

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

**ENSINO DA FÍSICA NA DANÇA -
POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**

THAYANE BEZERRA DA SILVA.

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos.

Rio Claro (SP)

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

THAYANE BEZERRA DA SILVA

ENSINO DA FÍSICA NA DANÇA -
POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Licenciada em Física.

Referente ao ano letivo de 2021 que foi prolongado devido a pandemia da COVID-19

Rio Claro - SP

2022

S586e Silva, Thayane Bezerra da
Ensino de Física na Dança : Possibilidades para a
educação básica / Thayane Bezerra da Silva. -- Rio
Claro, 2022
69 p.
Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura -
Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Eugenio Maria de França Ramos
1. Dança. 2. Física. 3. Educação básica. 4. Ensino
de física. I. Título.

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

THAYANE BEZERRA DA SILVA

ENSINO DA FÍSICA NA DANÇA -
POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Referente ao ano letivo de 2021 que foi prolongado devido a pandemia da COVID-19

Comissão Examinadora

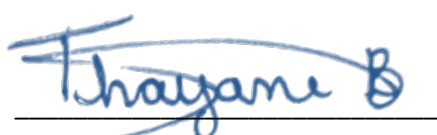
Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos (Orientador)

Profa. Ms. Sarah Monteath dos Santos

Profa. Ms. Bárbara Pinto Carneiro

Profa. Dra. Ana Laura Curcio

Rio Claro, 10 de fevereiro de 2022.



Assinatura do aluno



Assinatura do orientador

RESUMO

No mundo da dança nos deparamos com movimentos fascinantes, que quando bem executados levam o bailarino a altos níveis de *performance*. Embora a física esteja presente em todos os passos e ser a responsável por praticamente toda a técnica, pouco se fala nesse assunto, tanto entre artistas da dança quanto aos estudantes de física. Buscando resolver problemas como a desmotivação para estudar física, discutimos uma possibilidade de desenvolvimento criativo, com um melhor aproveitamento dessa área artística na educação básica, particularmente a dança. A inclusão da dança no ensino da física é o foco desse estudo, analisando como possibilidades a dança contemporânea, a dança-teatro e o ballet clássico, por meio de atividades em que o estudante possa ter percepções diretas e seja possível relacionar o meio artístico com a física a seu redor.

Palavras-chave: Física. Dança. Ensino de Física. Educação Básica.

ABSTRACT

In dance's world, we always come across fascinating movements, which when well executed take the dancer to high levels of performance. Although Physics is present in all the steps of dance and is responsible for practically all the technique, little is said about this subject, both among dance artists and the public that studies physics. For a better use of this artistic area within basic education and seeking to solve problems such as the lack of motivation to learn physics, we find here a possibility for creative development, with a better use of this artistic area in basic education, particularly dance. Including dance in physics teaching is the focus of our study, analyzing contemporary dance, dance-theater and classical ballet as possibilities, through activities in which the student can have direct perceptions and it is possible to relate the artistic environment with the physics around him.

Keywords: Physics. Dance. Physics Teaching. Basic Education.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
3 METODOLOGIA.....	10
4 CIÊNCIA E DANÇA EM PERSPECTIVA	11
4.1 <i>Um aspecto histórico e cultural da dança</i>	12
4.2 <i>A dança</i>	14
4.3 <i>A arte no ambiente escolar</i>	17
5 FÍSICA E DANÇA.....	20
5.1 <i>Os conceitos básicos de mecânica</i>	21
5.2 <i>A dança contemporânea</i>	27
5.3 <i>A Dança - Teatro</i>	30
5.4 <i>Ballet Clássico</i>	31
6 Conclusão	35
7 Referências	37
Apêndice A – Física na Dança: Ballet	39
Apêndice B – Física na Dança: Dança de rua e sapateado.....	48
Apêndice C – Física e Dança: Dança Contemporânea.....	59

1 INTRODUÇÃO

Quando nos deparamos com o mundo das artes, em particular a dança, é possível observar que a física está presente em vários aspectos, como descrever os passos dos artistas por meio das formas de movimento que essa arte proporciona.

No *ballet* clássico, a física está presente a todo momento, quando a bailarina executa giros, saltos e os famosos *balances*, que são situações como o equilíbrio ou a conservação do momento angular. Para o melhor desempenho desses movimentos é necessário entender quais fatores influenciam no comportamento de cada passo.

Um exemplo da análise física no *ballet* clássico é a dinâmica dos *fouettés*. *Fouetté* é o nome dado para um passo onde a bailarina executa uma sequência de piruetas sem parar. A bailarina inicia o movimento impulsionando o giro com o pé para gerar um torque, os braços se abrem para ajudá-la a manter o equilíbrio, quando os braços se fecham a bailarina consegue aumentar seus giros devido a diminuição do momento de inércia e, conseqüentemente, o aumento da velocidade angular. A bailarina consegue manter-se girando por diversas vezes fazendo uma pequena pausa de frente para a plateia, onde desce da ponta em frações de segundos, logo em seguida sobe novamente empurrando contra o chão para gerar um novo torque e prosseguir o movimento.

O uso de análises de física como essa é muito interessante não só para o desenvolvimento do bailarino, mas também poderia ser enriquecedor para o ensino de física nos níveis básicos, assim como propomos em nosso foco de pesquisa.

Um grave problema da escola é a compartimentalização dos conhecimentos em disciplinas, promovendo desvinculação entre as disciplinas, tornando-as limitadas apenas para sua própria área de conhecimento e excluindo possibilidades interdisciplinares. Integrar a arte da dança com a física do movimento pode ser um caminho que leve à quebra uma dessas barreiras, promovendo outra possibilidade para o ensino da física.

O ensino da física pode ser mais eficaz para o aluno, caso este consiga associar o que está aprendendo com referências visuais e familiares. A dança é um ótimo exemplo dessa aplicação, pois envolve uma área que pode facilmente ser

explorada pelo aluno, fazendo-o se relacionar com o meio artístico e ampliar sua visão para a física existente ao seu redor.

A interdisciplinaridade com aspectos próximos do aprendiz entre áreas de conhecimento (MENEZES, 1990) são possíveis de serem feitas, não somente observando, mas em nosso entendimento também praticando. O *ballet* clássico é uma possibilidade, pois observar os saltos e os giros sobre ali estão elementos da física desses movimentos. Na chamada dança contemporânea essa possibilidade se amplia porque é fácil sua aplicação, para que os alunos desenvolvam noções espaciais, de força, de alavanca, de pressão, de centro de gravidade, de atrito, entre outros.

Na relação entre a Ciência e a Dança há uma conexão profunda a qual raramente é explorada, mas poderia ser, em que o resultado seria o benefício para a formação dos estudantes uma vez que serão trabalhadas questões culturais e questões didáticas. Assim, existe a possibilidade de gerar uma nova visão de mundo em que a física se faz ainda mais presente, criando novas formas de sentir, pensar e fazer coisas que possibilitem o desenvolvimento de novas estratégias de ensino e aprendizagem, para refletir sobre essas relações.

Incluir a dança no ensino da física é o foco de nosso estudo, procurando entender como essa inclusão pode ser feita, de maneira a sugerir observações e experiências didáticas que possam ser exploradas pelo estudante, procurando relacionar o meio artístico e ampliar sua visão para a física existente ao seu redor. Analisamos neste trabalho algumas possibilidades para a aproximação entre o ensino de física e a dança.

A pesquisa pretende discutir a seguinte questão de pesquisa: Como as Artes, particularmente a Dança, pode ampliar as possibilidades para o Ensino de Física na Educação Básica?

2 OBJETIVOS

Com o presente projeto de trabalho de conclusão de curso pretendeu-se:

- 1) Caracterizar aspectos relevantes da Dança que possam ser explorados em atividades de Ensino de Física na Educação Básica
- 2) Coletar materiais e realizar pesquisas bibliográficas complementares para identificar:
 - a) Características que possam relacionar Dança e Física;
 - b) Experimentos didáticos em atividades de Ensino de Física;
 - c) Analisar suas características pedagógicas.
- 3) No âmbito da temática *Dança e Ensino de Física*, definir um tópico para estudo conceitual de Física e desenvolvimento de proposta de intervenção didática com atividades experimentais;

Nossa pesquisa se baseia na integração entre a Física e a Dança como forma de ampliar e de propor possibilidades de estudos alternativos para a educação básica.

O estudo está direcionado na escolha de 3 modalidades de dança, a dança teatro, a dança contemporânea e o ballet clássico, que serão utilizadas de forma exploratória para intervenções didáticas.

3 METODOLOGIA

Para Hurwitz e Sholz (1994), o método qualitativo é usado para procurar aspectos das dimensões estética, pessoal e política e social de experiências artísticas que são inacessíveis ou tidas como certas; através dos caminhos oferecidos por este método, a compreensão dos fenômenos físicos em torno do artístico se torna possível.

Uma das muitas reflexões sólidas sobre a educação nos últimos anos é que uma educação de qualidade vai muito além do desenvolvimento de habilidades de leitura, escrita e pensamento linearmente.

O estudo proposto se caracteriza como qualitativo e exploratório (LÜDKE; ANDRÉ, 2013), tendo como procedimento de coleta de dados a pesquisa documental (GONSALVES, 2007).

Neste sentido, a metodologia envolve pesquisas de projetos, análises de vídeos e abordagens já desenvolvidas sobre física e dança. A partir desse estudo, possibilidades de integração entre dança e física foram exploradas.

4 CIÊNCIA E DANÇA EM PERSPECTIVA

É senso comum a distinção entre Ciência e Dança, conceito difundido em todos os campos do conhecimento humano, inclusive na educação. Tal distinção contribui para diversos problemas como o preconceito, a não inclusão e a segregação em áreas específicas, procurando não gerar vínculos. Como se não fosse necessário, com a ciência, o uso das emoções e, da personalidade, o uso da mente e da razão.

Nas palavras de Pujol (2002), a Ciência fornece inspiração, que realça o senso de beleza e arte, e a arte fornece as ferramentas certas para se adequar às ideias propostas pela Ciência.

O cientista inglês C. P. Snow (1905-1980) argumentou que a distinção entre as duas culturas, a Ciência e as Artes, dificultava a busca de uma solução para os grandes males que assolavam a humanidade. Por estes motivos, a união teatro e dança, são bem-vindas e justificadas, pois permitem o diálogo, ou a ponte, entre as duas esferas do conhecimento. Também é importante incluir a atividade física, o movimento nas aulas de física para reverter a percepção de que só é necessário usar a mente nesta Ciência.

Na intervenção artística, o corpo pensa em lugar, tempo, sensibilidade e emoções, e o pensamento se expande porque se torna um ato consciente e não apenas um processo racional e lógico.

Nesse sentido, algumas ideias sobre os instrumentos de dança na física levantam uma série de questionamentos que são respondidos pela área da física mecânica. Portanto, compreender alguns conceitos nesta área contribui para uma série de fatores técnicos, como desenvolvimento do pensar a física com outras abordagens, estrutura corporal, habilidades de movimento, entendimento do movimento baseada no corpo e seus conceitos mecânicos, entendimento dos conceitos de energia, torque¹, equilíbrio, peso, entre outros relacionados com a física.

