de informação em neurociências. Ambos os textos destacam a influência das ciências, especialmente das neurociências, na formação e perpetuação de estereótipos de gênero. No primeiro texto, oferecemos uma tradução inédita em língua portuguesa de “O sexo do cérebro: entre ciência e ideologia”, de Catherine Vidal, Diretora Honorária de Pesquisa do Instituto Pasteur de Paris, enfocando o modo como a pesquisa biomédica pode ser moldada por vieses culturais. No segundo texto, “O viés de gênero na neurociência comportamental”, Marcela Becegato e Regina Helena Silva, do Laboratório de Neurociência Comportamental da UNIFESP, exploram resultados recentes em neurociência que contradizem a noção de que as diferenças de gênero são fixas no cérebro. Ambos argumentam a favor de uma abordagem mais inclusiva e sensível ao gênero na pesquisa científica

e destacam a importância de considerar a plasticidade cerebral ao discutir as origens das diferenças e semelhanças de gênero.

No artigo* “Qual o lugar das neurociências na educação? Fernando Mazzilli Louzada do Departamento de Fisiologia da UFPR e Luca Moreno-Louzada da FEA/USP, criticam abordagens reducionistas sobre as possíveis contribuições da neurociência para o conhecimento do processo de aprendizagem. Discutem se o conhecimento sobre o funcionamento cerebral pode contribuir de maneira relevante para a educação e defendem que as neurociências têm potencial para contribuir com insights valiosos, mas não têm um papel prescritivo sólido para o processo pedagógico.

Ainda do ponto das neurociências, o próximo artigo traz uma perspectiva onírica e do dormir associada a crenças populares. Em “A paralisia do sono no folclore brasileiro e em outras culturas”, José Felipe Rodriguez de Sá e Sérgio Arthuro Mota-Rolim, do Instituto do Cérebro em Natal (RN), apontam como a paralisia do sono, um estado motor dissociativo que ocorre principalmente durante o despertar, é manifesta por meio crenças folclóricas, como a “Pisadeira”, na cultura brasileira e em outras culturas.

Das neurociências passamos para perspectivas sobre o tempo, com o ensaio de Adriana e Alberto Tufaile da EACH/USP, “Tempos Fantásticos e Onde Habitam: O Oxímoro do Efêmero Eterno”, que conecta a filosofia, a literatura e a arte, e explora como diferentes perspectivas interpretam o tempo, a eternidade e o efêmero nas Ciências da Natureza e na Cultura.

O último artigo do dossiê é sobre a divulgação de conteúdo científico na plataforma YouTube. O canal Nerdologia é discutido por Manuela Reale do ponto de vista da semiótica e do ponto de vista da literatura em divulgação científica relativa às obras de Bueno, Vogt e Lewenstein.

Esperamos, por meio deste conjunto de artigos e ensaios de grande qualidade, propiciar ao nosso público leitor uma melhor reflexão sobre os lugares da ciência e da cultura nos quais se manifestam aspectos tanto das ciências naturais quanto das ciências humanas, enquanto corpo de conhecimentos mutuamente imbricados. Esperamos estar oferecendo um espaço para emergência e criação de novos formatos para ideias circulantes e transformação da prática social.

Boa leitura!

Mário Pedrazzoli e Luciana Dadico

O SEXO DO CÉREBRO: ENTRE CIÊNCIA E IDEOLOGIA¹

POR CATHERINE VIDAL ²

Versão em português: Viviane Ramos³

Resumo

Apesar dos avanços no conhecimento em neurociências, percebemos que os preconceitos e estereótipos sobre as diferenças de atitudes e comportamentos entre os sexos estão ainda presentes no espaço público. A mídia e a internet nos inundam de velhos clichês que consideram as mulheres naturalmente dotadas para a empatia, mas incapazes de ler um mapa rodoviário, enquanto os homens seriam essencialmente bons em matemática e competitivos. Estes discursos fazem crer que nossas aptidões e personalidades são programadas em nossos cérebros e

imutáveis. As pesquisas recentes mostram o contrário. Graças a suas formidáveis propriedades de “plasticidade”, o cérebro fabrica constantemente novos circuitos neurais, dependendo das aprendizagens e experiências de vida. O conceito de plasticidade cerebral é primordial para abordar a questão da origem das diferenças e semelhanças entre os sexos. Ele traz uma explicação neurobiológica fundamental para entender os mecanismos que participam da construção das nossas identidades de mulheres e homens, reforçando e enriquecendo as pesquisas em ciências humanas sobre o gênero.

¹ Publicado na revista VERTEX em abril de 2020

² Neurobióloga, diretora de pesquisa honorária do Institut Pasteur de Paris, membra do Comitê de Ética do Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) e corresponsável pelo grupo “Gênero e Pesquisas em Saúde”. E-mail para correspondência: cvidal75005@gmail.com

³ E-mail: vivianeramos@gmail.com

“Tentar separar o biológico do cultural não faz sentido. Não mais do que perguntar se o amor de Romeu por Julieta é de origem genética ou cultural”.
François Jacob, prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina
(*Le jeux des possibles*, 1981)

Entre as grandes representações que a humanidade faz do mundo, a diferença entre os sexos é um pilar fundamental. A polaridade masculino/feminino aparece como uma evidência elementar, “um limite final para o pensamento”, nas palavras de Françoise Héritier (HÉRITIER, 1996). A separação entre os sexos estabelecida por filósofos, teólogos, historiadores e naturalistas dos séculos passados é entendida por muitos como um reflexo da eterna natureza humana.

Nos dias atuais, a dualidade das diferenças entre os sexos como evidência natural é questionada pelos estudos de gênero e inúmeras pesquisas em ciências humanas e sociais. No campo da neurociência, a descoberta da “plasticidade cerebral” traz uma luz fundamental sobre os processos de construção social e cultural das identidades sexuadas (VIDAL, 2015, 2019). Graças às técnicas de IRM (imagem cerebral por ressonância magnética), sabemos que o cérebro é construído na interação com o mundo ao redor. As novas conexões entre os neurônios são estabelecidas ao longo da vida e em função das experiências e aprendizagens. A noção de plasticidade cerebral é uma verdadeira revolução nas concepções de funcionamento do cérebro humano. Nada está completamente fixo no cérebro desde o nascimento, independentemente do sexo e da fase da vida.

Com os avanços científicos, poderíamos pensar que os preconceitos e estereótipos baseados nas diferenças de atitudes e comportamentos entre os sexos estariam descartados. Contudo, isto não é o que vemos cotidianamente. A televisão, os sites de internet e a imprensa escrita afirmam que as mulheres são naturalmente multitarefas, dotadas de empatia, mas incapazes de ler um mapa rodoviário. Os homens seriam essencialmente bons em matemática, competitivos e brigões. No entanto, as mídias não estão sozinhas nesse cenário. Certos meios

científicos também contribuem para promover a ideia de um determinismo biológico inato das diferenças de atitudes e papéis sociais entre os sexos. Essas teses alimentam correntes conservadoras que se opõem à diversidade na vida social e política, à igualdade de direitos para as mulheres, para as pessoas homossexuais, etc.

Este artigo objetiva trazer elementos para entender os atuais debates científicos sobre o cérebro, sexo e gênero. O conceito de plasticidade cerebral é primordial para abordar a questão da origem das diferenças e semelhanças entre os sexos. Concluímos com uma reflexão ética em face dos desvios de interpretação de certos estudos científicos usando ressonância magnética, que reforçam estereótipos sobre as diferenças de competências e comportamentos entre os sexos. O assunto 'sexo do cérebro' nunca é neutro.

A diferença entre os sexos e a plasticidade cerebral

Qual a resposta atual para a pergunta: o cérebro tem sexo? A resposta científica é sim e não. Sim, porque o cérebro controla as funções fisiológicas associadas à reprodução sexuada. No entanto, com relação às funções cognitivas, os conhecimentos atuais sobre o desenvolvimento do cérebro e a plasticidade cerebral mostram que as meninas e os meninos, as mulheres e os homens, têm as mesmas capacidades de raciocínio, memória, atenção, imaginação...

A construção do cérebro de meninas e meninos

Ao nascer, os meninos são em média mais pesados e mais altos do que as meninas. O volume de seus cérebros é cerca de 10% maior que o das meninas. Se relacionarmos o volume do cérebro com o tamanho do corpo, a diferença entre os sexos é entre 6-8% e permanece significativo. Com relação à estrutura interna

do cérebro, diversos estudos usando IRM mostram variações dependendo do sexo no volume de massa cinzenta (na qual estão concentrados os corpos celulares dos neurônios) e de massa branca (constituída de fibras nervosas dos corpos celulares dos neurônios). Desde o nascimento até a idade adulta, as meninas têm em média um pouco mais de massa cinzenta e os meninos de massa branca (DEAN, 2017; GIEDD, 2012; GILMORE, 2012; HÄNGGI et al., 2014).

Essas diferenças cerebrais abriram espaço para todo tipo de especulações que pretendiam explicar as diferenças entre os sexos quanto à orientação no espaço, o raciocínio, a intuição, etc. Contudo, estudos recentes questionam a interpretação das diferenças anatômicas entre os cérebros de mulheres e homens. De fato, essas diferenças são apenas aparentes. Elas desaparecem se levarmos em conta o tamanho do cérebro como tal (DEAN, 2018; HÄNGGI et al., 2014; JANCKE, 2015; LUDERS et al., 2014; PINTZKA et al., 2015; SANCHIS-SEGURA et al., 2019). Dessa forma, quando comparamos os cérebros de homens e mulheres de mesmo volume (15-20% da população), não vemos diferenças nas proporções de massas cinzentas e brancas. É o tamanho do cérebro, e não o sexo, que explica as diferenças na proporção entre as massas cinzenta/branca. Esta observação mostra que o desenvolvimento do cérebro difere de acordo com o espaço disponível na caixa craniana e não incide nas funções intelectuais. Portanto, acreditamos que os estudos que comparam os cérebros dos dois sexos sem considerar o tamanho do cérebro (como é ainda o caso da maioria dos estudos) podem levar a conclusões errôneas sobre a origem cognitiva das diferenças entre os sexos.

Um estudo notável foi feito em 2017 sobre o desenvolvimento e a maturação do cérebro de 3.000 sujeitos entre 9 meses e 94 anos (COUPÉ et al., 2017). O IRM mostrou que a estrutura das diferentes regiões cerebrais é globalmente idêntica para os dois sexos, quando considerado o volume do cérebro. Pequenas diferenças entre os sexos são observadas a partir dos 80 anos.

Um trabalho importante de pesquisa precisa ser feito sobre as interações mútuas entre os fatores ambientais e os processos de desenvolvimento nas crianças pequenas. Estas questões são cruciais para identificar a origem dos distúrbios de linguagem e comportamento, como a dislexia, a hiperatividade ou o autismo, que afetam mais os meninos do que as meninas. Uma das chaves de compreensão destes mecanismos encontra-se no estudo sobre a plasticidade do cérebro.

Os hormônios sexuais e o desenvolvimento do cérebro

Durante a vida intrauterina, o feto humano fica banhado em um ambiente hormonal que varia conforme o sexo. Entre as 14 e 20 semanas de gestação, as medidas feitas no líquido amniótico mostram duas vezes mais testosterona no feto masculino do que no feto feminino. Por outro lado, nos fetos femininos o hormônio folicular FSH é sete vezes mais concentrado do que nos masculinos. As taxas de estrogênio são equivalentes nos dois sexos. Depois do nascimento, encontramos no sangue dos bebês meninos taxas elevadas de testosterona até os dois meses. Em seguida, a testosterona cai progressivamente até o sétimo mês e permanece em um nível bem baixo, subindo apenas na puberdade (FAUSTO-STERLING et al., 2012).

A ação desses hormônios no corpo é bem conhecida. Nos fetos masculinos, a forte concentração de testosterona induz à masculinização dos órgãos genitais. Nos fetos femininos, nos quais as doses de testosterona são baixas, o aparelho genital toma uma estrutura feminina.

Os hormônios sexuais agem também no cérebro do feto, em particular na região do hipotálamo, que, a partir da puberdade, controla as funções de reprodução. Por isso, no cérebro das mulheres, os neurônios do hipotálamo se ativam a cada mês para fazer secretar, através da glândula hipófise, os hormônios LH e FSH, que vão liberar a ovulação. Nos homens, os neurônios do hipotálamo têm uma ação contínua, e não cíclica, na liberação do LH e do FSH, estimulando a produção de testosterona e a fabricação de espermatozoides pelos testículos.

Com relação à ação dos hormônios sexuais no desenvolvimento cognitivo e comportamental, grande parte das pesquisas atuais questionam as antigas teorias. Por muito tempo, os biólogos acreditavam que as diferenças de comportamento entre os sexos estavam ligadas à exposição fetal à testosterona (JORDAN-YOUNG, 2010). De acordo com a teoria da “organização/ativação” do cérebro, apresentada há 50 anos, a ação da testosterona no cérebro do feto masculino deixa ali uma marca indelével, responsável pelas diferenças entre os sexos em diferentes áreas: sexualidade, capacidades cognitivas, personalidade, focos de interesse, emoções, distúrbios mentais, etc.

Um dos problemas dessa teoria é que ela não é comprovável. Na verdade, é impossível medir a testosterona no cérebro dos fetos humanos para mostrar que os comportamentos serão mais “masculinos” ou “femininos”, dependendo da sua concentração. No entanto, existe uma situação patológica que pode nos dar alguns indícios. Trata-se de uma má-formação das glândulas suprarrenais dos fetos, que fabricam uma quantidade excessiva de testosterona (hiperplasia adrenal congênita ou HAC). Assim, as bebês meninas nascem com órgãos genitais masculinos. A questão que se coloca é se é possível saber se seus cérebros e seus comportamentos serão também masculinizados. A resposta é não, como mostra uma recente revisão que faz um balanço de mais de cem estudos sobre o assunto (JORDAN-YOUNG, 2012). Primeiramente, do ponto de vista anatômico, o cérebro das meninas com HAC não se diferencia dos demais. Alguns estudos relatam comportamentos “atípicos” em alguns pacientes. Desde a infância, estas jovens meninas foram submetidas a repetidas cirurgias nos órgãos genitais e urinários para as feminilizar. Estes atos invasivos e dolorosos têm consequências no desenvolvimento psicológico perante a sexualidade. Da mesma forma, o fato de terem nascido com órgãos genitais masculinos suscita um olhar particular dos pais e das pessoas próximas, repercutindo nas relações sociais. Este contexto específico poderia explicar certos comportamentos das meninas com HAC, como o fato de

brincarem com mais frequência com brinquedos de meninos (construção, carros) do que outras meninas.

Há algumas décadas provas experimentais se acumulam para mostrar que a teoria segundo a qual a exposição fetal à testosterona explica as diferenças de comportamento entre os sexos não tem nenhuma consistência científica (FINE, 2017; JORDAN-YOUNG, 2010, 2019). Além disso, esta teoria baseia-se na concepção fixa do funcionamento cerebral desde o nascimento. Esta visão contradiz totalmente os conhecimentos atuais sobre a plasticidade cerebral, que mostram como as aprendizagens e as experiências de vida moldam o cérebro, tanto nas crianças como nos adultos.

A plasticidade cerebral

Quando o recém-nascido vê o dia, seu cérebro tem cem bilhões de neurônios que então param de se multiplicar. Mas a fabricação do cérebro está longe de terminar, pois as conexões entre os neurônios, as sinapses, apenas começaram a se formar: somente 10% delas estão presentes no momento do nascimento. Isso significa que 90% das sinapses são fabricadas a partir do momento em que o bebê começa a entrar em contato com o mundo exterior. Estima-se que, no cérebro adulto, cada neurônio está conectado a dez mil outros, o que corresponde a um milhão de bilhões de sinapses! Todavia, apenas seis mil genes estão envolvidos na construção do cérebro. Claramente não é o suficiente para controlar a formação dos nossos bilhões de conexões. O futuro dos nossos neurônios não está inscrito no programa genético (ROSE, 2006). A influência do ambiente – física, afetiva, social, cultural, etc. – tem um grande papel na ligação dos neurônios e na construção do cérebro.

O sistema da visão é um exemplo impressionante disto. No nascimento, a visão do bebê é muito rudimentar. É apenas aos 5 anos que a criança passa a ter as capacidades visuais comparáveis às dos adultos (BRADDICK, 2011). São

necessários cinco anos para fazer as ligações dos neurônios que transportam as informações visuais desde a retina, passando pelo nervo ótico, até o córtex cerebral, onde os sinais luminosos são processados. Porém, o impacto da luz na retina é uma condição indispensável para que os neurônios da visão se conectem corretamente. Uma falta de estimulação do olho pela luz, como no caso das crianças com catarata, pode levar à cegueira (ANGELES-HAN; YEH, 2012).

O advento das técnicas de IRM foi crucial para mostrar o papel da plasticidade cerebral no desenvolvimento do cérebro e no processo de aprendizagem (CHANG, 2014; MAY, 2011; SAMPAIO-BAPTISTA; JOHANSEN-BERG, 2017; VIDAL, 2015, 2019). Por exemplo, observou-se nos pianistas um engrossamento das regiões do córtex cerebral especializadas na motricidade dos dedos e na audição. Este fenômeno deve-se à fabricação de conexões suplementares entre os neurônios. Além disso, as mudanças no córtex são diretamente proporcionais ao tempo dedicado à aprendizagem do piano durante a infância. A aprendizagem de noções abstratas pode também modificar a estrutura do cérebro. Nos matemáticos profissionais, as regiões envolvidas nos cálculos e na representação geométrica são mais espessas. Outro exemplo eloquente da plasticidade cerebral foi descrito nos sujeitos que aprendiam a fazer malabarismo com três bolas. Depois de três meses de prática, o IRM mostrou um engrossamento das regiões especializadas na visão e na coordenação dos movimentos de braços e mãos. E, se o treinamento é interrompido, as mesmas áreas encolhem (MAY, 2011).

Esses exemplos, e outros, mostram como a história de cada um está inscrita no cérebro. Como resultado, nenhum cérebro se parece com outro, incluindo os de gêmeos univitelinos. Alguns estudos por IRM mostram diferenças nos cérebros de mulheres e homens. Em sua maioria, estes experimentos foram realizados com algumas dezenas de indivíduos. Contudo, quando as comparações são realizadas com centenas de pessoas, as diferenças que poderiam ter sido observadas em um pequeno número de sujeitos são diluídas. De fato, as diferenças cerebrais entre as pessoas do mesmo sexo são tão importantes que costumam ultrapassar as

diferenças entre os sexos. Esta grande diversidade do cérebro explica por que, quando fazemos médias estatísticas, não achamos sinais anatômicos ou funcionais específicos de cada sexo (JOEL et al., 2015, 2018; KAISER et al., 2009). Este resultado mostra que a experiência individual se sobrepõe a um possível determinismo biológico ligado ao sexo (genético ou hormonal), assim como a um condicionamento social de gênero durante a infância, que não permanece registrado no cérebro.

O conceito de plasticidade permite ultrapassar a dinâmica clássica que tende a opor natureza e cultura. De fato, o inato e o adquirido são inseparáveis, pois a interação com o ambiente é uma condição indispensável ao desenvolvimento e funcionamento do cérebro. O inato traz a capacidade de ligação entre os neurônios, o adquirido permite a realização efetiva destas ligações. Estes avanços nos conhecimentos em neurobiologia fortalecem e enriquecem as pesquisas em ciências humanas e sociais sobre gênero. Sem querer ofender alguns meios conservadores, o gênero não nega a realidade biológica, ao contrário, a integra. O sexo e o gênero não são variáveis separadas, mas se articulam em um processo de incorporação (*embodiment*) que designa a interação entre sexo biológico e ambiente social desde o nascimento (FINE, 2010; KAISER, 2015; KRAUS et al., 2000; FAUSTO-STERLING, 2000).

O neurosexismo nas publicações científicas

Desde o surgimento da neurobiologia, a cultura e a ideologia impregnam as pesquisas sobre as diferenças entre os cérebros femininos e masculinos. No século XIX, a forma do crânio e o tamanho do cérebro foram utilizados para justificar a hierarquia entre os sexos (GOULD, 1996). Pensava-se que homens, supostamente mais inteligentes, seriam naturalmente dotados de um cérebro mais pesado do que o das mulheres. Alguns médicos, em especial Paul Broca, alimentaram estas teses com medidas comparativas de cérebros cuidadosamente selecionados para

reforçar sua demonstração. Embora naquela época outros estudos mostrassem claramente que o tamanho do cérebro não era a causa da inteligência, a ideologia da burguesia conservadora prevaleceu sobre o rigor científico. A interferência entre a ideologia naturalista e a prática científica permanece atual no século XXI. Nas neurociências não é raro ver publicações nas quais as imagens do cérebro são usadas para justificar as diferenças de gênero através de um determinismo biológico. A IRM não escapa do “neurosexismo” (FINE, 2013; ILLES et al., 2006; RIPPON et al., 2014; RIPPON, 2019; SCHMITZ; HOPPNER, 2014; VIDAL, 2012, 2015). Os exemplos a seguir são ilustrativos.

O julgamento moral das mulheres é menos confiável do que o dos homens?

A IRM foi recentemente utilizada para comparar as capacidades de julgamento moral entre os sexos (HARENSKI; KIEHL, 2009). O experimento consistia em analisar os cérebros durante a apresentação de fotos, ilustrando cenas na quais a “ordem moral” era abalada: crimes, violência física, brigas, etc. As imagens dos cérebros das mulheres mostravam ativações das regiões ligadas às emoções, enquanto as áreas ativadas nos homens estavam relacionadas à cognição. Os autores do estudo concluíram que a IRM “confirma a diferença entre os sexos no julgamento moral, as mulheres focavam no cuidado com os outros e a empatia, enquanto os homens se voltavam para a avaliação racional das regras de justiça”. Os homens seriam assim dotados de um senso moral mais confiável do que as mulheres, consideradas muito emotivas, o que seria apoiado por evidências cerebrais!

Esse exemplo de deriva sexista na interpretação de um experimento com IRM nos remete à questão da autoridade do especialista científico perante o público leigo (CHOUDHURY et al., 2009; RACINE et al., 2010). Como avaliar a validade de argumentos avançados quando não se é especialista? Para impedir

interpretações abusivas, é necessário considerar os métodos e procedimentos utilizados na IRM:

– As condições do experimento para testar o julgamento moral não se relacionam com a realidade da vida. Uma pessoa deitada em uma máquina de IRM apenas observa as fotos. Ela deve ficar imóvel durante vários minutos, sem falar, sem engolir e sem piscar os olhos, para não atrapalhar a coleta de dados. Tudo isso em um ambiente sonoro parecido com o de uma britadeira...

– O experimento foi realizado com um número pequeno de sujeitos, 14 mulheres e homens, o que limita a significância estatística dos resultados e sua generalização.

– Finalmente, é importante entender que a IRM não fornece uma foto instantânea do estado do cérebro de uma pessoa em um instante X. Considerando a plasticidade cerebral, ver as diferenças entre os sexos nos “circuitos da moral” não significa que eles sejam reflexo de predisposições inatas, como interpretam os autores do artigo. As experiências de vida e as normas sociais podem explicar as diferenças nas atividades cerebrais entre os sexos observadas na pequena amostra de pessoas testadas. Esta alternativa não foi nem ao menos levantada pelos autores.

O cérebro dos homens é conectado para a ação e o das mulheres para a intuição?

Se acreditarmos nos comentários midiáticos em janeiro de 2014, os pesquisadores americanos teriam descoberto que as diferentes conexões cerebrais entre os sexos estariam na origem das diferenças de comportamento entre mulheres e homens (INGALHALIKAR et al., 2014). Todavia, os dados experimentais apresentados na publicação científica estão muito longe de permitir chegar às conclusões anunciadas (FILLOD, 2014; HÄNGGI et al., 2014; LUDERS et al., 2014).

O estudo em questão utilizou uma técnica específica de IRM (tensor de difusão) para analisar que partes do nervo óptico se ligam em quais regiões do cérebro. As imagens apresentadas no artigo mostram diferenças gritantes: os homens apresentam conexões em um mesmo hemisfério, enquanto as mulheres apresentam conexões entre os dois hemisférios. No entanto, estas imagens são apenas representações estatísticas de probabilidades de conexões e não correspondem à anatomia real. Obviamente os homens têm fibras nervosas entre os dois hemisférios e as mulheres em um mesmo hemisfério. Contudo, os autores do artigo escolheram uma ilustração enviesada dos resultados que dá a ilusão de uma diferença radical entre os cérebros de mulheres e de homens. Estas imagens foram amplamente utilizadas pela mídia como prova “objetiva” das diferenças naturais entre os sexos.

Outro grande viés desse estudo está na interpretação dos dados. Segundo os autores, os resultados sugerem que a estrutura dos cérebros masculinos facilitam a coordenação entre percepção e ação, enquanto a dos cérebros femininos facilitaria a comunicação entre análise e intuição. Esta interpretação é puramente especulativa. Os dados apresentados na publicação se referem unicamente à anatomia das conexões do cérebro, sem que correlações com testes comportamentais tenham sido realizadas simultaneamente. É importante lembrar que o estado atual do conhecimento sobre o cérebro humano não permite estabelecer relações de causa e efeito entre a estrutura anatômica do cérebro e o comportamento.

Por fim, é no mínimo surpreendente que a questão fundamental da origem das diferenças de conexão entre os sexos não tenha sido abordada na discussão dos resultados. A noção de plasticidade cerebral não foi nem mesmo invocada. Sabemos, no entanto, que a maioria das conexões é feita após o nascimento, em função das aprendizagens e do ambiente sociocultural. Os autores do artigo ignoraram a dimensão do gênero e centraram seus argumentos nos “papéis complementares de homens e mulheres na procriação e na sociedade”. Os termos

usados na conclusão são claros: “Os resultados confirmam que a complementaridade dos comportamentos entre os sexos vem de um substrato neuronal”.

Essa publicação é um “caso exemplar” de validação pseudocientífica dos estereótipos de gênero. É surpreendente que esse artigo, de qualidade científica questionável, tenha sido aceito para publicação na prestigiosa publicação estadunidense *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Anais da Academia de Ciências dos Estados Unidos). Não é incomum a violação dos critérios de seleção dos artigos quando se trata de questões sociais propícias à ampla disseminação midiática, tendo como chave a garantia da notoriedade dos cientistas e dos editores das revistas. O tema do sexo do cérebro é exemplar neste sentido.

Por fim, essa publicação recebeu uma série de críticas severas em estudos posteriores que mostravam que as diferenças de conexões nervosas entre os sexos desapareciam quando o tamanho do cérebro era considerado nas comparações (COUPÉ et al., 2017; HÄNGGI et al., 2014; LUDERS et al., 2014; PINTZKA et al., 2015).

A neuroética contra o neurosexismo

Diante da postura atualmente adotada pelas neurociências, suas repercussões sociais e o risco de instrumentação fora do campo científico, uma reflexão ética se impõe (CHARMAK; MOUTAUD, 2014; CHOUDHURY et al., 2009; RACINE et al., 2010; VIDAL, 2015). Internacionalmente, a “neuroética” é um novo campo de pesquisa em um número crescente de universidades. Em 2010, a rede NeuroGenderings foi criada, reunindo pesquisadores e pesquisadoras de diversos países (Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Suécia, Suíça) e as seguintes disciplinas: neurociências, filosofia, sociologia, estudos de gênero, ciências e tecnologias (https://en.wikipedia.org/wiki/The_NeuroGenderings_Network). O objetivo da rede

é defender uma ética na produção dos saberes sobre sexo, gênero e sexualidade, considerando as questões ideológicas e sociopolíticas levantadas pelas pesquisas.

No contexto atual, no qual as teses essencialistas ressurgem para atacar os estudos de gênero, é crucial que os biólogos se envolvam com as ciências humanas e sociais para questionar as falsas evidências que querem que a ordem social seja um reflexo da ordem biológica. A questão de fundo não são as diferenças mais ou menos marcadas entre os cérebros de mulheres e os de homens, mas a origem dessas diferenças. Pensar nossas diferenças à luz da plasticidade cerebral invalida o argumento de uma natureza onipotente. Encarar os preconceitos essencialistas é indispensável para combater os estereótipos, realizar ações políticas e construir juntos uma cultura de igualdade.

Referências bibliográficas

ANGELES-HAN, Sheila; YEH, Steven. Prevention and management of cataracts in children with juvenile idiopathic arthritis-associated uveitis. **Curr. Rheumatol. Rep.**, v. 141, p. 42-49, 2012.

BRADDICK, Oliver; ATKINSON, Janette. Development of human visual function. **Vision Res.**, v. 51, p. 1588-1609, 2011.

CHANG, Yongmin. Reorganization and plastic changes of the human brain associated with skill learning and expertise. **Front Hum. Neurosci.**, Fev. 4, p. 8-35, 2014.

CHARMAK, Brigitte; MOUTAUD, Baptiste. **Neurosciences et Société**. Paris: Armand Colin, 2014.

CHOUDHURY, Suparna; NAGEL, Saskia; SLABY, Jan. Critical neuroscience: linking neuroscience and society through critical practice. **Biosocieties**, v. 4, p. 61-77, 2009.

COUPÉ, Pierrick et al. Towards a Unified Analysis of Brain Maturation and Aging across the Entire Lifespan: A MRI Analysis. **Human Brain Mapping**, v. 38, p. 5501-5518, 2017.

DEAN, Douglas et al. Correction to: Investigation of brain structure in the 1-month infant. **Brain Structure and Function**, v. 223, p. 3007-3009, 2018.

DEAN, Douglas et al. Investigation of brain structure in the 1-month infant. **Brain Structure and Function**, v. 223, p. 1953-1970, 2017.

FAUSTO-STERLING, Anne. **Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality**. New York: Basic Books, 2000.

FAUSTO-STERLING, Anne; GARCIA, Cynthia; LAMARRE, Meghan. Sexing the baby: Part 1. What do we really know about sex differentiation in the first three years of life? **Social Science & Medecine**, v. 74, p. 1684-1692, 2012.

FILLOD, Odile. Le connectome et la circulation circulaire des stéréotypes de genre. **Site Allodoxia: un observatoire critique de la vulgarisation**, 22 fev. 2014. Disponível em: <http://allodoxia.blog.lemonde.fr/>.

FINE, Cordelia. **Delusions of Gender: How Our Minds, Society, and Neurosexism Create Difference**. New York: Norton, 2012.

FINE, Cordelia. Is there neurosexism in functional neuroimaging investigations of sex differences? **Neuroethics**, v. 6, p. 369-409, 2013.

FINE, Cordelia. **Testosterone Rex: Myths of Sex, Science, and Society**. New York: Norton, 2017.

GIEDD, Jay et al. Magnetic resonance imaging of male/female differences in human adolescent brain anatomy. **Biology of Sex Differences**, v. 3, p. 19-28, 2012.

