
EDUCAÇÃO FÍSICA

THALIA BERNARDELLI GONÇALVES

**DANÇA E NEUROCIÊNCIAS: UM ESTUDO DE
REVISÃO DE LITERATURA**



Rio Claro - SP
2023

THALIA BERNARDELLI GONÇALVES

DANÇA E NEUROCIÊNCIAS: UM ESTUDO DE REVISÃO DE LITERATURA

Orientadora: Profa. Dra. Cynthia Yukiko Hiraga

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para a obtenção de grau de Bacharela em Educação Física

Rio Claro - SP
2023

G635d Gonçalves, Thalia Bernardelli
 Dança e neurociências : um estudo de revisão de
 literatura / Thalia Bernardelli Gonçalves. -- Rio Claro,
 2023
 25 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado -
Educação Física) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientadora: Cynthia Yukiko Hiraga

1. Dança. 2. Neurociências. 3. Funcionalidade. 4.
Desempenho. 5. Ensino-aprendizagem. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

THALIA BERNARDELLI GONÇALVES

**DANÇA E NEUROCIÊNCIAS: UM ESTUDO DE REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Educação
Física

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Cynthia Yukiko Hiraga (orientadora)

Prof. Dr. José Angelo Barela

Prof. Dr. Flávio Soares Alves

Aprovado em: 8 de Novembro de 2023

Assinatura do discente

Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos aqueles que me dão forças, acreditam em meu potencial e me estimulam a seguir com minhas perspectivas da melhor forma possível. Primeiramente a toda família, minha mãe Janete e meu padrasto Bruno que mesmo distante fornece todo suporte, conselhos e amor necessário. A minha pequena irmã Alice, que me instiga a superar minhas limitações e seguir em frente. Ao meu companheiro Marcus me fortaleceu no caos da rotina universitária com afeto e cuidado. Ao laboratório NAFES (Núcleo de Atividade Física e Saúde) que me proporcionou experiências essenciais ao longo da minha caminhada acadêmica. Aos meus amigos de república que tornam meus dias mais alegres, em especial Gabriela, que escuta e acolhe meus pensamentos e traz paz pra todos diariamente. A minha orientadora Cynthia pela paciência e dedicação. E por fim, a todos os meus professores que contribuíram para minha formação, especialmente Flavio e Letícia que confiaram no meu potencial, me orientaram e promoveram oportunidades durante a jornada acadêmica.

RESUMO

A dança é uma prática essencial na expressão humana. Expressão essa que reflete as dimensões biopsicossociais de cada indivíduo. As neurociências são a área de estudo que investiga as funcionalidades do sistema nervoso. A compreensão das bases biopsíquicas subjacentes da dança apresenta potencial para aperfeiçoar os métodos de ensino-aprendizagem em dança, desenvolvimento sensorio motor e psicossocial. O objetivo do presente estudo é sintetizar evidências científicas envolvendo a dança e as neurociências, para discutir as possíveis contribuições das neurociências para o desenvolvimento da dança. As perspectivas de promoção do desenvolvimento humano incluem as físico-motoras, psicossociais e cognitivas. A pesquisa foi realizada através da revisão de literatura. A base de dados para a coleta de artigos foi a Web of Science pertencente a Clarivate Analytics. Foram encontrados 12 artigos relevantes para a pesquisa. As neurociências podem oferecer orientações mais certeiras dentro de sala de aula, facilitar processos criativos e desenvolver um treinamento neuromotor eficiente para determinadas habilidades.

PALAVRAS-CHAVE: Dança, neurociências, funcionalidade, desempenho, ensino-aprendizagem

ABSTRACT

Dance is an essential practice in human expression. This expression reflects the biopsychosocial dimensions of each individual. Neuroscience is the field of study that investigates the functions of the nervous system. Understanding the underlying biopsychic bases of dance has the potential to improve teaching-learning methods in dance, sensory-motor and psychosocial development. The aim of this study is to synthesize scientific evidence involving dance and neuroscience in order to discuss the possible contributions of neuroscience to dance development. The perspectives for promoting human development include physical-motor, psychosocial and cognitive. The research was carried out through a literature review. The database used to collect the articles was the Web of Science belonging to Clarivate Analytics. Twelve articles relevant to the research were found. Neuroscience can offer more accurate guidance in the classroom, facilitate creative processes and develop efficient neuromotor training for certain skills.

KEY WORDS: Dance, neuroscience, functionality, performance, teaching-learning

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO.....	10
3	MATERIAL E MÉTODO.....	11
3.1	Procedimentos.....	11
4	RESULTADOS	12
4.1	Rede de observação e ação	14
4.2	Aprendizagem em dança.....	17
4.3	Ritmo e o fenômeno de arrastamento	18
5	DISCUSSÃO.....	21
6	CONCLUSÃO	24
7	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	25

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala de movimento humano, compreende-se uma série de condições fisiológicas de um complexo sistema anatômico e em todo e qualquer movimento humano há uma finalidade, a necessidade de cumprir uma finalidade, sendo eles tangíveis, como alcançar um objeto, alimentar-se, falar, deslocamento, ou intangíveis como o ato de expressar (LABAN, 1950). Dança trata-se da arte do movimento, em uma perspectiva eurocêntrica é uma forma de auto expressão, seja ela popular ou erudita, em uma linguagem que envolve peso, espaço, tempo e fluência.

