
PPGEdu

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

**ATUALIZAÇÃO DE SABERES DE FÍSICA
EM UMA ATIVIDADE USANDO A DANÇA
COMO ARTEFATO CULTURAL**

**Doutorando: Ronaldo Conceição da Silva
Orientadora: Prof^a Dra. Shirley Takeco Gobara**



A NOSSA UNIVERSIDADE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

RONALDO CONCEIÇÃO DA SILVA

**ATUALIZAÇÃO DE SABERES DE FÍSICA EM UMA ATIVIDADE
USANDO A DANÇA COMO ARTEFATO CULTURAL**

**CAMPO GRANDE/MS
2020**

RONALDO CONCEIÇÃO DA SILVA

**ATUALIZAÇÃO DE SABERES DE FÍSICA EM UMA ATIVIDADE
USANDO A DANÇA COMO ARTEFATO CULTURAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final à obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara

**CAMPO GRANDE/MS
2020**



ATA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO DE 2020

Aos vinte e oito dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte, às treze horas e trinta minutos, na Sala Virtual de Defesa do PPGEDu, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Shirley Takeco Gobara (UFMS), Celia Beatriz Piatti (UFMS), Fabiany de Cassia Tavares Silva (UFMS), Fernando César Ferreira (UFGD) e Sílvia Luzia Frateschi Trivelato (USP), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho do aluno: **RONALDO CONCEIÇÃO DA SILVA**, CPF 59520809104, Área de concentração em Educação, do Programa de Pós-Graduação em Educação, Curso de Doutorado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "Atualização de saberes de Física em uma atividade usando a dança como artefato cultural" e orientação de Shirley Takeco Gobara. A presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra ao aluno que expôs sua Tese. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, a presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu parecer expresso conforme segue:

Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara (Orientadora/Interno)
 Profa. Dra. Celia Beatriz Piatti (Interno)
 Profa. Dra. Fabiany de Cassia Tavares Silva (Interno)
 Prof. Dr. Fernando César Ferreira (Externo)
 Profa. Dra. Sílvia Luzia Frateschi Trivelato (Externo)
 Profa. Dra. Sílvia Helena Andrade de Brito (Interno) (Suplente)

RESULTADO FINAL: Aprovação

OBSERVAÇÕES:

Nada mais havendo a ser tratado, a Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

Shirley Takeco Gobara
 Presidente da Banca Examinadora

Ronaldo Conceição da Silva
 Aluno



Documento assinado eletronicamente por **Celia Beatriz Piatti, Coordenador(a) de Curso de Pós-graduação, Substituto(a)**, em 28/09/2020, às 17:09, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=2143165 &codigo_crc=243567C7&hash_downloa... 1/2



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Cesar Ferreira, Usuário Externo**, em 28/09/2020, às 17:11, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Conceição da Silva, Usuário Externo**, em 28/09/2020, às 17:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Shirley Takeco Gobara, Professor do Magisterio Superior**, em 29/09/2020, às 09:57, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiany de Cassia Tavares Silva, Professor do Magisterio Superior**, em 29/09/2020, às 10:31, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sílvia Luzia Frateschi Trivelato, Usuário Externo**, em 29/09/2020, às 12:05, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2143165** e o código CRC **243567C7**.

COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária
 Fone:
 CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.020037/2020-43

SEI nº 2143165

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Shirley Takeco Gobara, pela realização de um consistente trabalho conjunto na elaboração e desenvolvimento desta pesquisa. Sabemos o quanto atualizamos saberes diversos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação, uma nova casa, que me possibilitou oportunidades únicas de conhecer um mundo escolar, por uma ótica menos técnica. À importante contribuição de: Prof^a. Dr^a. Margarita Victória Rodriguez, Prof^a. Dr^a. Silvia Helena Andrade de Brito, Prof^a. Dr^a. Suely Scherer e Prof^a. Dr^a. Fabiany de Cassia Tavares Silva, pelas discussões oportunizadas, tantas vezes indo junto no caminho pelo qual cheguei a me sentir perdido em alguns momentos.

Agradeço aos meus colegas da turma de doutorado 2016-2020, pelo companheirismo quanto à ajuda mútua entre todos da sala e, em especial, à Dirce, Flora e Jaqueline, amigas de trabalho conjunto e do coração.

Agradeço imensamente aos professores componentes de minha banca. Suas contribuições ao meu objeto de pesquisa, quão bem recebidas foram e continuarão sendo! Estou em contínuo processo.

Imensamente agradeço aos alunos, cuja participação voluntária, permitiu a realização do projeto “Física e Dança”, que culminou na pesquisa desta tese. Sem vocês, como tudo na educação, nada seria possível ou teria sentido.

Agradeço à minha família. Meu suporte, meu chão e inspiração diária. Meu amor infinito, para sempre: Vida.

