



THE WEBS OF MELODY: Assessing the Influence of Music Genres on *Pholcus phalangioides* and Its Connection to Human Brain Responses

AS TEIAS DA MELODIA: Avaliando a Influência de Géneros Musicais em Aranhas da Espécie *Pholcus phalangioides* e sua Relação com as Respostas do Cérebro Humano

Mafalda Alves Martins, Tiago Filipe Gomes Mota

(e-mail: mafalda.martins.2005@gmail.com, tiagmot@gmail.com)

Turma 12.º-1.ª – Biologia, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias

©2023, Escola Secundária Dr. Manuel Gomes de Almeida

RESUMO:

Este estudo investigou os efeitos de diferentes géneros musicais nas aranhas da espécie *Pholcus phalangioides* e explorou a possibilidade de conectar esses efeitos à forma como a música impacta o ser humano. Utilizando uma abordagem experimental, expusemos as aranhas a dois géneros musicais distintos: música clássica e heavy metal. A observação revelou que as aranhas demonstram preferências musicais distintas. Quando expostas a música clássica, as aranhas construíram as suas teias próximas à coluna de som, exibiram teias mais detalhadas e mostraram maior atividade e interação social. Em contrapartida, as aranhas expostas a heavy metal procuraram distanciar-se da origem do som, construíram teias menos detalhadas e pareciam um pouco desconcertadas. Ao conectar esses resultados a evidências científicas relacionadas ao impacto da música no cérebro humano, discutimos como a música clássica tende a induzir um estado de relaxamento e concentração, enquanto o heavy metal pode estimular um estado de agitação e energia (chegando a ter um efeito disruptivo nas aranhas).

Esta pesquisa pioneira destaca a importância de investigar os efeitos da música em diferentes espécies e a possibilidade de uma conexão entre as respostas musicais de aranhas e as reações dos seres humanos, abrindo caminhos para uma melhor compreensão dos efeitos da música em organismos distintos e as suas implicações na saúde e no bem-estar.

Palavras-chave: aranhas, *Pholcus phalangioides*, aranha-pernuda, teias de aranha, preferências musicais, música clássica, heavy metal, cérebro humano, efeitos, comportamento

ABSTRACT:

This study investigated the effects of different musical genres on spiders of the species *Pholcus phalangioides* and explored the possibility of connecting these effects to how music affects humans. Using an experimental approach, we exposed spiders to two distinct music genres: classical music and heavy metal. The observation revealed that the spiders exhibited distinct musical preferences. When exposed to classical music, spiders built their webs closer to the sound source, displaying more intricate webs and showing greater activity and social interaction. In contrast, spiders exposed to heavy metal sought to distance themselves from the sound source, built less intricate webs, and appeared somewhat disoriented. By connecting these findings with scientific evidence on the impact of music on the human brain, we discuss how classical music tends to induce a state of relaxation and concentration, while heavy metal can stimulate a state of agitation and energy (even having a disturbing effect on spiders).

This pioneering research highlights the importance of investigating the effects of music on different species and the possible connection between spiders' musical responses and human reactions, paving the way for a better understanding of the effects of music on different organisms and its implications for health and well-being.

Keywords: spiders, *Pholcus phalangioides*, daddy-long-legs, spider webs, musical preferences, classical music, heavy metal, human brain, effects, behaviour.

1. Introdução

A música é uma forma de expressão artística profundamente enraizada na cultura humana, desempenhando um papel significativo nas nossas vidas. Além das suas propriedades estéticas, a música tem o poder de influenciar as nossas emoções, pensamentos e comportamentos. No entanto, o seu impacto não se limita apenas aos seres humanos.

Estudos recentes têm demonstrado que outras espécies também são sensíveis aos estímulos musicais: embora ainda não tenham sido estudadas neste âmbito, nós acreditamos que as aranhas também reagiriam a música, dado apresentarem um sistema sensorial altamente desenvolvido. Este estudo tem como objetivo investigar os efeitos de diferentes gêneros musicais nas aranhas da espécie *Pholcus phalangioides* e estabelecer uma comparação com os efeitos que esses mesmos gêneros têm no cérebro humano.

O escopo deste trabalho reside na compreensão dos possíveis efeitos da música em aranhas, que são frequentemente consideradas criaturas de hábitos solitários e reclusas. Embora pesquisas anteriores tenham examinado o efeito da música em outros animais, como pássaros e mamíferos, pouco se sabe sobre como as aranhas respondem a estímulos musicais. Portanto, este estudo busca preencher essa lacuna, oferecendo novos insights sobre as possíveis respostas comportamentais e fisiológicas das aranhas da espécie *Pholcus phalangioides* à música.



Figura 0 – Uma aranha (macho) da espécie *Pholcus Phalangioides*

Fonte: Naturdata

A organização deste artigo é a seguinte: a seção "Estudo Teórico" fornecerá um panorama abrangente sobre os aracnídeos, as aranhas e as suas teias e a relação entre a inteligência dos aracnídeos e dos seres humanos, destacando a espécie *Pholcus phalangioides*. Em seguida, na seção "Hipóteses", apresentaremos as suposições que orientam este estudo, discutindo a possibilidade de que diferentes gêneros musicais tenham impactos semelhantes tanto em humanos quanto em aranhas, induzindo estados de concentração e relaxamento ou de agitação, dependendo do tipo de música. É também nesta seção que será fornecida a informação com que nos baseamos para criar esta hipótese (sistema nervoso de aranhas, vibrações sonoras e impacto da música no Homem).

Posteriormente, na seção "Materiais e Métodos", descreveremos detalhadamente o protocolo experimental utilizado para avaliar a resposta das aranhas ao estímulo musical, incluindo a seleção dos gêneros musicais, o ambiente experimental e os parâmetros comportamentais e fisiológicos analisados.

Na seção "Resultados", apresentaremos os dados coletados e analisados, identificando padrões observados e possíveis correlações entre os estímulos musicais e as respostas das aranhas. Esses resultados serão discutidos em profundidade na seção "Discussão", em que buscaremos interpretar estes achados à luz da literatura existente sobre a influência da música no comportamento e na fisiologia dos seres vivos.