A dança é universal e está presente como um fenômeno da expressividade humana há tempos imemoriáveis, seu primeiro registro se dá em 2000 a.C no antigo Egito como uma manifestação religiosa e assim como muitas outras expressões artísticas foi se transformando e percorrendo a história como manifestação artística, política e de desenvolvimento humano. No referido desenvolvimento, a dança evoluiu, resultando em diversas modalidades que por sua vez possuem suas respectivas características, fundamentos e técnicas, como por exemplo o ballet clássico, o jazz, a dança moderna, o hip hop, danças populares em geral, sapateado, entre muitas outras.

As neurociências são estudos com o objetivo de compreender as interações funcionais do sistema nervoso, do micro ao macro, compreende áreas de estudo como as neurociências comportamentais, cognitivas e também o comportamento motor. Suas relações com a dança vêm despertando o interesse de pesquisadores progressivamente desde o final do século XX, visto que, a dança abrange dimensões complexas que exigem alta performance coordenativo – motora, ou seja, para o corpo dançar o sistema nervoso capta e processa estímulos diversos para a preparação do indivíduo, em seguida ele gera e coordena os movimentos, que por sua vez exigem inúmeras capacidades físicas simultaneamente, sendo assim, compreender as neurociências é essencial para o desenvolvimento da dança.

Existem diversos estudos sobre este ramo, como por exemplo, o estudo que apresenta as contribuições da neurociência para a aprendizagem em dança coreografada mostra uma série de requisitos neurobiológicos que permite que o bailarino intérprete realize inúmeras vezes a mesma coreografia (CROSS et al., 2006). Há também pesquisas que relatam aspectos da neuroplasticidade e dos neurônios espelho retratando a aprendizagem na dança através de uma representação mental dos movimentos (YANG et al., 2023). Há outros que discutem como os

processos rítmicos interagem durante a execução de uma coreografia (BROWN; MARTINEZ; PARSONS, 2006).

A dança como uma prática corporal que proporciona inúmeros benefícios a saúde e bem-estar, ao desenvolvimento motor, psicossocial, ao ser associada com as neurociências, pode fornecer materiais e ferramentas que favorecem o desenvolvimento de métodos de ensino em dança de modo geral, de forma mais eficiente para cada modalidade, faixas etárias e suas respectivas especificidades. Assim, possibilitando a exploração e aplicação do conhecimento por diversos profissionais, como profissionais de Educação Física, professores e pesquisadores, devido ao seu potencial multidisciplinar. Apesar disso, há pouca aplicabilidade dessas descobertas, por isso, o presente estudo vem com o objetivo de sintetizar as evidências científicas sobre as relações de dança e neurociências para discutir as diferentes abordagens e possibilidades de aplicação.

2 OBJETIVO

Sintetizar evidências científicas envolvendo a dança e as neurociências, para discutir as possíveis contribuições das neurociências para o desenvolvimento da dança.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Procedimentos

O presente estudo buscou inicialmente realizar uma revisão de literatura sobre a associação entre dança e neurociências. Durante o processo, a autora utilizou alguns critérios para selecionar os artigos, sendo eles: artigos originais, artigos originais diretamente relacionados às contribuições das neurociências para dança, seja em performance, treinamento, aprendizagem ou processo criativo. A base de buscas de artigos e outras pesquisas foi a Web of Science pertencente a Clarivate Analytics. Para a pesquisa foram utilizadas as seguintes combinações de palavras-chave para busca: Todos os campos [dance and neuroscience]; [dance neuroscience]; essas combinações resultaram em 165 artigos com “dance and neuroscience” e 417 artigos com “dance neuroscience”. A autora fez a leitura dos títulos e resumos desses artigos e selecionou 57 com potencial para o estudo, após examinar uma segunda vez a autora avaliou a pertinência da temática e encontrou 12 artigos. Os artigos selecionados serão apresentados a seguir na sessão de resultados.

4 RESULTADOS

A seguir, apresenta-se uma tabela com os 12 artigos selecionados, destacando o título, autores, objetivo, metodologia e principais resultados. Na sequência, foram categorizadas as descrições dos resultados em três categorias.

Quadro 1. Descrição dos artigos referentes à temática dança e neurociência (n=12) selecionadas pela autora.