Nesse desenvolvimento, inicialmente a proposta de interdisciplinaridade entre e arte e física foi direcionada para o ensino médio, mas poderia ser explorada durante

¹ O termo torque refere-se ao movimento de rotação de um corpo quando há a aplicação de uma determinada força sobre ele.

as séries iniciais através de conceitos não tão complicados e presentes no cotidiano dos alunos.

Pensando no projeto interdisciplinar e no público alvo voltado para o ensino médio, é importante citar que existe uma grande cobrança da interdisciplinaridade em provas de vestibulares, porém, apesar de existir uma busca muito grande na conexão entre disciplinas por parte da escola, falta essa exploração dentro da mesma por fatores diversos. A dança pode ser uma porta de entrada para a ampliação interdisciplinar na educação básica e essa proposta pode trazer benefícios de diversas formas.

4.1 Um aspecto histórico e cultural da dança

Laban já afirmava

É essencial àqueles que estudam o movimento no palco cultivarem a faculdade de observação, o que é de muito mais fácil consecução do que geralmente se acredita. Os atores, bailarinos e professores de dança usualmente possuem tal capacidade como dom natural, a qual, no entanto, pode ser refinada a tal ponto que se torne inestimável para os objetivos da representação artística. É obvio que o procedimento do artista ao observar e analisar o movimento e depois ao aplicar seu conhecimento difere em vários aspectos do procedimento do cientista. Mas é muitíssimo desejável que se dê uma síntese das observações artística e científica do movimento já que, de outro modo, a pesquisa sobre o movimento do artista tende a especializar-se tanto numa só direção quanto a do cientista em outra. Somente quando o cientista aprender com o artista o modo de adquirir a necessária sensibilidade para o significado do movimento, e quando o artista aprender com o cientista como organizar sua própria percepção visionária do significado interno no movimento, é que haverá condições de ser criado um todo equilibrado. (Laban, 1978, p. 154)

Antes da história escrita, o homem utilizava a comunicação verbal para comunicar, preservar e disseminar seu conhecimento, possibilitando sua divulgação a outras pessoas em sua vida pública e proporcionando eventos e demonstrações de certeza histórica. Antes mesmo da comunicação verbal, os seres humanos organizavam gestos e ações que permitiam a comunicação e, mais frequentemente, a repetição de informações a partir da inteligência ou da experiência humana. (BURKE, 1992).

É baseada na história que as coisas tomam grandes proporções, se as histórias não são difundidas, não há como perpetuar a real importância do saber que o objeto pode proporcionar. Analisando as histórias é possível ver como a evolução da dança

nos traz possibilidades fora da curva, de uma forma mais técnica, desde as danças de corte até as danças modernas.

A dança cênica tem início nas cortes europeias, com o fim da idade média e surgimento dos primeiros estados soberanos. Nessa época, a dança servia para entretenimento e não havia distinção entre os praticantes e o público, até o ponto em que começou a surgir interesses pelo conhecimento da dança. A partir desses novos interesses, a dança deixou de ser recreativa e passa a servir como um conhecimento técnico que requer treinos e repetições.

Dentro dessa nova estrutura, surgem os famosos *ballets* de corte, onde a dança passa a ser considerada junto com outras formas artísticas, com narrativas, eventos, ações dramáticas e espetáculos teatrais. O primeiro *ballet* com esse gênero foi o *Ballet Comique de la Reine* (1581), onde os elementos usados eram: Dança, enredo, música, cenários e figurinos. (ROCHELLE, 2014)

Com a evolução do gênero e a especialização técnica da dança, surgiram as primeiras escolas, nas quais foram divididas de acordo com as suas épocas e momentos, sem seguir uma linha do tempo linear de acontecimentos. Dentre elas estão A Escola Clássica, Escola Romântica, Escola Acadêmica e Escola Neoclássica, cada uma com suas histórias e características.

A Escola clássica, ficou conhecida por dar início aos *Ballets D Action* (*Ballets* de atos), com foco na dança, mas com ações cênicas. O período da Escola Romântica, ficou marcado pela sistematização do *ballet*, todos os passos que conhecemos hoje foram classificados nessa era.

Em um processo de europeização na Rússia (1689), o *ballet* foi importado da França com a intenção de ensinar etiqueta a corte e com o apoio do czar, a dança foi introduzida no ensino, fazendo parte da educação dos militares e servos. Eis que surge a Escola Acadêmica (1892), marcada por um dos coreógrafos mais renomados da história, Marius Petipa, que estreou obras com Dom Quixote, O Lago dos Cisnes, O Quebra Nozes e a Bela Adormecida. Já a Escola Neoclássica, ficou marcada por suas fortes expressões, tirando um pouco o foco dos passos difíceis.

Após esse processo de expansão da dança, em específico, a dança clássica, surgiu uma oposição, que ficou conhecida como Geração Moderna. A partir desse momento, as amarras do *ballet* clássico foram desfeitas e dança passou a explorar a

corpo de forma mais livre, evoluindo desde a dança moderna, até a dança contemporânea, que é mais conhecida hoje.

A dança contemporânea é um ato de expressão livre, em sua composição é possível utilizar métodos do *ballet* clássico, jazz dance, danças de salão, hip hop, entre outros. Devido a essa liberdade, fica muito mais fácil explorar o corpo de diversas formas, inclusive, facilita muito a exploração da dança para quem não é praticante, podendo ser aplicada com grande potencial no ensino escolar.

4.2 A dança

A dança é um lugar de conhecimento, com características próprias. Mas, mesmo com seu campo de atuação, a dança é uma combinação de saberes. Abrange aspectos da história, cultura, história contemporânea, poesia e política. A dança pode trazer questões sobre o meio ambiente ou a cidade, sonhos, arte e muito mais.

Além de suas questões técnicas, a Dança proporciona um lugar de conhecimento que sensibiliza e promove a sabedoria criativa. Esses fatores são importantes na formação do ser humano e estão muito focados em compartilhar a diversidade. A arte trata do completo, de tudo que pode ser representado sem limitações, alcançando muitas possibilidades de integração, aprendizados e socialização.

Dançar não é apenas uma forma de movimento. É uma questão de visão, conceito, atitude. Desse modo, os princípios da arte e do ensino se complementam e dão sentido ao seu objetivo geral na educação, que além de permitir quebrar barreiras de preconceitos e ser um fator contribuinte para o desenvolvimento de nossas artes e cultura, também proporciona uma exploração na produção do conhecimento, podendo ser integrada em praticamente todas as disciplinas.

Portanto, dançar é produção de conhecimento. O processo de criação de um produto de dança é muito importante, pois nele temos a produção de informações. Ou seja, são criados questionamentos, resolvidos e discutidos o que é necessário fazer, explicados e analisados. É possível selecionar um tema que pode ser diverso, como a física quântica ou calorimetria. Tudo isso através da dança.

Na construção da dança-teatro, por exemplo, é levantada uma forma de ver o mundo, a base é a produz informação de forma criativa com foco em alcançar diversos

públicos. Quando se escolhe a ação e a informação que deseja ser passada, faz mais sentido para quem observa. Isso não quer dizer que tudo que é colocado na dança possa ser utilizado como fonte de informação, é necessário realmente entender o assunto que precisa ser passado e estudar as possibilidades dessa aplicação. Um pouco mais adiante veremos como essa construção teatral é tão enriquecedora para a educação básica.

Um questionamento muito comum quando se trata de dança é se realmente ela é para todos, afinal, uma proposta de ensino precisa atender um público que não dança profissionalmente. Valerie Preston-Dunlop (2006) cita uma referência a quatro elementos-chave, conectados, formando uma dança, seja ela qual for: movimento, espaço, som e corpo, essas são as bases, assim todos dançam (dançarinos profissionais, não profissionais, crianças, jovens, adultos, idosos), expandindo ainda mais as possibilidades.

Pensando em uma construção e em uma sistematização da dança com a física para uma exploração maior da integração entre física e dança para os alunos do ensino médio, que é o foco do estudo, é necessário citar que aplicações envolvendo ciências exatas, já foram feitas para bailarinos, não envolvendo equações e cálculos, mas sim representações geométricas a partir de movimentos simples e cotidianos.

Rudolf Laban (1879 – 1958) em sua observação do movimento humano, resultado de anos de pesquisa, procurou integrar princípios gerais do movimento, sem criar nenhuma relação espacial com a física de forma consciente, mas fazendo um estudo muito importante para as análises de movimentos. Laban viu essas características comuns do cotidiano em ação, ou seja, características comuns em qualquer movimento como andar, correr, abaixar etc.

Rudolf Von Laban incorpora quatro elementos de movimento, como fluência, espaço, peso e tempo. Esses elementos formam qualquer movimento com maior ou menor grau de expressão. Todo mundo tem uma maneira de lidar com o espaço, o ritmo ao falar ou caminhar (tempo), a intensidade ao pegar objetos ou pessoas (peso) e como parar ou liberar o movimento, ou seja, de lidar com sua própria movimentação.



Figura 1 - Laban - Estudo do movimento
 Fonte: Site arte.seed, Elementos Estruturantes da Dança
 [s.d.]

Laban também realizou um estudo profundo espacial, onde o bailarino conseguia aplicar em alta consciência a movimentação pensando nas figuras geométricas. Suas observações baseiam-se nas figuras geométricas como suporte do ator-bailarino. Essa representação é chamada de *kinesfera* (figura 1). Sua proposta é desenvolver uma escala dimensional, usando o corpo como centro e utilizando a relação entre altura, largura e comprimento das figuras geométricas, como o tetraedro, o cubo, o octaedro, o

dodecaedro e o icosaedro; todas essas representações geométricas possibilitam e viabilizam a movimentação nos eixos (vertical e horizontal) e nos níveis (alto, médio e baixo). A ideia é possibilitar ações dramáticas e cenas que são realizadas através dos vértices das figuras geométricas, explorando suas diagonais, níveis altos e baixos, frente e atrás, com movimentação lenta ou rápida, circular ou pontual; assim o ator-bailarino amplia seu espaço cênico e realiza sua atuação com organicidade dos gestos.

A compreensão de elementos como esses, fica muito mais fácil para que pessoas que tiveram pouco contato com a dança expandam sua movimentação e criatividade na criação de uma possível coreografia em uma proposta de trabalhando artístico unindo conceitos científicos. Por que não?

A questão é, se Laban em seus estudos conseguiu criar uma formalização na dança que possibilitou a exploração dos movimentos e a criação de um método amplo usando noções espaciais por representações matemáticas, esse conhecimento e essa possibilidade poderia ser ampliada para o ensino básico? Em específico, para o ensino de física?

Todo esse trabalho realizado por Laban é de extrema importância para a dança-teatro e a dança contemporânea, podendo assim, essa sistematização ser utilizada pelos alunos do ensino de médio de forma criativa para facilitar a criação de um projeto interdisciplinar, como por exemplo, envolvendo práticas coreográficas que serão citadas posteriormente.

Essas questões são fundamentais para a motivação de nosso trabalho. É neste sentido que almejamos buscar uma conexão e como abordar a dança como uma ferramenta/método de motivação para ensinar física.