Por fim, na seção "Conclusões", resumiremos as principais descobertas deste estudo e discutiremos as suas implicações no campo da música e comportamento animal. Serão fornecidas sugestões para pesquisas futuras que possam expandir o nosso conhecimento sobre os efeitos da música em diferentes espécies, incluindo aranhas.

2. Estudo Teórico

2.1 Introdução aos Aracnídeos

Os aracnídeos são uma subclasse de artrópodes que compreende uma ampla variedade de criaturas fascinantes, incluindo aranhas, escorpiões, ácaros e carrapatos. Ao longo de milhares de anos, estes animais adaptaram-se a uma ampla gama de habitats por todo o mundo, desempenhando papéis essenciais nos ecossistemas terrestres.

- Origem e Evolução das Aranhas:

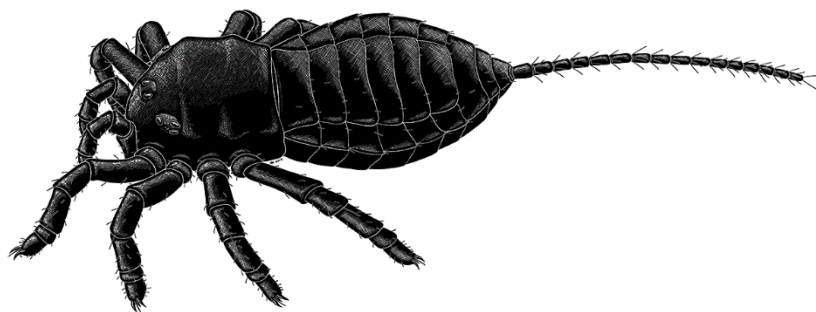
As aranhas fazem parte do filo dos artrópodes e surgiram no registo fóssil há aproximadamente 380 milhões de anos, durante o período Devónico (fig.1). Acredita-se que elas tenham evoluído a partir de ancestrais aquáticos semelhantes a escorpiões, e gradualmente estabeleceram-se em ambientes terrestres (fig.2). Com o passar do tempo, as aranhas desenvolveram características únicas que as distinguem de outros aracnídeos, como as suas presas modificadas, as quelíceras, que são usadas tanto para capturar como para injetar veneno nas suas caças. A evolução das aranhas ainda é marcada por outras importantes adaptações morfológicas e comportamentais, como o surgimento das glândulas produtoras de seda (que permitiram a construção de teias para captura de presas) e o desenvolvimento de diferentes estratégias de defesa, como a camuflagem e o mimetismo.

Figura 1 – Representação da flora terrestre no período devónico



Fonte: Eduard Riou

Figura 2 – *Attercopus fimbriunguis*, do Devónico, em Nova York, há cerca de 385 milhões de anos.



Fonte: Nix Draws Stuff

- Diversidade e Número de Espécies:

As aranhas são notáveis pela diversidade de espécies que englobam. Estima-se que existam mais de 48.000 espécies descritas até o momento, distribuídas em diferentes famílias e géneros. Essa variedade abrange desde pequenas “aranhas-saltadoras” (fig.3), que medem apenas alguns milímetros, até as maiores, como a tarântula-golias (*Theraphosa blondi*) (fig.4), que pode alcançar uma envergadura de pernas de até 30 centímetros. Essa imensa diversidade de espécies resulta de processos evolutivos complexos e adaptações específicas a diferentes habitats e modos de vida.

- Importância no Ecossistema:

As aranhas desempenham um papel vital nos ecossistemas terrestres por todo o mundo. Elas são predadoras eficientes e controlam populações de insetos, ajudando a regular o equilíbrio ecológico. Através das suas teias intrincadas, capturam uma ampla variedade de presas, incluindo moscas, mosquitos, besouros e até mesmo pequenos vertebrados. Por outro lado, as aranhas também servem como alimento para outras espécies, como aves e répteis, contribuindo para a transferência de energia na cadeia alimentar.

Para além disso, muitas espécies de aranhas possuem importância medicinal, sendo usadas na produção de medicamentos para tratar diversas doenças, como dores crónicas e arritmias cardíacas.

- Presença de Aranhas em Portugal:

Portugal abriga uma rica diversidade de espécies de aranhas. A maioria dessas espécies é inofensiva para os seres humanos, mas algumas, como a viúva-negra (fig.5), podem causar acidentes graves. As aranhas estão presentes numa variedade de habitats em todo o país, desde florestas densas até áreas urbanas.

De acordo com estudos e inventários realizados, mais de 800 espécies diferentes foram identificadas em Portugal, o que evidencia a importância do país na conservação desses aracnídeos. Além disso, a presença das aranhas em Portugal é relevante para pesquisas científicas, uma vez que muitas espécies ainda não foram totalmente estudadas, o que abre oportunidades para novas descobertas.

Figura 3 – aranha-saltadora (*Pseudeuophrys laginera*)



Fonte: Antônio Albuquerque

Figura 4 – Mão humana e tarântula-golias



Fonte: Cameron Rutt

Figura 5 – viúva-negra (gênero *Lactodectrus*)



Fonte: depositphotos

2.2 As Teias de Aranha: Arquitetura, Composição e Importância

As teias de aranha são verdadeiras maravilhas da engenharia natural, exibindo uma notável diversidade em sua forma, tamanho e padrões geométricos. Elas são estruturas habilmente construídas pelas aranhas para desempenhar funções essenciais em sua sobrevivência, como captura de presas, abrigo e comunicação.

A construção de uma teia começa com a produção do fio de seda pela própria aranha. As aranhas possuem glândulas especializadas chamadas fiandeiras (fig.6), que produzem diferentes tipos de seda com propriedades físicas distintas. O fio de seda é composto principalmente de proteínas, a maioria de uma classe chamada de fibroínas. Essas proteínas são secretadas em estado líquido e solidificam-se em contato com o ar, formando um fio resistente. Construir envolve um processo complexo e altamente coordenado. A aranha usa suas patas para manipular o fio de seda, enrolando-o, cruzando-o e amarrando-o em pontos estratégicos. Elas são capazes de controlar a tensão do fio de seda durante a construção da teia, garantindo a sua estabilidade e resistência. Além disso, algumas aranhas são capazes de adicionar padrões decorativos ao longo da teia, que podem servir para atrair presas ou dissuadir predadores.