Por fim, agradeço aos amigos que tão de perto acompanham, ajudam, consolam e apoiam nessa travessia dolorosa e vitoriosa do Doutorado.

A todos, os meus sinceros agradecimentos!



Fonte: <https://www.liveinternet.ru/users/4262933/post471959427/>

A ciência é a inteligência do mundo; a arte, o seu coração.

Máximo Gorki

RESUMO

Esta pesquisa intitulada “Atualização de saberes de Física em uma atividade usando a dança como artefato cultural” teve como objetivo analisar como ocorre o processo de aprendizagem de saberes de Mecânica Geral, abordados na 1ª Série do Ensino Médio, usando como artefato cultural a dança e, como objetivo específico, verificar se uma atividade desse gênero pode atualizar a percepção dos alunos em relação à Física e também à dança. O estudo investigativo, desenvolvido no âmbito do materialismo histórico e dialético, utiliza a Teoria da Objetivação (TO) como aporte teórico e metodológico. A TO é uma teoria educacional voltada à sala de aula, que propõe a realização de atividade de ensino e aprendizagem (AEA) na forma de labor conjunto dos alunos e o professor, visando uma aprendizagem que abarca simultaneamente processos de objetivação (atualizações de saberes) e subjetivação (transformação do ser/alunos). A pesquisa foi desenvolvida a partir do projeto “Física e Dança”, do qual participaram 13 alunos de Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, campus Campo Grande, matriculados na 1ª Série do Ensino Médio Integrado. O projeto foi realizado em nove encontros mediados pela AEA, com 2 horas de duração cada um. Os dados foram levantados por meio de entrevista sociocultural, dois testes diagnósticos para levantamento dos saberes dos alunos, a observação dos fatos nas interações durante todos os encontros, além de uma entrevista individual para levantar as percepções dos alunos participantes do projeto. Para análise dos processos de atualização foram utilizados dados do sétimo e oitavo encontros, relativos à elaboração de um roteiro de dança pelos alunos, em pequenos grupos, por meio de episódios relevantes extraídos das interações ocorridas no labor conjunto, valorizando elementos semióticos em seus discursos orais e escritos, como gestos, entonações de voz, postura corporal, assim como os movimentos de dança realizados pelos alunos. Recorreu-se também – para a análise gestual e para a identificação da polissemia e a multimodalidade relacionados aos saberes científicos –, às ideias bakhtinianas, buscando melhor entender os discursos orais e escritos dos alunos em sala de aula, além de algumas propriedades da Teoria da Ação Mediada (TAM) como instrumento para analisar as subjetividades dos alunos em relação à dança. Como resultado quanto ao processo de objetivação, os alunos expressaram seus saberes por meio de falas, gestos, movimentos corporais e expressões faciais, ou seja, diversos recursos semióticos. Observa-se, entretanto, a ocorrência de polissemia em relação ao uso das terminologias da Física, tais como os significados atribuídos aos saberes velocidade e colisão e à caracterização vetorial dos saberes abordados no roteiro. Quanto ao processo de subjetivação ocorreram mudanças na percepção dos alunos em relação à Física e à dança, ao afirmarem que passaram a sentir menos medo, fortaleceram amizades, sentiram-se acolhidos e inseridos em atividades que envolveram todos os alunos, e passaram a ver a dança para além de movimentos ou algo puramente artístico, reconhecendo as possibilidades existentes entre a Física e a dança para a sala de aula. A investigação da aprendizagem ocorrida nas atividades evidenciou que o processo de atualização de saberes em sala de aula se dá em meio e, simultaneamente, a aspectos e elementos das subjetividades humanas. Os alunos sentiram a diferença fundamental da proposta de ensino e aprendizagem na perspectiva da TO em relação ao ensino tradicional.

Palavras-chave: Física e Dança. Ensino de Física. Mecânica Geral. Teoria da Objetivação. Ciência e Arte.