Nº	Título	Autores (ano)	Objetivo	Metodologia	Principais resultados
1	Dance expertise modulates visual sensitivity to complex biological	Orlandi, A; Zani, A; Proverbio, AM (2017)	Verificar se processos de ressonância motora que ocorrem ao observar um indivíduo realizando uma ação podem ser modulados pela experiência visuomotora adquirida.	Experimental quantitativa	A experiência adquirida em dança modifica a capacidade de codificar visualmente movimentos complexos de todo o corpo.
2	Trait representation of embodied cognition in dancers pivoting on the extended mirror neuron system: a resting-state fMRI study	Yang, CJ; Yu, HY; Hong, TY; Shih, CH; Yeh, TC; Chen, LF; Hsieh, JC (2023)	Provar que a representação do traço primário dos dançarinos seja acionada pelo movimento e dependa do sistema de neurônios espelho estendido (eMNS)	Experimental quantitativa	Há uma comunicação proficiente dentro da hierarquia cortical-subcortical do eMNS em bailarinos, ligada à automaticidade e às interações cognitivo-motoras adquiridas através do treinamento
3	Is perception of a dance phrase affected by physical movement training and experience	Kenney H, M. (2013)	Investigar se dançarinos experientes estão mais sintonizados do que os novatos com as pistas espaciais enquanto assistem à dança	Experimental quantitativa	Foi demonstrado que houve uma diferença estatisticamente significativa entre novatos e especialistas na precisão da recordação na categoria de Espaço.
4	Building a motor simulation de	Cross, ES; Hamilton, AFC;	Investigar se as áreas envolvidas	Experimental qualitativa	Uma ressonância motora complexa pode

	novo: Observation of dance by dancers	Grafton, ST (2006)	durante o movimento imaginado são sensíveis à quantidade de prática física real.		ser construída de novo ao longo de 5 semanas de ensaio.
5	Time to Tango: Expertise and contextual anticipation during action observation	Amoruso, L; Sedeño, L; Huepe, D; Tomio, A; Kamienkowski, J; Hurtado, E; Cardona, JF; González, MAA, Rieznik, A; Sigman, M; Manes, F; Ibáñez, A (2014)	Investigar se as pessoas são melhores em prever e interpretar as ações se estão presentes em seu próprio repertório motor.	Experimental quantitativa	A compreensão da ação contextual pode ser interpretada em termos de níveis sucessivos de previsão contextual que são significativamente modulados pela experiência anterior do sujeito.
6	The Neural Basis of Human Dance	Brown, S; Martinez, MJ; Parsons, LM (2006)	Investigar a dança com tomografia por emissão de pósitrons para identificar sua organização em nível de sistema.	Experimental qualitativa	A rede interativa de áreas cerebrais ativas durante padrões espaciais, movimentos bípedes, rítmicos que se integram na dança.
7	WhoLoDancE: digital tools and the dance learning environment.	Cisneros, RE; Selo, K; Whatley, S; Madeira, K. (2019)	Investigar a eficiência do projeto WhoLoDancE EU Horizon 2020 e o impacto potencial na educação de bailarinos.	Experimental quantitativa	Exploração do possível potencial do WhoLoDancE para contribuir com futuras tecnologias para a educação e criação em dança.
8	Matching Model of Dance Movements and Music Rhythm Features Using Human Posture Estimation	Jiang, D (2022)	Criar um, modelo de correspondência de movimentos de dança e características de ritmo musical	Experimental qualitativa	O método sugerido neste trabalho tem vantagens aparentes, pois pode ajudar eficientemente os usuários no arranjo dos movimentos de dança ou música de apoio desejados, e pode ser aplicado no campo da coreografia e partitura propriamente dita.
9	Doing Duo - a case study of entrainment in William Forsythe's choreography "Duo".	Waterhouse, E; Watts, R; Blasing, BE. (2014)	Discutir como o fenômeno do arrastamento humano pode ser estudado de forma significativa em	Experimental qualitativa	Definição de arrastamento como interação coordenada de movimento e produção sonora por agentes ativos no campo.

			situações complexas como a dança.		
10	Organization of postural equilibrium in several planes in ballet dancers.	Bruyneel, AV; Mesure, S; Pare, JC; Bertrand, M. (2010).	Analisar as estratégias de equilíbrio de bailarinos durante o equilíbrio postural em três condições de equilíbrio unipodal com e sem visão e em relação à idade.	Experimental quantitativa	Os jovens bailarinos são menos eficientes no controle do equilíbrio do que os bailarinos adultos. Os bailarinos possuem dependência visual para controlar o equilíbrio postural.
11	Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers.	Golomer, E; Crémieux, J; Dupui, P; Isableu, B; Ohlmann, T. (1999)	Estudar o grau de dependência da visão, do controle postural e da percepção, entre bailarinos adultos do sexo masculino e sujeitos não treinados.	Experimental quantitativa	Para os bailarinos houve interação entre a dependência visual do RFT e o controle visual da postura: quanto menos dependentes visuais eram para o RFT mais estáveis eles eram em condições de equilíbrio dinâmico.
12	Multi-joint coordination in ballet dancers.	Thullier, F; Moufti, H. (2004)	Analisar a coordenação multiarticular entre bailarinas experientes e não experientes.	Experimental quantitativa	Este estudo ilustra algumas regras subjacentes à capacidade do sistema nervoso de integrar múltiplos graus de liberdade do corpo para dominar o equilíbrio corporal enquanto produz trajetórias complexas de movimento das pernas.