No fim deste processo, podemos encontrar teias de todos os tipos. A forma geométrica da teia varia de acordo com a espécie de aranha e a finalidade da teia. Uma das teias mais conhecidas é a teia orbicular (fig.7), que possui um padrão circular com fios radiais e concêntricos. Essa estrutura permite que a aranha capture presas que voam diretamente na teia. Outras teias, como as teias em forma de

funil (fig.8) e as teias em forma de folha, são adaptadas para capturar presas que se movem ao longo de superfícies verticais ou horizontais.

Figura 6 – Fiandeiras da aranha *Herpyllus ecclesiasticus*



Fonte: GlenPeterson

Figura 7 – Teia Orbicular



Fonte: Lia Monguilhott

Figura 8 – Teia em forma de Funil



Fonte: Pixabay

A importância das teias para as aranhas vai além da captura de presas. Elas também desempenham um papel crucial na sobrevivência da aranha, oferecendo proteção contra predadores e condições ambientais adversas. As teias também servem como plataforma de comunicação, permitindo que as aranhas detectem vibrações produzidas por presas ou outros membros da espécie. Essa comunicação vibracional é vital para a detecção de parceiros para acasalamento, bem como para evitar confrontos indesejados.

Além disso, as teias de aranha têm despertado grande interesse na ciência e na engenharia de materiais. A seda produzida pelas aranhas é incrivelmente resistente e flexível, em comparação superando a força do aço e apresentando propriedades únicas de elasticidade e aderência. Essas características têm inspirado pesquisas sobre o desenvolvimento de novos materiais e aplicações em áreas como medicina, indústria têxtil e tecnologia.

2.3 A Inteligência das Aranhas

Embora muitas vezes sejam vistas como simples criaturas de instinto, as aranhas demonstraram possuir um nível de inteligência surpreendente. Estudos recentes revelaram que esses pequenos predadores são capazes de realizar uma variedade de tarefas complexas, desafiando as concepções tradicionais sobre a sua capacidade cognitiva.

Num estudo realizado na Austrália, pesquisadores observaram que a aranha *Salticus scenicus*, conhecida como aranha-saltadora, exibe habilidades notáveis de resolução de problemas. Essas aranhas foram colocadas num labirinto e tiveram de encontrar o caminho para uma presa posicionada numa extremidade. Surpreendentemente, elas foram capazes de planejar rotas eficientes, otimizando o seu tempo e energia para chegar à presa. Outro exemplo fascinante de inteligência aracnídea é encontrado nas aranhas do gênero *Portia*. Estas aranhas têm a habilidade de solucionar problemas complexos de caça.

Numa experiência, as aranhas *Portia* (fig.9) foram confrontadas com diferentes obstáculos para alcançar as suas presas, como barreiras de água e folhas móveis. Incrivelmente, elas foram capazes de avaliar a situação, desenvolver estratégias adaptativas e superar os obstáculos para capturar a sua presa com sucesso.

A inteligência das aranhas não é uma característica uniforme em todas as espécies. Estudos sugerem que diferentes espécies de aranhas podem exibir níveis variados de habilidades cognitivas. Por exemplo, as aranhas-saltadoras pertencentes à família Salticidae são conhecidas pela sua notável capacidade de aprendizagem e memória. Elas são capazes de reconhecer padrões e associar experiências passadas com estímulos presentes, adaptando o seu comportamento de acordo, tal como realizar tarefas complexas, resolver problemas e desenvolver estratégias de caça adaptativas.

Figura 9 – Aranha do gênero *Portia*, o gênero de aranhas mais inteligentes do mundo.



Fonte: Getty Images

No entanto, é importante ressaltar que a maioria das espécies de aranhas ainda não foi amplamente estudada em termos da sua inteligência. Muitas espécies permanecem desconhecidas e as suas capacidades cognitivas ainda precisam de ser exploradas. Portanto, há um vasto campo de pesquisa em potencial para investigar a diversidade e as complexidades da inteligência das aranhas.

Essas descobertas desafiam a ideia de que a inteligência é um traço exclusivo dos mamíferos ou animais de grande porte. As aranhas demonstraram habilidades cognitivas impressionantes, mostrando-se capazes de resolver problemas, aprender com experiências passadas e adaptar o seu comportamento de acordo com diferentes situações. Essas capacidades podem ser atribuídas à adaptação evolutiva desses aracnídeos a ambientes desafiadores e à necessidade de encontrar e capturar presas.

2.4 *Pholcus phalangioides*

A espécie *Pholcus phalangioides*, comumente conhecida como aranha-pernuda (aranha de pernas longas), é uma aranha cosmopolita encontrada em várias regiões do mundo. Essas aranhas pertencem à família Pholcidae e são frequentemente avistadas em ambientes domésticos, onde tecem as suas teias distintivas em cantos de tetos e paredes. As aranhas-pernuda têm uma história evolutiva antiga, remontando a aproximadamente 40 milhões de anos atrás. Esta espécie é originária do Mediterrâneo, mas devido à sua adaptabilidade e capacidade de dispersão, elas espalharam-se ao redor do mundo, sendo atualmente encontradas em áreas temperadas e tropicais.

Figura 10 – Aranha-pernuda macho. Destacados os pedipalpos.



Fonte: Rômulo Arrais

Figura 11 – Aranha-pernuda fêmea. Destacado o epígino.



Fonte: Henrique Gandum

Morfologicamente, as aranhas-pernuda são relativamente pequenas, com um corpo com cerca de 7 a 10 milímetros de comprimento. Elas possuem pernas finas e longas, adaptadas para a captura de presas e a movimentação ágil nas teias. A sua coloração varia de castanho a cinzento, com manchas e riscas que ajudam a camuflá-las no seu ambiente.

A expectativa de vida das aranhas-pernuda varia de um a três anos. A diferenciação sexual pode ser observada em certas características físicas. As fêmeas são ligeiramente maiores do que os machos, apresentando um abdômen mais largo e uma estrutura reprodutiva conhecida como epígino (fig.11), localizada na parte inferior do abdômen. Os machos, por sua vez, possuem órgãos copulatórios chamados pedipalpos (fig.10), que são modificados para a transferência de esperma durante o acasalamento.