ABSTRACT

This research entitled “Updating Physics knowledge in an activity using dance as a cultural artifact” aimed to analyze how the learning process of General Mechanics knowledge occurs, enrolled in the 1st Series of High School, using dance as a cultural artifact, and as a specific objective, to verify if an activity using dance, as a cultural artifact, can update students' perception in relation to Physics and also to dance. The investigative study, developed within the scope of historical and dialectical materialism, uses the Objectification Theory (TO) as a theoretical and methodological contribution. TO is a classroom-oriented educational theory that proposes teaching and learning activities (AEA) in the form of joint work between students and the teacher, aiming at learning that simultaneously encompasses objectification processes (updates of knowledge) and subjectivity (transformation of being / students). The research was developed from the project “Physics and dance”, in which 13 volunteer students from a Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Campo Grande campus, enrolled in the 1st Series of Integrated High School. The project was carried out in nine meetings mediated by the teaching and learning activity (AEA), each one lasting 2 hours. The data were collected through a sociocultural interview, two diagnostic tests to survey the students' knowledge and data from interactions during all meetings and an individual interview to survey the perceptions of the students participating in the project. To analyze the updating processes, data from the seventh and eighth meetings were used, relating to the preparation of a dance script by students, in small groups, through relevant episodes extracted from the interactions that took place in the joint work, valuing semiotic elements in their oral speeches and writings, such as gestures, voice intonations, body posture, as well as dance movements performed by students. We also resorted to gestural analysis and to the identification of polysemy and multimodality related to scientific knowledge, bakhtinian ideas were used, seeking to better understand students' oral and written speeches in the classroom, in addition to some properties of the Theory of Mediated Action, as an instrument to analyze students' subjectivities in relation to dance. As a result, regarding the objectification process, students expressed their knowledge through speeches, gestures, body movements and facial expressions, that is, through various semiotic resources. However, polysemy is observed in relation to the use of terminology in Physics, such as the meanings attributed to the knowledge of speed and collision, for example and also, the vector characterization of the knowledge covered in the script. As for the subjectivation process, there were changes in the students' perception of Physics and dance, when they stated that they started to feel less fear, strengthened friendships, felt welcomed and inserted in an activity in which they could elaborate something in which everyone was really involved. and started to see dance beyond movements or something purely artistic, recognizing the possibilities that exist between physics and dance for the classroom. The investigation of the learning that took place in the activity showed that the process of updating knowledge in the classroom, occurs intermingled and simultaneously to aspects and elements of human subjectivities. The students felt the fundamental difference between a teaching and learning proposal from the perspective of OT in relation to traditional teaching.

Keywords: Physics and Dance. Physics teaching. General mechanics. Objectification Theory. Science and Art.

RESUMEN

Esta investigación titulada “Actualización del conocimiento de la Física en una actividad que utiliza la danza como artefacto cultural” tuvo como objetivo analizar cómo ocurre el proceso de aprendizaje del conocimiento de la Mecánica General, abordado en el 1er año de la enseñanza secundaria, utilizando la danza como artefacto cultural y como objetivo específico, verificar si una actividad de este tipo puede actualizar la percepción de los estudiantes en relación a la Física y también a la danza. El estudio investigativo, desarrollado en el ámbito del materialismo histórico y dialéctico, utiliza la Teoría de la Objetivación (TO) como aporte teórico y metodológico. TO es una teoría educativa orientada al aula que propone actividades de enseñanza y aprendizaje (AEA) en forma de trabajo conjunto entre el alumno y el docente, con el objetivo de un aprendizaje que englobe simultáneamente procesos de objetivación (actualizaciones de conocimiento) y subjetividad (transformación del ser / estudiantes). La investigación se desarrolló a partir del proyecto “Física y Danza”, en el que participaron 13 estudiantes del Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, inscritos en el 1er año de la enseñanza secundaria Integrado. El proyecto se llevó a cabo en nueve reuniones mediadas por la AEA, cada una de las cuales tuvo una duración de 2 horas. Los datos fueron recolectados a través de una entrevista sociocultural, dos pruebas de diagnóstico para relevar el conocimiento de los estudiantes, la observación de los hechos en las interacciones durante todos los encuentros, además de una entrevista individual para interrogar las percepciones de los estudiantes participantes en el proyecto. Para analizar los procesos de actualización se utilizaron datos del séptimo y octavo encuentro, relacionados con la elaboración de un guion de danza por parte de los estudiantes, en pequeños grupos, a través de episodios relevantes extraídos de las interacciones que tuvieron lugar en el trabajo conjunto, valorando elementos semióticos en sus discursos orales y escritos, como gestos, entonaciones de voz, postura corporal, así como movimientos de danza realizados por los estudiantes. También utilizamos - para el análisis gestual y para la identificación de polisemia y multimodalidad relacionadas con el conocimiento científico - ideas bakhtinianas, buscando comprender mejor los discursos orales y escritos de los estudiantes en el aula, además de algunas propiedades de la Teoría de la La Acción Mediada (TAM) como instrumento para analizar las subjetividades de los estudiantes en relación a la danza. Como resultado del proceso de objetivación, los estudiantes expresaron sus conocimientos a través de discursos, gestos, movimientos corporales y expresiones faciales, es decir, varios recursos semióticos. Sin embargo, se observa polisemia en relación al uso de terminología en Física, como los significados atribuidos al conocimiento de velocidad y colisión y la caracterización vectorial de los conocimientos cubiertos en el guion. En cuanto al proceso de subjetivación, hubo cambios en la percepción de los estudiantes de la Física y la danza, cuando manifestaron que comenzaron a sentir menos miedo, fortalecieron amistades, se sintieron acogidos e insertados en actividades que involucraron a todos los estudiantes, y comenzaron a ver la Danza más allá de los movimientos o algo puramente artístico, reconociendo las posibilidades que existen entre la física y la danza para el aula. La investigación del aprendizaje que tuvo lugar en las actividades mostró que el proceso de actualización de conocimientos en el aula se da en el medio y, simultáneamente, a aspectos y elementos de subjetividades humanas. Los estudiantes sintieron la diferencia fundamental de la propuesta de enseñanza y aprendizaje desde la perspectiva de la TO en relación a la enseñanza tradicional.