GILMORE, John et al. Longitudinal Development of Cortical and Subcortical Gray Matter from Birth to 2 Years. **Cerebral Cortex**, v. 22, p. 2478-2485, 2012.

GOULD, Stephen Jay. **Mismeasure of Man**. New York: Norton & Company, 1996.

HÄNGGI, Jurgen et al. The hypothesis of neuronal interconnectivity as a function of brain size: a general organization principle of the human connectome. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, p. 3-16, 2014.

HARENSKI, Carla; KIEHL, Kent. Gender differences in neural mechanisms underlying moral sensitivity. **SCAN**, v. 3, p. 313-321, 2009.

HÉRITIER, Françoise. **Masculin/Féminin**. Paris: Odile Jacob, 1996.

ILLES, Judy et al. ELSI priorities for brain imaging, **American Journal of Bioethics**, v. 6, p. 24-31, 2006.

INGALHALIKAR, Madhura et al. Sex differences in the structural connectome of the human brain, **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.**, v. 111, p. 823-828, 2014.

JANCKE, Lutz et al. Size, sex, and the aging brain. **Human Brain Mapping**, v. 36, p. 150-169, 2015.

JOEL, Daphna et al. Analysis of Human Brain Structure Reveals that the Brain “Types” Typical of Males Are Also Typical of Females, and Vice Versa. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 12, p. 399, 2018.

JOEL, Daphna et al. Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, p. 15468-15473, 2015.

JORDAN-YOUNG, Rebecca. **Brain Storm: The Flaws in the Science of Sex Differences**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2010.

JORDAN-YOUNG, Rebecca. Hormones, context, and “Brain Gender”: A review of evidence from congenital adrenal hyperplasia. **Social Science & Medicine**, v. 74, p. 1738-1744, 2012.

JORDAN-YOUNG, Rebecca; KARKAZIS, Katrina. **Testosterone: An Unauthorized Biography**. Cambridge, MA: Harvard Press, 2019.

KAISER, Anelis et al. On sex/gender related similarities and differences in fMRI language research. **Brain Research Reviews**, v. 61, p. 49-59, 2009.

KAISER, Anelis. Re-conceptualizing “sex” and “gender” in the human brain. **Z. Psychol.**, v. 220, p. 130-136, 2015.

KRAUS, Cynthia; GARDEY, Delphine; LÖWY, Illana. **La bicatégorisation par sexe à l'épreuve de la science, dans L'invention du naturel: les sciences et la fabrication du féminin et du masculin**. Paris: Eds Archives Contemporaines, 2000.

LUDERS, Eileen; TOGA, Arthur; THOMPSON, Paul. Why size matters: differences in brain volume account for apparent sex differences in callosal anatomy. **NeuroImage**, n. 84, p. 820-824, 2014.

MAY, Arne. Experience-dependent structural plasticity in the adult human brain. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 15, p. 475-482, 2011.

PINTZKA, Carl et al. Marked effects of intracranial volume correction methods on sex differences in neuroanatomical structures: a HUNT MRI study. **Front. Neurosci.**, v. 9, p. 238, 2015.

RACINE, Eric et al. Contemporary neuroscience in the media. **Social Science & Medicine**, v. 71, p. 725-733, 2010.

RIPPON, Gina et al. Recommendations for sex/Gender Neuroimaging Research: Key Principles and Implications for Research Design, Analysis, and Interpretation. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, p. 650-655, 2014.

RIPPON, Gina. **The Gendered Brain**: the new Neuroscience that shatters the myth of the female brain. London: Bodley Head, 2019.

ROSE, Steven. **Lifelines**: Biology, freedom, determinism. New York: Vintage Books, 2006.

SAMPAIO-BAPTISTA, Cassandra; JOHANSEN-BERG, Heidi. White Matter Plasticity in the Adult Brain. **Neuron**, v. 96, p. 1239-1248, 2017.

SANCHIS-SEGURAET, Carla et al. Sex differences in gray matter volume: how many and how large are they really? **Biology of Sex Differences**, Jul. 1, p. 10-32, 2019.

SCHMITZ, Sigrid; HOPNER, Grit. Neurofeminism and Feminist Neurosciences: A Critical Review of Contemporary Brain Research. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, p. 1-10, 2014.

VIDAL, Catherine; BENOIT-BROWAEYS, Dorothee. **Cerveau, Sexe et Pouvoir**. Paris: Belin, 2015.

VIDAL, Catherine. **Nos cerveaux resteront-ils humains?** Paris: Le Pommier, 2019.

VIDAL, Catherine. **Nos cerveaux, tous pareils, tous différents!** Paris: Belin, 2015.

VIDAL, Catherine. The Sexed Brain: Between Science and Ideology. **Neuroethics**, v. 5, p. 295-303, 2012.

O VIÉS DE GÊNERO NA NEUROCIÊNCIA COMPORTAMENTAL

GENDER BIAS IN
BEHAVIORAL
NEUROSCIENCE

POR MARCELA BECEGATO E REGINA HELENA SILVA.¹

Resumo

As ciências biológicas como um todo, e as neurociências em particular, são usadas para chancelar papéis sociais de gênero na medida em que partem do pressuposto da existência de cérebros masculino e feminino, que justificariam comportamentos naturais de macho e fêmea. Estudos que acabam por confirmar esse pressuposto não são isentos de vieses culturais dos pesquisadores, mesmo quando são realizados em animais de laboratório. Aqui discutimos como esses vieses influenciam os resultados e interpretações das pesquisas biomédicas, as quais funcionam como tecnologia de gênero. Especificamente, como o machismo moldou a neurociência comportamental. A abordagem científica sob uma perspectiva feminista é essencial para que seja feita uma ciência para mulheres e não apenas sobre mulheres.

Palavras-chave: sexismo, comportamento animal, ciência feminina.

Abstract

Overall biological sciences, and neurosciences in particular, are used to endorse social gender roles assuming the existence of male and female brains, which would account for natural gender distinctions. However, it is crucial to acknowledge that studies supporting these assumptions are influenced by researchers' cultural biases, even when conducted with laboratory animals. Here we explore the impact of these biases on the outcomes and interpretations of biomedical research, and how the research can serve as gender technology. Specifically, we argue that sexism has played a role in shaping the field of behavioral neuroscience. Adopting a feminist perspective is imperative for the transformation of science about women into science that serves women.

Keywords: sexism, animal behavior, female science.

¹ Laboratório de Neurociência Comportamental, Escola Paulista de Medicina, UNIFESP e Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Ciências da Saúde, Instituto Saúde e Sociedade, UNIFESP.

Introdução

Mais de um século depois de Marie Curie ter se tornado a primeira mulher a ganhar um prêmio Nobel, a primeira pessoa a ganhá-lo duas vezes, e única a ganhá-lo em ciências diferentes (física em 1903 e química em 1911), ainda muito se discute sobre a (falta de) equidade de gênero na ciência. Apesar da crescente participação feminina nessa atividade, em termos numéricos, até o corrente ano as mulheres são apenas 6% das laureadas com o referido prêmio. A proporção de mulheres atuando na ciência varia com a área do conhecimento, entre os países e de acordo com o estágio na carreira.

Sob uma perspectiva nacional, a ciência brasileira é feita (no sentido executor) majoritariamente por mulheres. Segundo a última divulgação do CNPq, apenas na faixa etária acima de 60 anos predominam homens (57,5% acima dos 65). Por outro lado, até os 24 anos, 60,9% dos pesquisadores são mulheres (CNPq, 2016a). Mesmo assim, há mais homens em cargos de liderança em todas as faixas etárias (CNPq, 2016b). Tomando como exemplo a concessão de bolsas de produtividade, uma ação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para premiar e identificar pesquisadores que se destacam em sua atuação, temos que, em 2006, 70% dos pesquisadores com bolsa de produtividade 1A (a categoria mais prestigiada) eram homens. Onze anos depois, 64% eram homens, revelando praticamente nenhum avanço na equidade real de gênero na ciência brasileira (DE ASSIS & BOUERI, 2018). Não é nosso objetivo discutir as razões que ainda limitam a participação de mulheres nos espaços de poder da produção do conhecimento, mas sim partir dos locais que as mulheres ocupam na ciência como ponto essencial para compreendermos *qual* ciência é feita. Especialmente, *qual* ciência é feita *sobre* mulheres.

A produção de conhecimento (mesmo que seja através da interpretação de dados) é um processo discursivo. Por isso, reflete inevitavelmente ideais e posicionamentos pessoais (VIANNA & DINIZ, 2014). Nesse sentido, a perspectiva

feminista da ciência reconhece e promulga a importância da contextualização sócio-histórica dos métodos e conhecimentos científicos (HARAWAY, 1995).

A partir desse panorama, Donna Haraway (1995) elaborou o conceito de saberes localizados, reforçando que não há separação entre objetividade e subjetividade. Assim, a ciência não é descorporificada, ela é produzida por uma pessoa em algum local sociocultural em um contexto sócio-histórico, e isso precisa ser levado em conta. Conseqüentemente, Haraway entende que a perspectiva de pesquisadores em posições sociais subjugadas é preferível, por ser mais completa e transformadora. Ainda, tal perspectiva tem grande potencial para tornar o conhecimento mais completo e menos hegemônico. Portanto, ciência diversa é melhor ciência.

Nesse sentido, é essencial entendermos os principais vieses que afetam os pesquisadores e, portanto, a ciência produzida por eles. Localizamos nossa discussão dentro das ciências biológicas, e especificamente dentro da neurociência comportamental. Entende-se por neurociência o estudo científico do sistema nervoso, englobando seu desenvolvimento, estrutura e função, tanto em seu estado considerado normal (padrão típico) quanto em estados atípicos (divergências do padrão típico, transtornos e doenças). Nesse sentido, uma das funções atribuídas ao sistema nervoso é a gênese, desenvolvimento e controle do comportamento. Assim, classicamente, podemos definir como neurociência comportamental o estudo das bases biológicas do comportamento, em humanos e em outros animais, com enfoque em padrões típicos ou *alterados* de comportamento.

O procedimento geral em estudos de neurociência comportamental é tentar relacionar a expressão de comportamentos específicos com eventos que ocorram no encéfalo. Para isso, lança-se mão de inúmeras técnicas, cada vez mais apuradas, para medir, bloquear ou aumentar a atividade das células do sistema nervoso enquanto uma pessoa ou animal de laboratório realiza uma ação ou experimenta uma emoção, por exemplo. Em consequência, uma enorme

quantidade de evidências sobre como o cérebro controla o comportamento vem sendo produzida. Em meio a esse *pool* de informações, identificamos, claro, muitos avanços significativos para a biologia e a medicina, como, por exemplo, a melhora dos sintomas da doença de Parkinson pelo implante de um estimulador elétrico em uma região do cérebro que controla os movimentos (HABETS et al., 2018). Porém, como bem discutido por Rose e Rose (2016), essa tentativa constante de relacionar causal e diretamente regiões do encéfalo com aspectos específicos do repertório comportamental, como habilidades ou vocações, por exemplo, tem dado força ao conceito de determinismo biológico e suas aplicações no âmbito social. Uma delas, talvez a mais eficiente do ponto de vista da aceitação pelo público, tanto leigo como especialista, é a chancela dos papéis sociais de gênero por diferenças de forma e funcionamento entre os ditos “cérebros masculino e feminino”.

A ideia de que diferenças de tamanho, número de neurônios, conectividade e outros aspectos das regiões cerebrais sejam as responsáveis pelas expressões comportamentais consideradas femininas ou masculinas vem sendo amplamente questionada (JOEL, 2021; RIPPON et al., 2014; FAUSTO-STERLING, 2000). Resumidamente, as várias razões de questionamento pautam-se nos métodos inadequados de estudos que embasam essa hipótese e, sobretudo, na quase completa ausência de abordagens que considerem a influência social, ambiental e cultural nos estudos biológicos sobre diferenças sexuais ou de gênero (RIPPON et al., 2021; RIPPON, 2016). Argumenta-se, entretanto, que muitas dessas diferenças são confirmadas em estudos com animais que comparam sexos, e, portanto, são fidedignas por serem abordadas sem a influência da cultura. Por diversos motivos, essa premissa não é verdadeira, como veremos adiante.

Raízes do estudo das diferenças sexuais em animais

Até o século XVIII, as diferenças sexuais não eram entendidas como binária-oposta, mas como um contínuo no qual mulheres seriam homens menores e incompletos (ZANELLO, 2018). Ao final desse século, a ideia do sexo “oposto” passou a ser introduzida na sociedade a partir de evidências biológicas (RIPPON, 2016; ZANELLO, 2018). O famoso naturalista britânico Charles Darwin, proponente da teoria da evolução, que embasa praticamente todo nosso conhecimento biológico atual, teve papel essencial na disseminação dessas ideias.

No livro “A origem do homem e a seleção sexual” (1871), Darwin desenvolve sua teoria da evolução do mais apto, considerando o macho de cada espécie como “o mais apto”, e aquele que “carrega” a evolução apesar da modesta eficiência das fêmeas, que é quase exclusivamente discutida em termos reprodutivos.

Um exemplo frequente no texto de Darwin são as aves. Dentre os pássaros, o dimorfismo sexual (presença de características físicas marcadamente diferentes entre os sexos) é comum. Na maioria das vezes, os machos são mais coloridos e maiores. Segundo o autor, os machos passavam por uma pressão evolutiva maior e somente aqueles com características ímpares conseguiam reproduzir e deixar descendentes. Por outro lado, a única habilidade das fêmeas era de escolher o macho, atraindo-se por essas características. Darwin coloca nessa conta também o canto dos pássaros machos, desenvolvido com o objetivo de “impressionar” as fêmeas. Por muito tempo, mesmo com muitos pesquisadores estudando pássaros, acreditou-se que apenas pássaros machos cantavam. No entanto, hoje sabemos que o canto de pássaros fêmeas existe e tem a mesma função social (WILKINS, 2020). Outro ponto importante que põe essa teoria em xeque é que muitas espécies que acreditávamos ser monogâmicas na verdade não o são. Pássaros fêmeas de diversas espécies acasalam com mais de um macho e isso aumenta seu sucesso reprodutivo (LIGON & ZWARTJES, 1995; LINDSTAD, 2016).

Diferenças no tamanho dos animais das diversas espécies são bastante comentadas no livro. Em humanos, por exemplo, a altura média dos homens é maior, e isso é discutido como uma consequência da pressão evolutiva que faz com que os homens sejam maiores, mais fortes, mais resistentes. Por outro lado, entre insetos e aracnídeos, as fêmeas costumam ser maiores. Neste caso, a explicação é que as fêmeas precisavam ser maiores para suportar mais ovos. Mas, mesmo sendo menores, os machos têm mais vantagem, pois passam menos tempo nas pupas e chegam à fase adulta mais rápido. Logo, entre insetos é mais vantajoso ser pequeno. Porém, os besouros são uma exceção, pois nessas espécies os machos são maiores. E aí o tamanho maior dos machos volta a ser uma vantagem, pois se presta a brigarem entre si pelas fêmeas.

Ao discorrer sobre as abelhas, organizadas em uma sociedade baseada em fêmeas e que usa machos apenas para a reprodução, Darwin foca na diferença entre cores, reforçando que machos costumam ser mais brilhantes ou ter mais variações de cor.

Em resumo, todas as variações entre os sexos colocadas nesse livro são interpretadas de forma a descrever características mais vantajosas nos machos. O livro “A origem do homem e a seleção sexual” é carregado de ideias sexistas, racistas e eugenistas que reproduzem os ideais de homem da era vitoriana (FUENTES, 2021). Atualmente, a replicação de ideais sociais na biologia está sendo repensada, mas esse é um dos livros mais influentes sobre evolução, e essa ainda é a visão em voga. Conforme colocado por Keller (1995), as metáforas de gênero na biologia servem como imagens sociais, carregando nossas expectativas sociais para as representações da natureza e as corroborando.

Estudos sobre machos e fêmeas e seus vieses

A fêmea está subordinada à espécie, a partir disso a mulher foi outrificada (DE BEAUVOIR, 2016). Dessa forma, padronizou-se o macho como sujeito comum. Encontra-se um espelhamento dessa observação na pesquisa biomédica sobre sexo e gênero, na qual é baixo o número de estudos que incluem mulheres e fêmeas. Os estudos usam majoritariamente células com cromossomos XY (definidas como masculinas), animais machos (definidos a partir da genitália) e homens. Isso gera um viés importante, já que o padrão comportamental e fisiológico esperado, historicamente, é o do sexo masculino. O macho é o absoluto e a fêmea é definida em relação a ele (DE BEAUVOIR, 2016).

Nos vários ramos da pesquisa biomédica, os estudos são realizados com animais de laboratório visando aplicações para a saúde humana. Até 2010, na fisiologia eram utilizados mais de três machos para cada fêmea, na farmacologia eram utilizados cinco machos para cada fêmea, e na neurociência eram utilizados mais de cinco machos para cada fêmea (ZUCKER & BEERY, 2010). Além disso, o sexo dos animais é omitido em mais de 22% dos artigos publicados (BEERY & ZUCKER, 2011). É importante destacar que esses números se mantêm mesmo quando o fenômeno a ser estudado é mais relevante no sexo feminino (por exemplo, uma doença que é mais comum em mulheres). Apenas na década passada iniciaram-se diretrizes de conscientização sobre a inclusão de fêmeas nos estudos. Em 2015, o *National Institute of Health* (NIH, importante agência estadunidense de financiamento de pesquisa em saúde) lançou uma política de sexo como variável biológica, reforçando a necessidade de estudar ambos os sexos (WALTZ et al., 2021). Embora esses dados tenham mais de dez anos, a negligência com essa temática é tão expressiva que há poucos levantamentos semelhantes mais recentes, e nenhum tão abrangente. Ou seja, não há evidências mostrando se essas políticas se refletiram em um número equiparado de sujeitos experimentais machos e fêmeas nos estudos de diversas áreas. Na neurociência, a porcentagem

de estudos que incluíam machos e fêmeas foi de 20% em 2009 para mais de 60% em 2019 (RECHLIN et al., 2022). No entanto, menos de 20% desses trabalhos tinham desenho experimental adequado para avaliar possíveis diferenças sexuais (RECHLIN et al., 2022). A maioria dos estudos que incluíam machos e fêmeas não detalhava o tamanho da amostra por sexo, incluiu fêmeas de maneira inconsistente ou não tinha um desenho experimental equilibrado (RECHLIN et al., 2022). Isso reforça que, apesar do incentivo financeiro de agências de fomento como o NIH, muitos pesquisadores que trabalham com animais de pesquisa não entendem a relevância de incluir ambos os sexos em seus estudos, ou não sabem o modo correto de incluí-los (WALTZ et al., 2021).

Na neurociência comportamental, não é dito claramente que se estudam mais machos por serem eles os mais importantes, e sim utiliza-se a justificativa de que as fêmeas têm uma variabilidade comportamental maior em função de seu ciclo hormonal sexual. Roedores (as espécies mais utilizadas em experimentação animal) apresentam um ciclo hormonal análogo ao ciclo menstrual, chamado ciclo estral. A ideia geral é de que, conforme a fase do ciclo, haveria uma variação natural no comportamento das fêmeas, o que atrapalharia as análises dos resultados. Em contrapartida, os machos, por não possuírem tal ciclo, teriam um comportamento mais constante. Essa justificativa carrega várias contradições que a invalidam. Primeiramente, muitos hormônios, não apenas os sexuais, apresentam variação natural: ao longo do dia, entre as fases do desenvolvimento, de acordo com as estações do ano, o nível de estresse, as atividades diárias, entre outros fatores (SENSI et al., 1993; CHALLET, 2015; VAN KERKHOF et al., 2015). Além disso, machos podem ter variações nos hormônios sexuais. Por exemplo, em roedores, existe uma organização hierárquica entre os conviventes, e machos dominantes possuem cinco vezes mais testosterona em relação aos machos subordinados (MACHIDA et al., 1981). No entanto, o comportamento de dominação e as diferenças no nível hormonal nunca são considerados como fatores de variabilidade do comportamento de machos, mesmo que isso não tenha sido

especificamente estudado. A variação de estrógeno, progesterona e testosterona deveria ser igualmente relevante, visto que são hormônios que atuam no sistema nervoso central e podem alterar o comportamento e a fisiologia dos animais (MORSSINKHOF et al., 2020; MCEWEN, 2020; HAMSON et al., 2016; MAHMOUD et al., 2016). Ainda vale acrescentar que a variabilidade causada pelo ciclo estral existe para alguns comportamentos, mas não para outros (DAYTON et al., 2016; MOGIL & CHANDA, 2005; ZUCKER & BERRY, 2010; HAYDEN, 2010; WALD & WU, 2010). Além disso, a variabilidade observada entre as fêmeas – justificada pelas variações hormonais – muitas vezes reflete apenas a variabilidade entre indivíduos (LEVY et al., 2023). Isso reforça evidências de que a variabilidade entre as fêmeas não é maior que em machos, mesmo quando comportamentos que diferem entre os sexos são estudados (LEVY et al., 2023; MOGIL & CHANDA, 2005; DAYTON et al., 2016; ZAJITSCHEK et al., 2020). Especificamente, a variabilidade hormonal também não é maior em fêmeas (PRENDERGAST, ONISHI & ZUCKER, 2014). Em suma, a variação de hormônios nas fêmeas não é uma razão válida para excluir esse sexo dos estudos (GRAHAM, 2023).

Quando fêmeas são incluídas, a maioria das pesquisas realiza procedimentos para observar ou interromper esse ciclo. As principais manipulações são: lavado ou esfregaço vaginal (coleta das células do fluido vaginal da rata, para inferir a fase do ciclo), ovariectomia (cirurgia de retirada dos ovários, para interromper o ciclo), ovariectomia seguida de reposição hormonal (injeção de progesterona e/ou estrógeno, para simular níveis constantes desses hormônios, diferentemente da variação cíclica natural). Esses procedimentos, por si só, são estressantes e alteram o comportamento (WALKER et al., 2002; BECEGATO et al., 2021), fato que tem especial relevância quando fêmeas a eles submetidas são comparadas com machos que não passam por esses artifícios. Ademais, existem muitos relatos anedóticos sobre as consequências do procedimento de lavagem vaginal ou cirurgia de ovariectomia, mas muito poucos chegam a ser publicados (NATURE NEUROSCIENCE, 2005; KOREVAAR et al., 2011; FINE, JOEL & RIPPON, 2019),

demonstrando a falta de preocupação com essas consequências tanto para os animais quanto para os resultados da pesquisa.

O tema de estudo também é uma variável interessante a ser considerada, pois há mais fêmeas incluídas em estudos de reprodução em comparação com biologia geral, imunologia, neurociência e farmacologia, por exemplo (BEERY & ZUCKER, 2011). No estudo da neurociência comportamental, ênfase do presente texto, é possível notar a biologização das características marcantes dos processos de subjetivação de homens e mulheres nos estudos dessa área do conhecimento. A pesquisadora brasileira Valeska Zanello (2018) propõe três dispositivos através dos quais o processo de subjetivação de gênero acontece: amoroso e materno, subjetivando as mulheres, e de eficácia, subjetivando os homens. Nesse caso, os *scripts* sociais para tornar-se sujeito mulher são diferentes dos *scripts* sociais para tornar-se sujeito homem.

Há uma forte relação entre o dispositivo materno e a forma como fêmeas são estudadas hoje. Esse dispositivo define as mulheres a partir da junção entre a capacidade biológica de procriar e a função social do cuidado. Notamos esse dispositivo sendo reforçado pela neurociência comportamental, quando o estudo de animais fêmeas é quase sempre focado em prenhez, comportamento materno e ciclo hormonal, ou quando explicamos qualquer diferença entre macho e fêmea a partir da função de cuidado com a prole, entre outros exemplos. Estudos focados nas crias também reforçam essa relação, usando fêmeas como ferramenta para o estudo dos filhotes, como, por exemplo, investigações do efeito de fármacos no feto (sem observar os efeitos na própria fêmea).

Da mesma forma, existe uma relação entre o dispositivo de eficácia e a forma como os homens são estudados. Esse dispositivo define os homens a partir da virilidade sexual e laborativa. De fato, o comportamento sexual é estudado a partir de uma perspectiva masculina e focado nos machos. Muitos trabalhos seguem o modelo de Kelestimur (2021), focando no comportamento dos machos

e induzindo o comportamento esperado em fêmeas ovariectomizadas (que tiveram as gônadas retiradas) através da injeção de hormônios.

Outro aspecto das ciências biomédicas que reflete essa virilidade e eficácia sexual é como compreendemos cada sistema reprodutor de forma distinta. O sistema reprodutor ovariano é explicado a partir da lógica de falha: a menstruação como uma falha na missão de engravidar. Em contrapartida, o sistema testicular é colocado na lógica da eficácia, a capacidade quase infinita de engravidar mulheres (MARTIN, 2006).

No sentido da virilidade laborativa, vê-se a importância de reforçar o desempenho cognitivo dos machos como melhor que o das fêmeas, justificando as melhores posições de trabalho em locais públicos, importantes para a construção da masculinidade. Estudos que avaliam o desempenho matemático, por exemplo, costumam beneficiar homens (SANTOS et al., 2012; GEARY et al., 2022). Mesmo que os resultados desse tipo de estudo realmente mostrem um desempenho melhor no sexo ou gênero masculino, isso não quer dizer que homens tenham uma tendência inata a essa habilidade, que estaria ausente ou menor nas mulheres, também de maneira “natural”. Desconsidera-se, nessas interpretações, o histórico de exposição a fatores ambientais que favorecem ou não o desenvolvimento dessa habilidade, como brinquedos voltados para um gênero específico, incentivos sociais para se investir em determinados estudos e a ameaça do estereótipo.

Em estudos com animais, os fatores socioculturais ligados à atribuição de habilidades a gêneros específicos podem influenciar não o sujeito experimental, mas o pesquisador. Um dos temas muito estudados em neurociência comportamental é a memória espacial em roedores, que se refere à capacidade de memorizarmos informações relativas à localização no espaço, habilidade tradicionalmente relacionada ao sexo masculino. Esses estudos costumam mostrar melhor desempenho de roedores machos (POSTMA et al., 1999; VORHEES et al., 2008; COST et al., 2012; PIBER et al., 2018; FERNANDEZ-BAIZAN et al., 2019; SAFARI &

AHMADI et al., 2021), sem discutir que as tarefas utilizadas são padronizadas em machos e que os meios pelos quais machos executam a tarefa são aqueles considerados os corretos, além de praticamente a totalidade dos estudos que abordam a neurobiologia desse comportamento ter sido realizada com animais machos. Não se levam em conta evidências de que fêmeas podem utilizar diferentes estratégias comportamentais, como de fato já foi mostrado (CHEN et al., 2021). Esse perfil é idêntico em quase todos os temas em neurociência comportamental. Mais uma vez, o macho é o padrão, e espera-se que a fêmea reproduza esse padrão.

Para além da memória espacial, a reação a estímulos aversivos é um ótimo exemplo para ilustrar como as diferenças entre machos e fêmeas podem ter sua interpretação enviesada. Uma tarefa muito utilizada em neurociência comportamental é a resposta de medo condicionada. Roedores são expostos a uma pista (visual, auditiva etc.) e posteriormente recebem um choque nas patas. Ao ser reexpostos à pista, os machos apresentam imediatamente a resposta de ficar completamente imóveis, chamada pelos pesquisadores de “congelamento”. Ocorre que, quando (raramente) fêmeas são testadas, não apresentam essa resposta (ou a apresentam de forma atenuada). Logo, os autores concluem que fêmeas apresentam déficits de memória. No entanto, alguns estudos (RIBEIRO et al., 2010; TAYLOR et al., 2000; HUZIAN et al., 2021) mostram que as fêmeas também realizam um comportamento que os machos não fazem: elas executam mais tentativas de fuga quando reexpostas à pista. Isso mostra que ratas estão reconhecendo o contexto aversivo e respondendo a ele de forma diferente da esperada (ou seja, a forma como os machos respondem). Embora pesquisas mostrem essas diferenças na resposta ao choque nas patas desde 1998 (SHORS, 1998), ainda hoje a maioria dos pesquisadores não avalia a resposta de tentativa de fugas quando estuda fêmeas. Um estudo recente corrobora esses achados, e aponta possíveis razões neurobiológicas para explicar essa diferença

comportamental (BARATTA et al., 2020). A principal conclusão desses dados é que os parâmetros escolhidos podem ser responsáveis por interpretações equivocadas.

Pode-se concluir que diferentes estratégias comportamentais são utilizadas por cada sexo, e isso pode explicar algumas diferenças encontradas na literatura. Portanto, é fundamental que as pesquisas avaliem os testes de forma mais completa antes de afirmar que o sexo feminino ou outros grupos tiveram déficits de aprendizagem. Ao estudarmos as fêmeas esperando que elas reproduzam os comportamentos dos machos (em testes padronizados para este sexo), seremos levados a interpretações errôneas, como déficit cognitivo ou comportamento alterado, e, principalmente, deixaremos de observar o comportamento natural das fêmeas.

Basear-se em um parâmetro específico predeterminado para concluir que fêmeas apresentam uma alteração, deficiência, incapacidade (em oposição a ampliar as análises e tentar entender de fato a diferença de comportamento) pode estar relacionado ao viés implícito de interpretação. De fato, as crenças pessoais e sociais podem predispor a interpretações que reforçam estereótipos de gênero, mesmo quando se trata de estudos em animais. Por exemplo, ao se estudar tarefas de memória espacial, já se espera um melhor desempenho em homens ou animais machos. Adiciona-se a isso o viés de confirmação, pois tanto os pesquisadores quanto os revisores que atuam na análise por pares tendem a confiar mais e dar mais importância a dados que mostram mulheres (ou fêmeas) com comportamento prejudicado (ou alterações interpretadas como inferiores ao sexo masculino) (CHEN et al., 2021). Até mesmo considerar sexo e gênero nas análises é fruto de um viés, já que estudos da área médica com autoras, principalmente quando são autoras principais, têm mais chances de realizar essas análises (NIELSEN et al., 2017).

Por fim, mas não menos importante, ressalte-se também o viés de publicação. Em ciências biomédicas, reconhecidamente se encontra mais dificuldade em se publicarem estudos cujos resultados foram negativos (por

exemplo, ausência de efeito de um medicamento) em relação aos que mostram resultados positivos (KOREVAAR et al., 2011). Ainda, se um pesquisador encontra um resultado negativo, e não acha respaldo na literatura (pois apenas os positivos foram publicados), também não publica seu trabalho, reforçando o viés em favor de resultados positivos. Não há evidências sistematizadas desse fenômeno, mas chega ao ponto de tornar-se necessária a existência de periódicos científicos específicos para resultados negativos (FINE, JOEL & RIPPON, 2019). No caso dos estudos que comparam sexo e gênero, resultados que mostram a diferença entre os sexos (resultados positivos) são mais aceitos para publicação em comparação com estudos que mostram similaridades. Estes últimos muitas vezes nem são submetidos à publicação, pelas razões comentadas acima. Essa discrepância resulta em um contexto em que diferenças sexuais são sempre esperadas (nos casos em que fêmeas são incluídas nos estudos).