4.3 A arte no ambiente escolar

O surgimento da arte, levou a fases em que o seu desenvolvimento se tornou uma ferramenta necessária para a vida humana. Pode-se ter uma ideia disso, dentro do contexto do que o aluno traz de seu lar para todo o ambiente escolar. As informações sobre arte podem ser usadas não apenas pelo professor, mas também por todas os sistemas educacionais.

Pode-se ter uma compreensão de como a arte tem significado na vida de uma criança de dois a quatro anos de idade, começando a estimular de várias maneiras ao movimento, experimentando uma sensação de liberdade e expressão.

A importância da arte no ensino e na aprendizagem demonstra a potencialidade do professor, com o intuito de potencializar a compreensão e a aprendizagem dos alunos por meio do ensino das artes. Sua finalidade é promover o desenvolvimento artístico e intelectual do aluno, de forma que ele possa expressar seus aprendizados e divulgar esse conhecimento para que o máximo de pessoas tenham entendimentos sobre assuntos importantes de formas mais palpáveis, divertidas e de fácil exploração.

A arte é representação do mundo cultural com significado, imaginação; é interpretação, é conhecimento do mundo; é expressão de sentimentos, da energia interna, da efusão que se expressa, que se manifesta, que se simboliza, é fruição. Ao mesmo tempo, é conhecimento elaborado historicamente, que traz consigo uma visão de mundo, um olhar crítico e sensível, implicado de contexto histórico, cultural, político, social e econômico de cada época. (UJIIE, 2013, p. 11).

Ensinar é o processo de humanização da pessoa, é pelo conhecimento que podemos compreender a história, que foi redesenhada nas artes. A arte é flexível e adaptável, ela direciona o domínio do exterior e do interior da pessoa, pois está ligada

à produção de informações que incluem manifestações e práticas artísticas que incluem ler, produzir, exhibir, criar e construir.

Arte é o conceito de pessoa expressa no mundo, uma visão centrada nos princípios, nos lugares, nos tempos e nos sujeitos. Desse modo, fica claro que as artes devem ser o elo entre os alunos da Educação Básica e a aprendizagem mais desejável nos processos de ensino, seja na comunidade ou na sala de aula.

É oportuno buscar contribuir para o desenvolvimento mental e emocional do aluno, por meio de atividades, e direcionar as práticas de ensino do professor e a formação de profissionais acadêmicos. Dentro dessa perspectiva, podem surgir diversos questionamentos quanto ao uso da arte, o principal, está atrelado ao uso da arte apenas como divertimento, como acontece muitas vezes com a educação física. Portanto, a integração entre o ensino de Arte e Ciências é um tema fecundo nas pesquisas na área da Educação, por isso é importante mapear seus produtos.

As informações de diferentes lugares, como a produção da cultura e da história humanas, têm certa relação ou completude. Embora essa complementaridade entre determinadas áreas seja aparente (por exemplo, Física e Matemática ou Filosofia Humana e Ciências), torna-se ainda mais difícil quando falamos de Arte e Ciência. Tradicionalmente, a Ciência tem sido associada ao conhecimento associado à busca da verdade e às Artes na beleza e apreciação dos sentidos do mundo. Apesar de implicitamente essas ideias estarem conectadas, pouco se estuda sua relação, afetando sua integração científica com o uso da arte.

A integração entre o ensino de Ciências e as Artes vem, segundo Hadzigeorgiou (2016, p. 190), da conquista de ideias positivistas, indutivistas e empíricas no trabalho da ciência. Compreender a Ciência como um processo de diálogo entre membros da sociedade, não como busca de propósito e verdade absoluta, tem implicações importantes para o ensino de Ciências e sua integração com as artes (HADZIGEORGIOU, 2016, p. 185). Esse entendimento proporciona um equilíbrio entre os processos de inovação científica e artística, que, segundo Root-Bernstein (2004), apresentam profundas semelhanças. Esses autores investigam a construção científica e artística de diversos pesquisadores renomados e afirmam que, apesar dos produtos exclusivos de Arte e Ciência, artistas e cientistas compartilham

o mesmo perfil psicológico e linguagem com que descrevem seu trabalho, composto por ferramentas transdisciplinares (DIETRICH, 2004; OSBORNE et al., 2003).

A principal razão para ensinar a integração de arte e ciência é encorajar o pensamento criativo e o pensamento do aluno. Pesquisas de Caiman e Jacobson (2019) sugerem que em crianças as atividades artísticas nas aulas de Ciências contribuem para o desenvolvimento psicológico de temas científicos e aprendizagem estética. Sobre a experiência estética, de acordo com a obra “Arte como experiência” (2010) de Dewey, a proposta discutida gira em torno da ideia em que “a experiência estética não pode ser nitidamente distinguida da intelectual, uma vez que esta última precisa exibir uma chancela estética para ser completa” (DEWEY, 2010, p. 114). Dessa forma, a implementação de atividades interdisciplinares unindo arte e ciências, necessita de uma narrativa com um objetivo geral, fazendo-se necessário um início, meio e fim.

Esta relação entre o saber artístico e científico é a base para analisar a integração do ensino das Ciências e das Artes. Desde 2007, António Francisco Cachapuz, professor da Universidade de Aveiro e investigador sobre a integração do ensino das Artes e Ciências, tem suscitado nas suas discussões, a falta de investigação na área (CACHAPUZ, 2007). É importante ressaltar também que, apesar da escassez de trabalhos de pesquisa sobre o impacto da aprendizagem dos alunos a partir da integração entre o ensino de Artes e Ciências, as evidências disponíveis são muito boas e promissoras (HADZIGEORGIOU, 2016, p. 207). Essa tendência positiva na pesquisa, assim como a escassez de produtos na área, tem levado à busca de respostas sobre como se estruturam dramas nacionais e internacionais sobre o ensino de Ciências e sua integração com a Arte.

5 FÍSICA E DANÇA

Física e dança são obviamente assuntos que parecem muito distintos. No entanto, como já discutimos anteriormente a dança oferece aos professores de física muitas oportunidades de ensinar física de uma forma inspiradora, mostrando como os modelos da física são aplicáveis e como eles apoiam todo o pensamento humano na interpretação de eventos e na construção de teorias.

A física pode ser usada para explicar em termos simples movimentos de dança complexos, como piruetas e saltos artísticos, oferecendo a oportunidade de interpretar e representar processos físicos, por meio de ações dinâmicas.

É possível utilizar um método de ensino baseado nas questões que surgem à medida que os movimentos de dança são considerados, como a dança contemporânea, que possibilita uma amplitude de implantações para o próprio aluno.

A dança, além de seus atributos artísticos, oferece, nesse sentido, as dicas mais interessantes para abordar diferentes áreas da física de formas inspiradoras, mas significativas. Na verdade, envolve os movimentos mais complexos e aparentemente surpreendentes, como a velocidade angular de uma bailarina fazendo uma pirueta ou a 3ª lei de Newton nos saltos vertical horizontal.

Assim, a dança oferece aos professores de física muitas oportunidades para interpretar de uma forma inspiradora, mostrando como os modelos da física são construídos e como eles apoiam todo o pensamento humano na interpretação de eventos e ideias construtiva. Além disso, permite criar relacionamentos significativos com outros campos da ciência, como matemática e biologia, ou com outros campos, como humanidades, artes e educação física.

Frequentemente, no Ensino de Física, consideramos outros processos que ocorrem sob condições controladas, muitas vezes aparentemente distantes da vida cotidiana.

Em particular, no ensino de mecânica, a tendência de simplificar ou enfatizar o estudo da dinâmica e da cinemática usando movimentos únicos é muito comum. As dificuldades de aprendizagem relatadas por alunos de diferentes idades parecem estar intimamente relacionadas aos mesmos modos de redução e à desconexão do conhecimento científico no cotidiano e no conhecimento experimental.

Por outro lado, resultados positivos de aprendizagem são bem documentados de maneiras distantes das experiências dos jovens, elevando o aprendizado da física em situações, usando novas tecnologias para desenvolver estratégias e avaliações eficazes.

Antes de analisar as possibilidades de aplicações práticas específicas para o ensino de Física e sua integração com a Dança, é importante fazer estudos prévios e observar se essas aplicações já existem, mesmo que seja minimamente explícito e trabalhado. Para tal estudo, é possível realizar pesquisas em materiais que já são implementados no ensino básico, em específico, nos livros didáticos do ensino médio.

Já era de se esperar que dentro dessas análises fossem encontrados poucos materiais relacionados a dança, devido ao seu baixo uso dentro da linguagem da física, os conceitos de mecânica possuem seus diversos exemplos por fora da área artística. Isso não quer dizer que essas aplicações não existam, por exemplo, no livro didático “Compreendendo a Física” (2013) de Gaspar, encontra-se uma seção de conexões onde a dança é apresentada com análises de condições de equilíbrios e exemplos de exercícios com saltos de bailarinos (Gaspar, 2013, p.178-179).

Apesar dessa abordagem com o *ballet* ser pouco prática no sentido de o aluno vivenciar a dança, ela é muito interessante para apresentar a diversidade da aplicação da física nas diversas áreas. Dentro da apresentação inicial do livro didático, especificamente na parte onde está localizada a apresentação da seção de conexões (Gaspar, 2013, p.5), há fortes citações da interdisciplinaridade, usando a dança como exemplo e indicando que esses conteúdos promovem a ampliação do conhecimento.

Levando em consideração a complexidade de muitos passos de dança que são extremamente interessantes de se fazer uma análise, como poderia então, uma aplicação como essa ser introduzida na sala da aula de forma prática?

5.1 Os conceitos básicos de mecânica

Através de um conjunto de equações, Isaac Newton (1643-1727) descreveu as leis fundamentais do movimento para qualquer corpo material, a Lei da Inércia, Princípio Fundamental da Dinâmica e Lei da Ação e Reação, que apresentam representações básicas do estudo do movimento. A compreensão dessas leis é de

extrema importância para que o estudante desenvolva habilidades de percepções da movimentação e resolução de exercícios.

Para o desenvolvimento de um trabalho envolvendo a dança, é necessário entender que em momento algum desvincula-se a explicação teórica e as representações mais intuitivas, como por exemplo, a explicação com bloquinhos, que são bem usuais. Existe uma lógica por trás dessas representações e elas são importantes na introdução da mecânica, uma vez que, é muito abstrato para o aluno entender o conceito de partícula material, devido não estar presente ilustradamente no seu cotidiano (MICHA; FERREIRA, 2013). Buscar uma explicação imediata no corpo humano poderá não ser tão eficiente devido sua complexidade e falta de familiarização com o conteúdo, por conta disso, os processos são importantes e cada etapa é necessária.

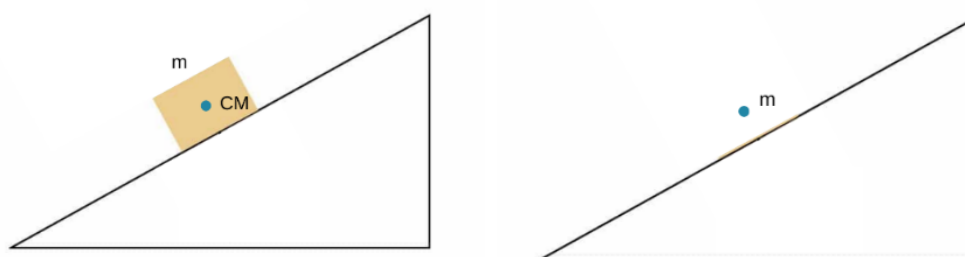


Figura 2 – O processo de substituição de um bloquinho por sua representação através de um ponto material.