Palabras clave: Física y Danza. Enseñanza de la física. Mecánica general. Teoría de la objetivación. Ciencia y Arte.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A estrutura da AEA.....	55
Figura 2 – O design e a implementação da AEA.....	55
Figura 3 – Estrutura de apresentação do episódio relevante.....	57
Figura 4 – Função pragmática dos gestos.....	60
Figura 5 – Função referencial dos gestos.....	61
Figura 6 – Gráfico Força de valor variável versus Tempo.....	66
Figura 7 – Exemplo de operações vetoriais envolvendo Forças.....	68
Figura 8 – Apresentação de patinação artística em dupla.....	70
Figura 9 – Interação entre patinadores.....	71
Figura 10 – Um dos golpes do boxe	73
Figura 11 - Equilíbrios estável e instável no corpo humano.....	74
Figura 12 – Passo do ballet: Grand Jeté.....	74
Figura 13 – Cena de espetáculo do Eifman Ballet	75
Figura 14 – Movimento circular na apresentação do grupo Papatla Flyers.....	76
Figura 15 – Posições de apoio de uma bailarina.....	77
Figura 16 – Equilíbrio de uma dançarina em um passo de pegada aérea.....	78
Figura 17 – Movimento de giro na patinação artística.....	79
Figura 18 – Organização da sala de aula na realização da AEA.....	83
Figura 19 – Esquema gráfico do roteiro de dança o Grupo 1.....	95
Figura 20 – Figuras de questões sobre Força Centrípeta nos testes diagnósticos.....	105
Figura 21 – Questões envolvendo Impulso nos testes diagnósticos.....	107
Figura 22 – Esquema gráfico do roteiro de dança proposto pelo Grupo G2.....	118
Figura 23 – Questões sobre Pressão nos testes diagnósticos.....	131
Figura 24 – Questões sobre Centro de Massa nos testes diagnósticos.....	132
Figura 25 – Esquema gráfico do roteiro de dança proposto pelo Grupo G3.....	138
Figura 26 – Questões sobre Momento Angular nos testes diagnósticos.....	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de trabalhos selecionados durante o processo de refinamento.....	28
Tabela 2 – Número de trabalhos selecionados em eventos nacionais.....	31
Tabela 3 – Número de trabalhos selecionados em periódicos nacionais.....	32
Tabela 4 – Número de trabalhos internacionais selecionados.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Temáticas e trabalhos de pós-graduação selecionados para a análise.....	29
Quadro 2 – Fontes pesquisadas e trabalhos internacionais selecionados para a análise...	33
Quadro 3 – Glossário para normas de transcrição.....	57
Quadro 4 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1.....	88
Quadro 5 – Segundo episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1.....	90
Quadro 6 – Terceiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1.....	91
Quadro 7 – Quarto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1.....	93
Quadro 8 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1.....	96
Quadro 9 – Terceiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1.....	99
Quadro 10 – Quarto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1.....	101
Quadro 11 – Respostas escritas das alunas do Grupo 1 sobre Força Centrípeta.....	105
Quadro 12 – Respostas escritas das alunas do Grupo 1 sobre Impulso.....	107
Quadro 13 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2.....	112
Quadro 14 – Segundo episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2.....	114
Quadro 15 – Terceiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2.....	115
Quadro 16 – Quarto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2.....	117
Quadro 17 – Quinto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2.....	117
Quadro 18 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	119
Quadro 19 – Segundo episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	120
Quadro 20 – Terceiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	123
Quadro 21 – Quarto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	125
Quadro 22 – Quinto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	127
Quadro 23 – Sexto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2.....	129
Quadro 24 – Respostas escritas dos alunos do Grupo 2 sobre Pressão.....	131
Quadro 25 – Respostas escritas dos alunos do Grupo 2 sobre Centro de Massa.....	133
Quadro 26 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 3.....	136
Quadro 27 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do grupo G3.....	139
Quadro 28 – Respostas escritas dos alunos do Grupo 3 sobre Momento Angular.....	142