Quanto às teias, as aranhas-pernuda constroem teias irregulares, desorganizadas e desordenadas. Essas teias são conhecidas como teias irregulares ou emaranhadas (fig.12). Diferentemente das teias orbiculares comuns, estas não possuem um padrão geométrico específico. Elas são feitas de fios de seda viscosos e pegajosos, projetados para capturar presas como mosquitos e pequenos insetos voadores. Curiosamente, as aranha-pernuda têm uma preferência por tecer as suas teias nos cantos de tetos e paredes. Essa localização estratégica permite que elas maximizem as suas chances de capturar presas que voam proximalmente a essas superfícies verticais. Além disso, as teias das aranhas-pernuda são frequentemente encontradas próximas a fontes de luz, como lâmpadas, uma vez que atraem insetos voadores noturnos.

Uma característica distintiva destas aranhas é o comportamento de se balançarem nas teias quando se sentem ameaçadas, criando um movimento oscilante que pode confundir predadores e inimigos em potencial. Este comportamento defensivo é uma estratégia eficaz para escapar de ameaças sem recorrer à necessidade de lutar diretamente. Esta espécie também possui a presença de um outro comportamento peculiar conhecido como canibalismo invertido. Durante a época de reprodução, o macho oferece-se como alimento para a fêmea após o acasalamento. Este sacrifício aparentemente contraditório tem um propósito evolutivo, pois fornece à fêmea nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos ovos e aumenta as suas chances de sobrevivência e de reprodução bem-sucedida.

Figura 12 – Teia irregular por uma *Pholcus phalangioides*.



Fonte: Giorgio Venturini

2.1 Aranhas e Seres Humanos

Ainda que possa parecer que aranhas e seres humanos são criaturas muito diferentes, existem várias semelhanças notáveis entre elas. Uma área de interesse particular é a comparação entre os seus sistemas nervosos e, mais especificamente, a discussão sobre a inteligência das aranhas em relação à inteligência humana. Essas comparações podem surpreender-nos ao revelar que há mais em comum entre humanos e aranhas do que as pessoas geralmente julgam.

- **Sistemas nervosos:**

No que diz respeito aos sistemas nervosos, tanto as aranhas quanto os seres humanos possuem estruturas nervosas altamente desenvolvidas que lhes permitem processar informações e responder a estímulos ambientais de maneira complexa. Ambos os organismos possuem cérebros e nervos que conectam diferentes partes do corpo, permitindo a transmissão rápida de sinais elétricos. Esses sistemas nervosos são fundamentais para as funções sensoriais, motoras e cognitivas em ambas as espécies.

No entanto, é importante ressaltar que existem diferenças significativas na organização e complexidade dos sistemas nervosos entre aranhas e seres humanos. Enquanto os seres humanos possuem um cérebro altamente desenvolvido e um sistema nervoso centralizado, as aranhas têm um sistema nervoso mais distribuído. Em vez de um único órgão central de processamento, as aranhas possuem uma série de gânglios nervosos que estão distribuídos ao longo do corpo, permitindo uma resposta rápida e coordenada aos estímulos.

- **Inteligência e capacidades cognitivas e de adaptação:**

Quanto à inteligência, é comum que as pessoas subestimem as habilidades cognitivas das aranhas. Embora as aranhas não apresentem a mesma capacidade cognitiva complexa que os seres humanos, estudos recentes têm revelado que elas exibem comportamentos surpreendentes e demonstram um grau de inteligência adaptativa. Por exemplo, as aranhas são capazes de aprender e ajustar seu comportamento com base na experiência, demonstrando capacidades de memória e aprendizado associativo. Estudos mostram que as aranhas podem ser treinadas para realizar tarefas complexas, como associar um determinado estímulo com uma recompensa, e que elas são capazes de lembrar essa mesma associação por um longo período de tempo.

Além disso, as aranhas mostram uma habilidade notável na construção e manipulação de teias complexas. A construção das teias requer uma compreensão sofisticada da geometria, física e propriedades dos materiais, o que indica uma forma de inteligência especializada. Além disso, algumas aranhas exibem comportamentos de caça estratégicos, como o uso de táticas de emboscada ou iscas para capturar presas. Algumas espécies de aranhas são conhecidas por serem capazes de se camuflarem nos arredores, imitando a aparência de insetos, galhos ou até mesmo fezes para evitar serem detetadas por predadores. Essas habilidades demonstram uma capacidade de planejamento e adaptação em resposta a mudanças no ambiente.

Embora a inteligência das aranhas seja diferente da inteligência humana, é importante reconhecer que há mais em comum entre essas duas espécies do que inicialmente se presume. Mesmo que as aranhas não possuam a mesma capacidade de pensamento abstrato que os seres humanos, é impressionante a quantidade de comportamentos complexos que esses artrópodes conseguem realizar com o seu sistema nervoso relativamente pequeno. Assim, pode-se dizer que aranhas e seres humanos talvez sejam mais parecidos do que se imagina, especialmente quando se trata de inteligência e comportamento adaptativo.

Figura 13 – *Pholcus phalangioides*.



Fonte: Olaf Leillinger

3. Hipóteses

3.1 Hipótese central e hipóteses específicas

Com base na observação de que a música tem o poder de influenciar as emoções e o estado mental dos seres humanos, surgiu a hipótese de que os efeitos da música poderiam estender-se além da nossa espécie. A hipótese central deste estudo é que **diferentes gêneros musicais impactam de forma semelhante tanto os seres humanos quanto as aranhas da espécie *Pholcus phalangioides***, induzindo estados de concentração e relaxamento ou de agitação, dependendo do tipo de música.

A hipótese baseia-se em evidências científicas que mostram que certos gêneros musicais, como música clássica e ambientes sonoros calmos, têm a capacidade de aumentar a concentração em humanos, simultaneamente relaxando-os. Por outro lado, gêneros musicais mais energéticos, como o rock, a música eletrônica e o heavy metal, têm sido associados a um aumento do estado de agitação e energia.