Os materiais encontrados têm inúmeras temáticas distintas, contudo dialogam muito entre si, esta revisão descreve as contribuições da neurociência para dança a partir de três temáticas: (1) Rede de observação e ação; (2) Aprendizagem em dança; (3) Ritmo.

4.1 Rede de observação e ação

De modo geral a plasticidade induzida na dança contribui para a rápida assimilação de movimentos complexos na dança de forma estratégica, através das chamadas redes preditivas

de observação e ação (AMORUSO et al., 2014), que gera a experiência visomotora. Na literatura pesquisada há estudos que desvendam tais processos dentro do cérebro e levantam questionamentos importantes que serão apresentados a seguir.

O estudo de (ORLANDI; ZANI; PROVERBIO, 2017) teve como objetivo investigar a capacidade de bailarinos de dança contemporânea em perceber diferenças sutis em determinados movimentos. Apresenta que quando um indivíduo assiste a outro realizando um movimento que é familiar, as áreas de execução desse movimento também são ativadas, e isso ocorre como preparação para a execução do movimento. Essas áreas são o córtex pré-motor ventral (vPM), o lóbulo parietal inferior (IPL), o giro frontal inferior (IFG) e a porção posterior do sulco temporal superior (pSTS), parte do sistema frontoparietal, (ou sistema de neurônios espelho, MNS), e as relacionadas com o movimento são, a face fusiforme (FFA) e área corporal (FBA), área temporal média (MT/V5) e a área corporal extra estriada (EBA).

Foram recrutados bailarinos profissionais e pessoas que não possuíam experiência motora alguma com dança ou ginástica como grupo controle, a tarefa consistiu em assistirem 212 pares de vídeos mostrando movimentos de dança contemporânea complexos que envolviam todos os membros, em seguida os participantes deveriam tentar identificar as diferenças entre eles. Para analisar a atividade neural dos participantes foi utilizada a técnica de potencial relacionado a eventos (EEG/ERP), coletaram dados comportamentais e eletrofisiológicos. Como resultado, assim como o previsto, somente os bailarinos perceberam as diferenças sutis entre os movimentos, isso se dá como resultado da plasticidade induzida pelo treinamento.

Um estudo similar (HENLEY, 2014) aborda as diferenças perceptivos-cognitivas entre especialistas e não especialistas, levanta a hipótese de que os especialistas desenvolvem um atalho para assimilar o movimento através da união das informações espaciais com as corporais, pois há uma forte ativação do córtex parietal (estrutura envolvida na percepção espacial) quando se observa movimentos familiares, para comprovar isso, buscaram analisar o que é conscientemente percebido pelo especialista. Reuniram os 12 especialistas e 12 controles, receberam a tarefa de assistir uma frase de dança contemporânea, em seguida responder a um questionário (baseado na percepção de dança de Laban) referente a memória dividido em quatro categorias, são elas, forma, espaço, tempo e esforço. Como esperado os especialistas obtiveram uma pontuação significativamente maior na categoria espaço do que os novatos. Concluiu-se que devido a alta demanda da memória de curto prazo, os especialistas assimilam melhor a forma como o corpo se desloca e se posiciona pelo espaço a outras informações de recordação. O autor ressalta que este fator, aliado a outros perceptivo-cognitivos fomenta a base de aprendizagem em dança, pode ser aplicado em correções e em técnicas de treinamento.

Nesta direção, há também estudos que buscam compreender as teorias preditivas da rede de observação e ação focando em saber se as informações são melhores interpretadas se presentes no próprio repertório motor do indivíduo. Como em Amoruso et al. (2014) que analisou através de EEG e ERP's a atividade neural antecipatória contínua, respostas semânticas evocadas, medidas de especialização e desempenho comportamental de pessoas classificadas como especialistas, iniciantes e ingênuas na modalidade de dança de tango, enquanto realizavam a tarefa de assistir um vídeo e classificar como correto e incorreto. A identificação de erros foi melhor percebida por especialistas. Contudo, assim como os outros estudos apresentados, os resultados sugerem que o cérebro sendo um órgão pró-ativo, se beneficia das experiências anteriores, inclusive do repertório motor do indivíduo, para desenvolver melhor a habilidade de antecipar, avaliar e relacionar ações observadas de determinadas expertises.

Nesse sentido Cross et al. (2006) aborda outra questão, as áreas que são ativadas durante a simulação de ação são sensíveis a experiência objetiva e subjetiva do repertório motor? Nessa investigação qualitativa os participantes eram todos profissionais da dança moderna e foram desafiados a aprender uma nova sequência de dança complexa durante cinco semanas, cinco horas por semana, através de vídeos experimentais, em seguida aprenderam o restante dos vídeos controle que eram compostos de movimentos similares aos primeiros. Para registrar a atividade cerebral foi realizado a cada uma semana um escaneamento fMRI enquanto os bailarinos se imaginavam executando a coreografia. Ao final do estudo têm se áreas parietais, pré-motoras e subcorticais, principalmente o giro frontal anterior como mecanismo para simulação de ação, e ao comparar os resultados de atividade cerebral em cada semana, percebeu-se uma estreita relação entre os substratos de ação e concretização.