Fonte: Imagem modificada - TANAKA, Hugo Shigueo. Plano inclinado. Todo Estudo. Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/fisica/plano-inclinado>. > Acesso em: 25/01/2022

Após a inserção de representações como a do bloquinho e investigação base das leis de Newton, ainda sem incluir noções de rotação, é possível substituir objeto por um ponto material denominado centro de massa². Essa substituição facilita as análises da movimentação e com esse entendimento em mãos o progresso será maior quando houver uma representação do corpo humano, assim como é possível observar na figura 3, podendo muito bem já ser utilizada dentro de alguma prática envolvendo a dança clássica.

² O centro de massa trata-se de um ponto onde toda a massa de um corpo está concentrada, facilitando assim, vários cálculos e análises.



Figura 3 - Um *grand jeté* representado através da trajetória do centro de massa (Adaptado de *The Physics of Dance*, de Kenneth Laws, Schirmer Books, 1984.)

Para a investigação científica, torna-se imprescindível o aprofundamento encima de movimentos relativos, noções de translação e rotação. Dentro das objeções que precisam ser sanadas nesse início de trabalho, uma questão intrigante que pode causar confusão ainda devido a abstração, é o fato das forças internas de um sistema não afetarem do movimento do centro de massa, apenas forças externas.

5.1.1 Dinâmica de um sistema de partículas - Translação

Na dinâmica de um sistema de partículas, analisando a movimentação do centro de massa e um sistema composto por massas m_1, m_2, \dots , onde a somatória das massas são representadas por M , o vetor posição é representado por r e a velocidade do centro de massa é representada por v , são dados respectivamente por:

$$r_{cm} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum_i m_i r_i}{M} \quad (1)$$

$$v_{cm} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum_i m_i v_i}{M} \quad (2)$$

Onde i são números inteiros que representam o número de partículas existentes no sistema.

Observando que o momento linear é dado por $p_i = m_i v_i$, podemos também escrever a equação (2) como:

$$v_{cm} = \frac{\sum_i p_i}{M} = \frac{P_{cm}}{M} \quad (3)$$

Ou seja, o momento linear de um sistema de partículas pode ser descrito como:

$$P_{cm} = M v_{cm} = \sum_i p_i \quad (4)$$

$P_{cm} = \sum_i p_i$ é o momento linear total de um sistema. Isso significa que é possível usar o centro de massa para representar como se toda a massa do sistema estivesse concentrada em um único ponto. Dessa forma, quando falamos de corpos extensos compostos por muitas partículas como o corpo humano, aviões ou automóveis, referimos realmente a posição e velocidade do seu centro de massa.

Agora considerando um sistema não isolado S que interage com um outro sistema S' , como por exemplo, o corpo humano e as partículas que estão ao seu redor ou até mesmo a Via Láctea com o restante do universo, é possível tratar essa interação como apenas um caso isolado para ambos os sistemas ($S + S'$) para entender essa relação com a força externa.

Designando para o sistema S o índice i e para o sistema S' o índice j , pelo princípio de conservação do momento linear para o sistema $S + S'$, temos que:

$$P = \sum_i p_i + \sum_j p_j = \text{constante} \quad (5)$$

Ou seja, caso ocorra variação no momento linear de quaisquer sistemas:

$$\sum_i p_i = - \sum_j p_j \quad (6)$$

Aplicando a derivada em relação ao tempo para a equação (6), temos:

$$\frac{d \sum_i p_i}{dt} = - \frac{d \sum_j p_j}{dt} \quad (7)$$

$$F_{ext} = -F'_{ext} \quad (8)$$

Diz-se força externa para representar que a variação do momento linear de S tem por razão sua interação com S' . Conforme observado na equação (8), é a lei da ação e reação que viabiliza essa interação. As forças internas, por sua vez, não produzem variação no momento linear total.

Com isso, derivando a equação 4, temos que:

$$\frac{dP_{cm}}{dt} = F_{res}^{ext} \quad (9)$$

Onde F_{res}^{ext} é a força externa resultante desse conjunto de partículas.

Com essa etapa concluída, fica mais viável quebrar a objeção inicial sobre forças externas e internas, podendo então dar continuidade e introduzir a parte de rotações antes de experiências mais práticas.

5.1.2 Dinâmica de um sistema de partículas – Rotação

A introdução de rotações pode ser facilitada com o entendimento e representação do centro de massa em casos semelhantes na exemplificação de translação.

Consideramos para um conjunto de partículas, e a análise baseia-se no momento angular (L) desse sistema. Temos que:

$$L = r \times p = m(r \times v) \quad (10)$$

$$\tau = r \times F \quad (11)$$

Onde τ representa o torque do sistema.

Para múltiplas partículas:

$$\frac{d \sum_i L_i}{dt} = \sum_i \tau_i \quad (12)$$

Generalizando, temos que para qualquer número de partículas:

$$\frac{dL}{dt} = \tau_{ext} \quad (13)$$

Essa é a segunda lei de newton para rotações. (Eq. 13)

Usando propriedades vetoriais e a terceira lei de newton, suponhamos um caso de duas partículas m_i e m_j que possuem vetores posição r_i e r_j . A soma vetorial de todos os torques que atuam nesse sistema seria:

$$\sum_i \tau_{res,i} = \sum \tau_{ext} + \sum \tau_{int} \quad (14)$$

E pela lei da ação e reação temos as forças atuantes:

$$F_{ji} = -F_{ij} \quad (15)$$

Somando os torques, temos que:

$$\tau_{ij} + \tau_{ji} = r_i \times F_{ij} + r_j \times F_{ji} = (r_i - r_j) \times F_{ij} = 0 \quad (16)$$

Ou seja, a equação (15) demonstra que o torque sentido pela partícula i devido a força da partícula j , tem a mesma direção, mas sentido oposto da força que i exerce sobre a j . Esse caso é válido somente quando as forças exercidas estão na mesma direção, resultando na anulação de forças internas atuantes.

Com isso, temos que em relação ao centro de massa:

$$\frac{dL_{cm}}{dt} = \tau_{res}^{ext} \quad (17)$$

A equação (17) é análoga a equação de translação para um sistema de partículas descrito a partir do seu centro de massa (vide equação (9)).

Com as conclusões referentes a translações e rotações em relação ao centro de massa, ficam viáveis inserções práticas e vivências corporais. Em um contexto mais amplo, o aluno terá maiores habilidades observacionais, facilitando a identificação dos conceitos básicos de mecânica através dos movimentos dançantes.

5.2 A dança contemporânea

Segundo Ana Carolina Mundin (2013), a dança não está pautada em reprodução dos passos, mas sim em estudos de movimentos corpóreos que possibilitem a ampliação do vocabulário técnico-criativo. Unir conceitos de dança e física na sua percepção, são de grande ajuda para acabar com as seguintes objeções dos alunos: “Para que vou usar arte na minha vida? ”; “Para que vou usar física na minha vida? ”. Em geral, a dança contemporânea pode ser a porta de acesso para essa possibilidade.

Em uma aplicação prática, a proposta seria que o professor de física e um professor de dança fizessem essa implementação em parceria, levando em consideração que as áreas do conhecimento são distintas e precisam de profissionais qualificados em suas respectivas áreas para que não ocorra erros de interpretação da parte lógica e para que os movimentos sejam executados da maneira correta, evitando lesões. Sobre os temas que serão abordados em sala de aula, necessita-se uma pesquisa prévia para entender se a didática realmente está clara e se será de fácil entendimento e execução por parte do aluno.

Como exemplo, Mundin (2013) cita alguns temas que foram abordados em sua proposta. Estão entre eles, as leis de Newton, conceito de pressão, rotação, atrito, centro de gravidade, centro de massa e vetores. Em uma aplicação básica, o aluno tem a oportunidade de entrar em contato com chão e vivenciar em seu próprio corpo a atuação dessas forças, em foco, a força peso e a reação que o chão exerce em oposição, a força normal. Usando a representação dos vetores, é apresentada a ideia de que se há uma força atraindo o corpo para o chão, mesmo que utilizemos a superfície do chão como base para o movimento, haverá uma força representada oposta que sustente esse corpo, permitindo a movimentação ocorra.

A princípio, os vetores são trabalhados de forma imaginária, mas no decorrer da aula, vídeos foram gravados e fotos foram tiradas para que os alunos visualizassem de forma desenhada a ilustração dessas setas.

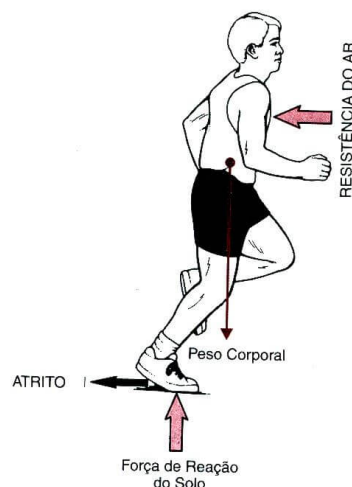


Figura 4 – A biomecânica do movimento humano

Fonte: SABINO, G. Biomecânica do movimento humano e cinesiologia. Portal.lupmed. 29/05/2018. Disponível em: < <https://portal.lupmed.com.br/biomecanica-e-cinesiologia/> > Acesso em: 25/01/2022

Outra aplicação valiosa explora o conceito de pressão. Com os alunos posicionados em contato com o chão, é possível experimentar a força aplicada pelo corpo distribuída em determinadas áreas da superfície, que partindo da movimentação, explora diferentes intensidades de pressão. Como o peso do corpo não é variável, os pontos de contato com a superfície experimentam essas diferentes pressões apenas com a mudança de posição, fazendo com que vários mecanismos sejam ativados para chegar ao equilíbrio (Mundin, 2013, p.85).

Esses conceitos foram explorados na aula 3 do minicurso Física e Dança (2021), onde foram apresentadas imagens e explicações sobre como seria possível fazer essa união utilizando o corpo (APÊNDICE C).

Quando falamos de equilíbrio, estamos entrando na base da dança. Diferente do que é intuitivo, situações de equilíbrio não estão presentes somente no ballet clássico, mas sim maioria das danças, principalmente a contemporânea. A única coisa que se diferencia nessa relação entre aplicações de um mesmo conceito em modalidades distintas é a estética e forma de execução.

Para falar de equilíbrio é necessário entrar nas questões mais profundas como o centro de gravidade e centro de massa, assim como foi apresentado anteriormente de uma forma mais teórica. É a partir do centro de gravidade que se estabelece pontos

de estabilidade e instabilidade do corpo, definindo seu equilíbrio para realização de saltos, giros e deslocamentos. Também é importante entender e saber diferenciar essa relação com o centro de massa, uma vez que, são conceitos próximos, mas não iguais.