Partindo dessa premissa, acreditamos que as aranhas da espécie *Pholcus phalangioides*, com o seu sistema nervoso peculiar e sensibilidade às vibrações sonoras, também poderiam ser afetadas pelos diferentes gêneros musicais de maneiras semelhantes aos seres humanos. Acreditamos que a música poderia alterar a atividade locomotora das aranhas, influenciar os seus padrões de construção de teias e até mesmo afetar o seu comportamento social.

3.2 Fundamentação

Para desenvolver e fundamentar esta hipótese, centramos a nossa pesquisa no sistema nervoso das aranhas, na influência que a música exerce no sistema nervoso e corpo humano e na influência que as vibrações têm nas aranhas.

SISTEMA NERVOSO DAS ARANHAS

O sistema nervoso das aranhas é complexo e altamente adaptado para atender às suas necessidades sensoriais e motoras. Embora seja diferente do sistema nervoso centralizado encontrado nos seres humanos, as aranhas possuem uma organização única que lhes permite processar informações e responder a estímulos de forma eficiente.

O sistema nervoso das aranhas é composto por um conjunto de gânglios nervosos que estão distribuídos ao longo do corpo do animal.

Esses gânglios são aglomerados de células nervosas, chamadas neurónios, que são responsáveis pela transmissão de sinais elétricos. Os neurónios estão interconectados numa rede complexa, permitindo a comunicação e o processamento de informações. O principal gânglio nervoso de uma aranha, equivalente ao cérebro em organismos mais complexos, é chamado de cérebro subesofágico. Ele está localizado na região anterior do corpo, logo acima do esôfago. O cérebro subesofágico é responsável pelo processamento de informações sensoriais e pela coordenação de atividades motoras. A partir do cérebro subesofágico, vários pares de nervos estendem-se para o resto do corpo da aranha, conectando-se aos gânglios nervosos localizados em cada segmento do corpo. Esses gânglios nervosos segmentares são responsáveis pelo controle das atividades motoras específicas em cada parte do corpo, como movimentação das pernas, abertura e fechamento das quelíceras, entre outros.

Além dos gânglios nervosos segmentares, as aranhas possuem também gânglios nervosos especializados em diferentes partes do corpo, como os gânglios das pernas. Esses gânglios nas articulações das pernas permitem um controle motor mais refinado e uma resposta rápida aos estímulos durante a locomoção.

Outra característica interessante do sistema nervoso das aranhas é a presença de **órgãos sensoriais altamente desenvolvidos**. As aranhas possuem vários tipos de sensilas, estruturas semelhantes a pelos, distribuídas por todo o corpo, que são sensíveis a diferentes estímulos, como **vibrações**, toques e odores. Esses órgãos sensoriais fornecem informações importantes sobre o ambiente circundante e ajudam as aranhas a detetar presas, predadores e parceiros de reprodução.

No geral, o sistema nervoso das aranhas apresenta uma organização descentralizada, com uma rede de gânglios nervosos distribuídos pelo corpo. Essa organização permite uma rápida transmissão de informações e uma resposta ágil a estímulos externos. Embora seja diferente do sistema nervoso centralizado dos seres humanos, o sistema nervoso das aranhas é eficiente e adaptado às suas necessidades específicas como predadoras e construtoras de teias.

VIBRAÇÕES SONORAS E ARANHAS

As vibrações sonoras podem ter um impacto interessante nas aranhas devido à sua sensibilidade a estímulos táteis e vibracionais. As aranhas possuem órgãos sensoriais especializados, como tricobótrios, que são pêlos sensíveis localizados nas suas pernas, que lhes permitem detectar as vibrações e movimentos ao seu redor.

Pesquisas sugerem que as aranhas podem ser sensíveis a certas frequências e padrões de vibração, que são importantes para as suas atividades de caça e comunicação. Por exemplo, as vibrações podem ser usadas para localizar presas, detectar predadores ou até mesmo atrair parceiros de reprodução. Alguns estudos indicam que as aranhas podem ajustar seu comportamento e resposta a diferentes padrões de vibração, o que sugere uma sensibilidade às informações transmitidas por meio das vibrações.

EFEITOS DA MÚSICA EM SERES HUMANOS

A música tem a capacidade de afetar o cérebro humano devido a uma série de processos neurobiológicos complexos. Vários estudos científicos têm investigado esses efeitos e descoberto mecanismos subjacentes que explicam como a música impacta o cérebro: ativa circuitos neurais, liberta neurotransmissores, influencia as ondas cerebrais e as emoções e ainda promove conexões sinápticas. Diferentes géneros musicais têm diferentes efeitos no ser humano, emocionais e cognitivos.

Música Clássica - caracterizada pela sua estrutura complexa, melodia suave e ritmo tranquilo, tem sido associada a vários efeitos benéficos no cérebro humano:

- **Relaxamento e Redução do Stress:** A música clássica tem a capacidade de reduzir a atividade do sistema nervoso simpático, responsável pela resposta ao stress. Ela pode promover relaxamento, diminuir a frequência cardíaca e a pressão arterial, e aliviar os sintomas de ansiedade e estresse.
- **Aumento da Concentração e Foco:** A música clássica, especialmente peças instrumentais, pode melhorar a concentração e o foco. Ela pode ajudar a criar um ambiente propício para a concentração em tarefas complexas, como estudos ou trabalho intelectual.
- **Estimulação Cognitiva:** A música clássica estimula várias áreas do cérebro, incluindo aquelas envolvidas na linguagem, memória e processamento emocional. Isso pode promover a criatividade, a resolução de problemas e a capacidade de aprender novas informações.
- **Relaxamento Muscular:** A música clássica, com as suas melodias suaves e harmoniosas, pode levar a um relaxamento muscular profundo. Isso pode ser especialmente útil em práticas de relaxamento, meditação e sono tranquilo.

