

A Escuta Pelos Olhos: Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Listening Through the Eyes:
An Overview of Studies on Music and Pupilometry

Max Hebert Teixeira Silva¹
Carlos Ernest Dias²

Resumo

Partindo de uma concepção ampliada de musicologia como "ciência da música", os autores defendem que abordagens baseadas nas ciências naturais e experimentais (psicologia, neurociências, psicoacústica, biometria, psicometria) também pertencem legitimamente ao campo musicológico, ao lado das tradições histórico-culturais e antropológicas mais consolidadas nas universidades brasileiras. Contextualiza-se a musicologia contemporânea como campo interdisciplinar que integra abordagens históricas, analíticas, etnomusicológicas, cognitivas e performativas, situando a pupilometria - mensuração da dilatação pupilar como indicador de esforço cognitivo, atenção, excitação emocional e engajamento - dentro da musicologia sistemática científica. A seguir, apresenta uma revisão integrativa das pesquisas interdisciplinares que relacionam música e pupilometria. Destaca-se o potencial da pupilometria como ferramenta para investigar processos cognitivos e afetivos, oferecendo indicadores objetivos de envolvimento musical e sugerindo novos protocolos de pesquisa no contexto brasileiro.

Palavras-chave: Musicologia; Pupilometria; Música; Etnomusicologia

1

Licenciado em História pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Ator formado pelo Curso Técnico do Teatro Universitário (T.U) da UFMG; Mestre em Artes pela Universidade do Estado de Minas Gerais (PPGArtes-UEMG); acordeonista, compositor e produtor cultural.

2

Músico de sopros, arranjador, professor e compositor. Doutor em Música pela UFMG (2017), Mestre em Estudos Contemporâneos das Artes pela UFF (2004) e Bacharel em oboé pela UFMG (1987). Desenvolve atividades interdisciplinares de ensino, pesquisa e extensão, unindo Músicas, Culturas e Educação, entre as quais o evento Tocar e Ouvir e o projeto EDUCAMUSE – Ação Musical Socioeducativa

systematic musicology. It then presents an integrative review of interdisciplinary research relating music and pupilometry. The potential of pupilometry as a tool to investigate cognitive and affective processes is highlighted, offering objective indicators of musical involvement and suggesting new research protocols in the Brazilian context.

Keywords: Musicology; Pupilometry; Music; Ethnomusicology.

Introdução

A música não se percebe apenas pelos ouvidos. Podemos dizer que também se percebe a música pela pele, pois sabemos que surdos podem sentir a vibração do som e reagir ao ritmo, e sentimos arrepios quando uma música nos afeta profundamente (LAENG et al., 2016). Pela cognição, percebe-se a música em graus distintos de profundidade, pois estudos indicam que quando um sujeito tem prévio conhecimento da canção ou da melodia, o reconhecimento da música o toca e afeta em níveis diferenciados (JAGIELLO et al., 2019; WEISS et al., 2016). E a música também se percebe pelo olho, pois precisamente interfere na dilatação da pupila, que varia de acordo com a música, se mostrando assim como um importante termômetro da percepção musical (GINGRAS et al., 2015). Se a percepção musical ultrapassa o que é captado pelo aparelho auditivo, podendo ser sentida na vibração corporal, modulada por memória, expectativa, reconhecimento, e registrada indiretamente por respostas fisiológicas, entre elas, os arrepios e a variação do diâmetro pupilar, temos *nestes dados biométricos* importantes indicadores para melhor compreender a música. A pupila dilata diante de alterações de carga cognitiva, surpresa, emoção, esforço atencional, bem como sob substâncias psicoativas e estímulos significativos (por exemplo, vozes ou músicas familiares). Escutamos pelos olhos - parafraseando o estudo de Gingras (2015), *The eye is listening* - e as pesquisas têm mostrado a possibilidade de mapear a experiência musical a partir de marcadores oculares que refletem estados internos associados à escuta, interpretação ou criação musicais. Assim, este artigo pretende ser uma revisão integrativa dos estudos interdisciplinares envolvendo pupilometria e música.

No entanto, temos a impressão que esse tipo de abordagem na confluência entre ciências naturais e música parece ser menos comum nos

programas de pós-graduação no Brasil. Uma busca por trabalhos científicos no Google Acadêmico usando as palavras-chave “pupilometria” e “música” apresenta 3.930 resultados em inglês contra apenas 46 em português, e nenhum resultado no portal de periódicos da CAPES e Scielo. Então, para tentar entender essa lacuna, por meio de consultas em repositórios online, fizemos um apanhado das possibilidades de estudo em música e pupilometria, sem pretender exaurir o tema, para entender em qual área e subárea se enquadram os estudos em pupilometria. Por fim, através de uma revisão integrativa apresentamos resumidamente alguns estudos que se debruçaram nessa temática e apontamos algumas possibilidades de projetos de pesquisa em pupilometria e música.