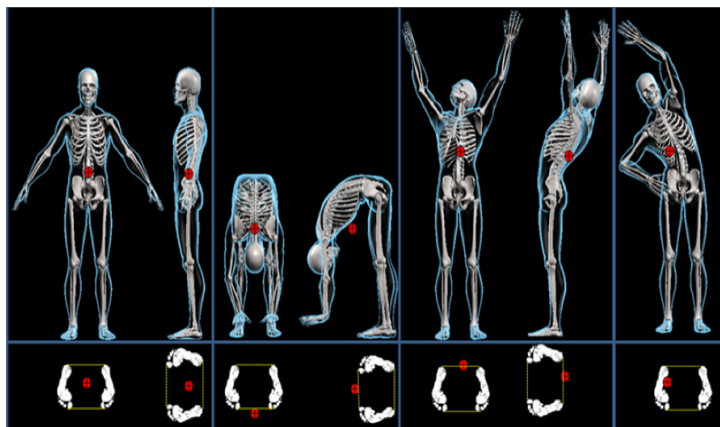


Figura 3 – Representação do centro de gravidade

Fonte: PESSALI, B . A Manutenção do equilíbrio. Anabotafogomaison.com.br. 04/04/2018. Disponível em: < <https://anabotafogomaison.com.br/a-manutencao-do-equilibrio/>>. Acessado em: 23/01/2022

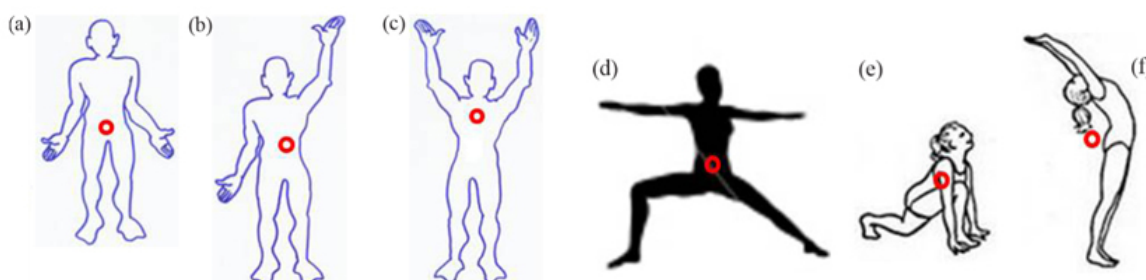


Figura 5 – Representação do Centro de Massa

Fonte: MICHA, D.N; FERREIRA, M. Física no esporte - saltos em esportes coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do corpo humano a partir do conceito de centro de massa. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 3, 2013.

Na figura 5, é possível observar centro de massa do corpo humano. Quando uma pessoa está em posição normal com seu corpo esticado, seu centro de massa está localizado bem no centro do corpo, próximo ao umbigo. Porém, ao se movimentar, levantar os braços, abaixar, dobrar as pernas, o centro de massa irá para outra posição.

A utilização da dança e a união desses conceitos possibilita a criação de atividades práticas, divertidas com um mecanismo que não é usual. É um projeto enriquecedor, para os alunos, para o professor e para a sociedade. O foco é fazer

com essas atividades sejam expansivas e que materiais produzidos fazendo essa integração artística sejam compartilhados com o público para que as ideias e os processos criativos não sejam restritos a essa nova utilização.

5.3 A Dança - Teatro

Dentro do desenvolvimento do processo artístico, a ousadia, a criatividade e a fuga do óbvio são pilares importantes para a implementação de algo inovador e impactante na sociedade. Evidenciando essa união entre Dança e Física e explorando possibilidades que vão muito além do que seria esperado para um estudo envolvendo movimentos do corpo para forma de aprendizado, como por exemplo, o tratamento da dança apenas com o uso da mecânica; faz-se necessário uma ampliação da interdisciplinaridade, ou seja, envolver outros mecanismos e outras disciplinas.

Em uma prática docente interdisciplinar para o ensino médio desenvolvida pelo projeto pedagógico Model'art na Bahia, foi proposto oficinas com integração entre literatura, arte e física (Pereira; Barreto; Siqueira, 2021). Sob orientação pedagógica e seguindo fases, que segundo Batista et al. (2008) são necessárias para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, o projeto partiu de uma idealização coletiva, ou seja, envolvendo professores e alunos. Essas fases são: A escolha do tema, identificação do que cada um sabe sobre o assunto, determinação das questões principais, desenvolvimento de estratégias, sistematização, divulgação, apresentação e avaliação.

O tema usado pelos alunos foi Física Quântica, um tópico bem distante da aplicação descrita com a dança contemporânea (Pereira; Barreto; Siqueira, 2021). Nesse caso, a atividade envolve questões bem mais profundas do que somente a ampliação do conhecimento do aluno e intervenção corporal. É um trabalho de divulgação científica, onde um público que não possui entendimento sobre o assunto teria a oportunidade de entrar em contato com esses conceitos, que para muitos assusta devido a sua complexidade. O objetivo é tornar toda essa complexidade mais leve e fácil de ser entendida através de representações dançadas. Então os alunos, para desenvolver uma dança teatro na área, precisariam estudar intensamente o conteúdo e superar o mais desafio: inserir a Física Quântica através da Dança e possibilitar que o público entenda a performance no palco.

Nesse processo, foi utilizado o esquema de apresentação em palco com a utilização de elementos cênicos, como luzes, músicas e figurinos, tudo esteticamente próximo a musicais e peças elaboradas por profissionais. Os alunos conseguiram reproduzir de forma criativa assuntos complexos como a Física Quântica abordando temas significativos como o átomo de Bohr, partículas elementares, comportamento dual da luz e distorção do espaço-tempo.

Como o processo se divide em várias etapas, uma delas está destinada a criação da coreografia, que pode ser bem desafiador para quem não tem familiaridade com a dança. Nesse sentido, é de grande utilidade para atividades como essas a utilização da técnica de Laban citada anteriormente. Além de proporcionar uma vasta gama de possibilidades de movimentação, facilita muita a junção de elementos e a criação de representações através do movimento para pessoas que não costumam ter contato com a dança.

Dessa forma, para o aluno, existe uma inclusão proativa no processo de ensino-aprendizagem. Conseguindo alcançar aquele aluno que se sente desmotivado, que acha a Física muito difícil e “chata” por que não consegue entender. A busca é constante, e espera-se que a implementação de práticas pedagógicas como essas viabilizem para todos o acesso a essas informações, escola e sociedade.

5.4 Ballet Clássico

O *ballet* clássico, apesar de ser uma dança que reúne vários níveis de complexidade e difícil aplicação prática, continua sendo uma ótima possibilidade para atividades dentro da sala de aula, mesmo que seja de caráter observacional e resolução de exercícios. Não vale a pena excluir a dança clássica dessa nova integração, uma vez que, seus movimentos são os mais apresentam visualização da física mecânica.

Os questionamentos por trás do *ballet* clássico são muito pautados no “Como é possível a realização desses movimentos? ”, e as respostas vão muito além da técnica. Para exemplificar, vamos pensar em dos movimentos mais óbvios e questionáveis do *ballet* clássico, as famosas *pirouettes* (nome técnico para piruetas). Para a bailarina manter-se girando, é necessário entender que existem uma série de conceitos físicos para que esses passos sejam realizáveis, dentre eles estão: atrito,

centro de gravidade, torque, velocidade angular, momento de inércia, resistência do ar e principalmente a conservação do momento angular.

Esses tópicos foram explorados na aula 1 do minicurso Física e Dança (2021), onde foi possível observar e ter uma explicação direta dos passos de *ballet* clássico através de *gifs* e vídeos (APÊNDICE A).



Figura 6 – Bailarina “Marianella Nuzes” realizando uma série de giros.
Fonte: Vídeo da Coda Swan Lake -Marianela Nuñez fouettes

Estudando a fundo a dinâmica dos giros do *ballet* clássico, encontramos uma variação muito interessante, os *fouettés*, passo que é considerado um dos mais difíceis da dança clássica. *Fouettés* é o nome dado para um passo onde a bailarina executa uma sequência de piruetas sem parar. A execução se inicia quando a bailarina se movimenta impulsionando o giro com o pé para gerar um torque e os braços se abrem para ajudá-la a manter o equilíbrio, para isso, é necessário que o corpo esteja bem alinhado, respeitando o centro de gravidade do corpo. Quando os braços se fecham a bailarina consegue aumentar seus giros devido a diminuição do momento de inércia e, conseqüentemente, o aumento da velocidade angular. Especialmente nos *fouettés*, a bailarina mante-se girando por diversas vezes fazendo uma pequena pausa de frente para a plateia, onde desce da ponta em frações de segundos, logo em seguida sobe novamente empurrando contra o chão para gerar

um novo torque e prosseguir o movimento. Quando o movimento são apenas *pirouettes*, os giros são seguidos, sem essa pequena pausa para a plateia. A diferença está no total de giros que é possível realizar com cada passo, em razão do atrito e da resistência do ar, não é possível girar seguidamente por muito tempo somente com *pirouettes*, já com *fouettés*, o limite depende da técnica e do cansaço da bailarina.

O princípio básico é a conservação do momento angular:

$$L = I\vec{\omega} \quad (18)$$

$$I = mr^2 \quad (19)$$

Onde ω é a velocidade angular e I é o momento de Inércia.

Para a bailarina aumentar sua velocidade de giro e manter o controle, é necessário diminuir a resistência do movimento de rotação, ou seja, diminuir o momento de inércia, representado por I na equação (19) que aumenta conforme a distribuição de massa de um corpo está longe do seu eixo central. Fechando os braços durante o giro, essa destruição de massa fica mais concentrada próxima ao eixo, diminuindo o momento de inércia, e aumentando a velocidade angular para conservar o momento angular (18).

Por mais complexo que possa ser a execução para um bailarino, essa explicação facilita muito o entendimento da lei de conservação do momento angular, podendo ser trabalhada na resolução de exercícios e reflexões sobre o tema.

Como citado anteriormente, o livro didático “Compreendendo a Física” (2013) de Gaspar apresenta uma página de conexão com a dança que utiliza uma proposta bem interessante descrita como “Arte e ciência: a física do balé” (Gaspar, 2013, p.178). Nesse desenvolvimento, é mostrado um caso de condições de equilíbrio, onde a resultante de forças exercida sobre a bailarina, o peso \vec{P} e a força normal $-\vec{P}$, é nula. A soma dos momentos dessas forças, em relação a qualquer ponto, é nula devido ao peso \vec{P} da bailarina, o centro de gravidade e a força normal $-\vec{P}$ possuírem a mesma linha de ação. Também é apresentado uma relação da 3ª lei de Newton com os saltos da dança clássica, onde um bailarino (considerando seu centro de gravidade) se desloca verticalmente e horizontalmente, podendo assim trabalhar pontos importantes como velocidade inicial, o tempo e o ângulo de inclinação do salto.

As possibilidades são muitas envolvendo a dança clássica, por conta disso, não devemos excluí-la devido sua impossibilidade de trabalho prático com a utilização do corpo. O objetivo é encontrar pontos de exploração significativos e propor atividades criativas que motivem cada vez mais os alunos, independente da modalidade desenvolvida.