Heavy Metal - é caracterizado por sua sonoridade intensa, ritmos rápidos, guitarras distorcidas e vozes agressivas. Embora seja associado a um estilo mais energético e intenso, também pode ter efeitos no cérebro:

- Expressão Emocional: O heavy metal pode servir como uma forma de expressão emocional intensa. A música desse gênero pode permitir que os ouvintes libertem emoções negativas, como raiva, frustração ou tristeza, oferecendo uma saída emocional.
- Aumento da Energia e Motivação: A música heavy metal, com sua alta intensidade e ritmos acelerados, pode estimular a energia e a motivação. Ela pode aumentar a excitação, a atividade cerebral e a frequência cardíaca, proporcionando um impulso de energia.
- Catarse Emocional: A música heavy metal pode proporcionar uma forma de catarse emocional, permitindo que os ouvintes liberem emoções reprimidas e encontrem uma sensação de alívio emocional.

3.3 Hipóteses específicas

Em suma, temos como hipóteses:

- As aranhas demonstram ser influenciadas motora e psicologicamente por estímulos auditivos. Dado serem animais inteligentes e com um sistema nervoso bastante desenvolvido e centralizado, esta conclusão fortalece o conceito de seres humanos também sofrerem impactos destes estímulos.
- Música clássica afeta a *Pholcus phalangioides* positivamente: as aranhas aproximam-se e constroem teias o mais perto da fonte de música. Já gêneros musicais como heavy metal causam um efeito negativo, fazendo com que as aranhas se distanciem o máximo possível.
- Diferentes gêneros musicais impactam de forma relativamente semelhante seres humanos e aranhas.

Para testar essa hipótese, realizamos um experimento no qual expusemos as aranhas a dois gêneros musicais distintos: música clássica e heavy metal. Monitoramos atentamente o comportamento das aranhas durante as sessões musicais e analisamos as diferenças em relação aos grupos de controle não expostos à música.

Ao investigar se as aranhas responderiam de maneira semelhante aos diferentes gêneros musicais, buscamos estabelecer uma possível relação entre as respostas das aranhas e as reações emocionais e comportamentais dos seres humanos. A confirmação da hipótese sugeriria a existência de mecanismos comuns entre as duas espécies, indicando que a música pode desempenhar um papel mais amplo no reino animal do que se imaginava anteriormente.

4. Materiais e Métodos

Para atingir os objetivos propostos e testar as hipóteses experimentais formuladas, realizamos uma atividade experimental envolvendo a espécie de aranhas *Pholcus phalangioides*.

A coleta das aranhas foi realizada em diversos locais propícios à construção de teias, como tetos e cantos, e em espaços mais fechados, como arrecadações. Embora inicialmente tenhamos receado a captura das aranhas, tornou-se mais fácil do que o previsto, devido à sua abundância nas residências: conseguimos reunir um total de 22 exemplares. Apesar dos nossos esforços para selecionar aranhas da mesma idade, algumas variações foram observadas (2 aranhas eram visivelmente mais pequenas), bem como a perda de algumas aranhas durante o processo. Visando reduzir as variáveis, colhemos o maior número de aranhas possível.

Antes de introduzirmos as aranhas no ambiente experimental, preparamos o espaço cuidadosamente, garantindo a sua limpeza e organização. O espaço utilizado foi um chuveiro fechado, sem qualquer abertura, mas com a fraca iluminação necessária para que as aranhas se sentissem no seu habitat natural. Foi necessário optar por um espaço maior como um chuveiro e excluir a possibilidade de utilizarmos caixas porque queríamos que as aranhas se sentissem confortáveis, de forma a construírem teias.

Quanto à alimentação, deixamos o processo ocorrer naturalmente: as aranhas da espécie *Pholcus phalangioides* não comem qualquer inseto a não ser que o capturem, de forma que não poderíamos dar-lhes alimento. No entanto, como já existiam aranhas dentro do chuveiro antes da experiência, sabíamos que de alguma forma elas conseguiam caçar: inclusive detetamos algumas moscas pequenas nas suas teias ao longo da experiência, que de alguma forma entravam no espaço.

Uma coluna de som, já devidamente preparada com uma pen, foi posicionada no topo do chuveiro, pronta para ser ligada quando necessário. À medida que capturávamos as aranhas, registávamos o número correspondente e documentávamos o processo por meio de fotografias. Após a coleta das 22 aranhas, fechamos o chuveiro e permitimos que elas se adaptassem ao novo ambiente. No dia seguinte, reabrimos o chuveiro e observamos o espaço, registrando as características das teias construídas. Este foi o nosso controle.

Com base nas hipóteses previamente formuladas, as quais sugerem que diferentes géneros musicais influenciam o sistema nervoso das aranhas e dos seres humanos de maneiras semelhantes, iniciamos a experiência. Primeiramente, expusemos as aranhas a música heavy metal por 11 horas, enquanto observávamos e documentávamos as diferenças comportamentais. Coletamos os resultados após a formação adequada das teias e prosseguimos para a próxima etapa do estudo depois de destruir essas teias. Desta vez, as aranhas foram expostas a música clássica pelo mesmo período de tempo (11 horas), e novamente registamos as suas respostas comportamentais e as características das teias. Esses experimentos permitiram-nos validar as nossas teorias iniciais (como poderá ser observado na secção “Discussão”).

Ao conduzir o estudo, levamos em consideração as dúvidas e preocupações que surgiram antes de iniciarmos o trabalho. Isso incluiu a seleção adequada do local para a realização da experiência, os métodos para encontrar e capturar as aranhas (utilizamos caixas de plástico para as colher cuidadosamente), bem como a prevenção de possíveis interações predatórias entre elas devido à fome. Ao enfrentar esses desafios, procuramos soluções eficazes para garantir a qualidade e validade dos resultados obtidos.