2. Musicologia

Umas das principais frentes de pesquisa em música acontece no âmbito da musicologia. Como aponta Bromberg (2011), na Europa a Musicologia estava ligada ao departamento de Filosofia. Musicologia e Música eram áreas independentes. Já no Brasil, de acordo com o CNPq, a Musicologia é uma subárea da Música, sob a grande área de Linguística, Letras e Artes (BROMBERG, 2011, p.417). No verbete *Musicology* do Grove Music (DUCKLES et al., 2020) a musicologia é apresentada como o estudo sistemático da música em suas múltiplas dimensões - históricas, analíticas, culturais, interpretativas e performáticas, não se restringindo à história da música, mas abarcando também reflexões teóricas, filosóficas e metodológicas. Em *Musicology*, Joseph Kerman (1987) faz uma crítica à forma como a disciplina vinha sendo praticada até então e distingue duas tendências principais: a musicologia histórica tradicional, centrada em edição de textos, biografias e cronologias; e a análise teórica, de base formalista. Para Kerman, ambas eram limitadas porque evitavam questões de valor estético, interpretação crítica e relevância cultural. O autor propõe uma “crítica musical” (*criticism*) como alternativa: uma abordagem mais engajada, para além da mera documentação ou formalismo, incorporando juízo de valor, interpretação e diálogo com outras áreas das humanidades.

De fato, o senso comum tende a restringir a musicologia aos métodos das ciências humanas e sociais: possivelmente devido à quantidade de

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

produção nessa área; ou porque, como aponta Bromberg (2011, p.416), a musicologia foi desenvolvida nos países anglo-saxões com um forte viés histórico, fato é que a primeira associação que se faz é com a história da música ou com estudos que abordam aspectos contextuais, como histórico, cultural, social, antropológico, analítico e outras interpretações da música. Tal impressão do senso comum tem eco no artigo de Volpe (2007, p. 109) ao afirmar que a pesquisa musicológica brasileira tem se polarizado em duas vertentes: a sócio antropológica (etnográfica) e a histórica. Porém, também as ciências naturais, quando investigam a música, estão dentro do escopo da musicologia. Como lembra Kerman (1987), ao remontar as origens da disciplina no século XIX, musicologia é *Musikwissenschaft* (Ciência da Música), “incluindo o pensamento, pesquisa e conhecimento de todos os aspectos possíveis da música” (KERMAN, 1987, p.1). Se perguntarmos à inteligência artificial o que é musicologia, a resposta diz: “é o campo do conhecimento que estuda a música em suas múltiplas dimensões, de forma sistemática e científica. O termo deriva de *musicologia* (do grego *mousikē* = música + *logos* = estudo, discurso), e pode ser entendido como a ‘ciência da música’”. Assim, também a pupilometria quando usada para compreender a música deve ser compreendida dentro da musicologia, sendo a musicologia, em suma, “a ciência da música”.

Considerando que a musicologia é “um campo originalmente mais apto ao intercâmbio com outras áreas” (CABRAL, 2012, p.133), abrangendo aspectos sociais, históricos, poéticos, criativos, cognitivos, etc; e reunindo um conjunto de técnicas diversas, podemos pensar que a musicologia já nasceu interdisciplinar por ser a interação entre duas ou mais disciplinas, com troca de métodos e conceitos (FAZENDA, 2002). Nos últimos anos, observa-se também uma tendência ao uso de métodos multidisciplinares, nos quais a música é estudada em diálogo com mais áreas simultâneas numa justaposição de disciplinas em torno de um mesmo objeto ou problema, sem necessariamente haver integração conceitual ou metodológica entre elas, quando cada disciplina contribui com sua própria abordagem de maneira paralela (VOLPE, 2019). Observa-se também tendências transdisciplinares, nas quais ficam borradadas as fronteiras das disciplinas, incluindo também saberes extra-científicos (NICOLESCU, 1999; CABRAL, 2014, p. 138). Nessa perspectiva, antropologia, sociologia, filosofia, estudos de gênero

e performance, a análise crítica, os estudos de recepção e as abordagens culturais, cognitivas, pós-coloniais ganham espaço, ampliando o escopo da musicologia para além da obra musical em si.