Outro ponto essencial nessa temática são os neurônios espelho, em Yang et al. (2023), o autor levanta a hipótese de que a representação do traço primário dos bailarinos seja acionada pelo sistema de neurônios espelho estendido (eMNS) a partir dos processos de cognição incorporada. A conectividade funcional intra-regional e inter-regional de bailarinos e grupo controle foi analisada hierarquicamente para averiguar as associações entre treinamento de dança criatividade e conectividade funcional. Nos bailarinos foi percebido um aumento na conectividade funcional intra-regional e também inter-regional na área de eMNS. O artigo conclui que, como esperado, os bailarinos possuem os acoplamentos funcionais de eMNS alterados, como uma assinatura neural única.

4.2 Aprendizagem em dança

A aprendizagem é definida como uma modificação relativamente permanente em determinadas habilidades motoras, adquiridas através da experiência (BRUYNEEL et al., 2010). Aprender um passo de dança, ou uma coreografia, exige um determinado nível de consciência corporal e atenção, bem como, ensinar a dançar exige uma ampla compreensão de técnica, método e sobretudo, a forma como o aluno assimila as informações propostas. As neurociências aliadas a dança buscam compreender como o cérebro processa determinados fundamentos característicos de dadas modalidades, para então promover melhores estratégias de ensino que obtenham uma progressão segura e eficiente. Sabe-se que para aprender qualquer movimento há o envolvimento de uma rede neuromotora e neurocognitiva, os artigos abaixo apresentam alguns pontos importantes para o desenvolvimento das relações de ensino aprendizagem em dança.

Com o intuito de produzir um material que possa colaborar com o treinamento postural relacionado ao equilíbrio no balé, em Bruyneel et al. (2010), foram analisadas as estratégias de equilíbrio de bailarinos de diferentes faixas etárias sob a condição unipodal (sujeito as instabilidades) e sem visão, através de uma placa de força que buscava checar os ajustes posturais nas dimensões ântero-posterior, mediolateral e vertical. A regulação da posição corporal envolve três elementos principais; sistema vestibular, visual e somatoproprioceptivo, de acordo com o estudo os principais fatores que influenciam nas estratégias de equilíbrio, são os fatores idade (devido a experiência motora e maturidade), e também mostrou uma forte dependência visual devido ao alto estímulo e ingestão informações visuais em detrimento da propriocepção.

Em contrapartida, o artigo Goloomer et al. (1999), ao analisar o grau de dependência visual de especialistas e não especialistas do sexo masculino através de dois experimentos, a análise de equilíbrio dinâmico por uma plataforma e um teste rod and frame (RFT). Os bailarinos também obtiveram melhor desempenho e controle postural, contudo, mostraram menor grau de dependência visual, então sugerem que o treinamento em dança altera a dominância visual para a propriocepção.

Outro estudo com foco em balé clássico (THULLIER; MOUFTI, 2004), chama a atenção para o problema de redundância multiarticular na modalidade, (que envolve as exigências do domínio de diversos graus de liberdade mecânicos) analisa a coordenação multiarticular do movimento “rond de jambé” de bailarinos e ginastas não experientes através de um analisador de movimento 3D. Os resultados mostram que os níveis de estabilidade

postural são semelhantes entre os dois grupos, porém as bailarinas obtiveram maior êxito na forma e orientação elíptica dos pés, de forma a mover de forma mais sincronizada e com menos amplitude as articulações dos membros inferiores. Isso sugere que a coordenação multiarticular no sentido de aprendizagem pode ser dividida em dois grupos, variáveis controladas e não controladas, sugerindo especificamente o que é essencial ou não na ação. Indicando que tais variáveis podem ser propriedades emergentes do comportamento neuromuscular.

Há também abordagens interdisciplinares que buscam inovar em métodos de ensino-aprendizagem em dança e aprimoramento técnico, através de ferramentas tecnológicas. Como o projeto WhoLoDance (CISNEROS et al., 2019), que ainda está em desenvolvimento, o artigo apresentado explora materiais da educação, neurociências e tecnologia para determinar sua base. O principal objetivo do projeto é compreender e explorar como o corpo dançante interage com avatares virtuais e interage com ambientes virtuais. Destacam a correlação entre neurônios espelho e o fenômeno de arrastamento, entre a ativação neural durante a observação imaginação e execução de uma ação, que é essencial no processo de aprendizagem através do conhecimento tácito do bailarino.

Contudo afim de romper com as práticas convencionais de se ensinar dança, o projeto fornece formas de instigar a autonomia e a criatividade do professor e do aluno, através da atenção e maior perspectiva técnica e criativa. Para isso fornece 5 ferramentas principais; um banco de dados contendo uma biblioteca de movimentos de dança contemporânea, ballet, flamenco e dança folclórica grega, nela os usuários podem navegar imersos nos movimentos pesquisar performances e fazer anotações; ferramenta de busca por similaridades; coreomorfia, a qual o bailarino veste um traje e visualiza seu avatar numa tela em 3D; ferramenta de combinação de movimentos; ferramenta de segmentação de movimentos. Suas possibilidades são diversas, o autor espera que o projeto se espalhe e alcance inúmeras escolas e companhias.