Consequências

Não há um levantamento específico sobre as consequências da ausência de animais fêmeas e mulheres nas pesquisas. No entanto, podemos citar alguns exemplos de repercussões para a saúde das mulheres. Em pesquisa animal, quando o comportamento das fêmeas difere do dos machos, fêmeas são entendidas como alteradas, mesmo que não tenham sido submetidas a manipulações prévias. Fêmeas são ditas mais ansiosas do que machos (SCHOLL et al., 2019), ou mais deprimidas (PITYCHOUTIS et al., 2009; MARTÍNEZ-MOTA et al., 2011), caracterizando como uma alteração em relação ao “normal”. Entretanto, o comportamento e a fisiologia feminina estão sendo expressos de maneira natural (quando nenhuma manipulação é feita), e mesmo assim são compreendidos como alterados ou prejudicados.

A pesquisa pré-clínica (realizada em animais de laboratório) é capaz de identificar os mecanismos pelos quais as doenças ou transtornos acontecem,

permitindo um melhor entendimento e facilitando a proposta de novos tratamentos. Assim, a falta de estudos em animais fêmeas afeta diretamente as mulheres. Um exemplo interessante é a doença de Parkinson, que é mais predominante e mais severa em homens. As mulheres não costumam ter sintomas motores tão graves, mas a depressão e a ansiedade típicas da doença são agravadas neste gênero (CRISPINO et al., 2021). Porém, o desconhecimento dos diferentes perfis de sintomas entre os gêneros faz com que as mulheres sejam mais diagnosticadas com psicogênese (MCGREGOR, 2019), ou seja, médicos alegam que os sintomas de mulheres têm origem *puramente* psicológica. Já que a doença tem uma instalação mais lenta nas mulheres, isso colabora para um diagnóstico tardio (SAUNDERS-PULLMAN et al., 2011). Possivelmente por conta disso, mulheres têm mais complicações motoras e morrem mais devido à doença de Parkinson (RUSSILO et al., 2022; FERREIRA et al., 2022). Embora raros, estudos que abordam a doença de Parkinson em animais fêmeas corroboram essas diferenças de perfil sintomatológico entre os sexos (LIMA et al., 2021). Diferentes mecanismos podem levar às diferentes apresentações da doença em homens e mulheres, e, como mencionado, esse tipo de investigação é feita a partir da pesquisa com animais (CERRI et al., 2019). Assim, a escassez de estudos sobre a doença de Parkinson em animais fêmeas faz com que haja uma generalização do que se sabe sobre os mecanismos cerebrais e formas de tratamento dessa doença para todos os indivíduos.

No transtorno do espectro autista, costuma ser relatada uma prevalência de mais de quatro meninos para cada menina (ZEIDAN et al., 2022). Entretanto, mais recentemente, discute-se que habilidades sociais *tipicamente femininas*, como maior habilidade social, linguística, motivação para amizades, camuflam as características *tradicionalmente* autistas, como a extrema dificuldade em interações sociais (LAI & SZATMARI, 2020). Além disso, enquanto homens autistas têm sintomas externalizados, como agressividade, hiperatividade e impulsividade, mulheres autistas têm sintomas mais internalizados, como depressão, ansiedade e

alterações do sono (SANTOS et al., 2022). Como a condição foi caracterizada a partir de casos de meninos e homens, a classificação do manual diagnóstico é pensada para detectar os sintomas externalizados, e coloca a dificuldade social (mascarada em mulheres autistas) como característica chave para o diagnóstico. Diferenças comportamentais entre os sexos também são observadas quando a condição é estudada em animais (GHAHREMANI et al., 2022). Mais uma vez, os estudos em animais podem ser relevantes para identificar possíveis processos biológicos específicos de cada sexo (MOSSA & MANZINI, 2021). Assim, a escassez de estudos sobre transtorno do espectro autista em animais fêmeas faz com que haja uma generalização do que se sabe sobre os mecanismos cerebrais e formas de tratamento para todos os indivíduos.

Em todos os exemplos, a prevalência das condições é maior em homens, e mesmo assim a falta de estudos envolvendo fêmeas leva a um prejuízo na saúde das mulheres. Isso nos leva a crer que prejuízos maiores são esperados no contexto de quadros como depressão e ansiedade, que são mais comuns em mulheres, e mesmo assim machos são mais estudados quando esses temas são abordados em estudos com animais (HODES & KROPP, 2023; BANGASSER & CUARENTA, 2021; EID et al., 2019).

Embora seja de grande relevância entender diferenças sexuais (quando existem), é essencial não fazer isso de forma binária e simplista, conforme o sexo biológico (JOEL, 2012; HANKIVSKY, 2012; VARGAS et al., 2020). O sexo inclui genitália, órgãos reprodutores, gônadas, hormônios, características secundárias, genes e cromossomos. Por muitas razões, para algumas pessoas essas características não se alinham, seja para pessoas nascidas com variabilidade no desenvolvimento sexual, pessoas transgêneros submetidas a tratamentos hormonais ou cirurgia afirmativa, ou pessoas submetidas a tratamentos médicos etc. Por isso, é imprescindível estudarmos sexo como uma variável complexa e entendermos qual aspecto do que chamamos sexo causa uma diferença. Assim, essa diferença poderá ser aplicada aos grupos adequados (SAMAEI et al., 2022). A exclusão e as

inadequações de fêmeas em pesquisa com animais refletem-se em inadequações na prática médica com as mulheres. Vale ainda ressaltar que as diferenças entre homens e mulheres são biológicas (em nível até mesmo celular), mas também são sociais, econômicas e culturais, e todos os aspectos precisam ser levados em conta (EVANS & MCGREGOR, 2020).

Possivelmente, no futuro, pesquisas com animais serão proibidas. Nessas condições, a pesquisa que hoje é feita com animais será feita a partir de modelos matemáticos, miniórgãos, minichips, células e outras tecnologias que porventura surgirem. Essa é uma questão controversa que não pretendemos discutir aqui. Porém, é importante considerar esse cenário dentro da perspectiva da questão da negligência com o sexo feminino na ciência. Idealmente, para cada modelo de estudo haverá uma forma adequada de considerarmos as semelhanças e diferenças entre os sexos. No entanto, futuros modelos usarão como base o conhecimento prévio, adquirido também a partir da ciência básica, e se esses modelos não considerarem sexo como uma variável biológica, eles seguirão falhos em cumprir seu papel científico de beneficiar toda a população.

A inclusão de sexo e gênero como variáveis biológicas de maneira adequada é urgente e ultrapassa as questões da pesquisa com animais, células ou humanos. É necessária uma revisão científica e cultural para a promoção de maior equidade nas pesquisas em saúde (SHANSKY & MURPHY, 2021). Enquanto houver pesquisa para saúde humana, ela precisará considerar todas as nossas especificidades.

Considerações finais

O principal viés de sexo na pesquisa biomédica com animais é o baixo número de estudos incluindo animais fêmeas, mas escolhas e interpretações por parte dos pesquisadores (inseridos em um momento histórico e sociocultural)

também geram vieses relevantes, como vimos para o caso da neurociência comportamental.

As epistemologias do conhecimento científico mantêm pressupostos sexistas e androcêntricos (VIANNA & DINIZ, 2014). Assim, é preciso investigar os impactos da naturalização do discurso dominante sobre diferenças sexuais. Há séculos, pesquisadores atribuem um significado com viés machista para a fisiologia. Por exemplo, a diferença na espessura do corpo caloso (o feixe que interliga os hemisférios cerebrais) entre homens e mulheres foi rapidamente usada para justificar melhores habilidades visuoespaciais em homens e de linguagem nas mulheres (FAUSTO-STERLING, 2000). Tradicionalmente, as primeiras são mais associadas a postos de trabalho mais valorizados que as últimas. As premissas de determinismo biológico pautadas em comparação com outras espécies não são isentas de vieses. Por exemplo, a organização patriarcal e as relações baseadas em agressividade dos chimpanzés são mais frequentemente associadas à alta homologia genética com nossa espécie do que a organização matriarcal e pacífica dos bonobos, que possuem o mesmo grau de semelhança genética conosco.

As relações entre os processos de subjetivação particulares de cada gênero descritos pela professora Zanella e os estudos de neurociência comportamental reforçam que a produção de conhecimento ainda objetiva reproduzir cientificamente o padrão comportamental da sociedade. A ciência é usada como tecnologia de gênero desde o iluminismo. A medicina, a psicologia e, mais recentemente, a neurociência, foco deste texto, são braços importantes dessa tecnologia. Esse termo introduzido por Teresa de Lauretis (1990) se refere ao instrumento de poder que produz os processos de subjetivação particulares de cada identidade de gênero, sendo eles diferenças sexuais, códigos linguísticos e representações culturais a partir dos quais os sujeitos se identificam como homens ou mulheres. As ciências biológicas são usadas para produzir discursos sobre diferenças sexuais, não apenas as apontando, mas elegendo características que

justificariam biologicamente as desigualdades sociais. O que antes era diferença se tornou oposição e desigualdade (ZANELLO, 2018).

Dados encontrados em animais são usados para justificar e reforçar o patriarcado há séculos. Isso mostra a importância da discussão do machismo dentro da ciência como um todo, e da neurociência em particular. A baixa participação feminina na ciência, se não numérica, em espaços de gestão científica (onde se decide o que estudar e como estudar), certamente contribui para a manutenção dos vieses. Já que o viés do pesquisador é uma característica inata do conhecimento científico, pesquisadoras feministas devem aproveitar seus próprios posicionamentos para analisar os produtos dos seus trabalhos e outros trabalhos de pesquisa a partir de uma perspectiva feminista (VIANNA & DINIZ, 2014). Ou seja, incluindo uma crítica feminista do conhecimento produzido (REINHARZ, 1992). A partir disso, é possível construir uma pesquisa para mulheres e não apenas sobre mulheres (OLESEN, 2006).

Referências

BANGASSER, D. A.; CUARENTA, A. Sex differences in anxiety and depression: circuits and mechanisms. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 22, n. 11, p. 674–684, 2021.

BARATTA, M. V et al. Controllable stress elicits circuit-specific patterns of prefrontal plasticity in males, but not females. **Brain Structure and Function**, v. 224, n. 5, p. 1831–1843, 2020.

BECEGATO, M. et al. Impaired discriminative avoidance and increased plasma corticosterone levels induced by vaginal lavage procedure in rats. **Physiology and Behavior**, v. 232, 2021. doi: 10.1016/j.physbeh.2021.113343.

BEERY, A. K.; ZUCKER, I. Sex bias in neuroscience and biomedical research. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 35, n. 3, p. 565–572, 2011. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.07.002.

CERRI, S.; MUS, L.; BLANDINI, F. Parkinson's Disease in Women and Men: What's the Difference? **Journal of Parkinson's Disease**, v. 9, n. 3, p. 501–515, 2019.

CHALLET, E. Keeping circadian time with hormones. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 17, n. S1, p. 76–83, 2015. doi: 10.1111/dom.12516.

CHEN, C. S. et al. Divergent Strategies for Learning in Males and Females. **Current Biology**, v. 31, n. 1, p. 39–50. e4, 2021. doi: 10.1016/j.cub.2020.09.075.

CNPq. Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil, 2016a. **Súmula estatística**. Disponível em: <<https://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-sexo-e-idade>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

CNPq. Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil, 2016b. **Súmula estatística**. Disponível em: <<https://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-lideranca-sexo-e-idade>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

COST, K. T. et al. Sex differences in object-in-place memory of adult rats. **Behavioral Neuroscience**, v. 126, n. 3, p. 457–464, 2012. doi: 10.1037/a0028363.

CRISPINO, P. et al. Gender differences and quality of life in parkinson's disease. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 1, p. 1–14, 2021.

DARWIN, C. **The descent of man and selection in relation to sex**. Vol 1. 1. ed. Londres: John Murray, 1871.

DAYTON, A. et al. Breaking the cycle: Estrous variation does not require increased sample size in the study of female rats. **Hypertension**, v. 68, n. 5, p. 1139–1144, 2016. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.08207.

DE ASSIS, C.; BOUERI, A. G. Sem considerar maternidade, ciência brasileira ainda penaliza mulheres. **Revista Gênero e Número**, 2018.

DE BEAUVOIR, S. **O segundo sexo**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2016.

DE LAURETIS, T. Eccentric Subjects: Feminist Theory and Historical Consciousness. **Feminist Studies**, v. 16, n. 1, p. 115, 1990. doi: 10.2307/3177959.

EID, R. S.; GOBINATH, A. R.; GALEA, L. A. M. Sex differences in depression: Insights from clinical and preclinical studies. **Progress in Neurobiology**, v. 176, p. 86–102, 2019.

EVANS, M. L.; MCGREGOR, A. J. Improving the Health of Women Across the Life Span: Recognizing Biological Barriers and Beyond. **Clinical Therapeutics**, v. 42, n. 3, p. 382–384, 2020.

FAUSTO-STERLING, A. **Sexing the body**: gender, politics, and the construction of sexuality. Nova Iorque: Basic Books, 2000.

FERNANDEZ-BAIZAN, C.; ARIAS, J. L.; MENDEZ, M. Spatial memory in young adults: Gender differences in egocentric and allocentric performance. **Behavioural Brain Research**, v. 359, p. 694–700, 2019.

FERREIRA, L. P. S. et al. Sex differences in Parkinson's Disease: An emerging health question. **Clinics**, v. 77, p. 100121, 2022.

FINE, C.; JOEL, D.; RIPPON, G. Eight Things You Need to Know About Sex, Gender, Brains, and Behavior: A Guide for Academics, Journalists, Parents, Gender Diversity Advocates, Social Justice Warriors, Tweeters, Facebookers, and Everyone Else. **Neurogenderings**, v. 15.2, 2019.

FUENTES, A. "The descent of man," 150 years on. **Science**, v. 372, n. 6544, p. 769, 2021. doi: 10.1126/science.abj4606.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; NUGENT, L. Boys' Advantage in Solving Algebra Word Problems Is Mediated by Spatial Abilities and Mathematics Anxiety. **Developmental Psychology**, 2022. doi: 10.1037/dev0001450.

GHAHREMANI, R. et al. Sex Differences in Spatial Learning and Memory in Valproic Acid Rat Model of Autism: Possible Beneficial Role of Exercise Interventions. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 16, n. April, p. 1–12, 2022.

GRAHAM, B. M. Battle of the sexes: who is more variable, and does it really matter? **Lab Animal**, v. 52, n. 5, p. 107–108, 2023.

HABETS, J. G. V. et al. An update on adaptive deep brain stimulation in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 33, n. 12, p. 1834–1843, 2018. doi: 10.1002/mds.115.

HAMSON, D. K.; ROES, M. M.; GALEA, L. A. M. Sex Hormones and Cognition: Neuroendocrine Influences on Memory and Learning. **Comprehensive Physiology**, v. 6, n. July, p. 1295–1337, 2016. doi: 10.1002/cphy.c150031.

HANKIVSKY, O. Women's health, men's health, and gender and health: Implications of intersectionality. **Social Science and Medicine**, v. 74, n. 11, p. 1712–1720, 2012.

HARAWAY, D. Saberes localizados: a questão da ciência para o feminismo e o privilégio da perspectiva parcial. **Cadernos Pagu**, n. 5, p. 07–41, 1995. Disponível em: <<https://ieg.ufsc.br/cedoc/revistas/0/volumes-eletronicos/0/2349>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.

HAYDEN, E. C. Sex bias blights drug studies. **Nature**, v. 464, p. 332–333, 2010. doi: 10.1038/464332b.

HODES, G. E.; KROPP, D. R. Sex as a biological variable in stress and mood disorder research. **Nature Mental Health**, v. 1, n. July, p. 453–461, 2023.

HUZIAN, O. et al. Stress Resilience is Associated with Hippocampal Synaptoprotection in the Female Rat Learned Helplessness Paradigm. **Neuroscience**, v. 459, p. 85–103, 2021.

JOEL, D. Genetic-gonadal-genitals sex (3G-sex) and the misconception of brain and gender, or, why 3G-males and 3G-females have intersex brain and intersex gender. **Biology of Sex Differences**, v. 3, n. 1, p. 1, 2012.

JOEL, D. Neuroscience and Biobehavioral Reviews Beyond the binary: Rethinking sex and the brain. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 122, p. 165–175, 2021.

KELESTIMUR, H. et al. Effects of treadmill exercise on sexual behavior and reproductive parameters in chronically stressed-male rats. **Physiological Research**, v. 70, p. 765–775, 2021. doi: 10.33549/physiolres.934585.

KELLER, E. F. **Reflection on gender and Science**. New Haven: Yale University Press, 1995.

KOREVAAR, D. A.; HOOFT, L.; TER RIET, G. Systematic reviews, and meta-analyses of preclinical studies: publication bias in laboratory animal experiments. **Lab Animal**, v. 45, n. 4, p. 225-230, 2011.

LAI, M. C.; SZATMARI, P. Sex and gender impacts on the behavioural presentation and recognition of autism. **Current Opinion in Psychiatry**, v. 33, n. 2, p. 117–123, 2020.

LEVY, D. R. et al. Mouse spontaneous behavior reflects individual variation rather than estrous state. **Current Biology**, v. 33, n. 7, p. 1358–1364, 2023.

LIGON, D. J.; ZWARTJES, P. W. Female red junglefowl choose to mate with multiple males. **Animal Behaviour**, v. 49, n. 1, p. 127–135, 1995. doi: 10.1016/0003-3472(95)80160-X.

LIMA, A. C. et al. Female Rats Are Resistant to Cognitive, Motor and Dopaminergic Deficits in the Reserpine-Induced Progressive Model of Parkinson's Disease. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 13, n. October, p. 1–14, 2021.

LINDSTAD, S. **Do female birds mate with multiple males to protect their young?** 2016. Disponível em: <<https://kjonnsforskning.no/en/2016/05/do-female-birds-mate-multiple-males-protect-their-young>>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2023.

MACHIDA, T.; YONEZAWA, Y.; NOUMURA, T. Age-associated changes in plasma testosterone levels in male mice and their relation to social dominance or subordination. **Hormones and Behavior**, v. 15, n. 3, p. 238–245, 1981. doi: 10.1016/0018-506x(81)90013-1.

MAHMOUD, R.; WAINWRIGHT, S. R.; GALEA, L. A. M. Sex hormones and adult hippocampal neurogenesis: Regulation, implications, and potential mechanisms. **Frontiers in Neuroendocrinology**, v. 41, p. 129–152, 2016. doi: 10.1016/j.yfrne.2016.03.002.

MARTIN, E. **A mulher no corpo**: uma análise cultural da reprodução. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

MARTÍNEZ-MOTA, L. et al. Sex and age differences in the impact of the forced swimming test on the levels of steroid hormones. **Physiology and Behavior**, v. 104, n. 5, p. 900–905, 2011.

MCEWEN, B. S. Hormones and behavior and the integration of brain-body Science. **Hormones & Behavior**, v. 119, p. 104619, 2020.

MCGREGOR, A. J. Are Women More Likely to Exhibit Psychogenesis... Or Just More Likely to Be Diagnosed That Way? **Rhode Island Medical Journal (2013)**, v. 102, n. 3, p. 10–11, 2019.

MOGIL, J. S.; CHANDA, M. L. The case for the inclusion of female subjects in basic science studies of pain. **Pain**, v. 117, n. 1–2, p. 1–5, 2005. doi: 10.1016/j.pain.2005.06.020.

MORSSINKHOF, M. W. L. et al. Associations between sex hormones, sleep problems, and depression: A systematic review. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 118, p. 669–680, 2020.

MOSSA, A.; MANZINI, M. C. Molecular causes of sex-specific deficits in rodent models of neurodevelopmental disorders. **Journal of Neuroscience Research**, v. 99, n. 1, p. 37–56, 2021.

NIELSEN, M. W. et al. One and a half million medical papers reveal a link between author gender and attention to gender and sex analysis. **Nature Human Behaviour**, v. 1, n. 11, p. 791–796, 2017. doi: 10.1038/s41562-017-0235-x.

OLESEN, V. Os feminismos e a pesquisa qualitativa neste novo milênio. In N. K. DENZIN; Y. S. LINCOLN, & colaboradores (Orgs.), **O planejamento da pesquisa qualitativa**: teorias e abordagens. p. 219–257. Porto Alegre: Bookman, Artmed, 2006.

PIBER, D. et al. Sex effects on spatial learning but not on spatial memory retrieval in healthy young adults. **Behavioural Brain Research**, v. 336, p. 44–50, 2018.

PITYCHOUTIS, P. M. et al. Neurochemical and behavioral alterations in an inflammatory model of depression: Sex differences exposed. **Neuroscience**, v. 159, n. 4, p. 1216–1232, 2009.

POSTMA, A. et al. Sex differences and menstrual cycle effects in human spatial memory. **Psychoneuroendocrinology**, v. 24, n. 2, p. 175–192, 1999. doi: 10.1016/s0306-4530(98)00073-0.

PRENDERGAST, B. J.; ONISHI, K. G.; ZUCKER, I. Female mice liberated for inclusion in neuroscience and biomedical research. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 40, p. 1–5, 2014. doi: 10.1016/j.neubiorev.2014.01.001.

RECHLIN, R. K. et al. An analysis of neuroscience and psychiatry papers published from 2009 and 2019 outlines opportunities for increasing discovery of sex differences. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, 2022.

REINHARZ, S. **Feminist Methods in Social Research**. Nova Iorque e Oxford: Oxford University Press, 1992.

RIBEIRO, A. M. et al. Sex differences in aversive memory in rats: Possible role of extinction and reactive emotional factors. **Brain and Cognition**, v. 74, n. 2, p. 145–151, 2010. doi: 10.1016/j.bandc.2010.07.012.

RIPPON, G. et al. How hype and hyperbole distort the neuroscience of sex differences. **PLoS Biology**, v. 19, n. 5, p. 6–8, 2021. doi: 10.1371/journal.pbio.3001253.

RIPPON, G. et al. Recommendations for sex/gender neuroimaging research: Key principles and implications for research design, analysis, and interpretation. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, n. AUG, p. 1–13, 2014. doi: 10.3389/fnhum.2014.00650.

RIPPON, G. The trouble with girls? **Psychologist**, v. 29, n. 12, p. 918–922, 2016. Disponível em: <<https://www.bps.org.uk/psychologist/trouble-girls>>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2023.

ROSE, H.; ROSE, S. **Can Neuroscience Change Our Minds?** Cambridge: Polity Press, 2016.

RUSSILO, M. C.; et al. Sex differences in Parkinson' disease: from bench to bedside. **Brain Sciences**, v. 12, n. 7, p. 917, 2022.

SAFARI, S. et al. Sex differences in spatial learning and memory and hippocampal long-term potentiation at perforant pathway-dentate gyrus (PP-DG) synapses in Wistar rats. **Behavioral and Brain Functions**, v. 17, n. 1, p. 1–11, 2021.

SAMAEI, M.; JENKINS, M. R.; MCGREGOR, A. J. Closing the gap: How women can benefit more from science, research, policies, and health services. **Med**, v. 3, n. 5, p. 302–308, 2022.

SANTOS, F. H. dos et al. Number Processing and Calculation in Brazilian Children Aged 7–12 Years. **The Spanish Journal of Psychology**, v. 15, n. 2, p. 513–525, 2012. doi: 10.5209/rev_sjop.2012.v15.n2.38862.

SANTOS, S. et al. Male sex bias in early and late onset neurodevelopmental disorders: Shared aspects and differences in Autism Spectrum Disorder, Attention Deficit/hyperactivity Disorder, and Schizophrenia. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 135, n. December 2021, 2022.

SAUNDERS-PULLMAN, R. et al. Diagnosis and Referral Delay in Women With Parkinson's. **Gender Medicine**, v. 8, n. 3, p. 209–217, 2011.

SCHOLL, J. L. et al. Sex differences in anxiety-like behaviors in rats. **Physiology and Behavior**, v. 211, n. September, p. 112670, 2019.

SENSI, S.; PALITTI, V. P.; GUAGNANO, M. T. Chronobiology in endocrinology. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 29, n. 4, p. 613–631, 1993.

NATURE NEUROSCIENCE, EDITORIAL. Separating science from stereotype. **Nature Neuroscience**, v. 8, n. 3, p. 253, 2005. doi: 10.1038/nn0305-253.

SHANSKY, R. M.; MURPHY, A. Z. Considering sex as a biological variable will require a global shift in science culture. **Nature Neuroscience**, v. 24, n. 4, p. 457–464, 2021.

SHORS, T. J. Stress and sex effects on associative learning: For better or for worse. **Neuroscientist**, v. 4, n. 5, p. 353–364, 1998. doi: 10.1177/107385849800400517.

TAYLOR, S. E. et al. Biobehavioral responses to stress in females: Tend-and-befriend, not fight-or-flight. **Psychological Review**, v. 107, n. 3, p. 411–429, 2000. doi: 10.1037/0033-295x.107.3.411.

VAN KERKHOFF, L. W. M. et al. Diurnal variation of hormonal and lipid biomarkers in a molecular epidemiology-like setting. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. 1–17, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0135652.

VARGAS, C. et al. Gender, women, and scientific research. **Medwave**, v. 20, n. 02, p. e7857–e7857, 2020.

VIANNA, C.; DINIZ, G. Gênero, feminismos e saúde mental: implicações para a prática e a pesquisa em Psicologia Clínica. In V. Zanella & A. P. Müller de Andrade (Orgs.), **Saúde mental e gênero: diálogos, práticas e interdisciplinaridade**. p. 81-106. Curitiba: Appris, 2014.

VORHEES, C. V. et al. Effects of neonatal (+)-methamphetamine on path integration and spatial learning in rats: effects of dose and rearing conditions. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 26, n. 6, p. 599–610, 2008. doi: 10.1016/j.ijdevneu.2008.04.002.

WALD, C.; WU, C. Biomedical research. Of mice and women: The bias in animal models. **Science**, v. 327, n. 5973, p. 1571–1572, 2010. doi: 10.1126/science.327.5973.1571.

WALKER, Q. et al. Vaginal lavage attenuates cocaine-stimulated activity and establishes place preference in rats. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 73, n. 4, p. 743–752, 2002. doi: 10.1016/s0091-3057(02)00883-3.

WALTZ, M. et al. Evaluating the national institutes of health's sex as a biological variable policy: Conflicting accounts from the front lines of animal research. **Journal of Women's Health**, v. 30, n. 3, p. 348–354, 2021. doi: 10.1089/jwh.2020.8674.

WILKINS, M. et al. Analysis of female song provides insight into the evolution of sex differences in a widely studied songbird. **Animal Behavior**, v. 168, p. 69-82, 2020. doi: 10.1016/j.anbehav.2020.07.018.

ZAJITSCHKEK, S. R. K. et al. Sexual dimorphism in trait variability and its eco-evolutionary and statistical implications. **elife**, v. 9, p. e63170, 2020. doi: 10.7554/eLife.63170.

ZANELLO, V. **Saúde mental, gênero e dispositivos: cultura e processos de subjetivação**. Curitiba: Appris, 2018.

ZEIDAN, J. et al. Global prevalence of autism: A systematic review update. **Autism Research**, v. 15, n. 5, p. 778–790, 2022.

ZUCKER, I.; BEERY, A. K. Males still dominate animal studies. **Nature**, v. 465, n. 7299, p. 690, 2010. doi: 10.1038/465690a.

QUAL O LUGAR DAS NEUROCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO?

WHAT IS THE ROLE
OF NEUROSCIENCE
IN EDUCATION?

POR FERNANDO M. LOUZADA.¹ E LUCA MORENO-LOUZADA²

Resumo

A aprendizagem é um fenômeno complexo e, como tal, deve ser estudada a partir de múltiplas perspectivas. Uma delas é a neurociência, que tem muito a oferecer. Entretanto, não acreditamos que a neurociência seja prescritiva, como muitos preconizam. Neste artigo, retomamos a discussão sobre os desafios para se construir uma ponte realmente sólida entre a neurociência e a educação. Essa construção envolve superar as tendências atuais de simplificar processos intrincados, como a adição do prefixo "neuro" a disciplinas historicamente associadas ao ensino, sem considerar as complexidades da emergência que ocorrem durante a transição entre diferentes níveis de organização da vida e da sociedade.

Abstract

Learning is a complex phenomenon and, as such, should be studied from multiple perspectives. One of these is neuroscience, which has much to offer. However, we do not believe that neuroscience is prescriptive, as many advocate. In this article, we revisit the discussion on the challenges of building a truly solid bridge between neuroscience and education. This construction involves overcoming current trends of simplifying intricate processes, such as adding the prefix "neuro" to disciplines historically associated with education, without considering the complexities of emergence that occur during the transition between different levels of organization in life and society.

¹ Departamento de Fisiologia - Universidade Federal do Paraná (UFPR).

² Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) - Universidade de São Paulo – USP.

Aqueles que tiveram o privilégio de conhecer o Prof. Cesar Timo-laria, pioneiro das neurociências do Brasil, aprenderam a conviver com suas provocações. Uma delas era direcionada aos sociólogos. Dizia que eles necessitavam conhecer o funcionamento do sistema nervoso, pois a sociologia nada mais seria do que o estudo da interação entre dois ou mais sistemas nervosos. Pura provocação reducionista; obviamente o professor Timo-laria sabia que a interação entre dois neurônios não resulta na simples soma da atividade de ambos. Dela, emergem propriedades que são muito mais complexas e algumas vezes intangíveis, que transcendem os referenciais teóricos das neurociências¹. Pensar que o resultado da interação entre dezenas de cérebros pode ser compreendido como a simples soma da atividade individual é um devaneio que surgiu na mente brilhante do Prof. Timo-laria apenas como uma provocação. Inspirado por ele, fazemos uma provocação semelhante aos educadores. Se aceitamos que é importante para um profissional da educação física conhecer o funcionamento de ossos e músculos, para um educador seria essencial conhecer o funcionamento cerebral. Afirmação obviamente falaciosa. Conhecemos excelentes educadores que não fazem ideia de como o cérebro ou um neurônio funcionam. Portanto, a questão sobre se as neurociências são essenciais para a educação já está respondida: não. A pergunta que nos cabe fazer é se o conhecimento a respeito do funcionamento cerebral pode trazer contribuições relevantes à educação.

A aprendizagem é um fenômeno complexo e a compreensão de fenômenos complexos exige a integração de diferentes perspectivas. Nesse ponto, resgatamos o depoimento de José Saramago sobre sua experiência na ópera de Lisboa, quando se sentou em um local que ficava atrás da coroa que ornava o recinto². Descobriu que a coroa era feita apenas pela metade. A visualização da parte de trás, oca, era bem diferente, havia muito pó e teias de aranha. Saramago relata que jamais se esqueceu do *insight* que surgiu daquela singela experiência: “para conhecer as coisas, temos que dar a volta, a volta toda”.