5. Resultados

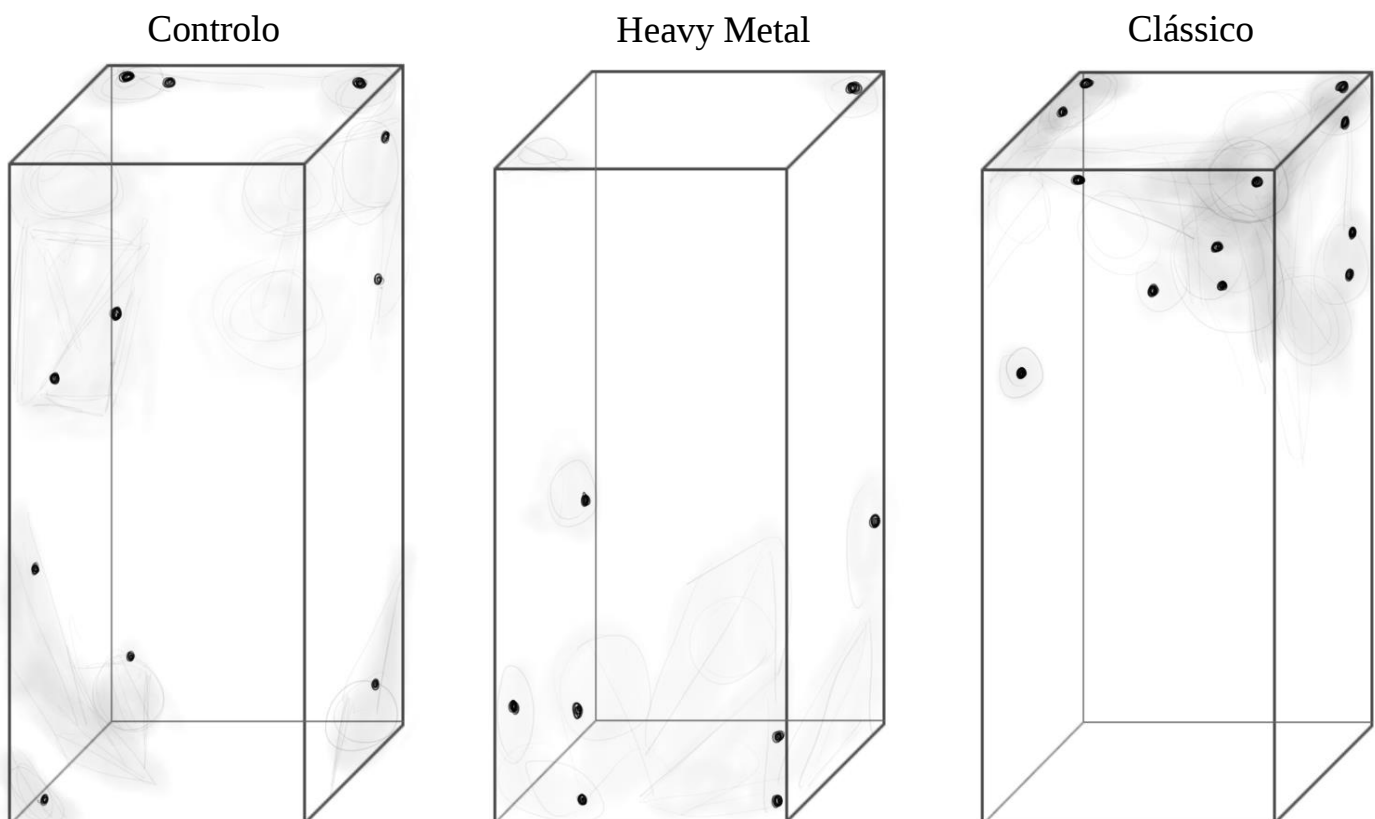
Nesta secção, apresentaremos os resultados obtidos a partir da nossa experiência com aranhas da espécie *Pholcus phalangioides*, expostas a diferentes géneros musicais. Analisamos o comportamento das aranhas e as características das teias construídas.

Inicialmente, as aranhas foram submetidas a sessões de audição de música heavy metal. Observamos que durante essas sessões, as aranhas apresentaram uma diminuição na atividade locomotora e pareciam menos sociáveis. As teias construídas sob a influência do heavy metal exibiram uma estrutura mais dispersa (tentaram cobrir o máximo de espaço possível) e menos densa, sugerindo uma construção apressada e menos elaborada.

Por outro lado, quando expostas à música clássica, as aranhas demonstraram um aumento na atividade locomotora, pareciam mais sociáveis e menos receosas em relação à nossa presença. As teias produzidas sob essa condição apresentaram uma estrutura mais detalhada e concentrada em certas áreas do ambiente experimental; mostraram uma arquitetura mais elaborada, com uma maior densidade de fios e uma organização mais simétrica. Também observamos que um número maior de aranhas se envolveu na construção das teias durante as sessões de música clássica.

Curiosamente, também notamos que as aranhas parecem ter feito as últimas teias mais concentradas no lado direito do ambiente experimental. Apresentaremos uma possível explicação para tal na próxima secção, tal como discutiremos estes achados em relação às hipóteses iniciais, destacando a sua relevância e possíveis implicações.

Os seguintes esquemas representam o ambiente experimental nas 3 situações – controlo, heavy metal e música clássica. Como se tornou muito difícil fotografar as teias devido à fraca luminosidade do local, optamos por também desenhar os resultados. Podem-se observar as aranhas e a densidade das teias.





O seguinte QR Code permite o acesso a um site com os restantes registos audiovisuais obtidos durante esta experiência.

6. Discussão

Nesta secção, discutiremos os resultados obtidos em relação às hipóteses formuladas e faremos conexões com o conhecimento existente sobre a influência da música no comportamento humano. Através da análise dos resultados da nossa experiência com aranhas da espécie *Pholcus phalangioides*, pudemos observar as diferentes respostas comportamentais desses aracnídeos a diferentes géneros musicais.

Os nossos resultados confirmam a hipótese inicial de que diferentes géneros musicais impactam de forma semelhante tanto os seres humanos quanto as aranhas.

Durante a audição de música clássica, observamos um aumento na atividade locomotora das aranhas, bem como uma maior sociabilidade e uma aparente diminuição do receio em relação ao pesquisador (nós). As teias mais detalhadas e concentradas numa área restrita demonstram um maior foco por parte das aranhas, tal como ocorre nos humanos quando estudam e ouvem música clássica. Todos esses comportamentos são semelhantes aos efeitos da música clássica no cérebro humano, onde é conhecido por promover um estado de relaxamento, concentração e melhora na interação social.