O musicólogo austro-húngaro Guido Adler (1855-1941) elaborou em 1885 a primeira taxonomia da musicologia, classificando e distinguindo três grandes ramos de atuação da disciplina: a musicologia histórica, a musicologia sistemática e a musicologia comparada (CABRAL, 2014). Em *Música e discurso: para uma semiótica da música* (1996), Jean-Jacques Nattiez diz que, de acordo com a especificidade, a musicologia é dividida entre as abordagens histórica, analítica e etnomusicológica (ou antropológica). Para ele, cada campo, isoladamente, apresenta limitações: a histórica tende a se concentrar em fatos e biografias, a análise formal seria míope pois focaliza estruturas sem considerar contexto, e a etnomusicologia observa práticas sem integrar análise ou significado. Numa crítica à fragmentação da musicologia tradicional, Nattiez (1996) propõe, então, a *semiologia musical*, que articula os três níveis - poético, empírico e semiótico - numa abordagem que considere a música como um sistema de signos capaz de ser analisado em múltiplos níveis de significado. Ele propõe integrar perspectivas históricas, analíticas e culturais, superando a fragmentação da disciplina, permitindo compreender a música em suas dimensões formais, performativas e significativas, promovendo uma abordagem integradora, crítica e contextualizada. Dessa forma, considerando as três abordagens propostas por Nattiez (1996), a saber, *musicologia histórica, analítica e etnomusicológica*, resta saber: onde se encaixaria as ciências naturais e experimentais quando usadas para compreender tanto as obras musicais quanto os contextos nos quais elas são produzidas, transmitidas e recebidas? Assim, a pupilometria, que é nosso foco neste artigo, estaria incluída na *musicologia sistemática*, se aproximando também dos estudos sobre a Cognição musical e dos estudos sobre a saúde do músico.

2.1 Musicologia Sistemática

A *musicologia sistemática* é inicialmente demarcada por Adler (1885) como "focada na investigação de leis que a regiam através dos diversos

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

períodos e na descoberta da verdade e da beleza" (apud BROMBERG, 2011, p.416). A musicologia sistemática é descrita por Cabral (2014) como a abordagem científica e empírica da música, que envolve áreas como psicologia, sociologia, acústica, matemática, lógica, física, fisiologia, neurociências, ciências cognitivas, computação, tecnologia, etc (CABRAL, 2014). Parncutt (2012, p. 151) propõe uma taxonomia para a musicologia sistemática, distinguindo entre *musicologia sistemática científica*, de caráter empírico e baseada em métodos majoritariamente quantitativos das ciências "duras" (psicologia empírica, psicométrica, sociologia, acústica, neurociências, computação, entre outras), e *musicologia sistemática humanista*, de orientação subjetiva e filosófica, que dialoga com metodologias das ciências humanas, como estética, semiótica, hermenêutica, crítica musical e estudos culturais e de gênero, incluindo a chamada "nova musicologia" das décadas de 1980 e 1990, quando a música começa a ser estudada considerando o seu contexto social (CABRAL, 2014, p. 132). Buscando compreender a música por meio de métodos científicos, a musicologia sistemática investiga, por exemplo, como os seres humanos percebem sons, como o cérebro processa estruturas musicais ou como algoritmos podem analisar grandes acervos musicais.

Talvez a obra mais difundida que trata de diversos aspectos e exemplos sobre musicologia sistemática científica seja *Alucinações Musicais*, de Oliver Sacks (2007). Na obra, que se tornou best seller, o neurologista investiga a relação entre música e cérebro humano, explorando como experiências musicais são capazes de revelar os mistérios da mente. A partir de relatos clínicos, histórias pessoais e reflexões filosóficas, Sacks constrói um texto acessível de divulgação científica, ao mesmo tempo rigoroso e didático, aproximando ciência e música. O livro reúne uma série de casos clínicos reais de pacientes que apresentam fenômenos neurológicos ligados à música: desde indivíduos que passam a ouvir melodias inexistentes (daí o título *Alucinações Musicais*), até aqueles que adquirem habilidades musicais súbitas após lesões cerebrais. Há capítulos dedicados a temas como a epilepsia musicogênica, a música na doença de Parkinson, no autismo, na amnésia, bem como relatos de pessoas com *ouvido absoluto*, sinestesia ou que apresentam uma musicalidade exacerbada por motivos genéticos ou após acidentes. O autor não se limita à descrição clínica, mas valoriza a

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

dimensão subjetiva e afetiva da experiência musical. A música, aqui, não é apenas um objeto neurológico, mas um elemento essencial da identidade e da memória, por exemplo quando o autor demonstra que a música pode resistir onde a linguagem falha, como no caso de pacientes afásicos ou com Alzheimer, para quem melodias familiares continuam acessíveis quando palavras já não são. Este livro, embora não se aprofunde tanto em mecanismos neurológicos e detalhes dos métodos de pesquisa, apresenta diversos casos em diálogo com a literatura especializada e indica caminhos para especializar-se nos diversos fenômenos relatados, sendo ao mesmo tempo uma leitura simples e um manual para a musicologia sistemática.

Na defesa da musicologia sistemática, David Huron (1999) propõe uma abordagem renovada para a musicologia, integrando métodos empíricos à análise musical com o argumento que a musicologia sistemática pode adotar uma postura científica, fundamentada na observação rigorosa e na quantificação de dados musicais, ao mesmo tempo em que reconhece a importância do contexto cultural e social da música. Huron destaca que, embora o pós-modernismo critique a objetividade científica, a musicologia pode se beneficiar da aplicação de métodos quantitativos, como a análise estatística de grandes corpora musicais, para identificar padrões e tendências que podem passar despercebidos em análises qualitativas tradicionais. Em suma, Huron (1999) propõe uma musicologia que combina rigor científico com sensibilidade cultural, defendendo a integração de métodos empíricos para enriquecer a compreensão da música em suas diversas dimensões.