Sem dúvida, a perspectiva das neurociências tem muito a oferecer a educadores, contribuindo para “darmos a volta toda” no processo de aprendizagem. Isso não significa dar respaldo ao crescimento de um fenômeno surgido nas últimas décadas que tem sido chamado de neuroficação (tradução de *neurofication*). O Urban Dictionary³ define neuroficação como o ato de validar artificialmente qualquer área da ciência com o mistério e a nobreza das neurociências pela simples adição do prefixo ‘neuro’. Diariamente somos bombardeados com termos como neuromarketing, neuroeducação, neuropedagogia etc., como se essas disciplinas já existissem, ignorando por completo a impossibilidade de unir referenciais teóricos tão distantes.

A economia é uma área que exemplifica bem o fenômeno. Há quase vinte anos, um ensaio famoso de dois economistas americanos⁴ já alertava sobre as limitações de se aplicar conceitos das neurociências para redefinir abordagens de modelagem da teoria econômica convencional. Além de responderem a críticas feitas por defensores da “neuroeconomia”, que seria uma forma de aplicar achados das neurociências na construção de um novo paradigma de teoria econômica, o argumento central do texto era que o arcabouço técnico e teórico das neurociências não é compatível com o da economia. Mais ainda: as perguntas que cada um desses campos se propõe a responder são completamente diferentes.

Acreditar que com tecnologia e conhecimento suficiente sobre o sistema nervoso um dia será possível determinar de forma exata como os agentes econômicos responderão a um aumento da taxa de juros ou à queda do preço do tomate é uma forma revisitada do Demônio de Laplace, segundo o qual seria possível um dia determinar todo o futuro do universo físico a partir do conhecimento completo sobre o funcionamento das partículas e de seu estado atual.

Por outro lado, são positivos os avanços da economia comportamental, que aplica conceitos da psicologia cognitiva para explicar comportamentos econômicos, principalmente em experimentos financeiros. Essas contribuições, que

renderam prêmios Nobel para pesquisadores como Richard Thaler e Daniel Kahneman – que é psicólogo de formação –, são extremamente relevantes. As neurociências também podem trazer contribuições. Por exemplo, a importância da neuroplasticidade na primeira infância é bastante estudada e inclusive aplicada na economia – de forma mais famosa com os trabalhos de James Heckman sobre efeitos de longo prazo da educação. Um estudo recente estudou a atividade cerebral de recém-nascidos de famílias de baixa renda, mostrando que transferências de renda para as mães podem alterar a atividade cerebral dos bebês⁵, o que serve de evidência direta para balizar políticas públicas. No entanto, isso não quer dizer que seja possível ir além e tentar explicar todo o comportamento da economia a partir das neurociências, ou prescrever políticas públicas baseando-se só em neurociência, sem levar em conta aspectos sociopolíticos. São duas ciências distintas, que podem se relacionar e ser de grande valia uma para a outra, sim. Mas criar um campo específico chamado de “neuroeconomia” acaba não sendo mais do que uma forma de marketing que busca aproximar a economia das ciências duras, para validá-la como conhecimento científico.

No caso da neuroeducação, muitas vezes essa suposta disciplina, já oferecida em inúmeras instituições, aborda conceitos de neurociência, principalmente a respeito do funcionamento cerebral. Não discutimos se esses conhecimentos são relevantes para um educador, mas questionamos o “nome fantasia” dado ao tema, que cria a ilusão de que já temos um conjunto consolidado de conceitos que unem neurociências e educação. Imaginamos que qualquer nutricionista defenda a importância de educadores conhecerem conceitos básicos de nutrição, mas nunca vimos o termo “nutrieducação” sendo utilizado. No caso das neurociências, a neuroficação viralizou. Diante deste cenário, consideramos adequado retomar uma discussão que trouxemos em 2011, quando já acenávamos para a necessidade de conseguirmos separar o joio do trigo e com isso contribuir para definir o lugar das neurociências na educação⁶.

A ideia da construção de uma ponte entre neurociências e educação não é nova. Bruer, em 1997, argumentava que as neurociências teriam pouco a oferecer aos educadores e que esse pouco que chegava à sala de aula era baseado em distorções e generalizações⁷. Realmente, as publicações sobre a chamada “*brain-based learning*” têm quase nada a oferecer. Mas, segundo Bruer, nem tudo estaria perdido. Ele defendia que educadores deveriam olhar mais para a contribuição fundamentada das ciências cognitivas e menos para as especulações das neurociências. E que, em vez de tentarmos construir uma ponte muito distante entre neurociências e educação, deveríamos olhar para duas pontes bem mais curtas, a ligação entre educação e psicologia cognitiva e entre psicologia cognitiva e neurociências. Para Bruer, é na psicologia cognitiva que devemos ancorar essas pontes. Uma das principais críticas de Bruer está associada a generalizações e aplicações oriundas do conhecimento da sinaptogênese e dos chamados períodos críticos do neurodesenvolvimento. Segundo ele, a partir de evidências obtidas em animais de laboratório sobre a relação entre a formação e a poda sináptica e sua importância no desenvolvimento dos sistemas sensoriais e motores, são feitas generalizações precipitadas relacionadas à aquisição de habilidades culturalmente transmitidas, como a leitura e a aritmética. Complementa afirmando que esse conhecimento fornece poucos subsídios para o aprimoramento de ambientes de aprendizagem.

Quase vinte anos após a publicação do artigo de Bruer, Horvath e Donoghue voltam ao tema, para enfatizar que as neurociências não são prescritivas⁸. Em seguida, os autores identificam as quatro pontes que poderiam ser construídas entre as neurociências e a educação: prescritiva, conceitual, funcional e diagnóstica. A ponte prescritiva seria a tentativa de dizer aos educadores o que e como fazer a partir das evidências das neurociências – algo que, segundo eles, ainda não seria possível. A ponte conceitual, ou translação conceitual, seria baseada na compreensão dos fenômenos pedagógicos a partir do nível neurobiológico, por exemplo, usar os conceitos de plasticidade para justificar o

sucesso ou a falha de determinada atividade. Já a ponte funcional refere-se à compreensão de como alterações funcionais do sistema nervoso podem ter impacto na aprendizagem. E, por fim, a ponte diagnóstica permite o mapeamento do funcionamento cerebral, que fornece subsídios, por exemplo, a respeito de como o aprendiz aprende, ou identificar quais estratégias promoveriam maiores mudanças no funcionamento cerebral. Apesar de reconhecerem a existência de iniciativas nas três últimas pontes, Horvath e Donogue argumentam que a impossibilidade da existência de uma neurociência prescritiva não ocorre devido à ausência de conhecimento na área, mas à incomparabilidade entre os diferentes níveis de organização envolvidos. O salto entre o neurônio e a sala de aula é enorme, impossível fazê-lo sem atropelos, como já sabia o Prof. Timo-Iaria.

Horvath e Donogue, portanto, identificam o fenômeno da emergência como o principal obstáculo para a construção de uma ponte entre neurociências e educação. Em cada nível de organização, as presunções, o vocabulário, os métodos e as soluções adotados pelos pesquisadores são muito distintos. Concluem que pouco tem sido feito de maneira efetiva para definir claramente o que significa essa translação do conhecimento neurocientífico para a sala de aula. A ponte prescritiva, a qual consideravam uma quimera, ainda não existiria.

Concordamos com a ideia de que a neurociência prescritiva para a educação ainda está longe de ser consolidada. O fato de uma educadora saber que o hipocampo é uma estrutura encefálica fundamental para a consolidação da memória não muda em nada sua prática pedagógica. O mais preocupante é que muitas das práticas pedagógicas que supostamente seriam exemplos da neurociência prescritiva na verdade são ações baseadas nos chamados neuromitos⁹. A preocupação com a disseminação de neuromitos em sala de aula é tamanha que levou eminentes neurocientistas a redigir, em 2017, uma carta ao jornal *The Guardian*, do Reino Unido, para mostrar a necessidade de alertar educadores a respeito¹⁰. Muitos dos neuromitos são baseados em generalizações que ignoram as enormes diferenças existentes entre as/os estudantes. Um dos

exemplos citados pela carta de 2017 é a suposta existência dos estilos de aprendizagem¹¹. Nessa abordagem, estudantes são categorizados, por exemplo, em um dos três estilos de aprendizagem – auditivo, visual ou cinestésico –, e essa identificação nortearia as atividades realizadas em sala de aula. Essa epidemia de categorização não para por aí: cérebro direito/cérebro esquerdo, “verbalizadores”/“visualizadores”, e assim por diante. Nenhuma dessas categorizações possui o mínimo respaldo no conhecimento das neurociências. Uma das consequências da disseminação de neuromitos é que um dos principais argumentos para defender a formação de educadores em neurociência é o de que eles possam evitar a disseminação de neuromitos em sala de aula, ou seja, defender estudantes de uma suposta neurociência prescritiva sem nenhum fundamento científico¹².

Contudo, resgatando o discurso de Bruer⁷, talvez nem tudo esteja perdido nessa empreitada. Sigman e colaboradores¹³ propõem que neurociência e psicologia cognitiva devem trabalhar em sinergia, com o objetivo de desenvolver ferramentas para a compreensão da atividade mental que permitam melhorar a educação. Em referência a Bruer, argumentam que, apesar de o cimento da ponte ainda estar fresco, é tempo de marchar sobre ela. E apresentam cinco pilares para dar sustentação a essa caminhada. O primeiro é que as neurociências devem dar forma aos aspectos éticos e práticos entre a biologia da aprendizagem e a educação formal, definindo recomendações de como, quando e onde as neurociências podem ou não podem ser relevantes à educação. O segundo pilar refere-se à necessidade de estudos de campo para testar a validade de teorias de neurociência em sala de aula, para fornecer subsídios a educadores e formuladores de políticas públicas. Quanto a essa lacuna, que ainda precisa ser preenchida, há poucos estudos dessa natureza. No sentido contrário, a educação precisa ser fonte de inspiração para a pesquisa em neurociências, constituindo o terceiro pilar, para que sejam criados desenhos experimentais de maior validade prática. O quarto pilar refere-se à necessidade de formação conceitual em

neurociências por parte dos educadores, para lidar principalmente com as distorções e generalizações inadequadas, os neuromitos. O quinto pilar propõe o investimento em empreitadas multidisciplinares, que invistam na formação de uma nova geração de estudantes capazes de desenvolver protocolos de pesquisa que integrem neurociências, psicologia cognitiva e educação.

Uma pesquisa bibliográfica criteriosa nos mostra que, apesar de alguns dos pilares propostos por Sigman e colaboradores ainda se mostrarem frágeis, já existem conhecimentos acumulados pelas neurociências que poderiam contribuir para a construção do currículo escolar e de políticas públicas em educação. Podemos identificar um potencial translacional para a educação em diversas áreas das neurociências, como alfabetização, bilinguismo, aprendizagem matemática e funções executivas¹⁴. Neste artigo exploraremos, a título de exemplificação, apenas a vertente de aspectos fisiológicos associados à aprendizagem, tema mais próximo da principal linha de pesquisa de nosso laboratório. Abordaremos de maneira sucinta o papel do sono, da alimentação e da atividade física na aprendizagem.

O sono é um comportamento essencial não só para a saúde, mas para o funcionamento cerebral¹⁵. Situações de restrição de sono, crônicas ou agudas, são capazes de afetar o desempenho cognitivo e a regulação emocional¹⁶. Diante dessa evidência, fruto do acúmulo de estudos realizados nas últimas décadas, em grande parte ancorados em concepções das neurociências, torna-se essencial que educadores levem em consideração as necessidades de sono nas diferentes faixas etárias, além de desenvolverem atividades para fornecer informações com o intuito de auxiliar a construção de hábitos de sono mais saudáveis. Um exemplo do impacto desse conhecimento sobre a definição de políticas públicas foi o atraso no horário de início das aulas do ensino médio que tem sido adotado em diversos países¹⁷. No Brasil, o interesse pelo tema tem crescido, mas acreditamos que mudanças de horários escolares, como a ocorrida em países europeus e nos EUA, devem ser precedidas por um debate com toda a sociedade. Isso não

impede que escolas tenham iniciativas pontuais de alterações em sua organização temporal, com o objetivo de respeitar as necessidades de sono dos estudantes. A mudança nos horários escolares é um exemplo de medida que atinge o plano coletivo, que, sempre que possível, deve vir acompanhada de intervenções que respeitem as diferenças individuais. No caso das necessidades de sono, a adoção de horários escolares mais flexíveis parece ser o caminho mais adequado para atender às diferenças entre as pessoas em suas necessidades de sono.

Assim como o sono, os efeitos benéficos da atividade física vão muito além da saúde física, repercutindo também no desempenho cognitivo e no equilíbrio emocional¹⁸. Decisões relativas a qual prioridade as aulas de educação física devem ter na escola devem ser pautadas por essas evidências. Aqueles educadores que defendem, principalmente no ensino médio, a priorização das disciplinas que efetivamente são abordadas nos exames vestibulares devem repensar sua concepção, já que a aptidão física pode influenciar o desempenho nesses exames.

A importância da nutrição adequada para a saúde é amplamente conhecida, atingindo dimensões da cognição e da saúde mental¹⁹. Não podemos ignorar a necessidade não só de fornecer alimentação adequada nas escolas, mas também de desenvolver atividades que contribuam para a construção de hábitos alimentares mais saudáveis. Estudos que mostram os efeitos da desnutrição sobre a conectividade neural durante a primeira infância reforçam a necessidade da formulação de políticas públicas que garantam alimentação adequada para crianças em creches e escolas de educação infantil e do ensino fundamental²⁰.

Portanto, mesmo que muitas vezes os estudos de neurociências relacionados aos fatores biológicos que interferem na aprendizagem apenas reforcem conhecimentos já disponíveis, eles podem fornecer importantes subsídios para decisões relacionados ao currículo escolar e a políticas públicas. Por outro lado, pouco contribuem para modificar efetivamente a prática cotidiana de educadores na sala de aula. Insistimos: as neurociências não são prescritivas e

temos dúvidas se um dia serão. É importante lembrar que o fato de uma ciência não ser prescritiva para a educação não a exclui automaticamente do rol de disciplinas que devem fazer parte da formação de um educador. Qual seria o lugar da filosofia se pensássemos dessa forma?

As neurociências têm o seu lugar na educação. Talvez não de tanto destaque como alguns preconizam, mas, independentemente de sua aplicação direta em sala de aula, é uma perspectiva que contribui para a compreensão de um fenômeno complexo como a aprendizagem. Para que ela passe a ser prescritiva, o caminho é mais longo, pois são muitos níveis de organização a serem transpostos. Para que essa discussão seja profícua, devemos nos orientar por iniciativas sérias, pautadas nas chamadas ciências da aprendizagem (tradução de *Science for Learning*), que buscam construir iniciativas de translação de conhecimentos da academia para a sala de aula.

A translação de conhecimentos gerados pela ciência básica na área de saúde já está consolidada. Na área da educação estamos apenas engatinhando. Iniciativas como a Rede Ciência para Educação (CpE), criada no Brasil em 2014, são promissoras. A ideia da rede CpE é reunir pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, incluindo neurocientistas, para desenvolver pesquisas com o objetivo de avaliar a viabilidade da translação de conhecimentos científicos para a sala de aula, fortalecendo os pilares propostos por Sigman e colaboradores¹². As iniciativas da rede CpE são diversas, como a publicação de editais para financiamento de pesquisas translacionais, a criação de cursos de ciências da aprendizagem voltados a educadores, a organização de encontros científicos para propiciar o debate entre educadores e pesquisadores e a publicação de material de divulgação.

Nada nos impede de sonhar com o surgimento de uma nova ciência, que quebre as barreiras que o conceito de níveis de organização nos impõe, integrando-os, permitindo uma visão mais holística do desenvolvimento humano e

da educação. O estudo do cérebro fará parte dessa nova ciência, mas com certeza não será o centro.

REFERÊNCIAS

1. BEDEAU, M.A.; HUMPHREYS, P.E. *Emergence: Contemporary Readings in Philosophy and Science*. Cambridge: MIT Press, 2008.
2. *JANELA da alma*. Direção: João Jardim e Walter Carvalho; Produção: Flávio Ramos Tambellini. Ravina Filmes, 2001.
3. URBAN DICTIONARY. Neurofication. Disponível em: <https://www.urbandictionary.com/define.php?term=Neurofication>. Acesso em: 22 mar. 2023.
4. GUL, F.; PESENDORFER, W. *The case for mindless economics*. Princeton: Princeton University, 2005.
5. TROLLER-RENFREE, S.V. et al. The impact of a poverty reduction intervention on infant brain activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 119, n. 5, 2022.
6. LOUZADA, F. Neurociências e educação: um diálogo possível? *Revista Mente e cérebro*. São Paulo: Editora Dueto, jul. 2011.
7. BRUER, J.T. Education and the brain: a bridge too far. *Educational Research*, v. 26, p. 4–16, 1997.
8. HORVATH, J.C.; DONOGHUE, G.M. A Bridge Too Far - Revisited: Reframing Bruer's Neuroeducation Argument for Modern Science of Learning Practitioners. *Frontiers in Psychology*, v. 7, 2016.
9. HOWARD-JONES, P.A. Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 15, n. 12, p. 817–824, 2014.
10. THE GUARDIAN. No evidence to back idea of learning styles. Disponível em: <https://www.theguardian.com/education/2017/mar/12/no-evidence-to-back-idea-of-learning-styles>. Acesso em: 22 mar. 2023.
11. YFANTI, A.; DOUKAKIS, S. Debunking the Neuromyth of Learning Style. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 1338, p. 145-153, 2021.

12. JOLLES, J.; JOLLES, D.D. On Neuroeducation: Why and How to Improve Neuroscientific Literacy in Educational Professionals. *Frontiers in Psychology*, v. 3, n. 12, 2021.
13. SIGMAN, M. et al. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, v. 17, n. 4, p. 497–502, 2014.
14. LENT, R.; BUCHWEITZ, A.; MOTA, M.B. *Ciência para educação - Uma ponte entre dois mundos*. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017.
15. LOUZADA, F.; RIBEIRO, S. Sono, memória e sala de aula. In: LENT, R.; BUCHWEITZ, A.; MOTA, M.B. *Ciência para educação - Uma ponte entre dois mundos*. Rio de Janeiro: Atheneu, p. 97-118, 2017.
16. SHORT, M.A. et al. The relationship between sleep duration and mood in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, v. 52, 2020.
17. BILLER, A.M. et al. School start times and academic achievement - A systematic review on grades and test scores. *Sleep Medicine Reviews*, v. 61, 2022.
18. MARTIM-MARTINEZ, C. et al. School-based physical activity interventions and language skills: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 26, p. 140–148, 2023.
19. CARNEIRO, L.; PELLERIN, L. Nutritional Impact on Metabolic Homeostasis and Brain Health. *Frontiers in Neuroscience*, v. 27, n. 15, 2022.
20. OBEID, R.; DERBYSHIRE, E.; SCHÖN, C. Association between Maternal Choline, Fetal Brain Development, and Child Neurocognition: Systematic Review and Meta-Analysis of Human Studies. *Advances in Nutrition*, v. 22, n. 13, p. 2445-2457, 2022.

A PARALISIA DO SONO NO FOLCLORE BRASILEIRO E EM OUTRAS CULTURAS

SLEEP PARALYSIS IN BRAZILIAN FOLKLORE AND OTHER CULTURES

POR JOSÉ FELIPE RODRIGUEZ DE SÁ.¹ E SÉRGIO ARTHURO MOTA-ROLIM.²

Resumo

A paralisia do sono (PS) é um estado dissociativo que ocorre principalmente durante o despertar. A PS caracteriza-se por uma alteração das funções motoras, perceptivas, emocionais e cognitivas, como a incapacidade de realizar movimentos voluntários, alucinações visuais, delírios sobre uma presença assustadora, sensação de pressão no peito, falta de ar e, em alguns casos, medo de morte iminente. A maioria das pessoas experimenta a PS raramente, e principalmente quando está dormindo em posição supina; no entanto, a PS é considerada uma doença (parasonia) quando recorrente e/ou associada à carga emocional intensa e negativa. Curiosamente, ao longo da história da civilização humana, diferentes povos interpretaram a PS sob uma visão sobrenatural ou mística. Esquimós canadenses, por exemplo, atribuem a PS a feitiços de xamãs, que impedem o movimento e provocam alucinações de uma presença maligna. Na tradição japonesa, ocorre devido a um espírito vingativo que sufoca seus inimigos ao dormir. Na cultura nigeriana, uma personagem demoníaca ataca durante o sono e provoca paralisia. Uma manifestação moderna da PS é o relato de "abduções alienígenas", experimentadas como incapacidade de se mover durante o

despertar, associadas a alucinações visuais de alienígenas. Desta forma, podemos dizer que a PS é um exemplo significativo de como um fenômeno neurobiológico específico pode ser interpretado e moldado por diferentes contextos culturais. Para explorar ainda mais a etnopsicologia da PS, nesta breve revisão apresentamos a "Pisadeira", uma personagem do folclore brasileiro originada no Sudeste do país, mas também encontrada em outras regiões com nomes variados. A Pisadeira é descrita como uma mulher idosa, feia, magra e com unhas compridas, que espreita nos telhados à noite e pisa no peito dos que dormem de estômago cheio. Esta lenda é mencionada em muitos trabalhos antropológicos, no entanto, não encontramos uma referência abrangente sobre a Pisadeira sob a perspectiva da ciência do sono. Nesta breve revisão, pretendemos preencher essa lacuna. Primeiro, analisamos os aspectos neuropsicológicos da PS, e depois apresentamos o relato popular da Pisadeira. Finalmente, resumimos as muitas manifestações históricas e artísticas da PS em diferentes culturas, enfatizando as semelhanças e diferenças com a Pisadeira.

Palavras-chave: paralisia do sono, Pisadeira, etnopsicologia, psiquiatria transcultural, sono REM, alucinações hipnopômpicas.

¹ Mestre em Família na Sociedade Contemporânea – Universidade Católica do Salvador, Salvador, Brasil.

² Instituto do Cérebro, Hospital Universitário Onofre Lopes, e Departamento de Fisiologia e Comportamento – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil. Correspondência: sergioarthuro@neuro.ufrn.br.

Abstract

Sleep paralysis (SP) is a dissociative state that occurs mainly during awakening. SP is characterized by altered motor, perceptual, emotional, and cognitive functions, such as the inability to perform voluntary movements, visual hallucinations, feelings of chest pressure, delusions about a frightening presence, and in some cases, fear of impending death. Most people experience SP rarely, but typically when sleeping in the supine position; however, SP is considered a disease (parasomnia) when recurrent and/or associated with an emotional burden. Interestingly, throughout human history, different cultures interpreted SP under a supernatural view. For example, Canadian Eskimos attribute SP to spells of shamans, who hinder the ability to move, and provoke hallucinations of a shapeless presence. In the Japanese tradition, SP is due to a vengeful spirit who suffocates his enemies while sleeping. In Nigerian culture, a female demon attacks during dreaming and provokes paralysis. A modern manifestation of SP is the report of "alien abductions", experienced as the inability to move during awakening associated with visual hallucinations of aliens. In all, SP is a significant example of how a specific biological phenomenon can be interpreted and shaped by different cultural contexts. In order to further explore the ethnopsychology of SP, in this review we present the "Pisadeira", a character of Brazilian folklore that originated in the country's Southeast, but is also found in other regions with variant names. Pisadeira is described as a crone with long fingernails who lurks on roofs at night and tramples on the chest of those who sleep on a full stomach with the belly up. This legend is mentioned in many anthropological accounts; however, we found no comprehensive reference to the Pisadeira from the perspective of sleep science. Here, we aim to fill this gap. We first review the

neuropsychological aspects of SP, and then present the folk tale of the Pisadeira. Finally, we summarize the many historical and artistic manifestations of SP in different cultures, emphasizing the similarities and differences with the Pisadeira..

Introdução

A paralisia do sono (PS) é um estado dissociativo em que um indivíduo, ao ir dormir ou ao acordar, encontra-se incapaz de se mover (MAHOWALD et al., 2011). A PS é acompanhada de alucinações e delírios assustadores (DAHLITZ e PARKES, 1993), que diferentes sociedades interpretaram sob uma perspectiva sobrenatural ou metafísica (HINTON et al., 2005b). Curiosamente, há uma semelhança entre essas manifestações e a descrição dos ataques noturnos da Pisadeira, uma figura popular típica do Sudeste do Brasil, mas também encontrada em outras regiões (CASCUDO, 2012). Realizamos pesquisas usando o *Google Scholar* (Acadêmico), bem como os bancos de dados da Bireme e SciELO, mas não conseguimos encontrar estudos abrangentes em que os vários aspectos neuropsicológicos e socioculturais da PS sejam descritos e comparados com a Pisadeira. O objetivo desta revisão é preencher essa lacuna.

Paralisia do sono: definição, epidemiologia, neuropsicologia e quadro clínico

O termo “paralisia do sono” (PS) foi criado por Wilson (1928). A PS é considerada uma doença quando acontece de forma recorrente e muito perturbadora, de acordo com a Classificação Internacional do Transtorno do Sono - 3ª edição (ICSD-3) (AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE, 2014). A PS é classificada como uma parasônia, que é um grupo de doenças caracterizadas por comportamento incomum ou eventos fisiológicos anormais durante o sono. Os episódios de PS geralmente são acompanhados por ansiedade intensa, incapacidade de realizar movimentos voluntários (até mesmo de gritar ou pedir ajuda) e, em alguns casos, o medo da morte iminente (SHARPLESS et al., 2010; JALAL e HINTON, 2013). A PS ocorre mais comumente em mulheres (PIRES, 2007; SHARPLESS e BARBER, 2011) e quando o corpo está em posição supina (FUKUDA et

al., 1998; SHARPLESS et al., 2010). A prevalência da PS entre a população em geral é controversa, variando de 5% a 62% (DAHLITZ e PARKES, 1993). Em uma amostra de quase dois mil estudantes universitários canadenses, Burgess et al. (1995) descobriram que 21% destes indivíduos experimentaram a PS pelo menos uma vez na vida; no entanto, nesta amostra não houve diferença significativa entre os gêneros. Em uma revisão sistemática, Sharpless e Barber (2011) observaram que a taxa de prevalência de pelo menos um episódio de PS na vida para a população em geral, amostras de alunos e pacientes psiquiátricos foi de 7,6%, 28,3% e 31,9%, respectivamente.

A PS está associada a alucinações hipnagógicas (que ocorrem no início do sono) ou hipnopômicas (que acontecem ao acordar) (DAHLITZ e PARKES, 1993). Cheyne et al. (1999) agruparam as alucinações associadas à PS em três tipos: (a) "Intruso"; (b) "Experiências corporais incomuns"; (c) "Incubus". O tipo "Intruso" é caracterizado por um sentimento de medo ou de uma presença desagradável, acompanhado de alucinações auditivas e visuais. As "Experiências corporais incomuns" envolvem sensações de flutuar e experiências fora do corpo, nas quais os indivíduos veem o próprio corpo físico de uma perspectiva externa e interpretam como se estivessem "fora" dele (BLACKMORE e PARKER, 2002; BLANKE et al. 2004, DE SÁ e MOTA-ROLIM, 2015). O tipo "Incubus" refere-se a sentimentos de pressão no peito e falta de ar. Cheyne et al. (1999) observaram uma correlação entre os tipos (a) e (c). Cheyne e Girard (2009) consideram que as experiências fora do corpo e as alucinações da PS têm diferentes bases neurobiológicas. As experiências fora do corpo seriam causadas por um processamento neuronal alterado nas áreas de córtex temporoparietal, que participam da integração de informações visuais, auditivas, vestibulares e proprioceptivas para codificar a nossa imagem corporal e a noção de self, ou seja, dos limites físicos do próprio corpo (BLANKE et al., 2004, 2005; JALAL e RAMACHANDRAN, 2014). Já as alucinações da PS estão ligadas ao processo de entrar e sair abruptamente do sono REM (do inglês rapid eye movement), ou movimento rápido dos olhos.

O sono REM está fortemente associado aos eventos visuais e emocionais experimentados durante o sono, que chamamos de sonhos (ASERINSKY e KLEITMAN, 1953; DEMENT e KLEITMAN, 1957). O sono REM apresenta alterações nos sinais vitais, como pressão arterial, frequência respiratória e frequência cardíaca. Exceto pelos órgãos vitais (como, por exemplo, os músculos cardíacos e pulmonares), o corpo como um todo está paralisado durante o sono REM. Essa ausência de atividade miográfica é conhecida como atonia muscular do sono REM (HOBSON; PACE-SCHOTT; STICKGOLD, 2000). A diminuição do tônus muscular durante o sono REM ocorre através da ação de um sistema inibitório descendente iniciado em núcleos específicos do tronco encefálico que se projetam para a coluna anterior na medula espinhal e, em seguida, para os músculos (JOUVET e DELORME, 1965). Os principais neurotransmissores associados a esta rede são o GABA e a glicina (BROOKS e PEEVER, 2012). Este sistema evita que os animais realizem “na vida real” os movimentos imaginários que eles fazem ao sonhar, o que os tornaria extremamente vulneráveis e, portanto, sujeitos a serem predados. Essa ideia deriva principalmente do trabalho pioneiro de Michel Jouvét (1979), que, ao danificar esses núcleos específicos do tronco encefálico, observou que os animais exibiam comportamentos típicos, como correr, limpar-se e mastigar durante o sono REM, já que não possuíam mais a inibição muscular. Esses padrões de comportamento foram prontamente associados – hipoteticamente – aos sonhos desses animais (JOUVET e DELORME, 1965; JOUVET, 1979).

Dahlitz e Parkes (1993) especulam que a falta de sincronia entre as mudanças na atividade cerebral no processo de acordar e a atonia muscular do sono REM é o mecanismo responsável pela imobilização corporal durante a PS. Em termos gerais, durante a PS, o cérebro volta a um padrão de atividade semelhante a quando os indivíduos estão acordados, no entanto, seus músculos permanecem na típica atonia do sono REM, portanto, os sujeitos sentem que despertaram, mas não conseguem se mover (DAUVILLIERS; ARNULF; MIGNOT, 2007; NISHINO, 2007; MAHOWALD et al., 2011).

Apesar de compartilharem algumas características, existe uma importante diferença entre a PS e os sonhos (BLACKMORE e PARKER, 2002). Ao sonhar, não sabemos que estamos, de fato, sonhando, exceto em casos de sonhos lúcidos (VAN EEDEN, 1913; LABERGE et al., 1981; ERLACHER e SCHREDL, 2008; VOSS et al., 2009; MOTA-ROLIM e ARAÚJO, 2013; MOTA-ROLIM et al., 2013; DRESLER et al., 2014). Por outro lado, durante a PS, os sujeitos sabem que estavam dormindo e que acordaram, mas não conseguem se mexer. Além disso, a experiência da PS é geralmente mais agressiva do que um sonho normal, e há quatro vezes mais referências às partes do corpo (por exemplo, sentimentos de pressão no tórax ou membros paralisados) na PS relativamente aos sonhos (BLACKMORE e PARKER, 2002).