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1. O ensino de Física atual.....	19
1.1 O ensino de Física frente a duas culturas.....	20
1.2 Potencialidades dos processos criativos no campo da arte.....	22
1.3 A dança como linguagem artística.....	24
1.4 A Física e a dança: aproximando duas culturas	25
1.5 Física e dança: um panorama de área.....	27
CAPÍTULO 2. Arcabouço teórico e metodológico da pesquisa	36
2.1 Teoria da Objetivação	36
2.2 Teoria da Ação Mediada	45
2.3 Aproximações possíveis entre Teoria da Objetivação e Teoria da Ação Mediada....	50
2.4 Aportes metodológicos da pesquisa	52
2.4.1 A Metodologia da TO	53
2.4.2 Análise Semiótica proposta pela TO	58
CAPÍTULO 3. SABERES DE MECÂNICA GERAL	65
3.1 Grandezas escalar e vetorial.....	67
3.2 O corpo rígido em Física e a técnica na dança	68
3.3 Saberes de Mecânica Geral	69
3.3.1 Momentum linear: quantidade de movimento	69
A lei de Conservação da Quantidade de Movimento	71
Colisões.....	71
3.3.2 Impulso.....	72
3.3.3 Centro de massa	73
3.3.4 Força	75
Força centrípeta.....	75
3.3.5 Pressão.....	76
3.3.6 Torque.....	77
3.3.7 Momentum angular	78
A lei da Conservação do Momentum Angular.....	79

CAPÍTULO 4. Desenvolvimento da pesquisa e análise de dados.....	80
4.1 Sobre a classificação da pesquisa.....	80
4.1.1 Os sujeitos envolvidos na pesquisa	81
4.1.2 As atividades realizadas nos encontros	83
4.2 Resultados e discussões	87
4.2.1 O grupo G1	88
4.2.2 O grupo G2	112
4.2.3 O grupo G3	136
4.2.4 Processos de atualização do professor	145
CONSIDERAÇÕES: O aparente tom de conclusão.....	148
REFERÊNCIAS.....	155
APÊNDICES	164
ANEXOS.....	204

INTRODUÇÃO

Entrelhares científicos e artísticos

Este trabalho apresenta a investigação de pesquisa que deu origem à tese “Atualização de saberes de Física em uma atividade usando a dança como artefato cultural”, na qual proponho uma maneira diferenciada de se ensinar e aprender saberes de Mecânica Geral em sala de aula. A gênese deste trabalho relaciona-se à minha trajetória na docência, na qual, desde o início, me fascinei com as possibilidades existentes na aproximação entre a Arte e o ensino de Física.

Minha história como professor teve início em 1994 quando, sendo aluno do 1º ano de Engenharia Elétrica, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), trabalhei por seis meses como professor de Física em uma escola estadual em Campo Grande-MS. Em 2001, já formado em Engenharia, voltei ao magistério em escolas particulares. Em 2006, iniciei o curso de Licenciatura em Física, em 2009 o Mestrado em Ensino de Ciências (Física) e em 2016 o doutorado em Educação, também na linha de Pesquisa em Ensino de Ciências, sendo toda minha formação acadêmica realizada na UFMS.

Em 2005, no Colégio Salesiano Dom Bosco, propus um projeto de produção de filmes de curta metragem, cujo desenvolvimento do enredo foi analisado pela professora de Redação, e a produção de efeitos luminosos e sonoros pela disciplina de Física. Este projeto permitiu a realização do trabalho de conclusão de curso “Ensino de Física por meio da produção de vídeos”. O tema foi aprofundado na dissertação de mestrado “Ensino de Física por meio de produção de vídeos sobre radiações ionizantes”. Ambos os trabalhos foram orientados pelo Prof. Dr. Paulo Rosa.

Em 2014, fui aprovado em concurso para o Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), campus Campo Grande. Deparei-me com uma escola pública federal que, mesmo tendo melhor infraestrutura que as escolas estaduais nas quais eu fui aluno na educação básica e depois professor, ainda tinha, e tem, consideráveis problemas com o ensino de Física.

A Física compõe o grupo de disciplinas consideradas mais difíceis pelos alunos. A alta quantidade de reprovações nessas disciplinas é uma das causas da alta taxa de evasão escolar dos alunos do Ensino Médio, principalmente dos calouros. Se por um lado,

a Física é vista como umas das vilãs dessa história, por outro o IFMS é uma escola na qual os alunos têm a possibilidade de, em horário contraturno, participar de projetos de pesquisas, monitorias, plantões de dúvidas, clube de línguas estrangeiras, cursos de instrumentos musicais, aulas de teatro e dança, entre outras formas de diversificar a formação.

Assim, aproveitando essas oportunidades no IFMS, é possível a realização de projetos que possam contribuir para minimizar os problemas de aprendizagem na instituição, pois um dos maiores problemas no ensino da Física é a forma que ela é ensinada, completamente descontextualizada (ZANETIC, 2006). E, pensando em uma formação de sujeitos éticos, reflexivos e críticos (RADFORD, 2020), acredito que ensinar Física envolvendo Ciência e Arte é uma proposta viável na instituição e, principalmente, usar a dança como um artefato cultural para a aprendizagem de saberes de Mecânica Geral, constituirá em uma proposta inédita.