A seguir, pretendemos fazer um pequeno apanhado dos estudos em música em relação às chamadas ciências experimentais envolvendo a pupilometria, pesquisas que se propõem aplicar à experiência musical métodos de mensuração sistemática da pupila como "janela da alma", indicadora de estados cognitivos. Assim, o objetivo é apresentar aos estudiosos da música algumas possibilidades e protocolos de pesquisa ancorados nas ciências biológicas, na psicologia e na psicometria - que como veremos a seguir, é um campo ainda muito incipiente nas universidades brasileiras.

3. Música e Pupilometria

O trabalho de Slaughter (1954) é considerado por Gingras (2015) o pioneiro a investigar de forma sistemática a relação entre estímulos musicais e alterações no diâmetro pupilar. O autor utilizou gravações musicais apresentadas a participantes em ambiente controlado e registrou, por meio de técnicas de fotopupilometria disponíveis à época, variações no tamanho da pupila em função da escuta. O estudo compara música estimulante (*stimulative*) com música sedativa (*sedative*), e observa as respostas pupilares sob essas condições. Os resultados indicaram que a música é capaz de provocar dilatações pupilares mensuráveis, fenômeno interpretado como marcador de excitação autonômica.

Em seu livro *Rápido e Devagar: duas forma de pensar*, Daniel Kahneman (2012) narra como desenvolveu o primeiro laboratório de pupilometria, que mais parecia um consultório de oculista: a pupila era uma boa medida de excitação física que acompanha o esforço mental: “Temos uma janela para sua alma” (ECKHARD apud KAHNEMAN, 2012, p.45). De lá pra cá, os equipamentos para medir a dilatação da pupila ficaram mais portáteis e conectados, e se outrora mais se parecia um consultório de oculista, hoje esse aparelho é semelhante a um óculos, que envia para um software informações de *eye tracking* (ou rastreamento ocular)³ e da dilatação da pupila (pupilometria).

Kahneman (2012), em seus estudos de pupilometria, diz que existe uma “economia da atenção”, na qual manter a atenção, executar tarefas, calcular, interpretar, são exercícios que consomem energia (glicose). O estudo de Danziger et al.(2011) mostra que juízes de direito com fome e cansados tendem a ser mais pesados em seus julgamentos. Este estudo analisou mais de mil decisões de juízes israelenses em audiências de liberdade condicional e apontou que as chances de concessão de liberdade caem drasticamente à medida que o dia avança, atingindo quase zero antes das pausas para refeição. Após as pausas, as chances de concessão voltaram a níveis elevados, sugerindo que a fadiga mental e a falta de alimentação influenciam negativamente as decisões judiciais. (DANZIGER et al., 2011).

A atenção é algo fundamental para a fruição artística - captá-la e mantê-la é o objetivo de toda arte performática. Porém, a atenção humana

3

Eye tracking (rastreamento ocular) é uma técnica utilizada para registrar e analisar os movimentos dos olhos durante a observação de estímulos visuais ou audiovisuais. Permite investigar atenção, percepção, cognição e processos emocionais, sendo aplicada em áreas como psicologia, neurociência, marketing, design e musicologia (Duchowski, 2007).

é limitada e preguiçosa, como mostra Kahneman (2012). Um interessante experimento conhecido como “gorila invisível” pediu aos voluntários em uma partida de basquete que se concentrassem na tarefa de contar quantos toques a equipe de branco dava na bola. No meio da partida, um sujeito fantasiado de gorila atravessa a quadra. Ao final, se perguntava aos voluntários quantos toques haviam contado, o que era prontamente respondido. Questionados se algo de excepcional havia acontecido, mais da metade dos participantes responderam que nada de extraordinário havia sido notado, evidenciando a falibilidade da atenção humana. O estudo revelou como a atenção seletiva pode nos tornar “cegos” para eventos inesperados que ocorrem bem diante de nossos olhos. A atenção é preguiçosa e ultra focada (CHABRIS & SIMONS, 2010).

Visto que quando estamos atentos nossa pupila está dilatada, há estudos recentes que investigam a relação entre pupilometria e arte, explorando como a dilatação pupilar pode refletir respostas emocionais e cognitivas a estímulos artísticos. Castellotti *et al.*, 2021 investigou como a percepção de movimento implícito em pinturas figurativas e abstratas afeta a dilatação pupilar. Os resultados indicaram que a percepção de movimento nas obras de arte induziu respostas pupilares distintas, sugerindo que a interpretação visual de obras de arte pode envolver processos cognitivos complexos que afetam a atividade do sistema nervoso autônomo (CASTELLOTTI *et al.*, 2021).