6 Conclusão

A dança proporciona uma abertura fascinante para que novos projetos e novas integrações sejam feitas, até mesmo em questões como combate ao preconceito e desmerecimento artístico. Mas não se pretende com isso ensinar física substituindo a forma convencional de oferecer o conteúdo pela inserção da dança, até porque existem tópicos que necessitam de uma abordagem em que talvez a dança não seja o melhor caminho.

A diversidade de expressões artísticas contribui para a diversidade do conhecimento, sendo importante enfatizar a importância das artes. A arte pode desempenhar um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, que traz o desenvolvimento de uma linguagem nova, inclusiva e adaptável, propondo discussões sobre as interações arte e ciência, compartilhando informações e processos que explorem esse aspecto, seja por meio da movimentação do corpo humano, apresentação de trabalhos em eventos científicos, apresentações de arte e qualquer outra forma de discutir esta equipe. O ensino se aprofunda quando existem ferramentas certas para que isso aconteça, como dizia Paulo Freire (2003): “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, 2003, p. 47). Com isso em mente, é possível ter como objetivo ampliar a comunicação que poderá atingir diferentes áreas do conhecimento, a fim de desenvolver essa interação interdisciplinar na vida educacional.

Em busca de uma ampliação para o ensino de física na educação básica por meio da utilização da dança, vale ressaltar que os tópicos conceituais que foram identificados abrangem em sua maior parte conceitos de mecânica, mas podem ser ampliados para outros tópicos dependendo da forma de aplicação, como é possível nas propostas analisadas da dança-teatro.

A proposta interdisciplinar que desenvolvemos nesse trabalho teve um direcionamento para o ensino médio devido a aspectos de maior aprofundamento teórico-conceitual. Entendemos ser possível propor atividades para o ensino fundamental, por meio de conceitos menos complexos e mais presentes no cotidiano dos alunos, explorando essa conexão interdisciplinar entre dança e física para as séries iniciais.

Em trabalhos com um viés interdisciplinar, como o desenvolvido nessa pesquisa, é importante ter profissionais das diferentes áreas, evitando problemas na precisão de informações conceituais ou de execução. Mas isso nem sempre é possível. Por esse motivo, pensando em uma expansão desse trabalho com interessados em práticas pedagógicas na interface física e dança, entendemos que a elaboração de materiais didáticos seria um caminho importante para apoiar professores a desenvolver esses trabalhos para a união entre ciência e arte.

Outra possibilidade para o trabalho com Dança e Física encontra-se fora da educação básica. A Física está presente integralmente na dança e pode ser de grande utilidade para realização dos passos com maior precisão e qualidade técnica. No minicurso Física e Dança (2021), identificamos que há essa procura por parte dos bailarinos e professores de dança, que consideramos poderiam se beneficiar bastante desses materiais didáticos.

Embora o trabalho tenha considerado algumas possibilidades através da dança-teatro, dança contemporânea e dança clássica, entendemos que isso não exclui a perspectiva de exploração de outras danças, que talvez façam partes mais expressivas ao contexto e à realidade do aluno. Na aula 2 do minicurso Física e Dança (2021), é possível ver a ampliação com a exploração de aspectos das danças urbanas e do sapateado (APÊNDICE B).

As análises qualitativas deste trabalho sugerem oportunidades promissoras para aproximar a Dança e o Ensino de Ciências. Integrar Física e Dança pode resultar em práticas metodológicas que motivem os alunos por meio da junção do conhecimento científico e do artístico.

Entendemos que projetos como os que envolvem a Dança e a Física são motivadores e fazem diferença no ensino, por esse motivo, iniciar projetos, compartilhar aplicações e incentivar essa intervenção artística, é um propósito que valem a pena buscar. Buscar, afinal, novos passos para o Ensino da Dança e novos passos para o Ensino da Física.

7 Referências

- CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência: que papel na educação em ciência? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 04, n. 02, p. 287-294, jan. 2007.
- CAIMAN, C.; JAKOBSON, B. The role of art practice in elementary school Science. **Science & Education**, Switzerland, v. 28, n. 1, p. 153-175, fev. 2019.
- FREIRE, P. **PEDAGOGIA DA AUTONOMIA** - saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Mecânica**. 2.ed. São Paulo: Ática, 2013
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea. 2007.
- HADZIGEORGIOU, Y. "Artistic" Science Education. In: HADZIGEORGIOU, Y (Ed.). **Imaginative Science Education: The Central Role of Imagination on Science Education**. Dordrecht: Springer, 2016.
- HURWITZ, A.; SCHOLZ, O. **Aesthetic Education in the USA**. Berlin: Hochsch. Der Künste, 1994.
- LABAN, R. **Domínio do movimento**. São Paulo: Summus, 1978.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro, EPU, 2013.
- MENEZES, L. C. de. Natureza, vivência real e trans-disciplinaridade. p. 33 a 38. In: São Paulo (Estado), CENP, **Ciências na Escola de 1o Grau: textos de apoio a proposta curricular**, São Paulo: SE/CENP, 1990.
- MICHA, D.N; FERREIRA, M. Física no esporte - saltos em esportes coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do corpo humano a partir do conceito de centro de massa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 2013.
- RENGEL, Lenira Peral; Schaffner, Carmen Paternostro; Oliveira, Eduardo. **Dança, Corpo e Contemporaneidade**. Salvador: UFBA, Escola de Dança, 2016.

ROCHELLE, H. **História da Dança no Ocidente**: Linguagens, Estilos, Épocas. São Paulo: SPCD, 2014.

ROOT-BERNSTEIN, R. S. Aesthetic cognition. **International Studies in the Philosophy of Science**, Maryland, v. 16, n. 1, p. 61-77, jan. 2002.

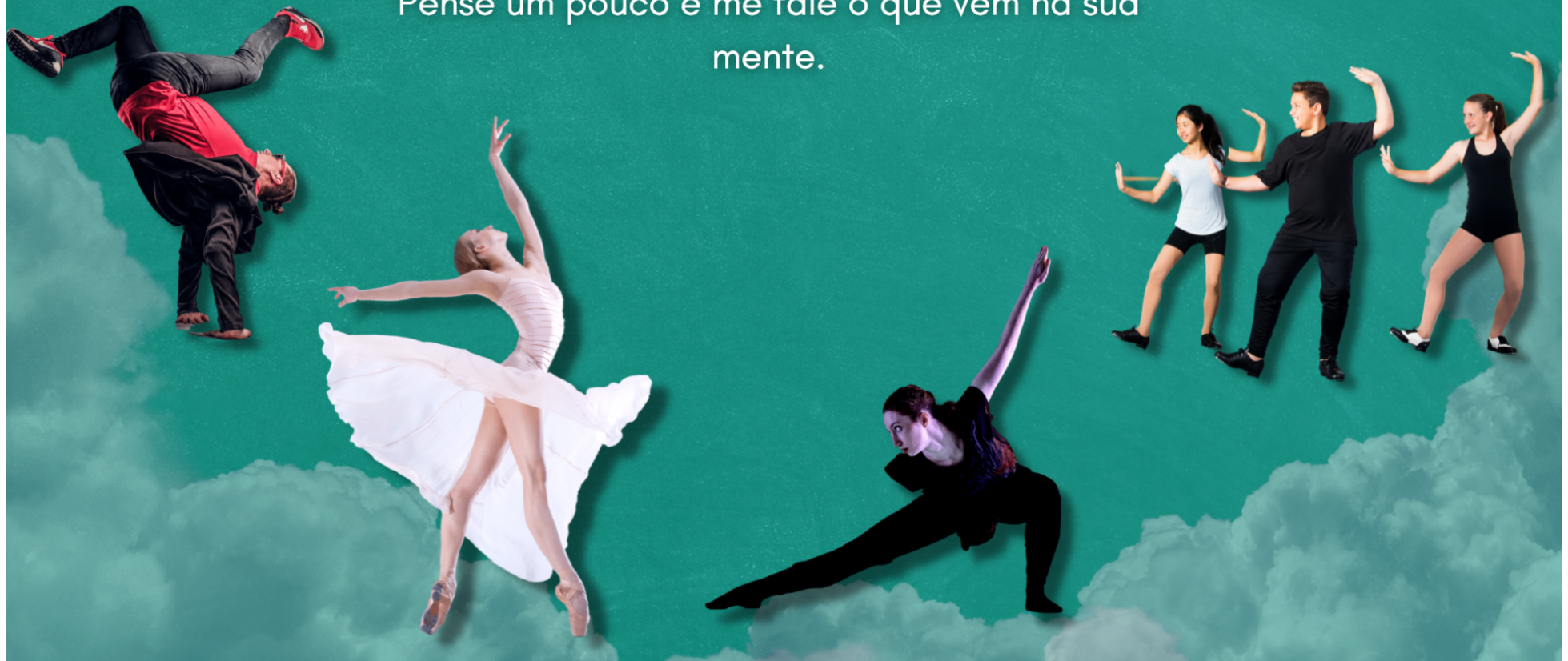
SNOW, C. P. **As Duas Culturas e Uma Segunda Leitura**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995.

TALLES, N. **Pedagogia do Teatro**: Práticas contemporâneas na sala de aula - Física e Dança unindo conceitos. Campinas, SP: Papyrus, 2013




UJIIE, N. T. **Teoria e metodologia do ensino da arte**. Guarapuva: UNICENTRO, 2013.

Você já parou para pensar nos conceitos físicos que estão
por trás dos movimentos da dança?

Pense um pouco e me fale o que vem na sua
mente.



Por que o estudo de Física e Dança é importante?

-  Para que os próprios bailarinos melhorem suas execuções baseando-se nas leis da física, evitando lesões e melhorando seus desempenhos artísticos.
-  Para a criação de tecnologias que explorem as técnicas artísticas e o estudo dos movimentos.
-  Para caracterizar aspectos relevantes da Dança que possam ser explorados em atividades de Ensino de Física na Educação Básica. (objetivo do meu TCC)



UMA BREVE HISTÓRIA

- O ballet clássico surgiu nas cortes italianas no século 16. Na época era conhecido como "danças de corte"
- Passou a ganhar maior destaque no século 17 durante o reinado de Luís XIV (O rei Sol). O rei era apaixonado pela dança, ele também era bailarino.
- O ballet foi se aperfeiçoando. As apresentações passaram a sair dos palácios e ir para os teatros.
- Escolas de danças começaram a surgir.

Ballet no século XIX

- Surgimento da sapatilha de ponta. O objetivo era fazer parecer que a bailarina estava flutuando no palco.
- Surgimento de métodos.