4.3 Ritmo e o fenômeno de arrastamento

Para todo e qualquer contexto da dança é fundamental desenvolver a concepção de ritmo, pois se trata de uma atividade sensório motora que correlaciona padrões espaciais, estímulos externos e coordenação do corpo com o ritmo. Dentro das neurociências há investigações de como o cérebro processa o ritmo, uma das principais concepções que ajudam a compreender esses processos é o arrastamento, que descreve como determinados sistemas rítmicos em interação se estabilizam (WATERHOUSE; WATTS; BLÄSING, 2014).

Como em Brown et al (2006), o artigo descreve como o fenômeno do arrastamento, a métrica e o movimento padronizado é organizado a nível sistêmico, a fim de investigar se os processos neurais em ações complexas como a dança são os mesmos que realizam movimentos simples. Ao comparar a tomografia de movimentos de dança com e sem música de dançarinos, o estudo revela que áreas cerebrais ativadas para a dança também são ativadas para atividades sensorio motoras elementares. Também pontua e descreve as principais estruturas envolvidas no arrastamento audiomotor, métrica e padrão de movimento. Fornecendo uma base sólida para estudos mais específicos da área de comportamentos criativos.

Em complemento ao estudo descrito anteriormente em Waterhouse et al. (2014) há uma interessante discussão de como a teoria do arrastamento pode ser aplicável em práticas complexas como a dança. Na pesquisa interdisciplinar que reúne neurocientistas profissionais de dança e da música, o autor levanta algumas questões, mas toma como foco de pesquisa a seguinte, como os dançarinos criam e desenvolvem o arrastamento na performance? Para o estudo de caso, foi definido como material de base a coreografia de alto nível “*Duo*” criada por William Forsyth para a companhia *Ballett Frankfurt*.

Os autores de Waterhouse et al. (2014) discutiram os pontos primordiais para o arrastamento na coreografia e colocaram dois grupos de bailarinos para dança-la em 3 condições, com partitura, sem som e com trilha sonora. Em seguida estabeleceram 4 segmentos da coreografia para ser base da discussão com os bailarinos; o que dançam todos juntos os mesmos passos; o que dançam juntos passos diferentes; quando há pausas e movimentos intercalados; quando há pausas simultâneas. Foram dispostas discussões de como os bailarinos sentiam e assimilavam as dicas perante os momentos segmentados em “*Duo*”. As discussões demonstraram que os feedbacks específicos foram essenciais para a performance, o arrastamento na dança não se dá necessariamente na presença de música ou “pulso”, na dança contemporânea a sincronia dos bailarinos não toma como essencial somente movimentos relativamente similares, e sim, elasticidade coordenativa a partir de um estado sinérgico.

Outra demanda necessária para a dança, é como aprimorar o grau de correspondência e movimentos de dança com os elementos de ritmo musical. O estudo Jiang et al. (2022) analisa os dados de propriedades rítmicas e musicais individualmente, através de um modelo computacional de correspondência de movimentos de dança e características de ritmo aliada a estratégia de ajuste postural para responder essa temática. O modelo tem determinada base de dados de movimentos de dança e a partir dele sintetiza a sequência de ação que melhor corresponde à música de entrada, é introduzido um processo de planejamento dinâmico

baseado em restrições. Tem uma taxa de precisão significativa de 95,1%. Pode ser utilizado por profissionais da dança para otimizar processos coreográficos.

5 DISCUSSÃO

Considerando a dança como uma prática corporal complexa, performática, que exige diversas capacidades físicas e coordenativo-motoras simultâneas independente da modalidade, nível ou intenção, as neurociências se mostram fundamentais para sua compreensão, pois o sistema nervoso prepara, gera e coordena os movimentos. As principais discussões dentro dessa associação, envolvem as redes de observação de ação, essenciais para assimilar e compreender as dimensões de consciência corporal para reproduzir um movimento, bem como a rede de neurônios espelho, que tem papel fundamental na aprendizagem e interpretação.

Além disso, há pesquisas focadas no aprendizado que buscam compreender os atalhos que os dançarinos desenvolvem para executar uma coreografia, para corrigir a postura e executar passos complexos. Ademais, há trabalhos que se aprofundam em como o cérebro processa as ações rítmicas na dança, abordando a teoria do arrastamento. Contudo, tal relação interdisciplinar é pouco aplicada na prática. A seguir foram pontuados assuntos importantes nesse meio e discutir suas possíveis aplicabilidades.