Estudos demonstram que a pupilometria é uma “janela para a alma” (KAHNEMAN, 2012) e está se consolidando como uma ferramenta valiosa para avaliar funções neurológicas, cognitivas e emocionais, com aplicações que vão desde o diagnóstico de lesões cerebrais até o entendimento de processos atencionais e de aprendizagem (ANSANI *et al.*, 2020; BISHOP *et al.*, 2021; BOWLING *et al.*, 2019; CASTELLOTTI *et al.*, 2021; GINGRAS *et al.*, 2015; JAGIELLO *et al.*, 2019; LAENG *et al.*, 2016; WEISS *et al.*, 2016; VANZELLA *et al.*, 2022). Fisiologicamente, nossa pupila dilata quando estamos excitados, atentos, interessados, ameaçados ou quando estamos sob efeito de algumas substâncias, como os chamados psicodélicos clássicos (LSD, ayahuasca, mescalina, psilocibina e outros).

Na relação com a música, sob o título “*The Eye is listening: Music-Induced Arousal and Individual Differences Predict Pupillary Responses*”, ou em tradução livre “*O olho está ouvindo: excitação induzida pela música e diferenças individuais predizem respostas pupilares*” (GINGRAS et al., 2015), este estudo mediou as dilatações pupilares provocadas por trechos musicais curtos, normalizados quanto à intensidade e selecionados por sua uniformidade estilística. Para tanto, os pesquisadores conduziram o experimento em duas etapas. Na primeira, trinta participantes (15 mulheres e 15 homens) avaliaram oitenta trechos curtos de música clássica quanto à sensação de excitação, tensão, agradabilidade e familiaridade que despertavam. Na segunda etapa, outros trinta participantes (igualmente 15 mulheres e 15 homens) ouviram os mesmos trechos enquanto tinham a dilatação pupilar registrada. Investigou-se o papel de características específicas do ouvinte, como humor, reatividade ao estresse, papel autodeclarado da música na vida, apreciação pelos trechos selecionados, bem como as respostas subjetivas à música nas respostas pupilares. Os resultados apontaram que indivíduos que atribuíram maior importância à música em suas vidas apresentaram maiores dilatações pupilares. Além disso, trechos percebidos como mais excitantes ou tensos pelo grupo da primeira etapa também induziram dilatações mais amplas no grupo da segunda etapa. Contudo, observou-se que quando os trechos eram altamente apreciados, o efeito da excitação e da tensão na dilatação pupilar foi atenuado, sugerindo um papel moderador da apreciação musical. Outro dado relevante foi a diferença entre gêneros, com homens apresentando dilatação pupilar superior à das mulheres.

Weiss et al. (2016) mostra que nossa pupila dilata quando ouvimos vozes e músicas familiares. Posteriormente, o estudo de Jagiello et al. (2019) confirmou os resultados encontrados por Weiss et al. (2016) sobre as reações pupilares a sons familiares e não familiares. Jagiello et al. (2019) investigou as respostas neurais rápidas a músicas familiares e não familiares utilizando eletroencefalografia (EEG) e pupilometria. Os participantes ouviram trechos de 750 milésimos de segundos (0,75 segundos) de músicas familiares e não familiares, apresentados em ordem aleatória. As respostas pupilares mostraram maior taxa de dilatação para músicas familiares entre 100-300 milésimos de segundos após o início do estímulo, indicando ativação mais

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

rápida da rede autonômica de saliência. As respostas cerebrais medidas por EEG diferenciaram músicas familiares e não familiares a partir de 350 milésimos de segundos após o início, com um padrão de ativação semelhante ao encontrado em paradigmas clássicos de recuperação de memória “velho/novo”⁴, sugerindo que o reconhecimento de trechos musicais breves e apresentados aleatoriamente envolve processos semelhantes aos da memória episódica (Jagiello et al., 2019).

A pupilometria já foi aplicada à música para entender esse gasto de energia física e cognitiva que a performance demanda (BISHOP et al., 2021). Este estudo examinou como diferentes demandas cognitivas e motoras influenciam o esforço mental de músicos durante uma apresentação de quarteto de cordas. Os pesquisadores coletaram dados de dilatação pupilar, captura de movimento e gravações de áudio-vídeo de um quarteto de cordas durante ensaios e apresentações ao vivo. Além disso, dados de pupilometria foram coletados de ouvintes treinados musicalmente que ouviram as gravações de áudio das apresentações. Os resultados mostraram que o esforço mental dos músicos estava relacionado ao esforço corporal (movimento da cabeça e dos braços), à dificuldade expressiva e à complexidade musical. Por exemplo, os violinistas apresentaram maior dilatação pupilar quando desempenhavam o papel de solistas, sugerindo um aumento na excitação e no esforço mental ao liderar o grupo. Além disso, os ouvintes também mostraram variações na dilatação pupilar, especialmente em resposta à dificuldade expressiva da música. Este estudo mostra como tecnologias de rastreamento ocular e pupilometria podem ser usadas como ferramentas para investigar o processamento cognitivo durante a performance musical, fornecendo *insights* sobre os fatores que influenciam o esforço mental de músicos e ouvintes. Além disso, destaca-se que os dados da pupilometria podem ser cruzados com a análise formal, como foi realizado no estudo ao associar a dilatação pupilar com o grau de dificuldade do trecho.