→ 13

→ 13 A

FILM NEGATIVE



→ 14

→ 14 A

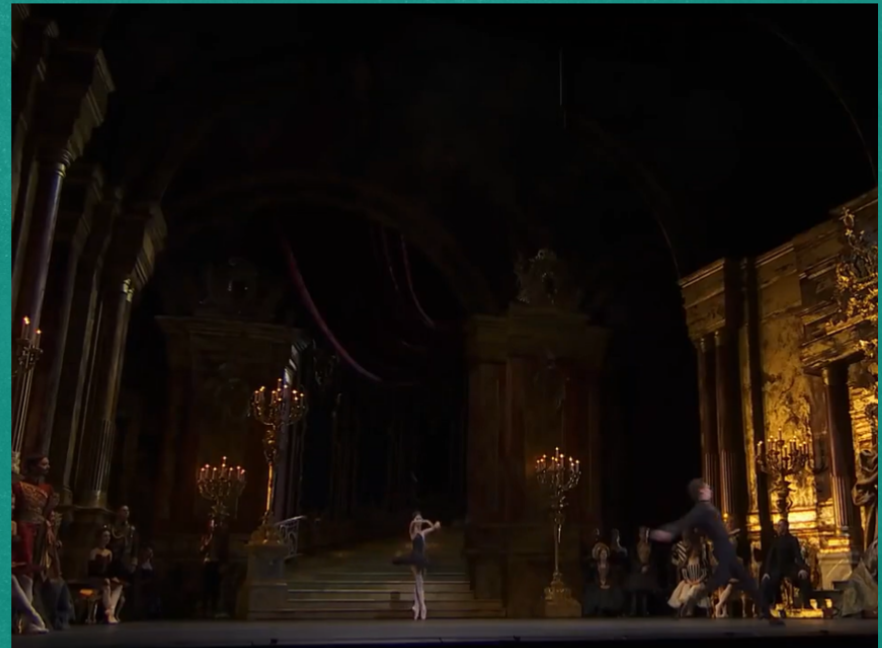
FILM NEGATIVE

FILM NEGATIVE

Anna Pavlova -1920



Marianela Nunez - 2019



ROTAÇÃO



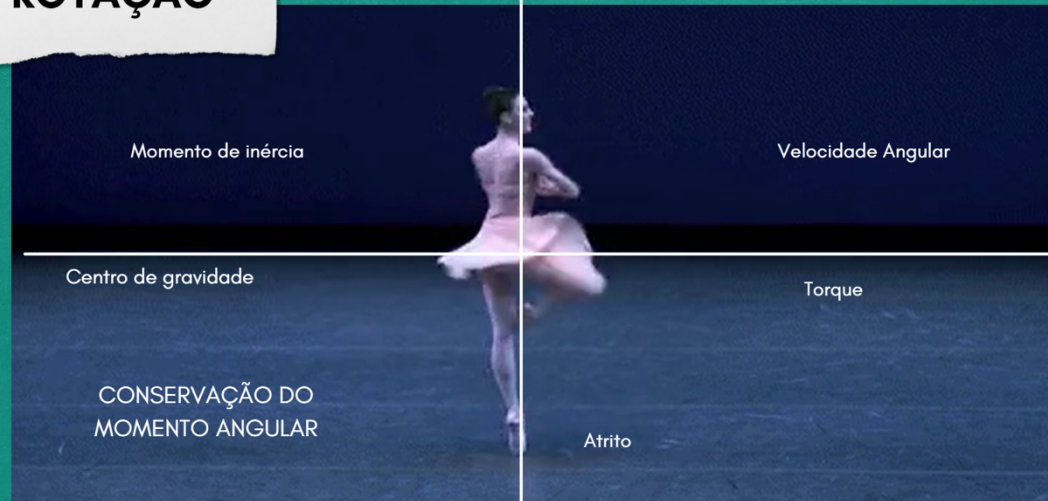
Ao girar, o atrito entre a sapatilha de ponta e o chão, entre seu corpo e o ar, reduz o seu impulso. Então, como ela se mantém girando?

ROTAÇÃO



Ao girar, o atrito entre a sapatilha de ponta e o chão, entre seu corpo e o ar, reduz o seu impulso. Então, como ela se mantém girando?

ROTAÇÃO



COMO FUNCIONA?

O princípio é a conservação do momento angular


$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

$$I = mr^2$$

O momento de inércia (I) representa a resistência de um movimento de rotação. Ele aumenta quando a massa está distribuída longe do eixo central do corpo.

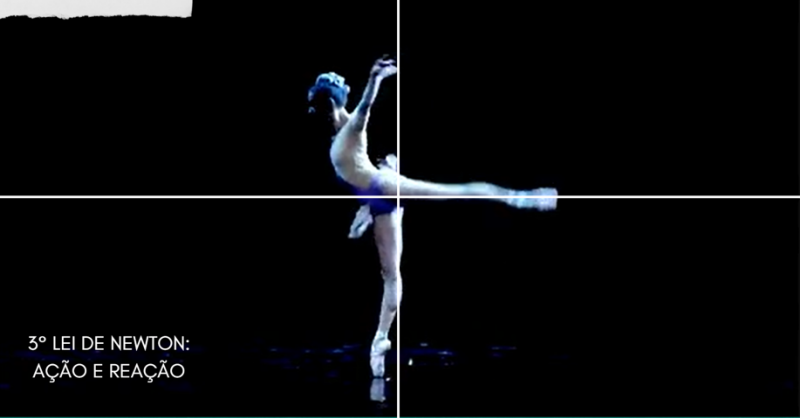


SALTOS




Como a bailarina consegue saltar tão alto?

SALTOS



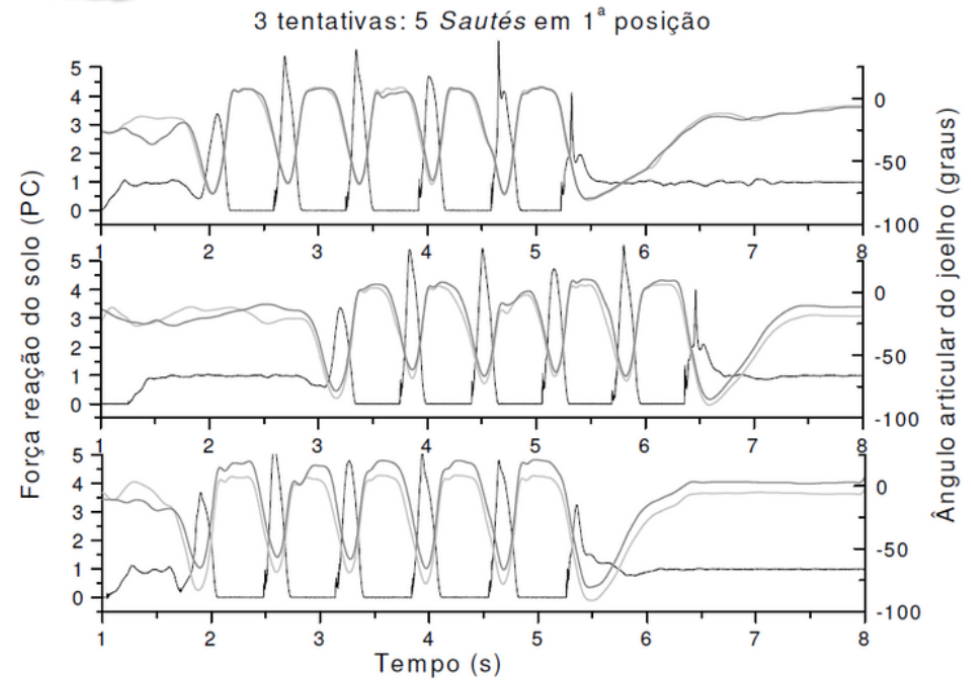
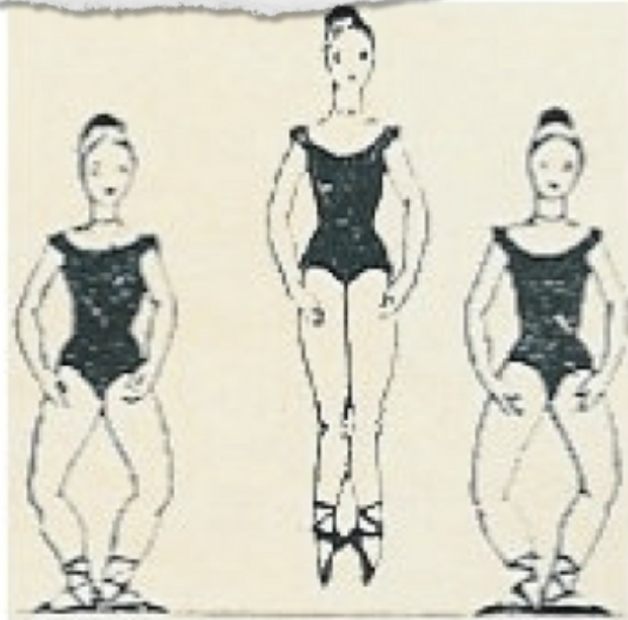
3º LEI DE NEWTON:
AÇÃO E REAÇÃO

SALTOS



3º LEI DE NEWTON:
AÇÃO E REAÇÃO

TECNOLOGIA APLICADA NA DANÇA



	'Sauté' N = 15
FRS Vertical (%PC) ± (DP)	5,26 ± 0,41
CV (%)	7,79

Apêndice B – Física na Dança: Dança de rua e sapateado

Mini curso

Física e Dança

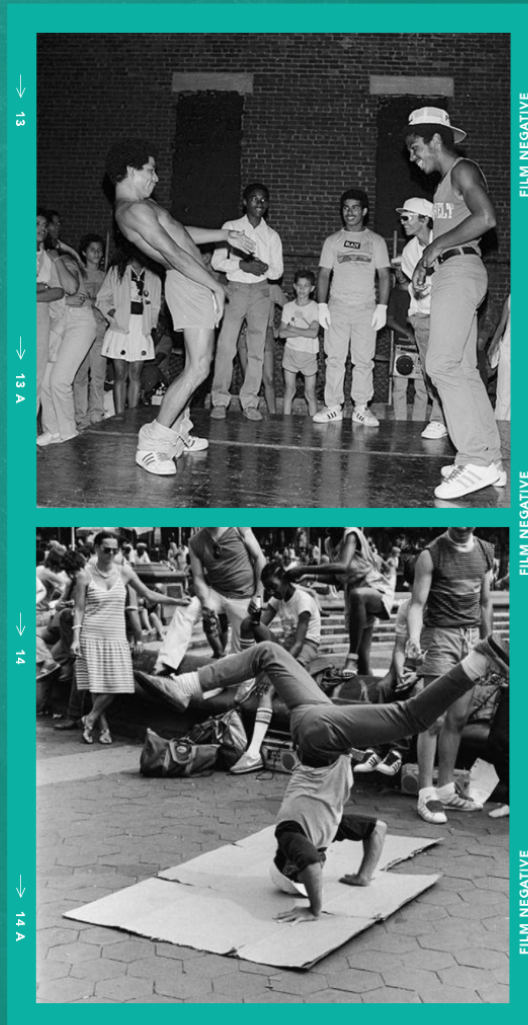
Aula 2: Dança de rua e sapateado

Thayane Bezerra da Silva



UMA BREVE HISTÓRIA

- O Hip Hop é dividido em três principais pilares: o dj, o mc e o dançarino.
- A dança de rua surgiu como um pilar do hip hop e tem várias vertentes.
- O break evoluiu tecnicamente rapidamente. Movimentos difíceis e até perigosos foram introduzidos ao repertório dos dançarinos.
- O break dance ficou famoso pela dificuldade dos passos, giros e situações de equilíbrios.