Por que a dança? Integrei de 1994 a 1997 o grupo Sarandi Pantaneiro e desde 2004 participo do Grupo Camalote, ambos grupos parafolclóricos de danças sul mato-grossenses, sob direção da Ms. Marlei Sigrist, professora da UFMS. Minha bagagem cultural como dançarino, meus anseios de professor e as oportunidades institucionais permitiram-me visualizar uma nova maneira de ensinar e aprender Física para os semestres iniciais do IFMS, nos quais a evasão dos alunos é mais elevada.

As dificuldades dos alunos que têm causado o número excessivo de reprovações nas disciplinas de Física e a forma desinteressante que elas são ministradas, foram os problemas que levaram ao estabelecimento da seguinte questão de investigação:

Como uma atividade realizada em labor conjunto, para elaboração e apresentação de um roteiro de dança, contribui para a atualização de saberes de Mecânica Geral?

Por ser a dança composta de movimentos envolvendo aplicação de diversos saberes físicos, sendo muitos deles abordados com alunos da 1ª série do Ensino Médio, visualizamos a possibilidade de uma pesquisa para responder à questão de investigação. Elaboramos, para isso, um projeto a ser realizado com os alunos em horário contraturno, intitulado “Física e Dança”, com objetivo geral de analisar como ocorre o processo de ensino e aprendizagem de saberes de Mecânica Geral, abordados na 1ª Série do Ensino Médio, usando como artefato cultural a dança. E como objetivo específico, propusemos

investigar se uma atividade utilizando a dança, como um artefato cultural, pode mudar a percepção dos alunos em relação à Física e também à dança.

No IFMS, o professor pode propor a realização de projetos, cursos e oficinas com os alunos, no horário contraturno, em fluxo contínuo, durante todo o ano letivo. Portanto, foi o projeto “Física e Dança” que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa realizada nesta tese.

Realizamos, em horário contraturno (vespertino), com um grupo de 13 alunos voluntários e matriculados na 1ª Série do Ensino Médio, o projeto “Física e Dança”, composto por 9 Encontros, com 2 horas de duração cada um. Nesse projeto, foram realizadas atividades elaboradas à luz da Teoria da Objetivação, nas quais foram abordados saberes de Mecânica Geral, tais como Força, Pressão, Centro de Massa, Impulso, Quantidade de Movimento e Momento Angular. A proposta do projeto apontava para que os alunos elaborassem e apresentassem um roteiro de dança abordando sobre os saberes de Física discutidos nos Encontros.

Para apresentar todo o processo de realização desta investigação, organizamos este texto da seguinte maneira: no Capítulo 1 abordamos o ensino de Física atual e seus problemas mais evidentes, as potencialidades existentes em processos criativos no campo da arte, a dança como linguagem artística e a aproximação entre as culturas científica e humanista em atividades que envolvam a Física e a dança.

O Capítulo 2 é destinado à apresentação dos referenciais teóricos e metodológicos utilizados na pesquisa. A Teoria da Objetivação (TO), proposta por Luis Radford, norteou toda a organização didática dos Encontros realizados com os alunos, bem como forneceu processos metodológicos para a busca de evidências de processos de atualização de saberes científicos (Objetivação) e questões relacionadas à transformação do ser (Subjetivação). A relação entre o aluno e a dança, como artefato cultural, é investigada por meio de algumas propriedades da Teoria da Ação Mediada (TAM) proposta por James V. Wertsch, mais especificamente aquelas que tenham aproximação com a TO.

Ainda no Capítulo 2, descrevemos os referenciais metodológicos utilizados na pesquisa. A análise qualitativa proposta pela TO requer uma investigação do uso dos recursos multissemióticos na atividade em sala de aula. Dessa forma, ideias da análise discursiva de Bakhtin, a polissemia e a multimodalidade, foram empregadas na investigação dos discursos orais e escritos dos alunos. O dispositivo utilizado por Sessa (2013), adaptado de Kendon (2004), foi utilizado na análise gestual dos participantes das atividades propostas.

No Capítulo 3 apresentamos, sucintamente, uma abordagem teórica sobre alguns saberes da Mecânica buscando subsidiar a compreensão das análises das discussões e respostas dos alunos.

Os resultados e a análise de dados acontecem no capítulo 4. Nele, discutimos os episódios relevantes ocorridos nos Encontros 07 e 08, nos quais cada um dos três grupos de alunos elaborou e apresentou, em trabalho conjunto com o professor, seu roteiro de dança buscando evidenciar todo o processo de ensino e aprendizagem ocorrido em sala de aula.