O estudo intitulado “How Soundtracks Shape What We See: Analyzing the Influence of Music on Visual Scenes Through Self-Assessment, Eye Tracking, and Pupilometry”, algo como “Como trilhas sonoras moldam o que vemos: analisando a influência da música em cenas visuais por meio de autoavaliação, rastreamento ocular e pupilometria” (ANSANI

4

O paradigma “velho/novo” é um procedimento experimental clássico no estudo da memória, no qual participantes devem distinguir estímulos previamente apresentados (“velhos”) de estímulos inéditos (“novos”). Esse método permite avaliar a precisão do reconhecimento, a ocorrência de falsos alarmes e os processos cognitivos envolvidos na recuperação da memória.

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

et al., 2020) investigou como diferentes trilhas sonoras (melancólica ou ansiosa) influenciam a percepção visual e emocional de cenas de filmes. Os resultados mostraram que a música melancólica aumentou a empatia dos participantes pelo personagem principal, enquanto a música ansiosa teve o efeito oposto. Além disso, a dilatação pupilar foi maior durante a escuta da música ansiosa, indicando maior esforço mental e engajamento emocional.

O artigo *"Music chills: The eye pupil as a mirror to music's soul"*, em tradução livre algo como *"Arrepios musicais: a pupila do olho como um espelho para a alma da música"* (LAENG et al., 2016), o artigo avaliou se as respostas estéticas de "arrepio" induzidas pela música, que normalmente correspondem a experiências emocionais de pico, podem ser monitoradas objetivamente pelo grau de dilatação pupilar. Os participantes ouviram músicas escolhidas por eles mesmos versus músicas de controle escolhidas por outros participantes. O experimento incluiu uma condição ativa em que os participantes pressionavam as teclas para indicar quando experimentavam calafrios ou "arrepios" e uma condição passiva (sem pressionamentos de teclas). Calafrios foram relatados com mais frequência para músicas auto-selecionadas do que músicas de controle. O diâmetro da pupila foi medido simultaneamente por um rastreador ocular enquanto os participantes ouviam cada uma das músicas. O tamanho da pupila foi maior dentro de janelas de tempo específicas em torno dos eventos de calafrio, conforme monitorado por respostas-chave, do que em comparação com o tamanho da pupila observado durante a audição de músicas 'passivas'. Além disso, houve uma relação clara entre o diâmetro da pupila dentro das janelas de tempo relacionadas ao calafrio durante as condições ativas e passivas, descartando assim a possibilidade de que a dilatação das pupilas relacionadas ao calafrio fossem um artefato de fazer uma resposta manual. Esses achados sugerem fortemente que os calafrios musicais podem ser visíveis nas mudanças momento a momento no tamanho das respostas pupilares e que um papel neuromodulador do sistema central de norepinefrina está, portanto, implicado nesse fenômeno.

Bowling et al. (2019) investigou a relação entre percepção de "groove" (entendido como a tendência da música a induzir movimento corporal) e a dilatação pupilar como indicador fisiológico de excitação. Foram apresentados aos participantes trechos musicais variando em

níveis de groove (alto e baixo), enquanto a pupilometria registrava respostas pupilares em tempo real. Além disso, os participantes avaliaram subjetivamente os estímulos musicais em termos de desejo de movimento e excitação percebida. Os resultados mostraram que músicas com alto groove provocaram maior dilatação pupilar em comparação às de baixo groove, sugerindo maior ativação do sistema nervoso autônomo. Os autores interpretam esse efeito como evidência de envolvimento do sistema noradrenérgico, responsável pela modulação da excitação fisiológica e da atenção, no vínculo entre música rítmica e movimento corporal.

No Brasil, até onde averiguamos através das buscas das palavras-chave “pupilometria” e “música” nos repositórios, há poucos exemplos de estudos que usam a pupilometria como ferramenta para compreensão da música. O grupo Neuromúsica da UFABC tem realizado experimentos que envolvem medições de diâmetro pupilar em tarefas de percepção musical no estudo *“Perception and identification of tones in different timbres: using pupil diameter to investigate absolute pitch ability”*, ou *“Percepção e identificação de tons em diferentes timbres: uso do diâmetro pupilar para investigar a habilidade de ouvido absoluto”* em tradução livre (VANZELLA et al., 2022). O estudo investigou como pessoas com ouvido absoluto, que é a capacidade de identificar e reproduzir alturas sem esforço e sem referência externa, processam tons em timbres distintos (piano e voz), analisando não só a precisão das respostas, mas também o esforço cognitivo medido pela dilatação da pupila. Para isso, 18 músicos realizaram um teste de identificação de alturas, enquanto eram registradas sua acurácia, tempo de resposta e respostas pupilares. Os resultados revelaram tempos de resposta significativamente maiores para tons vocais em comparação aos tons de piano. No entanto, não houve diferença na precisão ao comparar a identificação de alturas em tons de piano e vocais. No nível psicofisiológico, as respostas pupilares foram significativamente diferentes entre as condições de timbre, com maior dilatação da pupila para tons vocais do que para tons de piano, o que demonstra um maior esforço cognitivo para identificar a nota pela voz em comparação com o piano. Também observou-se um efeito da cor da tecla (se os tons correspondiam a notas brancas/diatônicas ou pretas/cromáticas na escala de Dó maior) sobre a dilatação pupilar, revelando-se maior dilatação para alturas correspondentes às