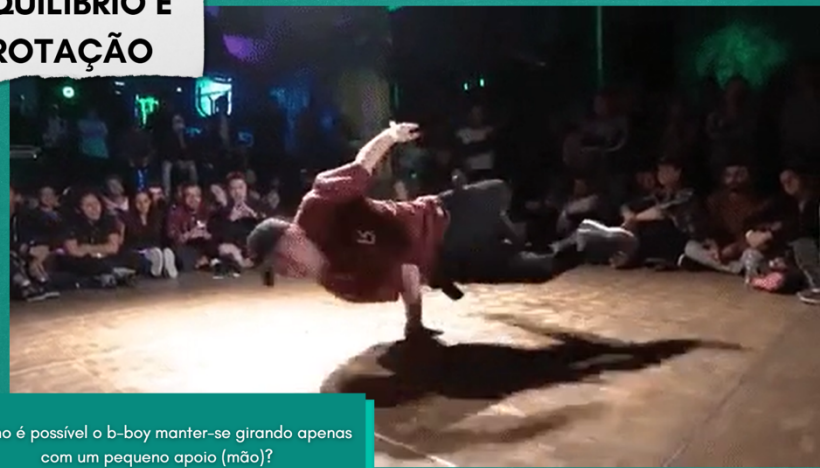


EQUILÍBRIO E ROTAÇÃO



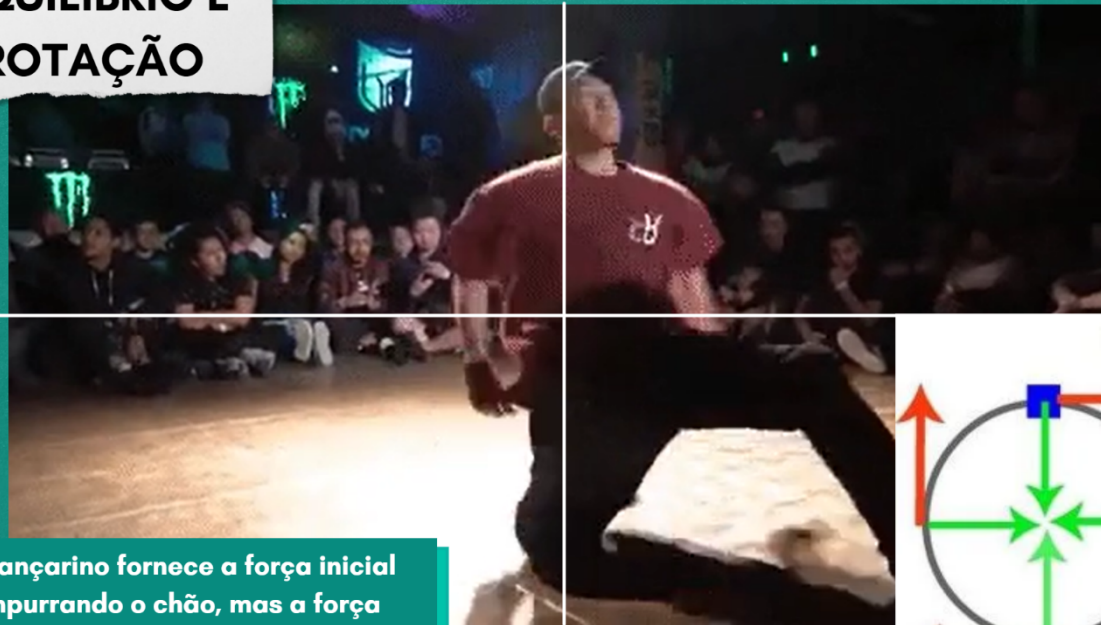
Como é possível o b-boy manter-se girando apenas com um pequeno apoio (mão)?

EQUILÍBRIO E ROTAÇÃO

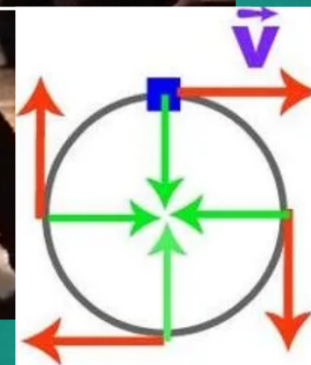


Como é possível o b-boy manter-se girando apenas com um pequeno apoio (mão)?

EQUILÍBRIO E ROTAÇÃO



O dançarino fornece a força inicial empurrando o chão, mas a força centrípeta mantém o corpo girando

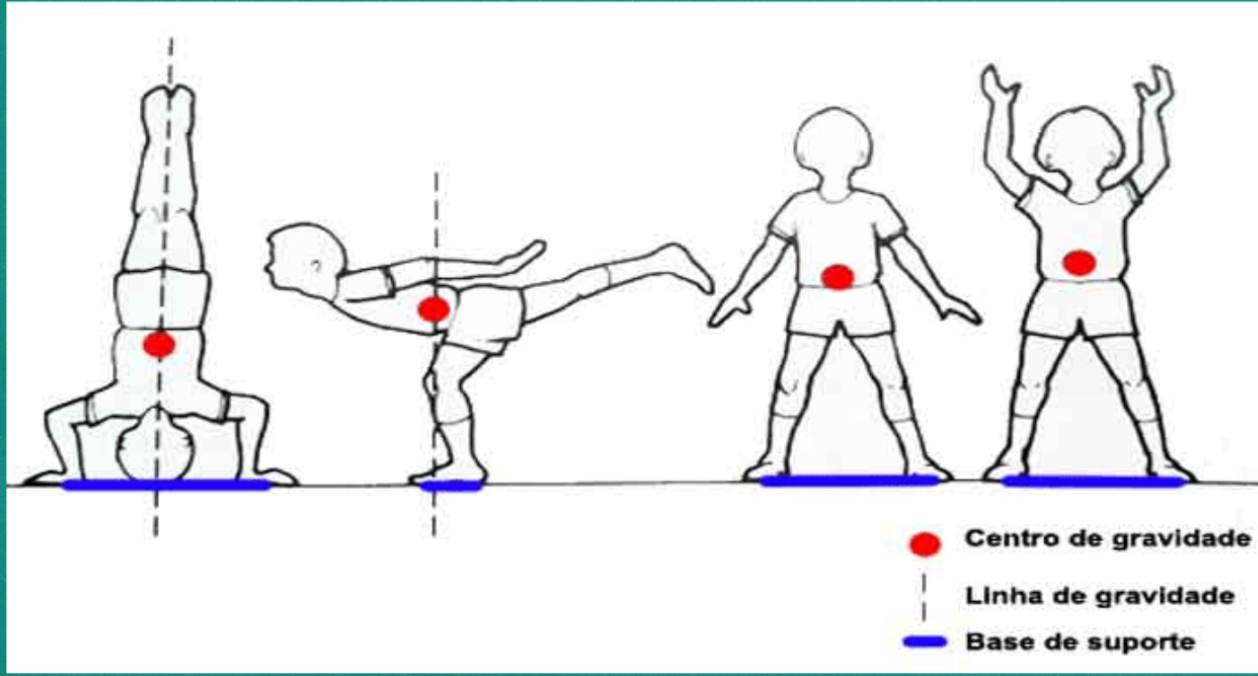




EQUILÍBRIO



EQUILÍBRIO





Sapatado

PRESTE ATENÇÃO NESSE VÍDEO



**POR QUE COM O USO DA SAPATILHA DE
PONTA É NECESSÁRIO DESCER DA PONTA
PARA CONTINUAR GIRANDO E COM O
SAPATO DE SAPATEADO NÃO?**

Apêndice C – Física e Dança: Dança Contemporânea

Mini curso

Física e Dança

Aula 3: Dança Contemporânea

Thayane Bezerra da Silva



UMA BREVE HISTÓRIA

- A dança contemporânea se desenvolveu em meados do século XX (1950 / 1960), tornando-se popular na década de 1980.
- A sua crescente popularidade se justifica, em parte, pelo fato deste gênero de dança não se prender aos padrões estéticos clássicos
- A dança se caracteriza por propor intensas inovações e experimentações coreográficas, que muitas vezes misturam ritmos como o ballet, o jazz e o hip hop.
- A sua liberdade possibilita ao bailarino a autonomia para construir suas próprias coreografias, improvisar, ter contato com o chão ou com outro personagem cênico.

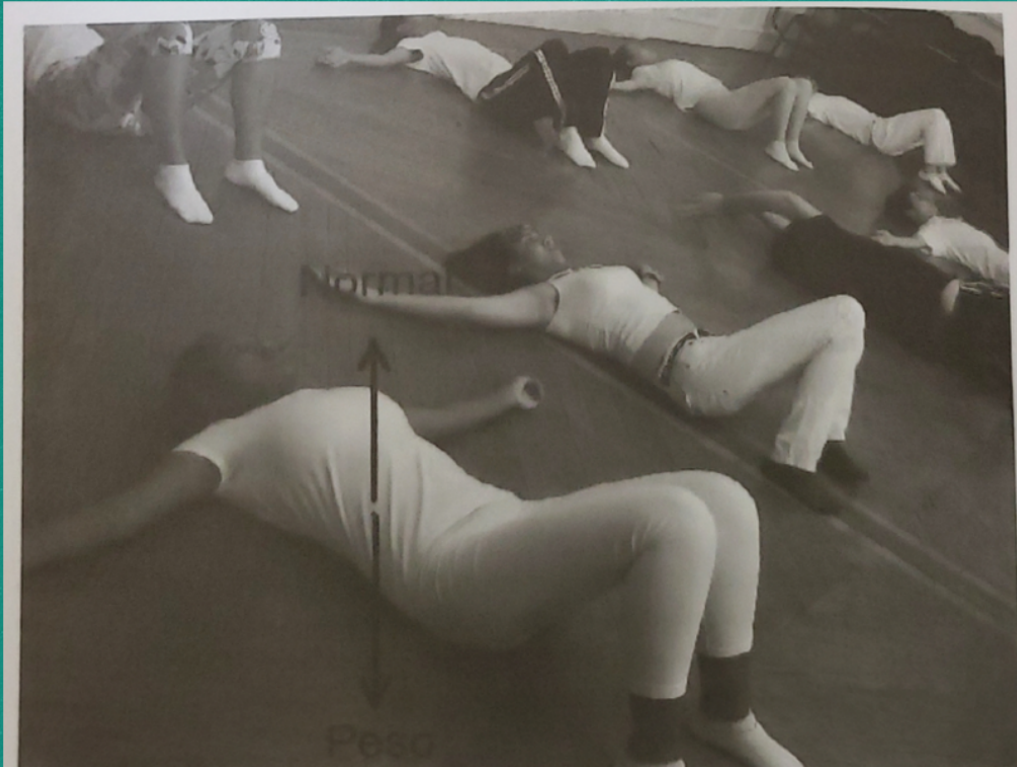




**APESAR DA DANÇA DO VÍDEO SER
EXTREMAMENTE COMPLEXA, NÃO SE ASSUSTE!
EXISTEM NÍVEIS DIVERSOS E MUITAS VERTENTES
DA DANÇA CONTEMPORÂNEA**

**UM EXEMPLO MUITO COMUM É NO TRABALHO DE
FLOOR TECHNIQUE. INICIANDO A MOVIMENTAÇÃO
PELO CHÃO.**





Força de ação que o corpo aplica no chão (força peso) em contraponto à força de reação que o chão aplica no corpo (força normal).





Diferença entre o conceito de força e pressão.



CENTRO DE GRAVIDADE