De acordo com Hufford (2005), até recentemente a PS era subdiagnosticada como um sintoma de narcolepsia. A narcolepsia é uma doença caracterizada por anormalidades na regulação do sono, incluindo ataques abruptos e involuntários de sono associados à cataplexia (perda repentina do tônus muscular), que geralmente acontecem depois de um forte estímulo emocional. Embora possa estar associada à narcolepsia, a PS pode ocorrer separadamente (AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE, 2014).

Velha, feia e maltrapilha: quem é a Pisadeira?

Ferreira (1986) e Houaiss e Villar (2009) definem a Pisadeira como uma mulher idosa, feia e magra, com as unhas compridas, e que se esconde nos telhados à noite para pisotear o peito das pessoas que dormem de barriga cheia. O pesquisador brasileiro Luís da Câmara Cascudo – nascido no estado do Rio Grande do Norte e considerado um dos maiores folcloristas do mundo – acrescenta mais detalhes a essa descrição da Pisadeira (CASCUDO, 2012):

... é o pesadelo personificado em um velho ou velha. O pesadelo, ou o “nocturna oppressio” romano, sempre foi explicado pela intervenção maléfica de um incubus, um demônio ou um espírito perverso. Em muitas culturas, o pesadelo – também conhecido como a clássica onirodinia (sonho conturbado), era devido a um gigante ou um anão, uma mulher ou um homem horrendo que, aproveitando o sono, sentava-se sobre o estômago do adormecido e oprimia seu tórax, dificultando a respiração (CASCUDO, 2012, p. 568, grifo nosso).

Cascudo (2012) continua sua descrição da Pisadeira, à procura de referências etimológicas em outras línguas. Ele afirma que a palavra pesadelo deriva de “peso” ou “pesado”; em francês, cauchemar, do antigo verbo chaucer, do latino calcare, que indica pressionar ou empurrar; finalmente, a palavra inglesa nightmare é o demônio da noite, ou o diabo noturno.

Na zona rural dos estados brasileiros de Minas Gerais e São Paulo, a Pisadeira possui diferentes características físicas: ela é uma afro-brasileira obesa que pisa em cima do abdômen daqueles que dormem de estômago cheio ou de barriga para cima. Há também um nome variante do Nordeste para a Pisadeira, ao redor do rio São Francisco, a chamada “Pesadeira”. Ela tem as mesmas características das suas homólogas dos estados de Minas Gerais e São Paulo, exceto que a Pesadeira usa uma touca vermelha. A lenda diz que, se alguém roubar sua touca, a Pesadeira perde a força e concederá qualquer desejo em troca de sua touca (LINS, 1983). No estado do Ceará, esta lenda é chamada de “Pisador” (palavra portuguesa para aquele que pisa em algo/alguém) e, diferentemente de outras regiões, é um demônio masculino.

Cascudo (2012) acredita que a Pisadeira é descendente direta do mito português conhecido como “Fradinho da Mão Furada”. Dizem que o Fradinho entraria nos quartos das pessoas e colocaria sua “mão pesada” no peito daqueles que dormem, impedindo-os de gritar:

De Portugal, no entanto, vieram os elementos principais do pesadelo. J. Leite de Vasconcelos, em suas “Tradições Populares de Portugal”, descreve a origem da Pisadeira atormentando seus camponeses e camponesas. No Algarve, é o “Fradinho da mão furada”. O Fradinho entra tarde da noite nas

alcovas, através da fechadura da porta. Ele tem um barrete vermelho na cabeça e se aproxima das pessoas para atribuir-lhes os piores pesadelos. Ele se afasta apenas quando a pessoa acorda (CASCUDO, 2012, p. 289).

O pesadelo é o diabo, que tem um capuz e uma mão muito pesada. Quando as pessoas dormem com a barriga cheia, o diabo coloca a mão no peito do dorminhoco e não deixa o mesmo gritar (CASCUDO, 2012, p. 290).

De Portugal, é claro, veio a Pisadeira. Mas de onde Portugal recebeu a “nocturna oppressio?” A influência da Provença nas terras portuguesas era longa e poderosa. As pessoas provençais espalharam ritmos para os versos primitivos. Para a cultura provençal, o pesadelo é uma mulher idosa, com os truques da Pisadeira. Somente na Provença e em Portugal, ela desce a chaminé, e vai para o armário do dorminhoco (CASCUDO, 2012, p. 569).

Cascudo (2012) também descreveu um equivalente da Pisadeira para os índios brasileiros nativos: “ela era uma mulher velha que, junto com sua procissão de agonia indescritível, visitaria um indivíduo” (p. 568). A tribo brasileira nativa dos Tupi a chamou de Kerepiiuá. Havia também a figura do Jurupari, a quem, após a catequese católica, se atribuía o significado de “demônio noturno”; seu nome é uma contração de “i-ur-upá-ri” (ela que vem para ou sobre a cama).

A citação de Pires (2002) abaixo, tirada de um diálogo com um caipira sentado ao redor de uma fogueira, assemelha-se às descrições da Pisadeira:

Essa aí é uma muié munto magra, que tem os dedo cumprido e seco cum cada unhão! Tem as perna curta, cabelo desgadeiado, queixo revirado pra riba e nari magro munto arcado; sombranceia cerrada e zóio aceso... Quando a gente caba de cumê e vai durmi logo, deitado de costa, ela desce do teiado e senta no peito da gente, acarcano... acarcano... a boca do estámo... Pur isso nunca se deve dexá as criança durmi de costa (PIRES, 2002, p. 89).

A Pisadeira também estrelou os versos de Cora Coralina, pseudônimo da poetisa brasileira de Goiás Anna Lins dos Guimarães Peixoto Brêtas (1889-1985). Apesar de ser considerada uma das maiores escritoras do Brasil, Cora Coralina teve seu primeiro livro – Poemas dos becos de Goiás e estórias mais – publicado apenas quando tinha 75 anos. Neste livro, Coralina faz a seguinte referência à Pisadeira:

Aconteceu que, naquela noite, D. Jesuína foi acordada com uns resmungos, gemidos, quase, vindos da esteirinha. Ralhou: “aquietá, muleca, deixa a gente durmi...”. Tudo aquietou e a noite continuou seu giro no espaço e no tempo. Na alcova, o círculo amarelo da velha lamparina de azeite. Os quadros de santos imóveis nas paredes. Depois novo resmungo, uns gemidinhos, coisa de menor. De novo, a velha da sua alta marquesa: “vira de banda menina, isso é a Pisadeira, não vai mijá na esteira...” O silêncio se fez. A velha voltou ao sono, acordou nas horas. “Jesuína, Jesuína.” Nada de resposta. Comentou: “pois é, enche o bucho, vem a Pisadeira, não deixa durmi, e de manhã ferra no sono” (CORALINA, 2014, p. 32).

Infelizmente, a Pisadeira – bem como outras figuras do folclore brasileiro, como o Saci e a Mula Sem Cabeça – correm o risco de ser esquecidas. Passadas de geração em geração na zona rural brasileira, essas tradições orais estão perdendo força. Dessa forma, de suma importância para a preservação desta herança de lendas e mitos brasileiros é dar-lhes o seu devido valor (MOREIRA et al., 2009).

Pelo que foi visto até agora, é possível dizer que tanto a Pisadeira quanto a PS compartilham muitas características, como uma presença sobrenatural maléfica, sensações de pressão no peito, dificuldade em respirar e gritar, e dormir em posição supina com o estômago cheio. Nas próximas sessões, analisaremos os aspectos históricos da PS, bem como a sua manifestação em outras culturas.

Um panorama histórico sobre a paralisia do sono

Ao longo da história da civilização humana, diferentes povos interpretaram a PS de forma mágica ou religiosa, como o antigo *oppressio nocturna* romano mencionado acima (CASCUDO, 2012). A primeira descrição conhecida da PS vem de Hipócrates (~ 400 a.C.), e os gregos a nomearam Ἐφιάλτης (*ephiáltes*), traduzido como “atacar alguém”. Artemidorus de Daldis (século 2), em seu livro *Oneirocritica* – traduzido como “A Interpretação dos Sonhos” – dizia que o *ephiáltes* era associado com o deus Pan. O deus dos bosques e dos rebanhos poderia ter

relações sexuais com o sonhador durante um ephialtes, e isso era visto como uma promessa de grande fartura (STEWART, 2002).

Esse vínculo positivo com o ato sexual acabaria por mudar com a chegada da era cristã na Idade Média. Surgiram então os incubi e as succubi, demônios que assediavam sexualmente suas vítimas à noite. O nome latino incubus inicialmente seria uma tradução direta de ephialtes. No entanto, ele rapidamente adquiriu conotações sexuais, dada a proximidade com concumbere, "dormir (com)", e concubinus, uma concubina. Assim como o íncubo era um sujeito masculino propenso a abusar de mulheres, a súcubo (que significa "ficar sobre") era um demônio feminino que se aproveitava dos homens durante o sono. Stewart (2002) comenta que foi o cristianismo que primeiro associou negativamente os pesadelos com sonhos eróticos, pois seus princípios foram construídos sob o controle estrito dos instintos sexuais.

No início do Iluminismo, com o começo da revolução científica, há o que parece ser a primeira descrição médica de um episódio de PS acompanhado de alucinações hipnagógicas: Dr. Isbrand van Diemberbroeck (1609-1674) diagnosticou uma mulher de 50 anos que sofria de feitiços repetidos, causados por um pesadelo, ou íncubo (KOMPANJE, 2008). Em relação à etimologia da palavra pesadelo, Stewart (2002) descreve suas origens escandinavas: nightmare vem de mara, um espírito da noite que, na mitologia do Norte, se dizia que atormentava ou sufocava as pessoas adormecidas. A mulher investigada por Diemberbroeck relatava pressão no peito, falta de ar, incapacidade de se mover e uma associação dessa experiência com dormir em posição supina (KOMPANJE, 2008), de forma semelhante à Pisadeira brasileira (CASCUDO, 2012).

Existe uma grande fonte de confusão entre o pesadelo e a PS. Antes do século 15, um "pesadelo" era sinônimo de ataque espiritual, que se acreditava ser orquestrado por uma bruxa. No entanto, sob a influência do Iluminismo, o "pesadelo" tornou-se agrupado em uma categoria maior de sonhos "ruins" e perdeu sua especificidade para as características gerais da PS (HUFFORD, 1989).

No entanto, Henry Fuseli representou muito bem a sobreposição entre o pesadelo e a PS na sua pintura mais famosa, *The Nightmare*, de 1781 (Figura 1). Nesta pintura, um duende se senta no peito de uma mulher adormecida, coberta de branco sobre a cama. No canto superior esquerdo da pintura, logo atrás das cortinas, ergue-se a cabeça fantasmagórica de um cavalo (MYRONE, 2001). Esta pintura foi interpretada como uma representação pictórica “clássica” da PS, da qual o próprio pintor poderia ter sido vítima, de acordo com Kompanje (2008).

Figura 1 – *The Nightmare* (1871), de Henry Fuseli.



Fonte: Myrone, 2001.

No domínio literário, *Le Horla*, de Guy de Maupassant, é vista por Cheyne (2001, 2015) como um caso de PS. Na primeira versão do conto, o Dr. Marrande apresenta a seus colegas cientistas um de seus pacientes, apelidado de “o caso mais estranho e mais inquietante” em sua carreira como médico psiquiatra. O protagonista narra seus infortúnios em uma perspectiva de primeira pessoa, descrevendo que um ser invisível o atormenta todas as noites. Ele é assaltado em seu sono por um “terrível sentimento de um peso esmagador no meu peito e de uma boca que estava comendo minha vida”. Ele culpa seu visitante misterioso – a quem ele nomeia “Horla” – por sua insônia e perda de peso.

Na versão final do conto, o narrador descreve um episódio em que, enquanto dorme, ele também sente alguém “se aproximando de mim, olhando para mim, tocando-me, subindo na minha cama, ajoelhando-se no meu peito, pegando meu pescoço em suas mãos e espremendo” (MAUPASSANT, 2005, p. 250), da mesma forma que a *Pisadeira* age (CASCUDO, 2012). Curiosamente, o protagonista atribui sua doença mental a um navio brasileiro que ele viu, que se acreditava ter espalhado uma “loucura epidêmica”, em que as pessoas eram possuídas por uma espécie de vampiro que se alimentava de suas vidas enquanto dormiam.

Manifestações contemporâneas da paralisia do sono

Um relato moderno da PS corresponderia às chamadas “abduções alienígenas” (SHERMER, 2011). Mack (1997) define esses casos como narrativas (conscientes ou auxiliadas pela hipnose) que descrevem a abdução por extraterrestres, sendo registradas na ausência de estados mentais alterados – como os induzidos por substâncias psicotrópicas. De acordo com Shermer (2011), a aparição de alienígenas na imaginação popular ocorreu após o suposto desastre de um objeto voador não identificado em Roswell, no Novo México, em 1947. Shermer (2011) acredita que as narrativas de abdução têm sua origem em uma

transmissão especial realizada pela NBC em 1975, com base nos relatos extraordinários de Barney e Betty Hill. O casal Hill descreveu experiências que se tornaram um padrão para milhares de pessoas que experimentaram o mesmo fenômeno: luzes no meio da noite, paralisia corporal, dissecções, exames, etc.

A imagem “clássica” dos extraterrestres – humanoides com olhos alongados e cabeças grandes – foi de fato um produto dos artistas da NBC. Após a divulgação desses contos em jornais, tabloides e programas de TV, os relatos de abdução aumentaram exponencialmente. Shermer (2011) cita o livro *Comunhão*, de Strieber (1987), e *Abdução*, de Mack (1997), como exemplos de marcos literários que ajudaram a perpetuar a crença na suposta veracidade de abduções alienígenas.

Clancy et al. (2002) e McNally et al. (2004) questionaram a veracidade de tais informações – a maioria extraídas via hipnose. De acordo com McNally e Clancy (2005), a memória humana é maleável, pois memórias falsas podem ser implantadas pela sugestão de terapeutas. Depois de realizar uma pesquisa com dez indivíduos abduzidos, Clancy e McNally (2005) encontraram uma ocorrência substancial de episódios de PS nesse grupo, em comparação com um grupo controle. Esses autores também observaram a semelhança entre as experiências de abdução alienígena e a PS, como, por exemplo, a imobilidade, a sensação de presença ameaçadora, sensação de levitação, luzes intermitentes, objetos brilhantes e outras alucinações.

Paralisia do sono em outras culturas

A PS representa uma evidência bastante forte de como um determinado fenômeno neurobiológico específico pode ser interpretado e moldado por diferentes contextos culturais. Estudos de campo realizados em diferentes partes do mundo detectaram o mesmo fenômeno sob uma miríade de perspectivas étnicas e religiosas. Nesses casos, os poucos segundos, ou minutos, de um episódio de PS –

uma verdadeira mistura de sensações aterradoras – dão origem às mais diversas interpretações sobrenaturais (HINTON et al., 2005b).

A língua mais próxima do português é o espanhol; curiosamente, a PS no México é conhecida como “se me subió el muerto”, traduzido como “uma pessoa morta subiu em cima de mim” (para revisão, ver SHARPLESS e DOGHTAMJI, 2015). A ideia de um “peso fantasmagórico” também é encontrada na lenda da Pisadeira. Na Catalunha, o Pesanta é um animal preto (geralmente um cão ou um gato) que invade as casas à noite e se coloca sobre o peito das pessoas, perturbando a respiração e causando pesadelos, de forma semelhante à Pisadeira. Curiosamente, tanto o Pesanta quanto o Fradinho da Mão Furada (que originou a Pisadeira) têm buracos nas mãos.

Além das culturas latinas, Kirmayer e Law (2005) estudaram os inuit, que são esquimós que vivem na região subártica do Canadá. Eles se referem à PS como uqumangirniq, uma experiência intimamente ligada ao mundo espiritual, que compromete as funções motoras (incapacidade de mover, falar e/ou gritar), além de apresentar alucinações e a manifestação assustadora de uma presença sem forma ou sem rosto. Os inuit acreditam que os angakkuit (xamãs) são os principais responsáveis pelos uqumangirniq. Embora os xamãs exerçam uma influência benigna, organizando atividades que vão desde ritos de passagem até a interpretação dos sonhos, alguns deles, envolvidos em disputas de poder, lançam feitiços (ilisiqsijuq) sobre seus oponentes. Um tipo de ilisiqsijuq consiste em atacar o inimigo enquanto eles dormem, já que neste momento a conexão entre corpo e alma (tarniq) é frágil. Se um xamã conseguir separar permanentemente o tarniq do corpo, esse indivíduo morre.

Na tradição japonesa, o 金縛り (kanashibari) é o equivalente cultural da PS (FUKUDA et al., 1987). Traduzido como “o estado de estar totalmente preso, como se fosse amarrado por cordas de aço invisível”, o kanashibari pode surgir através do feitiço de um tipo de mago, que usa um espírito vingativo para sufocar seus inimigos. O kanashibari é um fenômeno popular no Extremo Oriente, muitas vezes

representado em mangás, os quadrinhos japoneses. Apesar de a fenomenologia da PS tanto nos inuit como no Japão ser muito semelhante à da “Pisadeira”, eles atribuem à PS uma origem humana – de feitiços de xamãs ou magos – o que não acontece no folclore brasileiro.

Através de entrevistas com cem refugiados cambojanos em uma clínica psiquiátrica americana, Hinton et al. (2005b) observaram uma alta incidência de PS entre os sobreviventes do regime ditatorial do Khmer Vermelho, que governou o Camboja entre 1975 e 1979: 42% dos indivíduos relataram pelo menos um episódio de PS por ano. Esses pacientes se referiram à PS como khmaoch sângkât, “o fantasma que o empurra para baixo”. Segundo eles, um ser sobrenatural, ou um fantasma, colocaria as mãos no peito ou no pescoço da vítima enquanto dorme em posição supina, tornando difícil a respiração. Existem quatro maneiras pelas quais os seres sobrenaturais se apresentam: (I) uma sombra alta e preta sem um contorno definido; (II) um ser de dentes caninos e olhos vermelhos, vestido com uma capa de Khmer Vermelho, que brandia uma faca ou um porrete; (III) um demônio parecido com um símio; (IV) uma criatura grotesca, encarnada unicamente pela cabeça de uma mulher e suas entranhas. Quanto aos fantasmas, quando alguém é morto violentamente ou enterrado sem os devidos ritos funerários – algo recorrente durante o período de Pol Pot – o espírito seria condenado a caminhar pela Terra e assombrar os vivos, mostrando-lhes o estado de penúria da vida após a morte.

Os imigrantes asiáticos investigados por Hinton et al. (2005a) apresentaram altos níveis de transtorno de estresse pós-traumático (TEPT). Esses indivíduos tiveram sintomas de PS associados às experiências graves e traumáticas que atravessaram sob o jugo do Khmer Vermelho. Por exemplo, eles associaram dispneia com experiências de quase afogamento durante períodos de monção típicos do Sudeste Asiático, ou com execuções em que as vítimas usavam uma bolsa sobre a cabeça. A pressão no tórax, característica típica da PS, foi associada à dor no peito resultante de cargas pesadas que foram obrigados a transportar em fazendas de

arroz. Essa associação da PS com o TEPT não aparece no conto da Pisadeira; no entanto, não há estudos sistemáticos da PS na sociedade brasileira.

A PS aparece em muitas outras culturas ao redor do mundo, com variações regionais. Na Tailândia, o ผีอำ (phi am) é um fantasma que assombra sujeitos quando adormecidos e torna-os incapazes de se mover (CASSANITI e LUHRMANN, 2011). Os egípcios acreditam que a PS é causada pelos الجن (jinn), que são espíritos malévolos (JALAL e HINTON, 2013). Sharpless e Doghramji (2015) relatam que os etíopes consideram o ዱካክ (dukak) um espírito maligno que assombra o sono. Da mesma forma que a Pisadeira brasileira, o povo Hmong – um grupo étnico das regiões montanhosas do Vietnã e do Laos – acredita que um “espírito esmagador” fica no peito dos sujeitos que dormem e tenta asfixiá-los (ADLER, 2011), enquanto na China tradicional as pessoas também acreditam que um tipo de “opressão fantasma” causa a PS (YEUNG; XU; CHANG, 2005). Além disso, os lorubá do sudoeste da Nigéria acreditam que o Ogun Oru é um demônio feminino que possui o corpo e a mente durante o sonho (AINA e FAMUYIWA, 2007) e, em Newfoundland (uma província do Canadá), o Old Hag é uma bruxa que se senta sobre aquele que dorme (FIRESTONE, 1985).

Considerações finais

A PS caracteriza-se por imobilidade corporal, sensação de pressão no tórax, falta de ar, visão de figuras assustadoras e/ou sensação de “presença” maligna, que tende a ocorrer durante o despertar da posição supina. Conforme descrito neste artigo, a interpretação da PS renasce de forma semelhante em diferentes eras e culturas, como os ephialtes gregos, o nocturna oppressio da Roma antiga, o kanashibari japonês, o jinn egípcio, as abduções alienígenas modernas, entre outros. Na presente revisão, relatamos que a PS no Brasil geralmente é descrita como a Pisadeira (CORSO, 2002; PIRES, 2002). Cascudo (2012) investiga a etimologia da Pisadeira e relaciona-a à palavra portuguesa “pesadelo”,

semelhante ao seu significado original, a pesadilla espanhola, que significa “pesado” ou “pesada”.

Desde o Iluminismo, as experiências sobrenaturais associadas à PS foram interpretadas como patológicas. No entanto, existem poucas conexões entre PS e outros distúrbios neuropsiquiátricos (HUFFORD, 2005), com exceção da narcolepsia e do TEPT, como mencionado anteriormente (AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE, 2014). Por outro lado, se os episódios de PS ocorrerem com demasiada frequência e/ou intensidade, a ponto de induzir qualquer sofrimento físico, mental e/ou social, o sujeito deve se consultar com um profissional de saúde especialista em sono.

Por último, há uma tendência de associar a Pisadeira e fenômenos semelhantes à “superstição”, típica de pessoas de pouca escolaridade. No entanto, Hufford (2005) observou que o componente “espiritual” da PS existe independentemente da classe social ou nível educacional. Apesar de oferecer uma interpretação sociobiológica alternativa a tais episódios, aqui não pretendemos menosprezar este componente espiritual. Em vez disso, o objetivo deste trabalho é enriquecer o conhecimento sobre essas experiências e seus aspectos neuropsicológicos e culturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Adriano Tort pela ajuda para escrever este manuscrito, a Sandra Maria Gonzaga pela revisão textual, e a Cláudio Luiz Rodrigues pela tradução e formatação do artigo original publicado como “de Sá JFR and Mota-Rolim SA (2016). Sleep paralysis in Brazilian folklore and other cultures: A brief review. *Frontiers in Psychology*, 7:1294”. SAMR recebeu bolsa de estudos do CNPq, e dedica este trabalho a seus pais, Lucemere e Jerônimo.

Referências

- ADLER, S. R. *Sleep paralysis: night-mares, nocebos, and the mind-body connection*. 1. ed. New Brunswick, New Jersey, and London: Rutgers University Press, 2011.
- AINA, O. F.; FAMUYIWA, O. O. Ogun Oru: a traditional explanation for nocturnal neuropsychiatric disturbances among the Yoruba of Southwest Nigeria. *Transcultural Psychiatry*, v. 44, n. 1, p. 44–54, mar. 2007.
- AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE. *International classification of sleep disorders: diagnostic and coding manual*. 3. ed. Darien, CT: American Academy of Sleep Medicine, 2014.
- ASERINSKY, E.; KLEITMAN, N. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*, v. 118, n. 3062, p. 273–274, set. 1953.
- BLACKMORE, S. J.; PARKER, J. D. Comparing the content of sleep paralysis and dream reports. *Dreaming*, v. 12, n. 1, p. 45–59, mar. 2002.
- BLANKE, O. et al. Out-of-body experience and autoscapy of neurological origin. *Brain*, v. 127, p. 243–258, fev. 2004.
- BLANKE, O. et al. Linking out-of-body experience and self processing to mental own-body imagery at the temporoparietal junction. *The Journal of Neuroscience*, v. 25, n. 3, p. 550–557, jan. 2005.
- BROOKS, P. L.; PEEVER, J. H. Identification of the transmitter and receptor mechanisms responsible for REM sleep paralysis. *The Journal of Neuroscience*, v. 32, n. 29, p. 9785–9795, jul. 2012.
- BURGESS, M. F. et al. The frequency and correlates of sleep paralysis in a university sample. *Journal of Research in Personality*, v. 29, n. 3, p. 285–305, set. 1995.
- CASCUDO, L. C. *Dicionário do folclore brasileiro*. 12. ed. São Paulo: Global, 2012.
- CASSANITI, J.; LUHRMANN, T. M. Encountering the supernatural – a phenomenological account of mind. *Religion and Society: Advances in Research*, v. 2, n. 1, p. 37–53, abr. 2011.
- CHEYNE, J. A. The ominous numinous: sensed presence and ‘other’ hallucinations. *Journal of Consciousness Studies*, v. 8, n. 5-7, p. 133–150, maio 2001.

- _____. Maupassants Der Horla und die kulturhistorische transformation des alien. *Zeitschrift für Anomalistik*, v. 15, p. 235–259, dez 2015.
- CHEYNE, J. A.; GIRARD, T. A. The body unbound: vestibular-motor hallucinations and out-of-body experiences. *Cortex*, v. 45, n. 2, p. 201–215, fev. 2009.
- CHEYNE, J. A.; NEWBY-CLARK, I. R.; RUEFFER, S. D. Hypnagogic and hypnopompic hallucinations during sleep paralysis: neurological and cultural construction of the nightmare. *Consciousness and Cognition*, v. 8, n. 3, p. 319–337, set. 1999.
- CLANCY, S. A. et al. Memory distortion in people reporting abduction by aliens. *Journal of Abnormal Psychology*, v. 111, n. 3, p. 455–461, ago. 2002.
- CLANCY, S. A.; MCNALLY, R. J. Sleep paralysis, sexual abuse, and space alien abduction. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 113–122, mar. 2005.
- CORALINA, C. *Poemas dos becos de Goiás e estórias mais*. 23. ed. São Paulo: Global, 2014.
- CORSO, M. *Monstruário: inventário de entidades imaginárias e de mitos brasileiros*. 1. ed. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2002.
- DAHLITZ, M.; PARKES, J. D. Sleep paralysis. *Lancet*, v. 341, n. 8842, p. 406–407, fev. 1993.
- DAUVILLIERS, Y.; ARNULF, I.; MIGNOT, E. Narcolepsy with cataplexy. *Lancet*, v. 369, n. 9560, p. 499–511, fev. 2007.
- DE SÁ, J. F. R.; MOTA-ROLIM, S. A. Experiências fora do corpo: aspectos históricos e neurocientíficos. *Ciência & Cognição*, v. 20, n. 1, p. 189–198, abr. 2015.
- DEMENT, W. C.; KLEITMAN, N. The relation of eye movements during sleep to dream activity: an objective method for the study of dreaming. *Journal of Experimental Psychology*, v. 53, n. 3, p. 339–346, maio 1957.
- DRESLER, M. et al. Volitional components of consciousness vary across wakefulness, dreaming and lucid dreaming. *Frontiers of Psychology*, v. 4, p. 987, jan. 2014.
- ERLACHER, D.; SCHREDL, M. Do REM (lucid) dreamed and executed actions share the same neural substrate? *International Journal of Dream Research*, v. 1, n. 1, p. 7–14, jan. 2008.

FERREIRA, A. B. H. *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FIRESTONE, M. The "Old Hag": Sleep paralysis in Newfoundland. *The Journal of Psychoanalytic Anthropology*, v. 8, n. 1, p. 47–66, 1985.

FUKUDA, K. et al. High prevalence of isolated sleep paralysis: Kanashibari phenomenon in Japan. *Sleep*, v. 10, n. 3, p. 279–286, jun. 1987.

FUKUDA, L. et al. The prevalence of sleep paralysis among Canadian and Japanese college students. *Dreaming*, v. 8, n. 2, p. 59–66, jun. 1998.

HINTON, D. E.; HUFFORD, D. J.; KIRMAYER, L. J. Culture and sleep paralysis. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 5–10, mar. 2005.

HINTON, D. E. et al. Sleep paralysis among Cambodian refugees: association with PTSD diagnosis and severity. *Depression and Anxiety*, v. 22, n. 2, p. 47–51, jan. 2005.

_____. 'The ghost pushes you down': sleep paralysis-type panic attacks in a Khmer refugee population. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 46–77, mar. 2005.

HOBSON, J. A.; PACE-SCHOTT, E. F.; STICKGOLD, R. Dreaming and the brain: toward a cognitive neuroscience of conscious states. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 23, n. 6, p. 793–842, dez. 2000.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

HUFFORD, D. J. Sleep paralysis as spiritual experience. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 11–45, mar. 2005.

_____. *The terror that comes in the night: an experience-centered approach to supernatural assault traditions*. 1. ed. rev. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press, 1989.

JALAL, B.; HINTON, D. E. Rates and characteristics of sleep paralysis in the general population of Denmark and Egypt. *Culture, Medicine and Psychiatry*, v. 37, n. 3, p. 534–548, set. 2013.

JALAL, B.; RAMACHANDRAN, V. S. Sleep paralysis and the shadowy bedroom intruder: the role of the right superior parietal, phantom pain and projection of body image. *Medical Hypotheses*, v. 83, n. 6, p. 755–757, dez. 2014.

JOUVET, M. What does a cat dream about? *Trends in Neurosciences*, v. 2, p. 280–282, dez. 1979.

JOUVET, M.; DELORME, F. Locus ceruleus et sommeil paradoxal. *Comptes Rendus des Seances de la Societe de Biologie et de ses Filiales*, v. 159, p. 895–899, 1965.

KIRMAYER, L. J.; LAW, S. Inuit interpretations of sleep paralysis. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 93–112, mar. 2005.

KOMPANJE, E. J. O. 'The devil lay upon her and held her down': hypnagogic hallucinations and sleep paralysis described by the Dutch physician Isbrand van Diemerbroeck (1609-1674) in 1664. *Journal of Sleep Research*, v. 17, n. 4, p. 464–467, dez. 2008.

LABERGE, S. et al. Lucid dream verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, v. 52, n. 3, p. 727–732, jun. 1981.

LINS, W. *O médio São Francisco: uma sociedade de pastores guerreiros*. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1983.

MACK, J. E. *Abduções*. Tradução de Domingos Demasi. Rio de Janeiro: EDUCARE, 1997.