teclas pretas em comparação às brancas. Essas descobertas ampliam o conhecimento atual sobre como as notas com variação timbrística são processadas por músicos com diferentes graus de ouvido absoluto e abrem novas perspectivas para a investigação de possíveis mecanismos cognitivos que participam do processamento da voz humana e dos timbres musicais em indivíduos com ouvido absoluto.

Como possibilidade de novos estudos, podemos apontar algumas ideias de pesquisa que poderão se desenvolver em protocolos de estudos que cruzam a música com as informações que a dilatação da pupila pode nos fornecer. Por exemplo, podemos comparar a escuta de intérpretes ao vivo *versus* as gravações e, pela mensuração da pupila descobrir qual o grau de envolvimento da atenção do ouvinte nos dois casos, num protocolo comparativo entre as duas situações; Como segunda possibilidade de pesquisa, em um ateliê de composição, medir a resposta pupilar em compositores durante o processo criativo; A terceira situação que podemos propor é observar a resposta pupilar e analisar diferenças pupilares entre músicos e não músicos em diferentes situações de escuta; Uma quarta proposta de desenho de pesquisa, no âmbito da educação, seria explorar pupilometria em aulas de música para medir engajamento ou fadiga dos alunos; Quinta e última possibilidade que elencamos por ora, como funcionaria a dilatação de pupila em músicos cegos, visto que em diversas culturas músicos cegos gozam de um status quase mítico, como se os deuses os tivessem concedido os dons da poesia e da música para compensar o sentido da visão que lhes falta (SACKS, 2007, p.172).

4. Conclusão

Posto que medidas fisiológicas da pupila podem enriquecer a pesquisa musicológica, acreditamos que, se articuladas a questões históricas, socioculturais, formais, cognitivas e outras, poderemos contribuir para uma pesquisa em música capaz de transitar das análises críticas às métricas biomédicas da atenção e da emoção,

É por isso que a análise científica, quando é capaz de trazer à luz o que torna a obra de arte necessária, ou seja, a fórmula formadora, o princípio gerador, a razão

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

de ser, fornece à experiência artística, e ao prazer que a acompanha, sua melhor justificação, seu mais rico alimento (GADAMER apud BOURDIEU, 1996, p. 14 - grifos do autor).

A dilatação pupilar, longe de substituir a escuta, o contexto histórico e social, oferece um índice complementar de envolvimento musical, potencialmente útil para estudos de performance, educação, composição, emoção, estética e até políticas de inclusão para diferentes tipos de percepção, como o déficit de atenção, por exemplo. Assim, o convite deste artigo aos pesquisadores brasileiros é o de ampliar seus métodos, construir parcerias interinstitucionais, interdepartamentais e testar novos desenhos empíricos.

Referências

- ADLER, Guido and MUGGLESTONE, Erica. Guido Adler's "The Scope, Method and Aim of Musicology" (1885): An English Translation with an Historico-Analytical Commentary". *Yearbook for Traditional Music*, vol.13 (1981), 1-21 p.3.
- ANSANI, Alessandro; MARINI, Marco; D'ERRICO, Francesca; POGGI, Isabella. "How soundtracks shape what we see: analyzing the influence of music on visual scenes through self-assessment, eye tracking, and pupilometry". *Frontiers in Psychology*, Lausanne, v. 11, p. 2242, 2020. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.02242. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.02242/full> Acesso em: 7 maio 2025.
- BISHOP, Laura; JENSENIUS, Alexander Refsum; LAENG, Bruno. Musical and bodily predictors of mental effort in string quartet music: an ecological pupilometry study of performers and listeners. *Frontiers in Psychology*, Lausanne, v. 12, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.653021> Acesso em: 7 maio 2025.

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

BROMBERG, Carla. Histórias da música no Brasil e musicologia: uma leitura preliminar. Projeto História: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História, São Paulo, no. 43, p. 415-444, jul./dez. 2011.

BOURDIEU, P. As regras da arte: gênese e estrutura do campo literário. Tradução: Maria Lucia Machado. 1. ed., 1992. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

BOWLING, Daniel L.; GRAF ANCÓCHEA, Pablo; FITCH, W. Tecumseh. Pupilometry of groove: evidence for noradrenergic arousal in the link between music and movement. *Frontiers in Neuroscience*, v. 13, p. 1036, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01036>.

CABRAL, Thiago. *Musicologiasistemática, humanismo e contemporaneidade*. Opus, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 125-150, dez. 2014.