De modo geral, a prática de dança necessita de vários processos cerebrais para ser realmente incorporada, os processos neuro cognitivos responsáveis por promover o desenvolvimento de estratégias e atalhos para compreensão do movimento estão despertando progressivamente o interesse dos pesquisadores. Por exemplo, para absorver coreografias complexas rapidamente, que incluem detalhes de dinâmica de movimento, expressividade e conectividade entre os passos propostos pelo professor(a)/coreografo(a), é necessário o ato de observar e assimilar a demonstração verbal ou física, identificar o que é crucial para execução correta e reproduzir. As descobertas referentes a imagética corporal apresentadas demonstram um ponto em comum, que a observação de uma certa ação familiar leva a uma ativação de regiões cerebrais que também estão envolvidas na sua execução, e que, há uma estreita relação entre os substratos de ação e a concretização física (AMORUSO et al., 2014; CROSS et al., 2006; HENLEY, 2014; ORLANDI et al., 2017).

Isto ressalta, sobre a importância de saber o que é conscientemente percebido pelo especialista, o que chama a atenção para refletir o que é essencial no aprendizado, a partir disso, pode se pensar em como identificar melhor quais as dificuldades físicas e interpretativas predominantes dos alunos, para então isolar tal dificuldade, desenvolvê-la e alcançar maior qualidade. Por exemplo sabe-se que, possivelmente, o bailarino utiliza como referência principalmente o elemento espaço para aprender uma coreografia (HENLEY, 2014), pode-se presumir que seria eficiente introduzir exercícios de consciência corporal relacionado ao

deslocamento, espaço e lateralidade, e também, incluir mais orientação verbal relacionada ao mesmo, antes de aprender uma coreografia.

Nesse sentido, compreender os graus de liberdade mecânica dentro da dança é primordial tanto para as relações de ensino aprendizagem do aluno, quanto para o desempenho profissional, pois ela quem determina as habilidades que serão propriamente desenvolvidas; está associada a capacidade do sistema nervoso em resolver problemas mecânicos impostos na tarefa, no ambiente e no próprio corpo do aluno. Em Thuiler et al. (2004), ao analisar a relação de forças para realizar o movimento “round de jambé” pertencente ao ballet clássico, entre especialistas e não especialistas percebeu-se que os especialistas, além de realizar o movimento de forma mais fluida, teve uma rotação com menor amplitude. Isso oferece material para uma melhor orientação verbal.

Artigos similares abordam o que é determinante para o controle postural na dança como em Golomer et al. (1999) e Bruyneel et al. (2010), ambos destacam os sistemas vestibular, visual e proprioceptivo como determinantes na estratégia de equilíbrio, contudo em Bruyneel et al. (2010) determinam quanto preeminente o sistema visual é, já em Golomer et al. (1999) o proprioceptivo. Acredita-se que as diferenças ocorram devido a diferença de aplicação de métodos, e também, o fato de que o primeiro citado utiliza especialistas e não especialistas e o segundo utiliza somente especialistas com diferentes faixas etárias. Golomer et al. (1999) também aborda que a idade é um fator determinante para o controle postural, bailarinos mais jovens tem dificuldade em manter-se em equilíbrio com os olhos fechados, por isso aplicar exercícios voltados para a propriocepção com os olhos fechados no início das aulas e durante exercícios de piruetas, são eficientes para melhora do equilíbrio em diferentes situações. Ambos os estudos podem contribuir para prevenção de lesões a partir de quedas devido ao equilíbrio insatisfatório, tanto em alto rendimento quanto em escolas de dança.

Há também estudos que mostram perspectivas de como recorrer ao meio tecnológico para o desenvolvimento da dança, por meio de inteligência artificial e avatares. Em Cisneros et al. (2019), apresentam o projeto WhoLoDance, um ambiente virtual que explora como o corpo dançante responde a dinâmica de avatares, o projeto conta com uma web interface para armazenagem de movimentos, registro de movimentos do bailarino em improvisação e execução de coreografias a partir de sensores que coletam dados básicos do movimento. Considerando que os bailarinos desenvolvem os acoplamentos funcionais de eMNS, como uma assinatura neural única, (YANG et al., 2023), observar como o próprio corpo está se movendo em terceira pessoa em um ambiente imersivo, com modos alternativos de visualização, tem

amplo potencial para explorar a autonomia do aluno e produzir conhecimentos técnicos físicos e criativos.

Jiang et al. (2022) destaca a importância da compreensão do ritmo e sua correspondência com o movimento, desenvolver o ritmo é um desafio recorrente na dança, para facilitar o processo, o autor desenvolveu um sistema de inteligência computacional que possui uma base de dados de movimentos de dança e, a partir dele, sintetiza a sequência de ação que melhor corresponde à música de entrada, ainda, é introduzido um processo de planejamento dinâmico baseado em restrições, além de auxiliar coreógrafos na produção de coreografias, o modelo ainda pode ser ferramenta para bailarinos amadores e profissionais assimilarem melhor as dinâmicas do movimento com relação a velocidade, agilidade e fluência conforme a música, o que é essencial para o refinamento de movimento e performance artística.