Por fim, as considerações quanto aos dados analisados, apresentada na sessão que chamamos de “o aparente tom de conclusão”, e de acordo com Radford (2020), investigarmos neste trabalho um processo dialético interminável.

CAPÍTULO 1. O ensino de Física atual

João Zanetic (2006), há mais de uma década, já criticava a forma desinteressante que, em geral, as ciências eram apresentadas. A constante indagação que os alunos se fazem sobre “porque estudam Física” passa, principalmente, pela forma extremamente enrijecida como a disciplina é desenvolvida, ou seja, por meio de aplicação direta de fórmulas, desarticulada de cultura e sem relação com o cotidiano (LIMA et al., 2017). O ensino tradicional, no modo como há anos vem sendo trabalhado, considera que o conhecimento pode ser adquirido por transmissão direta e automática do professor para o aluno, desconsiderando os elementos da vida emocional e afetiva dos alunos, a quem cabe anotar, decorar e reproduzir os conteúdos ensinados (MIZUKAMI, 1986). Essas características estão presentes no ensino atual, em particular da educação básica, distanciando os alunos da percepção dos assuntos correlatos em suas próprias vidas.

A Física, cujo corpo de conhecimento faz parte dos “saberes historicamente constituídos que estão disponíveis na cultura” (RADFORD, 2020, p. 19), demanda novas formas de abordagem e metodologias para desengessar essa abordagem (OLIVEIRA e GOMES, 2016). No Brasil, o problema sobre as dificuldades na aprendizagem de Física é pesquisado, de acordo com Nardi (2018), desde o final da década de 1970, com o desenvolvimento da pós-graduação nesta área, ampliação do número de revistas de pesquisa de ensino de Física e Ciências, realização de simpósios, de encontros e lançamentos de materiais didáticos. Todas essas ações convivem permanentemente com um ensino em crise, dentro de um contexto de poucas aulas, baixos salários dos professores, falta de estrutura laboratorial, problemas de formação inicial e continuada de professores, além da falta de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade da educação a médio e longo prazo. Este são alguns dos problemas que dificultam observar realmente mudanças na sala de aula. O ensino engessado continua presente, baseado no formalismo matemático e descontextualizado. Essa situação desperta nos alunos do Ensino Médio certa ojeriza à Física e, em geral, eles estudam apenas para conseguir a nota para aprovação na disciplina.

Como possibilidade de ação para contrapor esses problemas, uma perspectiva humanista, na qual estejam inseridos os sentimentos e ações integralmente, pode promover o interesse do aluno no processo de ensino e aprendizagem da disciplina (MOREIRA, 2018).

De acordo com Oliveira e Gomes (2016), transformar o momento de aprender em uma ocasião de contentamento participativo, relacionando conceitos científicos e questões sociais e éticas, por meio da percepção, intuição e emoção, é possível. Nesse sentido, autores (SANTOS, 2004; OLIVEIRA e GOMES, 2016; ZANETIC, 2004) apontam a prática teatral como um meio possível na busca do conhecimento com alegria, ou seja, um meio para que o aprender a Física seja um momento de satisfação, no qual a sala de aula se transforma num ambiente agradável e participativo. Segundo esses autores, a atividade teatral, ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções, pode permitir ao aluno fazer relações entre ciência e questões sociais, como também proporcionar a coragem para se arriscar, descobrir e anunciar a sua crítica, expor sua forma diferente de pensar (ZANETIC, 2004). Muitos benefícios são possíveis a todos os envolvidos em um trabalho que conjuntamente associa a arte à ciência (ROCHA et al., 2018).

Assim, este capítulo apresenta um diálogo entre o ensino da Física e a arte com o objetivo de romper a dicotomia existente entre elas que afasta, como destaca Snow (1995), excelentes oportunidades nos campos do pensamento e criação. Iniciamos com uma discussão sobre essas duas culturas (científica e humanista) e a opção pela dança como um artefato cultural para o ensino e aprendizagem de saberes da Física.

1.1 O ensino de Física frente a duas culturas

Ao longo da história da humanidade, de acordo com Pedro Barbosa (1995), transitamos de uma época de fé religiosa para a fé científica. O autor destaca que no século XIX, na fase positivista, registrou-se que a arte e a valorização do imaginário tiveram dificuldade de acomodação, pois a ciência passou a ser refratada por um discurso baseado em objetos teóricos, e validados, ou invalidados, exclusivamente pela experimentação. Nesse período, a realidade desacreditou toda a “fantasia” associada à arte.

Já a ciência moderna, tempo atual, abre-se à noção de uma “razão imaginante”, atribuindo à realidade um caráter flexível e pluridimensional, ao invés de unidimensional e monolítico. Hoje, percebe-se que o homem da ciência valoriza o imaginário em seu trabalho de interpretar o real ((BARBOSA, 1995, p. 35).