CASTELLOTTI, S.; SCIPTIONI, L.; MASTANDREA, S.; DEL VIVA, M. M. "Pupil responses to implied motion in figurative and abstract paintings". *PLoS ONE*, 16(10), e0258490, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258490>

CHABRIS, Christopher F.; SIMONS, Daniel J. *O gorila invisível: como nossa intuição nos engana*. Tradução de Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010.

DANZIGER, Shai; LEVAV, Jonathan; AVNAIM-PESSO, Tali. Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 17, p. 6889–6892, 2011. DOI: 10.1073/pnas.1018033108.

DUCHOWSKI, Andrew T. *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. 2. ed. London: Springer, 2007.

DUCKLES, V., PASLER, J., STANLEY, G., CHRISTENSEN, T., HAGGH, B., BALCHIN, R., LIBIN, L., SEEBASS, T., PAGE, J., GOEHR, L., BUJIC, B., CLARKE, E., MCCLARY, S., GRIBENSKI, J., GIANTURCO, C., POTTER, P., FALLOWS, D., VELIMIROVIĆ, M., ROMANOU, K., TOMLINSON, G., BÉHAGUE, G., KANAZAWA, M., & PLATT, P. (2020, May 29). *Musicology*. *Grove Music Online*. [https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmz001](https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/gmz001)

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000046710. Acesso em 01/10/2025.

ECKHARD, H. Hess. "Atitude and Pupil Size". *Scientific American* 212, p.46-54, 1965.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 2002.

GINGRAS B; MARIN M.M; PUIG-WALDMÜLLER E; FITCH W.T. "The Eye is Listening: Music-Induced Arousal and Individual Differences Predict Pupillary Responses" In. *Frontiers in Humans Neuroscience*, 2015, 9:619. doi: 10.3389/fnhum.2015.00619

HODGES, D. (2010). "Psychophysiological measures" in *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications*, eds P. Juslin and J. Sloboda (Oxford: Oxford University Press), 279–312.

HURON, David. The new empiricism: Systematic musicology in a postmodern age. Lecture 3 from the 1999 Ernest Bloch Lectures, 1999. <http://musiccog.ohiostate.edu/Music220/Bloch.lectures/3.Methodology.html>

JAGIELLO R; POMPER U; YONEYA M; ZHAO S; CHAIT M. et al. Rapid Brain Responses to Familiar vs. Unfamiliar Music - an EEG and Pupilometry study. *Scientific Reports* 9, 15570 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51759-9>

KAHNEMAN, Daniel. Rápido e devagar: duas formas de pensar. Tradução de Cássio de Arantes Leite. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KERMAN, Joseph. *Musicologia*. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

LAENG B., EIDET L.M., SULUTVEDT U., PANKSEPP J. "Music chills: The eye pupil as a mirror to music's soul" [Arrepios musicais: a pupila do olho como um espelho para a alma da música] *Consciousness and Cognition*. 2016 Aug; 44:161-178. doi: 10.1016/j.concog.2016.07.009. Epub 2016 Aug 6. PMID: 27500655.

A Escuta Pelos Olhos:
Panorama dos estudos em Música e Pupilometria

Max Hebert Teixeira Silva
Carlos Ernest Dias

NATTIEZ, Jean-Jacques. Música e discurso: para uma semiótica da música. Tradução de Carolyn Abbate. São Paulo: Editora UNESP, 1996.

NICOLESCU, Basarab. O manifesto da transdisciplinaridade. São Paulo: TRIOM, 1999.

PARNICUTT, R. Musicologia Sistemática: a história e o futuro do ensino acadêmico musical no ocidente. Em Pauta, n. 34/35, p. 145-185, 2012.

SLAUGHTER, F. E. The effect of stimulative and sedative types of music on normal and abnormal subjects as indicated by pupillary reflexes. 1954. Dissertação (Mestrado) — University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1954.

SMITH, Linda Tuhiwai. Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples. London: Zed Books, 1999.

SACKS, Oliver. Alucinações Musicais: relatos sobre a música e o cérebro. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

VANZELLA, P., BRAUN JANZEN, T., OLIVEIRA, G.A.D., SATO, J.R., FRAGA, J.F. Perception and identification of tones in different timbres: using pupil diameter to investigate absolute pitch ability. *Psychology of Music*, 2022. <https://doi.org/10.1177/03057356221091598>

VOLPE, Maria Alice. Por uma nova musicologia. *Música em Contexto*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 107-122, ago. 2007. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/Musica/article/view/11026> Acesso em 02 de outubro de 2025.

VOLPE, Maria Alice. Pedagogia da História da Música Brasileira para a Educação Básica: questões historiográficas em multidisciplinaridade. *Revista Brasileira de Música*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 31-45, 2019.

WEISS, M. W., TREHUB, S. E., SCHELLENBERG, E. G., & HABASHI, P. (2016). Pupils dilate for vocal or familiar music. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(8), 1061–1065. <https://doi.org/10.1037/xhp0000226>