MAHOWALD, M. W. et al. State dissociation, human behavior, and consciousness. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, v. 11, n. 19, p. 2392–2402, 2011.

MAUPASSANT, G. *As grandes paixões: contos de Guy de Maupassant*. 2. ed. Tradução. Rio de Janeiro: Record, 2005.

MCNALLY, R. J.; CLANCY, S. A. Sleep paralysis in adults reporting repressed, recovered, or continuous memories of childhood sexual abuse. *Journal of Anxiety Disorders*, v. 19, n. 5, p. 595–602, fev. 2005.

MCNALLY, R. J. et al. Psychophysiological responding during script-driven imagery in people reporting abduction by space aliens. *Psychological Science*, v. 15, n. 7, p. 493–497, jul. 2004.

MOREIRA, M. E. C. B. et al. Mitologia brasileira: resgate do patrimônio cultural. *Anais da Jornada dos Cursos de História, Geografia e Arquitetura, Vol. 1. Espaço, História e Globalização*. Bauru, SP: Universidade do Sagrado Coração, 2009.

MOTA-ROLIM, S. A.; ARAÚJO, J. F. Neurobiology and clinical implications of lucid dreaming. *Medical Hypotheses*, v. 81, n. 5, p. 751–756, nov. 2013.

MOTA-ROLIM, S. A. et al. Dream characteristics in a Brazilian sample: an online survey focusing on lucid dreaming. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 7, dez. 2013.

Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2013.00836/full>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

MYRONE, M. *Henry Fuseli*. 1. ed. Princeton: Princeton University Press, 2001.

NISHINO, S. Clinical and neurobiological aspects of narcolepsy. *Sleep Medicine*, v. 8, n. 4, p. 373–399, jun. 2007.

PIRES, C. *Conversas ao pé-do-fogo: estudinhos – costumes – contos anedotas – cenas de escravidão*. Edição da Tipografia Piratininga. Itu, SP: Ottoni, 2002.

PIRES, M. L. N. Sleep habits and complaints of adults in the city of São Paulo, Brazil, in 1987 and 1995. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 40, n. 11, p. 1505–1515, nov. 2007.

SHARPLESS, B. A.; BARBER, J. P. Lifetime prevalence rates of sleep paralysis: a systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, v. 15, n. 5, p. 311–315, out. 2011.

SHARPLESS, B. A.; DOGHRAMJI, K. *Sleep paralysis: historical, psychological and medical perspectives*. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015.

SHARPLESS, B. A. et al. Isolated sleep paralysis and fearful isolated sleep paralysis in outpatients with panic attacks. *Journal of Clinical Psychology*, v. 66, n. 12, p. 1292–1306, dez. 2010.

SHERMER, M. *Por que as pessoas acreditam em coisas estranhas: pseudociência, superstição e outras confusões dos nossos tempos*. Tradução de Luís Reyes Gil. 1. ed. rev. e ampl. São Paulo: JSN Editora, 2011.

STEWART, C. Erotic dreams and nightmares from antiquity to the present. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, v. 8, n. 2, p. 279–309, jun. 2002.

STRIEBER, W. *Comunhão*. Tradução de Carlos André Oighenstein. 1. ed. Rio de Janeiro: Record, 1987.

VAN EEDEN, F. A study of dreams. *Proceedings of the Society for Psychical Research*, v. 26, p. 431–461, 1913.

VOSS, U. et al. Lucid dreaming: a state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep*, v. 32, n. 9, p. 1191–1200, set. 2009.

WILSON, S. A. K. The narcolepsies. *Brain: A Journal of Neurology*, v. 51, n. 308, p. 63–109, mar. 1928.

YEUNG, A.; XU, Y.; CHANG, D. F. Prevalence and illness beliefs of sleep paralysis among chinese psychiatric patients in China and the United States. *Transcultural Psychiatry*, v. 42, n. 1, p. 135–145, mar. 2005.

TEMPOS FANTÁSTICOS E ONDE HABITAM: O OXÍMORO DO EFÊMERO ETERNO

POR ALBERTO TUFAILE E ADRIANA PEDROSA BISCAIA TUFAILE.¹

Resumo

Discutimos algumas formas de interpretação do tempo no campo das Ciências da Natureza e Cultura, um assunto que estudamos e sobre o qual escrevemos um ensaio com o título "Questões de Tempo para Gurus, Cientistas, Filósofos e Terapeutas". Neste trabalho revisitamos o capítulo II desse ensaio, no qual citamos o escritor da literatura fantástica Jorge Luis Borges, que discute a evolução dos estudos do tempo na metafísica, que se fixa no conceito de Eternidade. A seguir adicionamos uma interpretação do conceito de Efêmero nas obras do pintor do Rococó francês Jean Simeon Chardin. Adicionamos também aspectos físicos dos relógios mais precisos da atualidade, associando a medida mais precisa do tempo com conceito de Instantâneo.

Abstract

We discuss some ways of interpreting time in the field of Natural Sciences and Culture, a subject that we have studied and on which we wrote an essay entitled "Questions of Time for Gurus, Scientists, Philosophers and Therapists". In this work, we have revisited chapter II of that essay, in which we have discussed the ideas of the writer of fantastic literature Jorge Luis Borges, who discussed the evolution of time studies in metaphysics, which focuses on the concept of Eternity. After that, we have added an interpretation of the concept of Ephemeral observed on the paintings done by the French Rococo painter Jean Simeon Chardin. We have also added physical aspects of the most accurate watches of today, associating the most accurate measurement of time with the concept of Instantaneous.

¹ EACH – USP.

1. Introdução

Neste trabalho discutiremos algumas formas de interpretação do tempo no campo das Ciências da Natureza e da Cultura, um assunto que estudamos e sobre o qual escrevemos um ensaio com o título “Questões de Tempo para Gurus, Cientistas, Filósofos e Terapeutas” [1], que publicamos em 2014. Vamos fazer aqui uma adaptação do capítulo II desse ensaio, no qual citamos o escritor da literatura fantástica Jorge Luis Borges, que discute a evolução dos estudos do tempo na metafísica, que se fixa no conceito de *Eternidade*, e adicionar uma interpretação do conceito de *Efêmero* nas obras do pintor do Rococó francês Jean Simeon Chardin. Adicionaremos também aspectos físicos dos relógios mais precisos da atualidade.

Utilizaremos os seguintes conceitos de tempo, eternidade e efêmero:

O tempo é uma dimensão fundamental na qual os eventos ocorrem e são sequenciados. É uma medida que usamos para quantificar a duração, a sucessão e a ordem dos eventos. O tempo que medimos com um relógio é chamado de tempo cronológico ou tempo físico.

A eternidade é um conceito filosófico e teológico que se refere a uma noção de tempo infinito, sem começo nem fim. É a ideia de existência atemporal, além da noção convencional de tempo linear.

O efêmero refere-se a algo transitório, breve e fugaz, cuja existência é temporária. É um conceito que destaca a natureza passageira e impermanente de diversos aspectos da vida e da experiência humana.

2. Borges e a Eternidade: O que existe de fantástico no tempo?

A metafísica do tempo é um assunto extenso e ainda está em debate entre intelectuais de diferentes áreas, não sendo restrito apenas aos filósofos. Para facilitar e simplificar a resposta desta seção, nós começamos indicando uma obra de Jorge Luis Borges, que não se considerava um metafísico, mas escreveu o livro de ensaios “História da Eternidade” [2], explicando como podemos aprender com alguns autores como entender o tempo, através de três ensaios: “História da Eternidade”, “A Doutrina dos Ciclos” e “O Tempo Circular”. Além destes ensaios, Borges também escreveu um conto muito interessante onde ele sintetiza este entendimento sobre tempo, chamado “Os Teólogos”, num livro de contos chamado “O Aleph” [3], contextualizando a sua metafísica.

Em “História da Eternidade”, Borges se propõe a citar historicamente alguns dos autores que estudaram a eternidade, pois esta é mais fundamental para a metafísica do que o tempo. Ele começa apresentando as “Enéadas” de Plotino, que pretende interrogar e definir a natureza do tempo, que leva ao estudo da eternidade. Depois ele cita o décimo primeiro livro das “Confissões” de Santo Agostinho. Segundo Borges, estes livros foram escritos por “homens remotos, homens barbados, homens mitrados para confundir heresias e para justificar a distinção das três pessoas em uma, secretamente para estancar de algum modo o curso das horas”. Ao final do ensaio, ele dá a própria visão de eternidade, que discutiremos mais adiante e que envolve uma dimensão de familiaridade com um aspecto emocional, romântico e nostálgico, através do reconhecimento de situações eternas. Na visão de Borges, o tempo é uma ilusão, uma ilusão que pode ser percebida quando não conseguimos separar ou diferenciar um momento de seu aparente ontem de seu aparente hoje. Borges considera o quinto livro das “Enéadas” e o décimo primeiro livro das “Confissões” de Santo Agostinho como os melhores documentos sobre a eternidade. Além disso, ele cita nove livros de filosofia que tinha à sua disposição quando preparou “História da Eternidade”.

As “Enéadas” são uma coleção dos escritos do filósofo Plotino, feita no final de sua vida e publicada depois da sua morte. Um de seus estudantes, Porfírio, o incentivou a fazer esses escritos, atuando como seu biógrafo e editor póstumo. Porfírio organizou os trabalhos com base nos assuntos, sendo que tal ordem é totalmente diferente da ordem na qual Plotino escreveu [4]. Plotino viveu por volta do ano 200 da era cristã e foi o primeiro dos filósofos neoplatônicos. Ele era seguidor das ideias de Platão e teve influências de Aristóteles e dos estoicos. Plotino é uma combinação de místico e racionalista helênico. Suas ideias dominaram a filosofia grega posterior e influenciaram tanto os cristãos quanto os muçulmanos. A filosofia de Plotino ainda é apreciada hoje por causa da união entre a racionalidade e a experiência religiosa intensa. Plotino orientou a filosofia que se seguiu, com a visão da supremacia da intuição sobre a razão de Platão, em oposição às ideias de Aristóteles. Para Plotino, o tempo é uma imagem móvel da eternidade. Borges comenta que o próprio Platão afirma que não foi o primeiro a se concentrar no par “tempo e eternidade”, mas que “antigos e sagrados filósofos” já haviam debatido o tema. Entretanto, Borges afirma que as ideias de Platão apresentadas por Plotino ampliam e resumem com esplendor tudo o que os filósofos anteriores discutiram.

Segundo Borges, a explicação de Platão sobre a sua visão do tempo e da eternidade se baseia na existência de arquétipos e no conceito de forma. Ele cita diretamente um trecho das “Enéadas” para analisar como o tempo é uma fatia insignificante da eternidade: “Que os homens a quem maravilha – sua capacidade, sua beleza, a ordem de seu movimento contínuo, os deuses manifestos ou invisíveis que o percorrem, os demônios, árvores e animais – elevem o pensamento a essa Realidade, da qual tudo isto é uma cópia. Verão aí as formas inteligíveis, não de eternidade concedida mas eternas, e verão também seu comandante, a Inteligência pura, e a Sabedoria inalcançável e a idade genuína de Cronos, cujo nome é Plenitude. Todas as coisas imortais estão nele, cada intelecto, cada deus e cada alma. Todos os lugares lhe são presentes: onde irá? Está feliz, para que provar mudança e vicissitude? Numa só eternidade que o

tempo arremeda ao girar em torno da alma, sempre desertor de um passado, sempre cobiçoso de um futuro”. Resumindo, a eternidade é o arquétipo do tempo.

A explicação desse tempo platônico não agrada a Borges, tanto por ele considerá-la errada, quanto por parecer aborrecida, uma chatice. A constatação da dualidade tempo e eternidade, que Borges chama de “alexandrina”, parece um museu silencioso preenchido com formas e arquétipos. Além disso, Borges diz que pode fornecer muitos argumentos contra. Por exemplo, ele diz que os arquétipos são tão confusos como as criaturas do tempo; citando o arquétipo da “leonidade”, que dá o molde para todos os leões que já existiram e que ainda existirão, este arquétipo pode prescindir da “soberba”, da “ruividade”, da “jubidade” e da “garridade”? Segundo Borges, esta pergunta não tem resposta e nem nunca terá, pois não podemos esperar do termo “leonidade” uma virtude muito superior ao termo “leão”. Segundo ele, esta eternidade não tem variedade e é mais carente do que o mundo do qual ela tenta ser a base. Por exemplo, bastam as cores primárias para explicar todas as cores, “mas não há cinzento nem purpúreo que nós seres efêmeros podemos constatar”. Não existem os arquétipos da *patologia* e da *agricultura*, porque eles não são necessários, mesmo que estas coisas retirem algo dos arquétipos de *beleza* e *número*, pois *patologia* e *agricultura* são apenas combinações concretas não muito elegantes de arquétipos mais abstratos. Para Borges, o platonismo empobrece o mundo com suas explicações, chegando até mesmo a adjetivar o platonismo como algo “glacial”.

A segunda eternidade de Borges foi trazida até nós pela igreja, com o desenvolvimento da teologia, que, em sua opinião, associava uma superioridade à ideia de eternidade, que não está presente nos estudos dos filósofos gregos. O principal documento sobre esta segunda eternidade é dado pelas “Confissões” de Santo Agostinho. Ele explica como nasce o tempo para os cristãos: o primeiro segundo do tempo coincide com o primeiro segundo da Criação. A eternidade deixa de ser um arquétipo para o tempo e passa a ser um dos dezenove atributos de Deus. Com o bispo Irineu, a eternidade foi diretamente relacionada com a

Divina Trindade. Podemos garantir que a partir deste ponto o par “tempo e eternidade” começa a ficar extremamente complexo. Como podemos explicar isso? Borges salienta que essa visão teológica da eternidade é extremamente complexa, diferentemente da eternidade da filosofia grega, que é muito mais simples. A melhor imagem do tempo no pensamento cristão é a geometria unidimensional da “linha” que foi dada por Bignotto [5]. O momento da Criação é o início do tempo, que segue através de uma série de eventos até o final dos tempos, quando toda a verdade será revelada. Um dos eventos mais importantes neste caminho unidimensional do tempo é a vinda de Cristo, que quebra ao meio a linha que unia a Criação ao Juízo Final.

Um exemplo da dificuldade de compreensão dessa visão do tempo pode ser dado pelo envolvimento do físico Isaac Newton com o assunto [6]. Em outubro de 1667, Newton tornou-se professor do Colégio da Santíssima e Indivisa Trindade, normalmente chamado de Trinity College, onde jurou “que abraçarei a verdadeira religião de Cristo com toda a minha alma (...) e também adotarei a teologia como objeto dos meus estudos e tomarei ordens sacras, ao chegar o momento prescrito por estes estatutos, ou então pedirei exoneração do colégio”.

Como prometido, Newton estudou teologia e o papel da história da igreja na interpretação das escrituras sagradas para o estabelecimento da ortodoxia cristã. O problema é que nestes estudos sobre teologia Newton se tornou adepto do arianismo – que não é o arianismo pregado pelos nazistas. Esse arianismo se refere à doutrina do bispo Ário de Alexandria e seus seguidores, que negavam a Trindade, na qual Cristo não é uma divindade. Isto causou uma grande controvérsia na igreja, que foi finalizada com o concílio de Niceia, uma cidade que se situa na atual Turquia, em 325 da era cristã. Enquanto estudava a batalha teológica entre os que eram a favor e contra o trinitarismo, como era chamada a doutrina que apoiava a divina Trindade, Newton encontrou indícios de que os que eram a favor haviam adulterado as escrituras sagradas para ganharem o debate. Segundo Newton: “Se não há transubstanciação nunca houve idolatria pagã tão

ruim quanto a romana...”. Aceitar a Trindade, para Newton, era um tipo de idolatria, um pecado: “Se alguém adorar a Besta e sua imagem, e lhe receber a marca em sua testa ou sua mão,” explicava o Apocalipse, “este beberá do vinho da ira de Deus (...).” Newton acreditava que Deus era único, sendo assim, nada mais poderia ser adorado além dele, nem mesmo Cristo. Este era um dos motivos para que Newton desejasse quebrar seu juramento com relação à sua ordenação. Newton conseguiu a dispensa de tomar as santas ordens para se efetivar no cargo, utilizando alguns contatos que apelaram por ele junto ao rei da Inglaterra. O interessante nisto tudo é que esta era uma questão pessoal para Newton, não era algo sobre o qual ele desejasse convencer outras pessoas. Baseado nisso, ele também viu que nas escrituras originais estavam os segredos da eternidade, o que permitiria encontrar revelações sobre o futuro para quem se dispusesse a tentar decifrá-las. Ele fez isso e se tornou um “profeta”. Este lado de Newton normalmente causa embaraço para a maioria de nós físicos, mas isto mostra como a temática do tempo esteve presente em sua vida, além dos aspectos de tempo absoluto da Mecânica Clássica.

Mas, voltando para Borges, esses aspectos do tempo e da eternidade não esgotam o assunto. Ele apresenta outro ensaio: “O Tempo Circular”, no livro “História da Eternidade” [2]. A repetição no tempo, na história, na nossa vida, é discutida no segundo ensaio de Borges. Ele dá três definições fundamentais. Primeiro Borges explica o conceito com a visão de um astrólogo anônimo no texto “Timeu”, de Platão: “se os períodos planetários são cíclicos, também o será a história universal; ao fim de cada ano platônico renascerão os mesmos indivíduos e cumprirão o mesmo destino”. A segunda definição está ligada a Nietzsche: um número n de forças é incapaz de um número infinito de variações, logo as coisas acabam se repetindo”. Borges ainda inclui nesta definição uma observação de David Hume, traduzido por Schopenhauer: “Não imaginemos a matéria infinita, como fez Epicuro; imaginemo-la finita. Um número finito de partículas não é suscetível de transposições infinitas... Este mundo... foi elaborado e destruído, e será

elaborado e destruído: infinitamente". Até mesmo Bertrand Russel é citado, sobre a série contínua de histórias universais idênticas, em "O Tempo Circular". A terceira forma de interpretar eternas repetições é através da existência de ciclos semelhantes, mas não idênticos. Como consequência disto, Borges cita Schopenhauer: "A forma de aparecimento da vontade é só no presente, não no passado nem no futuro: estes existem para o conceito e para o encadeamento da consciência, submetida ao princípio da razão. Ninguém viveu no passado, ninguém viverá no futuro; o presente é a forma de toda vida".

A repetição do tempo nessa obra da "História da Eternidade" de Borges também é discutida sob aspectos matemáticos, termodinâmicos e teológicos noutro texto: "A Doutrina dos Ciclos" [2]. Neste texto, a figura central é Nietzsche, que analisa a hipótese de repetição do tempo, confirmando-a e negando-a. Aqui Borges contrapõe os argumentos de repetição do tempo de Nietzsche aos argumentos da teoria dos conjuntos de Georg Cantor, além de argumentos sobre a crucificação de Cristo de Santo Agostinho. Depois esclarece como Nietzsche desconstrói a doutrina dos ciclos com as leis da termodinâmica. Uma possível explicação para este estudo do filósofo alemão sobre esse assunto, afirma Borges, é que Nietzsche queria que os homens fossem capazes de suportar a imortalidade.

Todos esses textos sobre o tempo, eternidade, circularidade do tempo e doutrinas são utilizados claramente no conto "Os Teólogos", de "O Aleph" [3]. Neste conto, Borges retratou a batalha de vaidades acadêmicas entre dois teólogos, Aureliano de Aquileia e João de Panonia. Os dois escrevem sobre o tempo e seus estudos são utilizados em tribunais eclesiásticos para combater hereges. Embora os dois estivessem do mesmo lado, Aureliano invejava o trabalho de João de Panonia. Para exemplificar a disputa, Borges explica: "Há quem busque o amor de uma mulher para esquecer-se dela, para não pensar nela; Aureliano, da mesma forma, queria superar João de Panonia para curar-se do rancor que ele lhe infundia, não para fazer-lhe mal". Por causa destas disputas, Aureliano acaba por mero acaso mandando o seu adversário João de Panonia para a fogueira. Alguns anos depois,

Aureliano morre do mesmo modo que João de Panonia, num incêndio causado por um raio em uma cabana em Hibérnia. O final da história se passa no Céu, onde não há tempo. Lá, Aureliano descobre que para Deus os dois teólogos são a mesma pessoa, ou seja, eles não são considerados como indivíduos, mas como representantes do mesmo arquétipo.

Além do conto que dá título ao livro “O Aleph” [3], Borges também faz menção a esses estudos sobre o tempo, criando objetos fantásticos da sua literatura, como “O Aleph” ou o “O Zahir”, no qual ele transporta a comparação entre o tempo e a eternidade para estes objetos e seus amores. O Aleph é um dos vários objetos fantásticos encontrados na literatura borgeana e é basicamente uma esfera de uns três centímetros de diâmetro que nos permite ver tudo no universo simultaneamente e sem superposição. Borges afirma que o espaço está para o Aleph, assim como o tempo está para a eternidade. No outro conto, “O Zahir”, Borges fala de sua experiência de ter encontrado um objeto fantástico conhecido como o Zahir, na forma de uma moeda comum que cria um comportamento obsessivo em todas as pessoas que entram em contato com ele. Esse comportamento obsessivo vai se tornando cada vez mais intenso. O efeito final é só pensar nesta moeda: “o tempo que atenua as lembranças, agrava a do Zahir”.

Segundo Leopoldo e Silva [7], a literatura não necessita da filosofia para expressar uma ideia, assim como a filosofia não precisa ser poética para estudar a alma. Entretanto, temos a impressão de que, através de seus contos, Borges tenta transportar os seus estudos sobre o tempo para a literatura fantástica, de um modo mais divertido do que apenas estudos filosóficos, respondendo à questão do que é realmente fantástico no tempo. Ele afirma que é uma pessoa que aproveitou as oportunidades literárias da metafísica. Mas ele também gostava de lembrar que não é um metafísico, porque diz que não é um pensador independente. Mas a forma romantizada como ele apresenta os seus contos é muito provocadora, tanto que uma vez, em Madri, um jornalista lhe perguntou se era verdade que em Buenos

Aires existia um Aleph. Quando ele ia dizer que sim, um amigo interveio e disse para o jornalista que, se tal objeto existisse, ele seria a coisa mais famosa do mundo e mudaria toda a nossa ideia do tempo, da astronomia, da matemática e do espaço. Nesse momento o jornalista soltou um “Ah!” e afirmou: “então é tudo invenção sua. Pensei que era verdade porque o senhor tinha dado o nome da rua!”. Borges pensou em responder que nomear ruas não é coisa de outro mundo, mas se conteve.

Para terminar nossa interpretação do tempo com os textos de Borges, citamos um trecho de “Nova Refutação do Tempo”, um ensaio editado em 1947 e compilado em “Novas Inquisições” [8]: “(...) o tempo é a substância da qual eu sou feito. O tempo é um rio que me arrebatou, mas eu sou o rio; é um tigre que me despedaça, mas eu sou o tigre; é um fogo que me consome, mas eu sou o fogo. O mundo, infelizmente, é real; eu, infelizmente, sou Borges.”

3. Chardin e o Efêmero: O que é o *Homo Bulla* no movimento Vanitas?

A dualidade “tempo/eternidade” de Borges nos levou a questionar o papel da existência das coisas efêmeras e sua relação com o tempo. Como físicos, estudamos propriedades fundamentais e perenes da natureza em sistemas efêmeros, como bolhas de sabão ou gotas de água, sobrepondo os conceitos de eterno e efêmero. Um artista que captura a observação do efêmero na imagem é o pintor francês do movimento Rococó Jean Baptiste Siméon Chardin, através de um *zeitgeist* revolucionário silencioso. Para um resumo da vida de Chardin, nós recomendamos um vídeo no YouTube do canal CriaArte [9].

Figura 1. Alberto Tufaile compara a tela “Garoto com bolha de sabão”, de Jean Simeon Chardin, com sua reprodução em tinta acrílica dessa composição de Chardin, através de uma foto no smartphone. Adriana Tufaile capturou esse momento. Esse exemplar de Chardin está na Galeria Nacional em Washington, EUA. Nessa tela, Chardin exemplifica a captura do efêmero.



Na Figura 1 apresentamos uma tela de Chardin com o título “Garoto com bolha de sabão”. Neste quadro, Chardin retrata um garoto soprando ar por um canudo, enquanto outro garoto tenta observar a bolha que está se formando. A bolha de sabão é transparente, mesmo assim interage com a luz, o que nos permite observar, por um breve instante, a sua superfície e uma reflexão externa na parte superior esquerda e uma reflexão interna na parte inferior direita. Para nós, que somos físicos, esses objetos efêmeros, como bolhas de sabão, podem revelar propriedades fundamentais da natureza, representadas por equações que poderiam estar num mundo dos arquétipos de Platão. Cientificamente, bolhas, gotas, espumas ou paredes celulares são classificadas como objetos frágeis [10]. Filosoficamente, essa obra de Chardin é uma alegoria representante do movimento *Vanitas* [11].

Figura 2. Exemplo de obra de arte dinâmica com objetos frágeis “Condensation Wall”: uma caixa de acrílico fechada com água destilada que evapora e se condensa nas paredes da caixa ao lado de Adriana P. B. Tufaile, na Galeria Nacional em Washington. Obra concebida pelo artista alemão Hans Haake e construída em 2013. Observando detalhes, podemos ver que cada gota que se condensa na parede da caixa funciona como uma pequena lente efêmera que interage com a luz. Gotas, bolhas, espumas, paredes celulares e outros elementos são classificados como objetos frágeis pelo físico Pierre-Gilles de Gennes [10] e podem mostrar algumas propriedades “eternas” da refração da luz. Alberto Tufaile capturou um dos momentos únicos dessa obra dinâmica.



O movimento Vanitas parte da ideia de que “o homem é uma bolha”, ou “Homo Bulla” em latim, que coloca que o ser humano tem seu ego inflado, como faz o ar da bolha de sabão na Figura 1. Segundo Prosperetti [11], o conceito que liga vaidade com vazio está presente na bíblia do rei James, traduzido do texto em latim “Vanitas vanitatum et omnia vanitas”, ou “vaidade das vaidades, tudo é vaidade”, e o texto bíblico continua com “Que proveito tem o homem de todos os seus trabalhos que ele faz debaixo do sol?... Não há lembrança de coisas passadas... e eis que tudo é vaidade e aflição de espírito... O homem nasce e o homem morre e tudo é vaidade”. Ainda nesse texto sobre bolhas, o físico Prosperetti cita Erasmo de Roterdam, que imaginou a relação entre o ser humano e a passagem do tempo, comparando-nos com bolhas e espumas: “Eu pensei em uma analogia para descrever a vida humana como um todo... Você sabe, as bolhas que sobem para a superfície abaixo de uma cachoeira – aqueles pequenos bolsões de ar que combinam para produzir espuma?... Bem, é assim que os seres

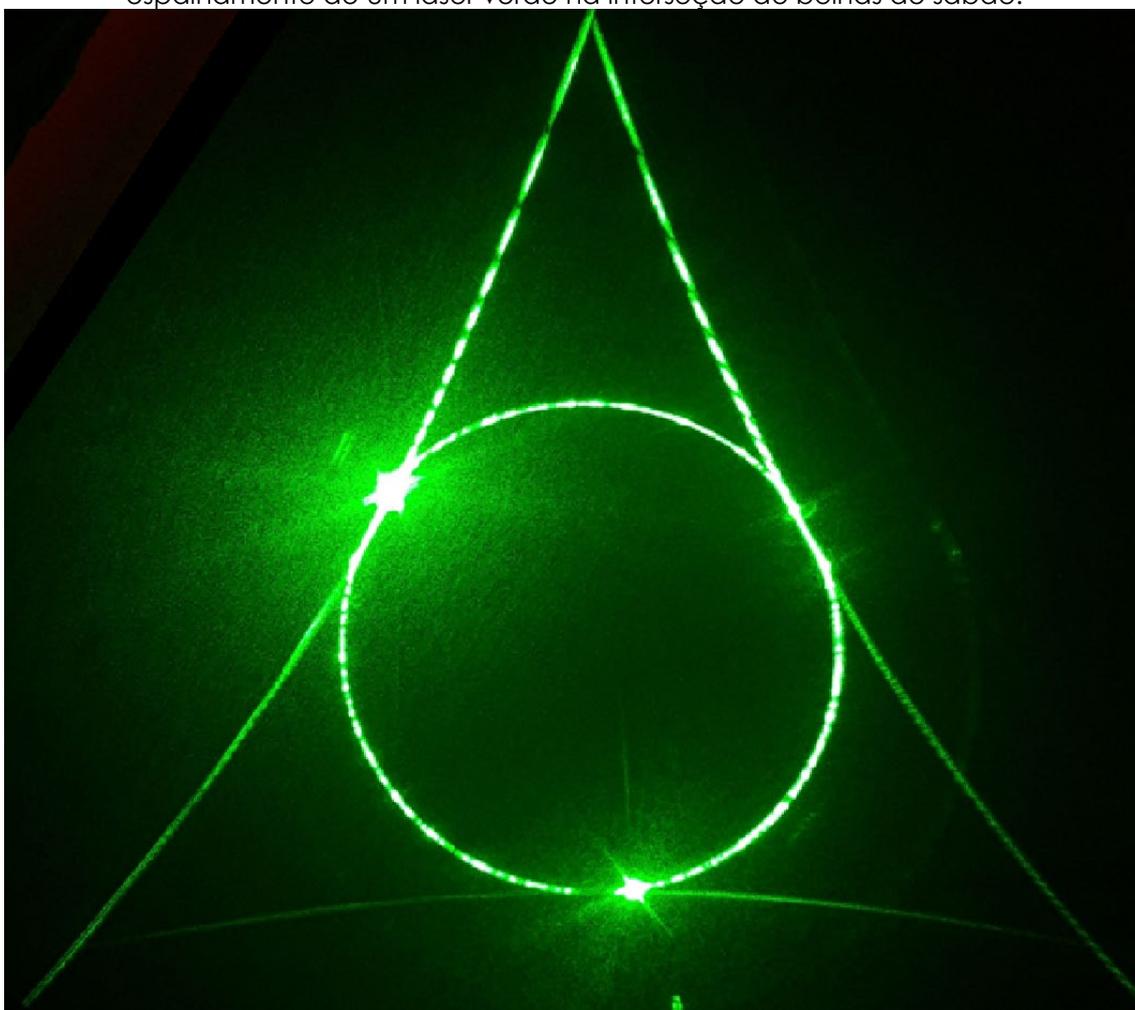
humanos são. São bolsas de ar mais ou menos infladas... mas mais cedo ou mais tarde elas vão estourar."