Outros estudos que abordam sobre o ritmo evidenciam sobre a teoria do arrastamento, que descrevem os sistemas rítmicos em interação, Brown et al. (2006), por exemplo, traz uma visão em nível sistêmico das bases neurais que são envolvidas no controle voluntário de movimentos métricos, a partir disso, se têm brechas para explorar o processo criativo e melhorar a sincronia de movimentos com a música. Tal exploração é evidente em Waterhouse et al(2014), que em colaboração com William Forsythe's, coreógrafo de alto nível, analisou o fenômeno do arrastamento a partir de uma perspectiva estética refinada, em sua coreografia "Duo", essa análise contribuiu para a segmentação da coreografia baseada na coordenação espaço temporal entre dois bailarinos. Assim, conseguiram desenvolver uma forma de otimizar as orientações passadas para os bailarinos.

Algumas problemáticas são recorrentes no meio prático da dança, escolas as quais os professores tem formação em determinada modalidade, contudo passa seus conhecimentos sem o embasamento teórico adequado, utilizando somente a experiência que teve como aluno de dança, isso pode resultar na má formação da memória muscular gerando vícios de movimento que dificultam o aprendizado, geram lesões e o desempenho do aluno bailarino. Ocorre também a dificuldade em identificar as dificuldades dos alunos em seus diferentes graus de liberdade mecânicos. Além disso, no mundo contemporâneo, o processo criativo inovador é cada vez mais desafiador. Os estudos apresentados têm potencial para auxiliar no desenvolvimento da dança nessas problemáticas específicas.

6 CONCLUSÃO

Visto que o sistema nervoso gera, coordena os movimentos, é certo dizer que compreender as bases biopsíquicas têm papel fundamental no desenvolvimento da dança. Por isso a presente revisão teve o objetivo de sintetizar evidências científicas envolvendo a dança e as neurociências e discutir as possíveis contribuições para o desenvolvimento da dança. Os artigos encontrados tem como principais temáticas as redes de observação de ação, que buscam compreender como a mente interpreta as informações visuais para sua execução, bem como o sistema de neurônios espelho e a experiência visomotora. Também abordam questões diretamente relacionadas ao aprendizado, e buscam compreender a plasticidade induzida pela prática e dança e como são esses atalhos para correção postural, assimilação de correções e aquisição de habilidades específicas. E também, sobre o ritmo e a teoria do arrastamento, que compreendem as ações motoras em sintonia com uma batida musical.

Os achados mostram potencial para o aprimoramento de técnicas para habilidades específicas em ambientes diversos onde a dança é aplicada, como companhias e escolas de dança. Como por exemplo, orientações mais certeiras dentro de sala de aula, facilitar processos criativos e desenvolver um treinamento neuromotor eficiente para determinadas habilidades. As pesquisas apresentadas demonstram uma grande importância do ramo interdisciplinar, estudos que envolveram profissionais da dança, das neurociências e da música, obtiveram maior sucesso prático.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AMORUSO, L. et al. Time to Tango: Expertise and contextual anticipation during action observation. **Neuroimage**, v. 98, p. 366–385, 2014.
- BROWN, S.; MARTINEZ, M. J.; PARSONS, L. M. The neural basis of human dance. **Cerebral Cortex**, v. 16, n. 8, p. 1157–1167, ago. 2006.
- BRUYNEEL, A. V. et al. Organization of postural equilibrium in several planes in ballet dancers. **Neuroscience Letters**, v. 485, n. 3, p. 228–232, 26 nov. 2010.
- CISNEROS, R. E. et al. WhoLoDancE: digital tools and the dance learning environment. **Research in Dance Education**, v. 20, n. 1, p. 54–72, 2 jan. 2019.
- CROSS, E. S.; HAMILTON, A. F. DE C.; GRAFTON, S. T. Building a motor simulation de novo: Observation of dance by dancers. **Neuroimage**, v. 31, n. 3, p. 1257–1267, 1 jul. 2006.
- GOLOMER, E. et al. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. **Neuroscience Letters**, v. 267, n. 3, p. 189-192, 1999.
- HENLEY, M. K. Is perception of a dance phrase affected by physical movement training and experience? **Research in Dance Education**, v. 15, n. 1, p. 71–82, jan. 2014.
- JIANG, D. Matching Model of Dance Movements and Music Rhythm Features Using Human Posture Estimation. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2022, 2022.
- ORLANDI, A.; ZANI, A.; PROVERBIO, A. M. Dance expertise modulates visual sensitivity to complex biological movements. **Neuropsychologia**, v. 104, p. 168–181, 1 set. 2017.
- THULLIER, F.; MOUFTI, H. Multi-joint coordination in ballet dancers. **Neuroscience Letters**, v. 369, n. 1, p. 80–84, 7 out. 2004.
- WATERHOUSE, E.; WATTS, R.; BLÄSING, B. E. Doing Duo – A case study of entrainment in William Forsythe’s choreography “Duo”. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, n. OCT, 21 out. 2014.
- YANG, C. J. et al. Trait representation of embodied cognition in dancers pivoting on the extended mirror neuron system: a resting-state fMRI study. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 17, 2023.