Por outro lado, durante a exposição ao heavy metal, as aranhas demonstraram uma diminuição na atividade locomotora e uma construção de teias mais dispersas e menos densas. Essas observações são parcialmente consistentes com os efeitos do heavy metal no cérebro humano, onde a música desse gênero é conhecida por estimular emoções intensas, agitação e até mesmo uma sensação de energia e agressividade. A princípio, pensamos que talvez as aranhas se movimentariam mais com heavy metal; no entanto, acabamos por concluir que vibrações sonoras tão agressivas causaram um efeito disruptivo nas aranhas – o que também poderia acontecer com seres humanos que nunca ouviram esse gênero de música antes. As teias mais dispersas e com poucos fios mostram a dificuldade em manter a concentração das aranhas – o que também seria esperado de um ser humano que tentasse executar uma tarefa complexa enquanto ouve heavy metal.

Além disso, notamos que as aranhas pareciam ter aprendido a construir as últimas teias mais concentradas no lado direito do ambiente experimental. Essa descoberta pode estar relacionada à observação de que as teias construídas no lado esquerdo eram mais facilmente destruídas quando a porta do ambiente era aberta. A capacidade de aprendizagem e adaptação das aranhas diante dessa situação demonstra uma certa flexibilidade comportamental e ressalta a sua capacidade de ajustar as suas ações de acordo com as condições do ambiente.

Em suma, os resultados sugerem que as aranhas são sensíveis à influência das vibrações musicais e que diferentes gêneros musicais podem afetar o seu comportamento e fisiologia de maneiras distintas, tal como ocorre com os seres humanos. A observação de que as aranhas responderam de forma semelhante aos gêneros musicais em comparação com os seres humanos levanta interessantes questões sobre as semelhanças e conexões entre diferentes sistemas cognitivos. Embora as aranhas tenham sistemas nervosos muito diferentes dos humanos, é possível que compartilhem certas capacidades sensoriais e processamento de estímulos que lhes permitam responder a estímulos musicais de maneira semelhante.



7. Conclusões

Resumindo, este estudo investigou os efeitos da música nos padrões comportamentais das aranhas da espécie *Pholcus phalangioides* e encontrou resultados intrigantes. A exposição à música clássica levou a um aumento na atividade, interação social e construção detalhada das teias, enquanto a música heavy metal resultou em uma diminuição da atividade locomotora e teias mais dispersas.

Essas descobertas fornecem uma visão fascinante sobre a influência da música em organismos não humanos, ressaltando a sua importância. Devemos voltar a mencionar o facto de que realizamos este estudo e experiência sem qualquer tipo de teoria ou preparação prévia, considerando-nos assim pioneiros nesta pesquisa. As implicações deste estudo vão além do campo da biologia das aranhas, abrindo novas perspectivas no campo da música e comportamento animal. Essas descobertas podem ter aplicações práticas em áreas como ecologia comportamental, conservação da biodiversidade e até mesmo na criação de ambientes enriquecidos para espécies em cativeiro.

No entanto, é importante destacar que este estudo é apenas um ponto de partida e há muito mais a ser explorado. Sugerimos que pesquisas futuras se aprofundem nos mecanismos subjacentes aos efeitos da música em aranhas e outras espécies, investiguem a influência de diferentes variáveis musicais, como ritmo, timbre e intensidade, e considerem a influência do contexto ambiental e social. Em suma, este estudo contribui para o nosso entendimento dos efeitos da música em animais não humanos, especificamente em aranhas, e abre novas oportunidades de pesquisa. Compreender como a música pode influenciar o comportamento animal ajuda-nos a ampliar o nosso conhecimento sobre a relação entre som e comportamento, revelando um campo fascinante para exploração futura.

Referências

- [1] BBC News Brasil. (2018, fevereiro 6). Fóssil de animal com corpo de aranha e cauda de escorpião é encontrado na Ásia. BBC. <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42953478>
- [2] Chuang, A. ([s.d.]). Size and motherhood of the spider *Pholcus ancoralis* (Araneae: Pholcidae) affects whirling and other defensive behaviors. Escholarship.org. Recuperado 19 de maio de 2023, de https://escholarship.org/content/qt2vc5r6bc/qt2vc5r6bc_noSplash_d50bf2b31ce00dfd715d7f862345b9c5.pdf?t=lxth17
- [3] Daddy-long-legs Spider. ([s.d.]). The Australian Museum. Recuperado 19 de maio de 2023, de <https://australian.museum/learn/animals/spiders/daddy-long-legs-spider/>
- [4] Finas, elásticas e resistentes: teias de aranha são feitas de seda e servem como ferramenta de caça. (2021, julho 7). G1. <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2021/07/07/finas-elasticas-e-resistentes-teias-de-aranha-sao-feitas-de-seda-e-servem-como-ferramenta-de-caca.ghtml>
- [5] Hex, D. (2021, setembro 1). How heavy metal music affects the brain. Metal Wani. <https://metalwani.com/2021/09/how-heavy-metal-music-affects-the-brain.html>
- [6] Long-bodied cellar spider (*Pholcus phalangioides*). ([s.d.]). INaturalist. Recuperado 19 de maio de 2023, de <https://www.inaturalist.org/taxa/67328-Pholcus-phalangioides>
- [7] Página de Espécie •. (2018, agosto 1). Naturdata - Biodiversidade em Portugal. <https://naturdata.com/especie/Pholcus-phalangioides/13382/0/>
- [8] Pelikan, M. (2018, fevereiro 6). Wild Side: The long-bodied cellar spider. The Martha's Vineyard Times. <https://www.mvtimes.com/2018/02/06/wild-side-long-bodied-cellar-spider/>
- [9] PHOLCIDAE Daddy long-legs. ([s.d.]). Org.au. Recuperado 19 de maio de 2023, de https://www.arachne.org.au/01_cms/details.asp?ID=1623
- [10] Wikipedia contributors. ([s.d.]-a). Aracnídeos. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Aracn%C3%ADdeos&oldid=64693392>
- [11] Wikipedia contributors. ([s.d.]-b). Aranha. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Aranha&oldid=65806310>
- [12] Wikipedia contributors. ([s.d.]-c). Salticidae. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Salticidae&oldid=65033985>
- [13] Wikipedia contributors. ([s.d.]-d). Sistema nervoso. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_nervoso&oldid=65698188
- [14] Wikipedia contributors. ([s.d.]-e). Teia de aranha. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Teia_de_aranha&oldid=59229461