Antes de Chardin, o chamado gênero pictórico Vanitas prosperou na arte holandesa no século XVII. Nestas pinturas, o espectador é convidado a contemplar sua própria mortalidade por meio de uma série de símbolos de transitoriedade, que, além das bolhas, geralmente incluem instrumentos musicais (o desaparecimento do som), ampulhetas (a passagem do tempo), vidro (frágil, como os prazeres humanos), castiçais com um toco de vela queimando (o derretimento da cera) e outros exemplos, como um garoto construindo um castelo de cartas ou uma criança observando um pião. A composição de um garoto com um pião foi pintada por Chardin e a mais importante versão desta composição pode ser encontrada no Museu de Arte de São Paulo, MASP. Assim, observando coisas e ocorrências cotidianas, o artista busca seus significados inerentes mais profundos, como a mortalidade inerente dos seres vivos diante da inexorável passagem do tempo. Do mesmo modo que os objetos fantásticos da literatura de Borges nos fazem refletir sobre o tempo e o espaço, os objetos do cotidiano mostrados na arte do movimento Vanitas nos fazem pensar sobre o tempo, o espaço e os processos ópticos da interação da luz com os objetos frágeis, como está mostrado nas lentes do "Condensation Wall", da Figura 2. Como falamos sobre lentes, vamos utilizar a área da óptica para falar sobre o tempo.

Numa parte do nosso trabalho envolvendo a óptica do espalhamento de um raio de luz em bolhas de sabão ou espumas [12, 13], encontramos o arquétipo da geometria euclidiana na forma única do círculo aparecendo espontaneamente dentro de um triângulo curvo (trindade), como está mostrado na Figura 3. Além disso, na Física desenvolvida por Einstein, não é o tempo que é absoluto, mas as propriedades da luz é que são a base para a compreensão do espaço e do tempo. Se você deseja entender o tempo, você precisa estudar a luz, a sua natureza e sua propagação no universo, pois, sem o entendimento das propriedades da luz, a nossa compreensão do tempo é apenas vaidade, ou seja,

não tem profundidade suficiente. Segundo a relatividade especial de Einstein, o tempo e o espaço formam uma quimera chamada de “tempo-espaço”, com a luz tendo uma velocidade finita e tendo a mesma velocidade em todos os referenciais inerciais. O que popularmente dizem – “o tempo é algo relativo” – tenta condensar essas propriedades da luz nesta nova definição do tempo.

Figura 3. Um círculo parlaserico inscrito em um triângulo curvo obtido com a óptica do espalhamento de um laser verde na interseção de bolhas de sabão.



4. O átomo e o pente: Qual é o relógio mais preciso do mundo?

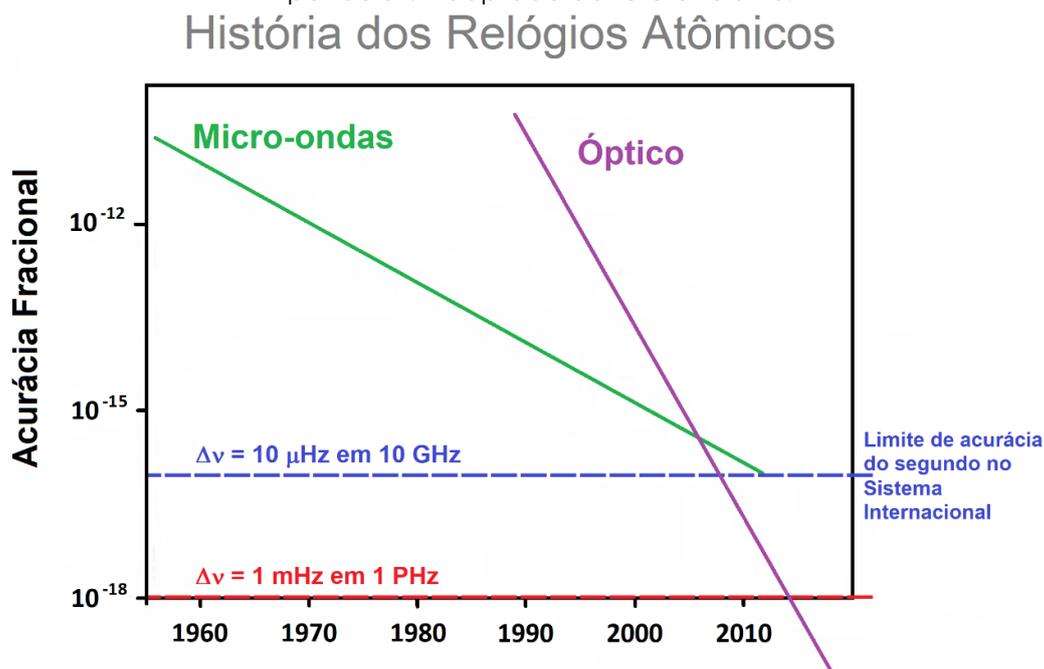
Além do que foi discutido até aqui, temos as medidas de tempo sendo cada vez mais relacionadas com o mundo quântico, sendo que as propriedades deste mundo quântico são tão fantásticas quanto o realismo fantástico de Borges. Para esclarecer a afirmação anterior, podemos citar o caso interessante da medida do tempo utilizando relógios atômicos ópticos [14]. O “pente de frequência óptica” (OFC, *Optical Frequency Comb* em inglês) é uma técnica que foi originalmente desenvolvida para contar os ciclos de relógios atômicos ópticos. Resumidamente, em Óptica, um pente de frequência ocorre na luz emitida por uma fonte de laser cujo espectro resultante consiste em uma série de linhas de frequência discretas e igualmente espaçadas. Mas qual é o uso destes relógios atômicos? [15] Tecnicamente falando, temos três aplicações: (1) no sistema de posicionamento global (GPS em inglês), (2) na redefinição do segundo como unidade de tempo e (3) na sincronização das redes de comunicação digital, como a Internet. Cientificamente falando, eles são utilizados para (4) medir a aceleração da gravidade com maior precisão nas medidas de geodésicas locais, (5) medir a matéria escura e (6) verificar a variação das constantes fundamentais da natureza, como os valores da carga elétrica ou da constante de Planck.² A detecção de ondas gravitacionais geradas pela colisão de buracos negros é observada com a variação das propriedades da quimera “espaço-tempo”, que foi citada previamente.

Mas como funciona um relógio atômico? Todo relógio, de qualquer natureza, tem algum tipo de “pêndulo” associado a ele que dá a sua base de tempo, sua frequência. No caso dos relógios atômicos, um átomo ou conjunto de átomos é excitado por uma onda eletromagnética e este arranjo emite uma

² Os valores conhecidos das constantes fundamentais da natureza podem variar por motivos como desenvolvimento de novos instrumentos mais precisos ou melhorias nos modelos teóricos existentes ou possivelmente desenvolvimento de novos modelos ou novas observações.

frequência característica própria desse átomo, do mesmo modo como você dá uma energia potencial erguendo e soltando um pêndulo que oscila com uma frequência característica associada a seu comprimento e à aceleração da gravidade, ou o seu coração bate com um ritmo dado pelo seu metabolismo, tendo como fonte de energia sua alimentação. O “pêndulo” do relógio atômico é um átomo e o empurrão do pêndulo é a onda eletromagnética direcionada para este átomo. A resposta do átomo é emitir um fóton com uma frequência característica e bem determinada. Os primeiros relógios atômicos tinham como radiação eletromagnética frequências de micro-ondas, com uma precisão de uma parte em 10^{14} ($1/10^{14} = 10^{-14}$), enquanto os relógios atômicos mais recentes têm como radiação eletromagnética o que chamamos de luz visível, com uma precisão ao redor de uma parte em 10^{18} (10^{-18}), ou seja, se você fizer uma medida com este relógio, ela terá 18 algarismos e ela só terá flutuações no décimo oitavo algarismo da sua medida.

Figura 4. Comparação da evolução dos relógios atômicos de micro-ondas e ópticos. Os relógios atômicos ópticos estão mostrados com o elemento atômico característico utilizado como “pêndulo”. Adaptado da referência 16.



Na Figura 4, mostramos a comparação do desempenho histórico entre os relógios atômicos de micro-ondas e os relógios ópticos [16]. Em 1960, temos a redefinição do segundo, que passou da sua definição astronômica para a sua definição baseada no relógio atômico, ligado à Mecânica Quântica. Posteriormente, os relógios atômicos de micro-ondas foram aprimorados, com uma precisão maior, mostrada pela linha pontilhada azul. Nos anos 1980, temos o desenvolvimento dos relógios atômicos ópticos, que também entraram na corrida por ser o relógio mais preciso do mundo. Depois de 2005, os relógios atômicos ópticos superam os relógios atômicos de micro-ondas e se tornam os relógios mais precisos do mundo, com o limite de precisão do sistema internacional dado pela linha tracejada paralela ao eixo horizontal do gráfico, e os relógios atômicos ópticos evoluindo além deste limite.

Uma coisa curiosa desse resultado é que os relógios atômicos estão com esta acurácia fracional de 10^{-18} , mas, se eles alcançarem 10^{-21} , competirão com o LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*), um laboratório baseado em um interferômetro da ordem de quilômetros de comprimento, que detecta ondas gravitacionais. Para mais informações sobre o LIGO, veja-se a referência 17. Isto também causa alguns problemas sérios de sincronização desses relógios atômicos, pois eles apresentam uma alta sensibilidade relativística. A sincronização dos melhores relógios atômicos atuais é perdida quando há uma diferença de alguns centímetros na altura dos relógios, distância ao centro do planeta, fenômeno explicado pela Teoria da Relatividade Geral de Einstein, pois o tempo depende do valor do campo gravitacional atuando no relógio. Com uma acurácia fracional de 10^{-19} , esta sensibilidade relativística é da ordem de um milímetro na diferença de altura entre dois relógios. Isto nos lembra da piada sobre excesso de recursos de que com um relógio você sabe as horas, mas com dois relógios você não tem certeza. Os pesquisadores desta área brincam com a afirmação de que eles estão eternamente tendo de encarar oportunidades brilhantes disfarçadas de problemas insolúveis.

Não podemos terminar sem lembrar que, na Física, uma definição do tempo é o parâmetro que usamos para perceber as mudanças do universo em constante transformação. Só percebemos que tudo no universo está se transformando porque comparamos cada coisa com ela mesma em instantes diferentes de tempo. Você só percebe que as nuvens estão mudando porque compara a imagem delas no presente com a imagem que viu num instante passado. Visto dessa forma, não é o tempo que está passando, são as nuvens que estão mudando. Quando dizemos que o tempo voa ou que o tempo se arrasta, na verdade estamos fazendo referência à nossa percepção de passagem do tempo, mas não é o tempo que está passando, é o universo, nós incluídos, que está se transformando ou se movendo.

Estes são os tempos fantásticos que gostaríamos de apresentar neste trabalho, e os locais onde eles habitam são a literatura, a pintura, a metafísica, a teologia e a Física.

Referências

- [1] A. Tufaile, A. P. B. Tufaile, "Questões de Tempo para Filósofos, Cientistas, Terapeutas e Gurus", *ResearchGate*, 2014. https://www.researchgate.net/publication/281592449_Questoes_de_Tempo_para_Cientistas_Filosofos_Terapeutas_e_Gurus
- [2] *História da Eternidade*, Jorge Luis Borges, editora Globo, São Paulo, 1993.
- [3] *O Aleph*, Jorge Luis Borges, editora Globo, São Paulo, 1997.
- [4] R. C. G. Castro, "Finalmente na íntegra, Plotino explica o Uno e suas Emanações", *Jornal da USP*, 2019. <https://jornal.usp.br/cultura/finalmente-na-integra-plotino-explica-o-uno-e-suas-emanacoes/>
- [5] "O círculo e a linha", Newton Bignotto, em *Tempo e História*, organizado por Aduino Novaes, editora Companhia das Letras, São Paulo, 1992.

- [6] "A vida de Isaac Newton", Richard Westfall, editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1995.
- [7] "Bergson, Proust. Tensões do tempo", Franklin Leopoldo e Silva, em *Tempo e História*, organizado por Adauto Novaes, editora Companhia das Letras, São Paulo, 1992.
- [8] *Outras Inquisições*, Jorge Luis Borges, editora Companhia das Letras, São Paulo, 2007.
- [9] *Jean Baptiste Siméon Chardin*, Canal do YouTube "TV CriaArte". <https://youtu.be/uHUVSzfJYE>, acessado em 6 de janeiro de 2023.
- [10] *Os Objetos Frágeis*, Pierre-Gilles de Gennes e Jean Bardoz, Ed. Unicamp, 2008. <https://www.amazon.com.br/Os-Objetos-Fr%C3%A1geis-Pierre-Gilles-Gennes/dp/8526808362>
- [11] "Bubbles", Andrea Prosperetti, *Physics of Fluids* 6, p. 1852, 2004.
- [12] "Parhelic-like Circle from Light Scattering in Plateau Borders", Alberto Tufaile e Adriana Pedrosa Biscaia Tufaile, *Physics Letters A* 379, p. 529, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2014.12.006>
- [13] "Soap Halos", Richard J. Fitzgerald, *Physics Today* 72, p. 68, 2019. <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.4257>
- [14] "20 years of developments in optical frequency comb technology and applications", Tara Fortier e Esther Baumann, *Communications Physics* (2019) 2:153. <https://doi.org/10.1038/s42005-019-0249-y> | www.nature.com/commsphys
- [15] "Why Do We Need Super Accurate Atomic Clocks?", Yuen Yiu, *Inside Science of American Institute of Physics*, 2019. <https://www.insidescience.org/news/why-do-we-need-super-accurate-atomic-clocks>
- [16] "Optical atomic clocks", N. Poli, C. W. Oates, P. Gill, G. M. Tino, *Il Nuovo Cimento* 36, 2013. <https://www.sif.it/riviste/sif/ncr/econtents/2013/036/12/article/0>
- [17] *What is LIGO?*, Caltech. <https://www.ligo.caltech.edu/page/what-is-ligo>, acessado em 18 de junho de 2023.

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO CANAL NERDOLOGIA NO YOUTUBE

SCIENTIFIC COMMUNICATION OF
NERDOLOGIA'S CHANNEL ON YOUTUBE

POR MANUELLA REALE¹

Resumo

Este artigo compreenderá as diferentes estratégias enunciativas e os regimes de sentido e de interação dos vídeos do canal Nerdologia. O objeto de estudo é composto pelo canal Nerdologia no YouTube. A análise da enunciação do texto sincrético segue a corrente teórica da sociossemiótica, com base em Greimas. Para a noção de divulgação científica, remete-se às obras de Bueno, Vogt e Lewenstein. Em diferentes regimes de sentido e de interação (Landowski, 2014), verifica-se como o Nerdologia lança mão de narrativas estratégicas para impelir a construção de sentido conjuntamente com o destinatário, a fim de acentuar o gosto pela ciência enquanto objeto de valor.

Palavras-chave: divulgação científica; Nerdologia; YouTube.

Abstract

This research analyses different enunciation strategies and the regimes of meaning and interaction of Nerdologia's videos. The object of study consists in Nerdologia channel on YouTube. The analysis of the enunciation of the syncretic text follows the theoretical current of sociosemiotics, based on Greimas (ano). Regarding scientific communication definition, reference is made to the works of Bueno, Vogt and Lewenstein. In meaning and interaction regimes (Landowski, 2014), it is possible to see how destinator use strategic narratives to impel the construction of meaning along the destinee, in order to accentuate the taste for science as an object of value.

Keywords: scientific communication; Nerdologia; YouTube.

¹ Doutora em Ciências da Comunicação (USP). Professora Substituta — Imagem e Som (UFSCar). E-mail: manureale@gmail.com.

1. A divulgação do conhecimento científico

Um dos precursores brasileiros da pesquisa sobre “divulgação científica”, o professor Wilson Costa Bueno aborda a separação entre divulgação e comunicação científica. Ele define comunicação científica como aquela feita na própria comunidade científica, no intuito de compartilhar resultados de pesquisa e novas teorias. Direcionada aos pares, é construída por um discurso especializado e técnico. Já a divulgação científica é a veiculação de informações científicas ou tecnológicas voltada ao amplo público (BUENO, 2014, p. 6).

De modo convergente, Carlos Vogt (2006) desenvolve tal processo em diversos níveis, relacionando-o com o desenvolvimento de uma cultura científica. Vogt (2012) constrói uma “espiral da cultura científica” como uma possível trajetória do discurso científico. O autor divide tal espiral em quatro seções: (1) produção e disseminação científica, (2) ensino formal de ciência, (3) educação de ciência em museus e (4) divulgação científica. Os eixos entre os quadrantes vão do endógeno ao exógeno; e do discurso monofônico ao polifônico.

Falar de comunicação em lugar de divulgação enfatiza uma relação que representa a condição prévia para que se possa considerar o tema dos conteúdos científicos, mais ou menos densos. A tendência recorrente a reduzir o tema da comunicação da ciência a mera transferência de conhecimento não apenas é uma ilusão, mas frequentemente produz o contrário da intenção inicial: aproximar, compartilhar e estimular (VOGT, 2006, p. 22).

Bruce Lewenstein (2003) sistematiza a *comunicação pública da ciência* em quatro modelos, a saber: o modelo de déficit, o modelo contextual, o modelo de expertise leiga e o modelo de participação pública. O primeiro baseia-se no analfabetismo científico, com a incompetência do público de entender o conhecimento, portanto sugere promover informações destinadas a preencher essa falta de conhecimento. O segundo modelo reconhece que os indivíduos não são receptores vazios para a informação, mas a processam de acordo com seus aspectos sociais e psicológicos moldados por experiências anteriores, contexto

cultural e circunstâncias pessoais. As críticas para os dois primeiros modelos condensam-se em encarar a comunicação de maneira unidirecional, dos cientistas para a sociedade. Ambos os modelos estavam dependentes dos interesses da comunidade científica e deixam de reconhecer conhecimentos locais e se comprometer com inclusão e participação política.

O modelo de expertise leiga defende que cientistas são geralmente insensatamente certos (até arrogantes) sobre seu grau de conhecimento, portanto falham em reconhecer contingências ou informações adicionais necessárias para a tomada de decisões pessoais, ou políticas. Neste terceiro modelo, o conhecimento local pode ser tão relevante para a resolução de um problema quanto um conhecimento técnico. E, justamente por dar muita relevância ao conhecimento leigo, é-lhe feita a crítica de ser um modelo à beira do anticientífico. O quarto e último modelo foca em atividades cuja intenção é aumentar a participação pública e a confiança na política científica. Tais atividades podem levar ao compromisso de democratizar a ciência. Este é criticado por focar na elaboração de políticas públicas ao invés da compreensão pública da ciência.

Entende-se que tais noções compõem traços relevantes da divulgação do conhecimento científico e, em certa medida, são uma forma de delinear o objeto estudado neste artigo.

2. Métodos e processos

O escopo teórico da sociosemiótica, por meio do percurso gerativo de sentido, estrutura a construção da significação em níveis, a fim de navegar pela construção de sentido na enunciação. Tal modelo deve servir não como caixas firmes a serem preenchidas pelo objeto estudado, pelo contrário, deve ser uma lupa que permite olhar melhor o objeto, para poder descrevê-lo e analisá-lo em seu próprio contexto:

[Deve ser] uma simples fonte de luz, ou seja, um modelo *stricto sensu*, vazio de conteúdo e sem outra função que a simplesmente heurística. Trabalhar em cima deste modelo não é usá-lo como "grade de interpretação" a ser preenchida de acordo com sentidos já fixados, mas sim como "instrumentos heurísticos" a serem utilizados reconhecendo que nenhum objeto tem sentido prévio (LANDOWSKI, 2001, p. 23-24).

Sobretudo, a semiótica tem caráter prospectivo, na procura do *dever do sentido* (LANDOWSKI, 2001, p. 21). Greimas aponta "a abordagem gerativa, o remontar às nascentes do fenômeno, desemboca aqui na decomposição completa do que inicialmente foi percebido como uma totalidade constituída" (GREIMAS, 2002, p. 51).

Não é possível (nem objetivo do presente trabalho) transcrever todos os elementos dos objetos audiovisuais analisados, portanto, será apresentado um roteiro resumido, com a descrição dos elementos regulares nos diversos vídeos. Este roteiro serve de abertura da análise e facilita a compreensão do leitor que não tem conhecimento do vídeo referido. Inicialmente, observaremos o plano da expressão com as linguagens (verbal, visual, sonora e gestual) e seus formantes (eidético, cromático, topológico e cinético). Posteriormente vale notar o plano do conteúdo, a partir da tematização e figurativização. Por fim, rastreamos os regimes de sentido e de interação.

Distingue-se que a produção audiovisual, por definição, constitui uma expressão sincrética, ao articular diferentes linguagens (reúnem-se os formantes verbal, visual, gestual, cinético e sonoro). O audiovisual é um texto sincrético por natureza, justamente por, em enunciação única, lançar mão de várias linguagens e constituir um todo único de significação. Como todo texto sincrético, o audiovisual exige a descrição dos elementos que baseiam tal sincretização, a partir das linguagens identificadas em cada manifestação (FIORIN, 2009, p. 323). No audiovisual, a articulação no plano da expressão acarreta diferentes "sistemas semióticos como o imagético, o verbal escrito, o gestual, o videográfico, assim como na substância/matéria da expressão sonora encontramos manifestações como a música, a fala, os ruídos" (MEDOLA, 2009, p. 407).

3. O Canal Nerdologia

O canal Nerdologia se propõe a relacionar conhecimento científico à cultura *nerd*. Foi fundado em 2011 como um quadro do NerdOffice do Jovem Nerd; e era inicialmente apresentado por pessoas sem formação científica. Em outubro de 2013, o canal foi reformulado para ser roteirizado por pesquisadores e divulgadores científicos, e produzido por profissionais em audiovisual. Em 2023, o canal contabilizava 3,3 milhões de inscritos e 391.631.699 visualizações. Atualizamos os dados de nosso *corpus* (formado em março de 2018), quando os números eram de 2.023.172 inscritos e 167.856.086 visualizações. São postados dois vídeos por semana, com duração média entre cinco a nove minutos.

Os vídeos apresentam artes gráficas e animações profissionais. O Nerdologia está sinalizado na categoria Ciência e Tecnologia e, além do YouTube, está oficialmente presente em diversas plataformas, como *site*, Facebook e Twitter. O canal apresenta vídeos com o potencial de catalisar uma discussão sobre o tema científico. O apresentador-pesquisador administra uma série de elementos enquanto ator do discurso. Há um espaço no qual o apresentador responde a dúvidas vindas do espaço de comentários do Facebook, do Twitter ou do *blog*.

O enunciador se nomeia Nerdologia, nome formado pelo sufixo *logia* adicionado à palavra *nerd*. Este nome já indica a importância da combinação de termos contrários para o enunciador, já que ele agrega uma palavra antiga a um neologismo influenciado pela cultura e ligada a tribos urbanas. A união entre antigo e novo é o que chama atenção no nome e, posteriormente, na proposta de enunciação. Vale mencionar tal neologismo (*nerd*) ser um estereótipo limitador de um grupo de pessoas, que pode levar a usuários reconhecerem-se com o nome, ou mesmo a outros poderem considerar pejorativa tal circunscrição.

Até o Nerdologia 128, o vídeo era apresentado exclusivamente por áudio em *off* (o apresentador não aparecia). O áudio escutado era a soma da música de fundo com a narração do apresentador. A partir do vídeo 129, sobre realidade

virtual, Atila aparece no começo (para se apresentar e lançar o tema a ser tratado) e no final do vídeo (para responder a perguntas e comentários relacionados a vídeos anteriores). O equipamento de captação de áudio é profissional e a edição produz som claro e não ruidoso. É visível a utilização de microfone de lapela pelo apresentador. As músicas de fundo mudam conforme o episódio (enquanto a vinheta se mantém), em geral remetem ao ritmo de trilhas de jogos de *videogame*. A fala é coloquial, porém sem maneirismos ou grandes exaltações. Cada episódio tem uma propaganda ao final.

O vídeo é composto por montagem de imagens e animações. O plano de fundo é a imagem de um quadro-negro ligeiramente sujo de giz, lembrando o ambiente escolar. Imagens (fotografia, ilustração, recorte de matéria, trecho de artigo científico, animação ou vídeo) vão sendo montadas/"coladas" no quadro-negro. Além das imagens, textos são escritos no quadro, como se estivessem em giz. São também utilizadas anotações² para direcionar a outros conteúdos relacionados. As imagens que não são de autoria própria são creditadas na descrição do vídeo. O roteiro é objetivo e a montagem do vídeo é dinâmica, por ter elementos inseridos a cada nova fala, sem prolongamento da narrativa ou grandes respiros.

Há duas vinhetas de abertura, com visuais diferentes e mesma trilha sonora: uma música rápida, semelhante ao estilo *funk*, com batidas pontuais para chamar a atenção. Os instrumentos guitarra, baixo e bateria são perceptíveis, o que também traz um ar contemporâneo e uma linguagem jovem. A linguagem também é comum às duas, pois são feitos movimentos de câmera rápidos consoante a música e o *zoom* é utilizado para construir o sentido de aumento de atenção e foco.

² Ferramentas interativas do YouTube que podem ser adicionadas em cima da tela do vídeo no decorrer da narrativa; elas permitem ações específicas, como caixa de texto, destaque de área do vídeo e *links* para outros conteúdos.

Na vinheta de exatas/biológicas, aparecem equações e gráficos manuscritos no quadro-negro. A lupa tem um gancho mecânico e o gradiente de cor cinza metálico é predominante, ambos os elementos remetendo à tecnologia. Já na vinheta de abertura destinada aos vídeos de humanidades, as imagens são referentes a elementos antigos/clássicos: hieróglifos, lupa, bússola, escritos com tipografia clássica (com letra capitular estilizada). A lupa é de madeira e o gradiente de cor se aproxima ao sépia, ambos os elementos figurativizando antiguidade. A opção de manter a mesma música contemporânea e dinâmica da primeira vinheta, e não uma música clássica, indica o sincretismo entre antigo e novo. A importância da linguagem sonora é um indício de que se falará de história de forma dinâmica e atrativa. É um *fazer querer* do destinador sobre o destinatário, que antevê o seu *fazer saber* posterior.

Ao se apresentar cada informação, as imagens são inseridas na tela até formar a montagem final e novamente voltar ao quadro-negro limpo. Mesmo com imagens majoritariamente estáticas (há algumas animações e vídeos também), essa movimentação de constante montagem e recolocação das imagens dá dinamismo ao vídeo. O uso de textos na tela permite relacionar a informação dita verbalmente.

Há textos inseridos entre aspas para indicar a utilização de trechos de escritos científicos. Isso pode ser interpretado como uma alusão às normas bibliográficas, pelas quais citações diretas devem ser feitas entre aspas. Mais uma vez o sincretismo está presente, pois o vídeo inspira-se em regras fechadas e pragmáticas para trazê-las em um contexto acessível e divertido. Tal normalização é reiterada na descrição do vídeo, na qual as fontes utilizadas para fundamentar o roteiro são apresentadas no formato: autores, título, revista, volume, edição, ano e página. Isso é uma estratégia para fazer o sujeito estar mais próximo da ciência.

Após as informações sobre o tema principal do vídeo, o apresentador reaparece na tela e responde a perguntas e comentários elaborados sobre assuntos anteriores. Geralmente são escolhidas perguntas repetidas ou mesmo

alguma pergunta singular curtida diversas vezes (no YouTube é possível curtir, além do vídeo, o comentário de outro usuário). Também aparecem comentários com correções e discordâncias sobre alguma informação que foi indicada; caso o usuário esteja certo, o apresentador não hesita em admitir e agradecer pela retificação.

No final, há o pedido para curtir o vídeo, compartilhar com outros usuários, assistir a outros vídeos do canal, ou assistir a outros canais de divulgação científica. Cita também a periodicidade de postagem de vídeos e faz o convite para que a discussão acerca do tema seja continuada na seção de comentários do YouTube e nas páginas do Facebook e do Twitter.

Na descrição do vídeo, encontram-se as fontes nas quais o roteiro se baseou, além de outros conteúdos para o usuário se aprofundar mais na temática. As fotografias, imagens, ilustrações e animações utilizadas são creditadas também nesse espaço.

O vídeo 227, intitulado “Tempo”, começa com a introdução “Sejam bem-vindos ao Nerdologia. Eu sou Atila, biólogo, pesquisador, e já faz anos que nos vemos por aqui. Hoje a gente vai ver o que é o tempo”. O tema é introduzido trazendo situações do cotidiano do destinatário como: “A nossa sensação de tempo é bastante subjetiva. Ele sempre tá [sic] avançando, mas cinco minutos podem ser muito pouco pro [sic] Nerdologia, que você esperou por uma semana, ou muito tempo se você tá [sic] caminhando sem chinelo na areia quente da praia ou na fila do banheiro”. A música de fundo é “Time”, do Pink Floyd, em versão instrumental. Essa música integra o álbum *The Dark Side of the Moon*, um dos mais famosos da banda e do rock mundial.

O vídeo traz um dos cientistas mais conhecidos e revolucionários do século passado, Albert Einstein, para introduzir a Teoria da Relatividade: “O tempo é relativo a cada ponto de vista e varia de acordo com a velocidade e a gravidade de quem observa”. Ao falar “velocidade”, aparece o personagem dos quadrinhos The Flash, conhecido por correr em altas velocidades. Ao citar a palavra

“gravidade”, surge uma cena³ do personagem Goku, do desenho animado *Dragon Ball*, fazendo flexões em uma nave espacial onde a gravidade encontra-se 100 vezes maior que a da Terra. O apresentador explica, então, uma cena do filme *Interestelar* (2014), na qual o tempo passa de maneira diferente para personagens em planetas com gravidade distinta.

Atila comenta que “não só o tempo varia, como pra [sic] boa parte da física ele não tem direção”. Essa maneira de falar coloquial (informal, porém roteirizada e cuidadosa) mostra que a física é multiparadigmática devido à cisão de teorias expressa pelo termo “boa parte”. Apesar de descontraída, essa é uma maneira não apenas de elucidar o conhecimento, mas também de mostrar que existem diversas linhas de pesquisa na mesma área de conhecimento.

Os aspectos do plano da expressão são: simetria, harmonia topológica (informação mais importante ao centro e demais na periferia), inserção dinâmica dos elementos em coerência com a linguagem verbal e o equilíbrio de tonalidade. Estes, atrelados à produção discursiva e de conteúdo, produzem sincreticamente sentidos que levam à aproximação do assunto pelo destinatário, como também a um novo objeto de valor: o conhecimento científico divertido. Ou seja, estabelecem a fidúcia pelo querer para então doar a competência do saber.

A premissa multiparadigmática retorna com: “Pra [sic] boa parte da física o tempo é reversível, mas nem toda. Em 1927, Sir Arthur Eddington propôs que a desordem faz com que o tempo siga um caminho único, como se fosse uma flecha. A desordem sempre se acumula no universo, como a Segunda Lei da Termodinâmica descreve. E isso impediria o tempo de voltar”. E a possibilidade de percepção da entropia é figurativizada com a comparação de duas imagens: de um planeta girando em torno do sol e de uma caneca espatifando-se.

Nesse momento, são apresentadas duas hipóteses científicas sobre a irreversibilidade do tempo: “Pra [sic] alguns, como o Seth Lloyd, são os fenômenos quânticos que tornam o tempo irreversível. Pra [sic] outros, como o Richard Muller

³ Episódio 57 de *Dragon Ball Z*.

propõe em *Now*, a expansão do universo depois do Big Bang não tá [sic] só criando mais três dimensões do espaço, como também criando a dimensão do tempo. Pra [sic] ele, tamo [sic] sempre vivendo na fronteira do tempo recém-criado no agora. O que explicaria por que o tempo só flui em uma direção, já que o universo ainda não tem futuro, porque ele ainda precisa ser criado. Por isso lembramos do passado, mas não vivemos no futuro”. Ao inserir tal contraste e dar voz a correntes teóricas diferentes por meio de debreagem enunciativa, tanto a linguagem verbal quanto a visual dão um peso maior a um dos atores. A corrente do cientista Seth Lloyd é apenas citada, enquanto a de Richard Muller traz uma explicação maior e a indicação do seu livro.

Figura 1: Captura do vídeo Tempo – Nerdologia.



Fonte: NERDOLOGIA. Tempo | Nerdologia. **YouTube**. Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=4GGS9XQpbkM&index=2&list=PLZY-INy79aO7FeDi_vfJyhDAKLtFAQrbv&t=124s.

Notemos na Figura 1 que a ordem de leitura do *frame* inicia-se pelo canto superior esquerdo (o livro *Now*), passa para o canto superior direito (rosto de Seth) e finaliza no canto inferior esquerdo (rosto de Richard), atribuindo a este a palavra final. A escolha dos retratos dá esse indício, pois Richard tem um sorriso bem iluminado, em contraponto a Seth, com um ar mais sóbrio e seu rosto com um lado escuro. Vê-se, pela distribuição plástica dos elementos na tela, que o lado direito tem menos elementos e é mais escuro, depositando uma conotação negativa. Também se pode interpretar a expansão da figura das quatro dimensões em expansão da esquerda para a direita, de Richard para Seth, como uma preferência do primeiro em relação ao segundo.

Tal presença de diversidade de teorias ou hipóteses científicas também está presente na exposição de duas possíveis descrições do comportamento do pósitron: enquanto um antielétron (partícula com a mesma massa de um elétron, mas com carga oposta) ou como um elétron voltando no tempo, como explicado pelo físico Richard Feynman, outro cientista convocado enquanto ator do discurso.

O vídeo avança da física para a neurociência, ao explicar que a sensação da passagem de tempo é variável, de modo que ele possa parecer passar mais rapidamente conforme envelhecemos ou relacionar-se à quantidade de memórias acumuladas. Conforme o neurocientista Dean Bounomano, em seu livro *O Cérebro Imperfeito*, o tempo parece passar mais rápido para quem se atenta à tarefa sendo realizada. O Nerdologia aproveita para retificar equívocos sobre o assunto: “A sensação de câmera lenta não é pelos sentidos mais aguçados ou uma percepção mais rápida, mas sim porque registramos muito mais memórias do que o normal em uma situação de perigo. E essas memórias parecem corresponder a mais tempo do que o normal”. E traz também um fato biológico: “uma pessoa tem em média dois bilhões e meio de batimentos cardíacos ao longo da sua vida”.

Ao sair da voz em *off* e retornar ao apresentador em cena, o interlocutor afirma: “Eu escolhi passar os meus batimentos aprendendo e compartilhando. Obrigado por passar alguns dos seus comigo, eu sei o quanto a sua atenção vale.

E obrigado por me deixar fazer parte do seu tempo”. Os efeitos condizem com as operações de instauração aspectual das instâncias de pessoa, tempo e espaço por debreagem enunciativa, ou seja, aquela em que temos como actante da enunciação o eu (em relação ao tu), como espaço o aqui, e como tempo o agora. A operação de debreagem resulta em efeito de aproximação com o enunciatário, conforme afirma Fiorin ao opor esta à enunciva:

A debreagem enunciativa e a enunciva criam, em princípio, dois grandes efeitos de sentido: o da subjetividade e o da objetividade. Com efeito, a instalação dos simulacros do ego-hic-nunc enunciativos; com suas apreciações dos fatos, constrói um efeito de subjetividade. Já a eliminação das marcas de enunciação do texto, ou seja, da enunciação enunciada, fazendo com que o discurso se construa apenas com enunciado enunciado, produz efeitos de sentido da objetividade. Como o ideal de ciência que se constitui a partir do positivismo é a objetividade, o discurso científico tem como uma de suas regras constitutivas a eliminação de marcas enunciativas, isto é, aquilo a que se aspira no discurso científico é construir um discurso só com enunciados. (FIORIN, 2002, p. 45).

Ao contrário do modo como o discurso científico opera, conforme as palavras de Fiorin, o enunciatário aqui presentificado opera seu crer junto ao enunciatário, exatamente pelo efeito de subjetividade e aproximação, que mais se relaciona com a ideia de se fazer-ver. Não se pode negar a realização de debreagem enunciva (ao dar voz aos cientistas) ou mesmo embreagem (quando cita o próprio canal), mas reconhecemos majoritariamente o procedimento de debreagem enunciativa.

Ao final, ele indica e comenta os dois livros citados durante o episódio: *O Cérebro Imperfeito* (2017) e *Now* (2016). E responde a duas perguntas feitas nos comentários do vídeo anterior (Nerdologia — Poderes de Gelo), mostrando um comentário que considera uma ótima ideia para resolver o resfriamento e o jato de ar gelado do Homem de Gelo: ter um fluido comprimido guardado no corpo, como o gás do ar condicionado. O apresentador tece o elogio: “Aliás, comentários que ainda contribuem para o episódio só vocês mesmo”.

Por fim, o vídeo se encerra com: “Assinem o canal para mais vídeos pensados em aproveitar o seu tempo e até a próxima quarta”. Aqui se percebem o reconhecimento positivo em relação ao envio de comentários (sejam eles dúvidas, sugestões ou correções), o incentivo à inscrição no canal e a sugestão na permanência do diálogo nos vídeos posteriores.

Percebem-se similares estratégias na descrição do vídeo. Além dos créditos da equipe realizadora, há indicações de bibliografia para saber mais e também se citam os textos usados como base para a escrita do roteiro. Esta é uma forma de reconhecer a competência e criticidade do destinatário, que pode ir às mesmas referências do destinador e alcançar suas próprias conclusões.

Esse vídeo é um ponto de partida para questionamentos sobre o tempo. Ele lança a discussão deste assunto para outros espaços, em vista de formar comunidades virtuais que refletem sobre esse e outros temas. Além da utilização de diversas referências históricas e contemporâneas, o próprio processo criativo dos autores é plural, feito em diálogo com a comunidade de usuários.

As estratégias são similares nos vídeos da área de humanidades — como no Nerdologia 146 sobre druidas, no qual são adicionadas imagens de elementos da cultura *nerd* (desenhos, *games*, livro do Asterix) ao inserir o tema. São usados também mapas legendados dos druidas na Europa, a fim de fundamentar o conteúdo, não apenas na linguagem verbal, mas com comprovação e reforço pela linguagem visual. Filipe insere o assunto apresentando exemplos de representações deles na cultura *pop*: o personagem Panoramix, do universo de Asterix e Obelix, e druidas de RPG.

Ao falar que os druidas reais diferiam desses dois exemplos, é inserida uma ilustração do século XVIII de um druida celta. Tal ilustração contraria as imagens criadas na cultura *nerd* e solidifica o conhecimento a ser apresentado em seguida sobre quem foi o druida real. Apresenta referências científicas (fontes romanas) e as relaciona com filme e *trailer* musical contemporâneo. Termina afirmando que apenas com a arqueologia e a história foi possível saber além das lendas e dos

mitos, reforçando positivamente o conhecimento científico como um objeto de valor. Seria possível dizer *assinem o canal para saber sobre arqueologia e história*, mas o convite é feito: “assinem nosso canal para saber a receita da poção mágica”, acionando a memória afetiva do destinatário sobre ficção e jogos.

Constatamos não haver para nosso objeto de análise nenhuma garantia de sanção pelos enunciatários. Não é um simples “postar” que indica um sucesso eminente. Pelo contrário, falar de ciência em um ambiente conhecido puramente pelo entretenimento é um grande risco. Landowski caracteriza a *interrogação* como a principal prática de interlocução do regime da manipulação. E nosso objeto ocupa-se justamente de interrogar o senso comum. O sentido é construído por meio de uma “relação contratual nem sempre previamente estabelecida e sempre suscetível de ser questionada” (LANDOWSKI, 2014, p. 92). O destinatário nem sempre quer fazer o que se quer que ele faça. Ele pode agir por razões próprias, e aí está a grande diferença da programação. Esse sujeito que pode ser manipulado tem competências e pode ou não aderir àquilo que lhe é proposto. Portanto, é necessária uma árdua negociação de significação, para que se estabeleça um contrato entre os sujeitos:

O enunciador pode dizer o quanto quiser, a respeito do objeto de saber que está comunicando [...] nem por isso pode ele assegurar-se de ser acreditado pelo enunciatário: um *crer-verdadeiro* deve ser instalado nas duas extremidades do canal da comunicação (GREIMAS; COURTÉS, 2008, p. 530).

O programa narrativo de base é fazer querer e saber o conhecimento científico como valor na vida dos sujeitos — para tanto, há diversos programas de uso. A sanção cognitiva é realizada quando o destinatário acredita e apreende o conhecimento apresentado, sendo incentivado ao gosto pela ciência.

A manipulação de *fazer querer* leva à aquisição de competência de *saber*. A performance é sancionada com o *saber* do destinatário. O destinador é dotado do *crer*, dado pelos seus argumentos de prova (sancionado pelo número de assinantes do seu canal e das credenciais dos apresentadores, bem como das

fontes utilizadas) e do saber (pois se apresenta com formação formal em ciência). Assim, o destinador modalizador doa a competência de saber. O destinatário, originalmente sujeito da falta, realiza a performance ao assistir ao vídeo, entrando em conjunção com o saber. Sua operação posterior — a de comentar, curtir, compartilhar, ou mesmo criticar — constitui a operação de sanção positiva ou negativa daquele destinador.

O destinador manipulador exerce um fazer crer sobre o destinatário a partir de um contrato de veridicção, no qual ele deposita valor na ciência a partir de diversos objetos modais: personagens, filmes, quadrinhos, jogos. O contrato não é estabelecido porque o conteúdo é verdade, mas porque o destinador monta um enunciado que parece verídico — e será da mesma forma para todos os casos do *corpus*. Para tanto, ele utiliza fontes estabelecidas dentro da área de conhecimento, como artigos, *papers* e livros reconhecidos pelos pares. Existe também a retratação de erros ou dúvidas surgidas em vídeos anteriores, assim o contrato de veridicção é fortalecido.

Vamos supor que um sujeito entrou em contato com o Nerdologia por acaso — estamos no regime do acidente. Isso pode ter ocorrido a partir do clique acidental na página, por uma desatenção para com o título (tendo imaginando outro tipo de conteúdo), ou até mesmo porque o usuário se interessou por algum personagem do *thumbnail* e resolveu acessar o vídeo. A questão é que tal sujeito não previra entrar em contato nenhum com o conhecimento científico. Surge, então, a ação do destinador manipulador, que, por quaisquer motivos que tenham levado esse sujeito a clicar no vídeo por acidente, lançará mão de sua estratégia para fazê-lo construir um sentido e sancioná-lo cognitivamente. A partir do primeiro contato entre esses sujeitos, entramos no regime da manipulação — marcado pela crença de que o enunciado parece ser verdadeiro e pela fidúcia, “dado que somente a confiança em certos valores e alguns princípios reconhecidos também pelo outro permitem interagir estrategicamente” (LANDOWSKI, 2014, p. 82).

O próprio destinador atrai a confiança do destinatário por meio da convocação de outras fontes. Contratos podem ser estabelecidos por meio da indicação de fontes legitimadas, de componentes plásticos aprazíveis ao conteúdo, da inserção de outros atores no enunciado — todas essas estratégias estão no plano inteligível.

Não se pode deixar de sugerir outro lance mais arriscado. Os sujeitos (destinador e destinatário) encontram-se pela mediação eletrônica e imprimem sua presença virtual — pelos diversos acionadores programados pelo YouTube. Todavia, enquanto sujeitos esteticamente aptos, eles podem vir a uma construção conjunta de sentido mesmo sem a copresença física, mas no espaço digital. Lida pela gramática narrativa, o vídeo tem acurada inscrição manipulatória, mas lança-lo à leitura e criticidade em rede onde há comunidades virtuais em interconexão é arriscado, visto que:

Os processos em pauta têm o poder de gerar um espaço em si mesmo interacional, dentro do qual efeitos de sentido "contingentes" criam-se em situação. Esse olhar guia também estudos focalizados sobre o encontro midiático enquanto experiência vivida, alicerçada na co-presença em ato, ao vivo (ainda que "mediatizada"), dos actantes da enunciação. (LANDOWSKI, 2016, p. 214).

A partir da sensibilidade por meio do ajustamento reativo, encontram-se o riso, a piada, a simpatia com "a cara" do interlocutor. O ajustamento também pode acontecer na satisfação em relacionar um conteúdo antes desconhecido ou difícil com o humor. A própria nostalgia provocada é um traço de que uma face dessa interação vai além de "ter sentido" para "fazer sentido" por meio da estesia, ressignificando um personagem previamente conhecido. Ocorre uma interação de um fazer sentir por contágio reativo que os faz iguais (produtores de conteúdo e usuários).

A partir desse ponto, o sujeito já transformado pela posse do objeto de valor é movido pela motivação decisional a interagir nas redes. Há várias possibilidades:

acessar os vídeos semanalmente, marcar com “Gostei”, usar os comentários (para perguntar, elogiar, responder a outros sujeitos), compartilhar o vídeo nas suas redes sociais pessoais, seguir e interagir com os apresentadores em outras redes (Twitter, Instagram, *blog*, etc.), conversar sobre o vídeo, adquirir as leituras indicadas, procurar mais sobre o assunto. Nos comentários é possível encontrar elogios, sugestões de livros (ou outras produções relacionadas ao assunto), perguntas, correção de informação, ou mesmo soluções para dúvidas apontadas em vídeos anteriores.

Caso o destinatário reconheça positivamente os valores apresentados a ele, atraia-se pelo tema, aprecie a forma de enunciação do conteúdo, simpatize com os interlocutores, aprenda algo novo, interesse-se pela indicação de leituras posteriores, ou simplesmente divirta-se, há a probabilidade de ele aproximar-se do universo da programação por meio da inscrição no canal e acompanhamento regular dos vídeos. “O risco inerente ao êxito num regime de interação como a manipulação seria então passar – regressar à programação, isto é, a um regime de interação inferior em termos de possibilidades de criação de sentido” (LANDOWSKI, 2014, p. 65). Pode-se passar de um regime de manipulação para um programado, no qual o destinatário sempre assistirá a um novo vídeo postado, mas não criará nenhum novo sentido. Quando o sujeito chega a esse ponto, o risco de não entrar em conjunção com o objeto de valor (modalizado em diferentes conteúdos científicos) é consideravelmente reduzido, pois já foi estabelecida a relação de confiança e crença entre sujeitos.

Neste exemplo, o enunciatário demonstra um nível de conhecimento semelhante/superior ao enunciador, percebe-se que ele já compartilha o gosto pelo conhecimento. Conforme dito acima, há o risco do erro de programação em uma “falsa manobra”, porém ele é muito menor do que os demais regimes de interação. O risco da “manipulação frustrada” é também pequeno, já que ela aconteceria por incompetência do destinador no seu *fazer crer*, e este tem instrução formal na área. Tal risco está no plano das relações entre sujeitos, é a

“própria imagem frente ao outro que está em perigo, assim como a qualidade mesma da relação fiduciária que os une” (LANDOWSKI, 2014, p. 99). Pode ocorrer quando o enunciado vai de encontro a um paradigma científico, porém os riscos são minimizados no processo constante de diálogo entre os sujeitos.

Como “toda manipulação constitui um passo rumo a uma *re-fundação do social* enquanto universo de sentido e de valores assumidos e partilhados” (LANDOWSKI, 2014, p. 93), percebe-se esse caso como um passo para o incentivo ao pensamento complexo. Tal pensamento é “capaz de refletir sobre os fatos e de organizá-los para deles obter conhecimento não só atomizado, mas também molar, e, por outro [lado], um pensamento capaz de conceber o enraizamento dos valores numa cultura e numa sociedade” (MORIN, 2005, p. 122).

A partir do momento em que o destinatário estabelece o contrato de veridicção com o destinador, inscreve-se no canal, curte o vídeo e/ou comenta, há também o cultivo de um gosto. O gosto por adquirir mais conhecimentos, de assistir a mais vídeos, de estar mais próximo da ciência. O sujeito desenvolve seu gosto e, possivelmente, continua a pesquisar mais sobre o tema. O YouTube prescreve diferentes maneiras de expressar o gosto na plataforma: executar o vídeo já é um indício de predisposição eufórica ao gosto; inscrever-se no canal; expressar euforia ou disforia com o vídeo por meio dos botões “Marcar como ‘Gostei’” e “Marcar como ‘Não gostei’”; compartilhar o vídeo; adicionar aos “Favoritos”. Além dessas interações quantificáveis, é possível expressar o cultivo do gosto nos comentários.

Sobre a semiótica do gosto, Landowski (1997) conduz à provocação “gosto se discute” e apresenta como o gosto é construído e seus diferentes tipos. A discussão não é sobre o caráter positivo ou negativo atribuído a um gosto, mas sobre as propriedades intrínsecas a ele e os efeitos de sentido provenientes delas. No caso do Nerdologia, é possível cultivar diversos tipos de gosto. Como o canal já possui uma quantidade significativa de inscritos, é possível que o destinatário inscreva-se pelo gosto já socialmente construído dos outros. É quando o indivíduo

quer ser reconhecido na sua identidade como um membro do grupo, há uma realização pessoal ao agradar alguém. Conceituado como gosto de agradar subjetal (LANDOWSKI, 1997, p. 113), o foco está no prazer de agradar outrem para ser admitido no meio social. Trata-se da aceitação ou recusa da presença mesma de um sujeito que chega de fora. Ao compartilhar um vídeo nas redes pessoais, é evidente a consciência por parte do sujeito de que outro está observando e o avaliará (espera-se que positivamente).

Também é possível gozar a partir da própria fruição, não pela construção social do outro, mas pelas próprias propriedades inerentes ao mundo e à própria predisposição do usuário de saber “reconhecer o mundo — ou construí-lo — enquanto um espaço povoado por presenças sensíveis que produzam sentido” (LANDOWSKI, 1997, p. 121). O sujeito pode não se importar ou não reconhecer que o canal tem diversos inscritos, mas apenas gostar do vídeo porque reconheceu uma analogia feita, os personagens, interessar-se pelo tema ou pelo modo como o enunciado é construído (animação, sonoridade, cinética). No Nerdologia de história número 188, por exemplo, é explicada a Guerra das Rosas a partir do universo de *Game of Thrones*. O sujeito já fã dos livros ou da série irá rapidamente reconhecer os atores e o autor na *thumbnail* e, assim, estar predisposto a gostar do conteúdo do vídeo. Quando o interlocutor sugere temas a serem pesquisados posteriormente, a fim de descobrir o que acontecerá ao final dos livros, não só aumenta a curiosidade pelo tema, como estimula um gosto em relacionar assuntos da história ocidental com o que acontece nesse mundo fictício.

Reconhecemos também a possibilidade do gosto pelo gozar objetal. Quando o sujeito entra em contato com esse vídeo, é possível haver um certo nível de gozo objetal pelas características plásticas do objeto. Os sujeitos que saboreiam aquele momento fazem questão de elogiar e ainda fazer perguntas nos comentários, ou mesmo ir atrás dos demais textos *lato sensu*, a fim de continuar saboreando a descoberta de um novo conhecimento.

Esses vídeos possibilitam que a ciência se aproxime de diversos públicos, permitindo o contato com temas relevantes para a formação do cidadão, especialmente o público jovem. O fato de ser apresentado por alguém próximo à ciência acaba multiplicando os espaços de fala e incentivando uma nova cultura científica. Um dos valores formulados por essa interação seria uma ciência menos disciplinada e mais complexa. Estar na internet, usar a linguagem coloquial e não direcionar o enunciado aos seus pares faz o destinador sair de seu pódio doutoral e colocar-se mais perto do enunciatário, ao fazer conexões de gostos em comum entre ambos. A construção de sentido ligada a elementos sensíveis, focada na memória afetiva do destinatário, propõe um caminho de cultivo do gosto pela ciência. Tratar do mesmo tema sob o olhar de diferentes áreas científicas (da física à biologia) está próximo a uma divulgação científica de uma ciência complexa. O apelo ao sensível é relevante para a construção de uma interação em busca de um ideal comum: o gosto pelo saber.

Neste caso, o conhecimento amplia-se na troca e compartilhamento em diversos níveis e em espaço aberto de diálogo constante. A novidade não está apenas e necessariamente no conteúdo, mas na forma de expressão e linguagem utilizadas, alcançando outros temas de interesse científico, e retorna à problemática da subjetividade do enunciado de divulgação científica. A narrativa existe como acontecimento, o canal só continua se ouvir os comentários dos usuários, estando aberto a correções e retratações. Sugere-se que um novo regime de autoria é formado, pois, ao descentralizar o conhecimento do pesquisador-apresentador, é realizada uma abertura a diversas contribuições para a construção da narrativa.

Nota-se ser fundamental abrir-se ao risco e a correções para estabelecer trocas dentro e fora da plataforma; mesmo que o roteiro seja fechado a partir do momento da publicação do vídeo, o espaço de comentários é imprevisível. Os próprios usuários interagem nos comentários, sugerindo outras possibilidades de resposta à pergunta lançada no vídeo. Quanto mais se expõe o criador, mais

íntimo ele se torna. Existem convergências e contraposições em um espaço de convivência e, principalmente, negociação.

Ao mesmo tempo, os vídeos desmistificam erros do senso comum e trazem pontos de vista e teorias científicas diferentes sobre um mesmo assunto. Isso afirma haver divergências na ciência e dá importância para entender os embates e a forma de chegar a um resultado, mais do que o produto final. No Nerdologia, é fomentada outra perspectiva da noção de ciência e do papel do cientista. As referências documentais não são os únicos critérios de verdade, mas as estratégias enunciativas ganham peso. Desestabiliza-se a relação tradicional, pois neste caso pesquisador e cidadão relacionam-se quase que horizontalmente. Esse espaço conflituoso é o que gera comunidades abertas ao diálogo.

Consideramos dois pontos principais para o contínuo sucesso do canal Nerdologia: o estabelecimento de parceria com outros criadores (independentemente do número de inscritos) e a abertura ao diálogo com o diferente (independentemente de idade, gênero ou formação). A lógica da comunicação em rede é diferenciada; este é um caso em que essa diferença vem somar com a construção do olhar crítico de cidadãos.

4. Resultados e conclusões

Percebemos que o Nerdologia tem roteiros fechados, ritmo dinâmico de narrativa e vídeos inferiores a dez minutos. Atenta-se ao debate de alto nível, com perguntas e comentários complexos, com domínio de linguagem sobre os termos científicos tratados. Observamos o valor da criticidade por quem dá as fontes diretas e incentiva ser corrigido quando necessário, dando a ver sua consideração pelo sujeito cognitivamente apto a fazer suas próprias críticas, assim como aceita o risco dos comentários, enfatizando sua própria segurança enquanto destinador.

Retomando Landowski (2014), inferimos ser a divulgação científica como um jogo de convencimento e negociação pela provisão de competências modais

(próprias de cada enunciado). A divulgação científica no YouTube é uma forma de entrar em contato com a ciência de maneira não necessariamente institucionalizada. Os recursos usados para dar credibilidade são os dados numéricos de visibilidade da plataforma, além das sanções intra e interdiscursivas. Os efeitos de aproximação ou distanciamento conferem um fazer sensível, que toca a competência estética do sujeito, aumentando a atratividade do canal.

Essa última consideração é mais curiosa, pois o Nerdologia já goza dos dois primeiros critérios de credibilidade com larga vantagem e usa dos efeitos de aproximação com maior risco, ironicamente ao se permitir errar. Há sempre, para qualquer divulgação científica, o risco de supervalorização, plágio, distorção de dados, mas o incentivo à criticidade desinfla isso. Vimos em nosso *corpus* a importância dada às fontes, o incentivo à continuidade da pesquisa, o valor da criticidade (onde os próprios destinatários devem ser criticados). Por fim, também existe o ajustamento perceptivo no encontro sensível de dois sujeitos esteticamente competentes. A complexidade tem projeções para a estesia justamente por seu caráter heurístico, gravado no princípio dialógico que sustenta a dualidade. Também é possível ler um horizonte estético na recursão organizacional, onde as fronteiras de causa/efeito e produtor/produto extinguem-se, muito próximas do encontro estético, que permite a união com o objeto-sujeito.

Como falar de ciência é contraintuitivo nesse ambiente, não à toa são realizadas estratégias enunciativas de aproximação à linguagem da plataforma. O recurso de aproximação pelas gírias e linguagem coloquial delinea o simulacro do destinatário — jovem, informal. Também é positivo manter a continuidade de um apresentador no decorrer dos vídeos, construindo familiaridade e estimulando o diálogo constante. Encaramos ter dado conta da enunciação como ato de presença no meio digital e quais interações o vídeo incita, consideramos os comentários como marca de presença dos destinatários.

No nível narrativo, cada canal segue majoritariamente um regime de manipulação, objetivando a sanção positiva por parte do usuário. A primeira

etapa desse programa canônico é o contrato de veridicção. Como o contrato de veridicção, ou melhor, a credibilidade se constrói em cada caso? A partir dessa pergunta, somos levados a pensar em quem podemos crer em tempos de *fake news*. A escolha em confiar ou não, no final do dia, é relacionada à bagagem que o usuário já traz. Pode-se inferir a perícia do plano da expressão sobre o plano do conteúdo, ou melhor, dominar as estratégias da expressão para demonstrar da melhor forma o conteúdo. As escolhas enunciativas falam mais alto no fazer crer, portanto, há o risco de não se saber diferenciar o conteúdo verificado do não verificado.

Dar visibilidade para o conhecimento científico é importante para facilitar o interesse pela ciência. Muitas vezes, quem tem bons argumentos acredita que conteúdo baste, o que não é a realidade na internet. Concomitantemente, conteúdos não verificados, ou mesmo planejadamente falsos, multiplicam-se amplamente, enquanto conteúdos verificados não se proliferam. Isso deveria ser motivo de preocupação de divulgadores científicos, de cientistas ou mesmo de qualquer cidadão preocupado com os fatos.

Mais especificamente, canais institucionalizados cujo conteúdo é de interesse público deveriam atentar-se mais à visibilidade e à procura de estratégias enunciativas correspondentes aos usos já instaurados na plataforma. Não apenas por ser o valor intrínseco do YouTube, mas por darem a ver argumentos bem estruturados pelo método científico, em frente a falsas informações.

Os canais de divulgação científica fazem do gosto pela ciência um objeto de valor na aproximação entre conhecimento científico e senso comum em diferentes graus. Visto que a aproximação com o senso comum difere de acordo com cada estratégia enunciativa, em cada caso observado há uma linguagem coloquial, o uso de itens cotidianos, os exemplos, a gíria, mas as explicações continuam sobre bases científicas.

A divulgação científica não precisa trazer todas as respostas, mas incentivar o gosto pelo questionamento. Talvez o fato de a ciência estar nesse ambiente leve

ao aumento da circulação de informação e ao aumento da complexidade na sociedade. Ao adensar-se, a comunicação oferece caminhos para transformar o espaço diferenciado em um espaço comum e diversificado. Saber trabalhar com o diferente é fundamental, pois se ganha em informação mais rica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, Wilson da Costa. A Divulgação da Produção Científica no Brasil: A Visibilidade da Pesquisa nos Portais das Universidades Brasileiras. *Revista Ação Midiática – Estudos em Comunicação, Sociedade e Cultura*, Universidade Federal do Paraná, n. 7, 2014.

FIORIN, José Luiz. *As astúcias da enunciação: as categorias de pessoa, espaço e tempo*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2002.

FIORIN, José Luiz. Para uma definição das linguagens sincréticas. In: OLIVEIRA, Ana Claudia de; TEIXEIRA, Lucia (Org.). *Linguagens na comunicação: desenvolvimentos de semiótica sincrética*. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009. p 323.

GREIMAS, Algirdas J. *Da imperfeição*. Tradução de Ana Claudia de Oliveira. São Paulo: Hacker Editores, 2002.

GREIMAS, Algirdas J.; COURTÉS, Joseph. *Dicionário de Semiótica*. Vários tradutores. São Paulo: Contexto, 2008.

LANDOWSKI, Eric. Entre Comunicação e Semiótica, a interação. *Parágrafo*, v. 4, n. 2, jul./dez. 2016.

LANDOWSKI, Eric. *Interações arriscadas*. Tradução de Luiza Helena Oliveira da Silva. São Paulo: Estação das Letras e Cores; Centro de Pesquisa Sociosemióticas, 2014.

LANDOWSKI, Eric. O olhar comprometido. *Revista Galáxia*, São Paulo, n. 2, 2001.

LANDOWSKI, Eric. *O gosto da gente, o gosto das coisas: abordagem semiótica*. São Paulo: EDUC, 1997.

LEWENSTEIN, Bruce. Models of Public Communication of Science & Technology. *Public Understanding of Science*, NY, ed. 16, 2003.

MEDOLA, Ana Silvia. Contribuições para uma semiotização da montagem. In: OLIVEIRA, Ana Claudia de; TEIXEIRA, Lucia (Org.). *Linguagens na comunicação*:

desenvolvimentos de semiótica sincrética. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009. p. 323-370.

MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Araripe de Sampaio Doria. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

NERDOLOGIA. Como fazer um Supersoldado | Nerdologia. *YouTube*, 12 maio 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qbx7mRUqgTU>. Acesso em: 9 mar. 2018.

NERDOLOGIA. Druidas | Nerdologia. *YouTube*, 28 jun. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Acbg9XP-dRw&t=4s>. Acesso em: 9 mar. 2018.

NERDOLOGIA. Tempo | Nerdologia. *YouTube*, 20 abr. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4GGS9XQpbkM&index=2&list=PLZY-INy79aO7FeDi_vfJyhDAkLtfAQrbv&t=124s. Acesso em: 9 mar. 2018.

VOGT, Carlos (Org.). *Cultura científica: desafios*. São Paulo: Edusp; Fapesp, 2006.

VOGT, Carlos. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. *Public Understanding of Science*, n. 21, p. 4-16, 2012.