Na obra *As duas culturas e uma segunda leitura*, Snow (1995) identifica uma polarização, em caráter de disputa, entre os mundos da ciência e das humanidades. Em lados opostos, o autor posiciona os cientistas desprezando as dimensões psicológicas e

sociais em suas abordagens, e os humanistas, desconhecedores dos conceitos básicos científicos. Essa dicotomia cultural, separando o conhecimento em aparente duas culturas, traz graves consequências educacionais, impossibilitando que os homens usufruam e produzam ciência e arte. Descrevendo seu convívio entre esses dois grupos polares – os literatos como os humanistas, e os físicos como os cientistas –, Snow (1995) descreve o aparente abismo de incompreensão mútua, imagem distorcida que um grupo tem do outro e dos perigos decorrentes de mal-entendidos existentes entre eles. Ele defende que essa polarização representa perdas práticas, intelectuais e criativas para todos nós.

Snow (1995), para fazer essa discussão, define e considera cultura como o significado encontrado em dicionários – desenvolvimento intelectual, desenvolvimento da mente –, assim como o termo antropológico que designa um grupo de pessoas que convivem em um mesmo ambiente e compartilham hábitos comuns. É nesse contexto que o autor identifica a existência de duas culturas: a científica e a dos literatos, e discute o desinteresse mútuo entre elas. O autor defende o “estabelecimento da cortesia, sentimentos de camaradagem entre essas duas culturas, repensando a educação que ainda é essencialmente voltada à preparação de exames classificatórios ao final de cada ciclo do sistema educacional” (SNOW, 1995, p. 36), como provas, vestibulares e concursos públicos.

A existência das duas culturas ocorre por razões fundadas nos contextos históricos e culturais nos seus respectivos momentos históricos. Segundo Snow (1995), se à época da Revolução Industrial a educação, baseada na ciência aplicada, possibilitou o uso gradual de máquinas e o funcionamento das fábricas, mais recentemente passamos à revolução científica, na qual não cabem mais os métodos de tentativas e erros anteriores, mas sim uma aplicação real e efetiva da ciência em um contexto que se interessa pelas relações sociais ocorridas na organização produtiva. Nessa proposta, o autor defende que a compreensão científica deve ser estendida à cultura geral para todos que estão na escola, uma vez que o mero entendimento de um enunciado científico requer conhecimento da linguagem científica.

Mesmo decorridas algumas décadas, o texto de Snow (1995) mostra-se atualíssimo. Como bem destaca o autor, em uma época em que a ciência é determinante para nossa vida ou morte, a falta de comunicação entre essas duas culturas, nos torna mais “obtusos” do que necessitamos ser. O autor defende que a educação não desconheça a experiência criativa existente e possível no encontro da ciência com a arte.

O ensino de Física está ainda, considerando esse contexto, estacionário em uma cultura científica, como destacado por Snow (1995), especializada demais, constituindo um sistema voltado para preparação de exames. Entendemos assim que, para mudar essa forma de ensino de Física, é necessário o estabelecimento de diálogos com as formas humanistas de expressão.

1.2 Potencialidades dos processos criativos no campo da arte

A arte no contexto escolar brasileiro, segundo Barbosa (1995) e de acordo com o pragmatismo vigente em nossa cultura científica, ainda é situada em uma posição inferior à ciência e à tecnologia. Destinada, muitas vezes, a meras situações de divertimento ou decoração, a arte nem sempre é considerada portadora de um conhecimento que permita relacionar seu discurso estético à exploração do mundo real efetuada pelo discurso científico.

A concepção de arte que é veiculada em nosso modelo cultural, segundo Barbosa (1995), nasceu no final da Revolução Francesa e com os princípios do idealismo alemão. Reconhecemos na arte uma “prática semiótica autora de um imaginário, um mundo hipotético, ao qual temos acesso pela nossa própria fé” (BARBOSA, 1995, p. 50).

Sofrendo inúmeras metamorfoses, no tempo e no espaço, a arte acompanha a vida humana, sendo por meio dela que o homem age sobre o mundo real. “Além de revelar o belo, a arte também se aproxima da verdade que existe no real das coisas. Em plena época científica, se continuará a abrir um lugar à arte na nossa ação sobre o real” (BARBOSA, 1995, p. 23).

Ao expressar-se por meio da arte, o homem torna-se um artista e, sendo artista, por meio da arte, “o homem pode incorporar em si aquilo que ele não é, mas tem possibilidade de ser” (FISCHER, 1976, p. 58). Assim, ao expressar-se por meio da arte, o homem pode materializar vontades, desejos, pensamentos e ideias presentes em seu imaginário. A arte pode ser um recurso pelo qual o homem, multisemioticamente, tem acesso às “linguagens que apresentam verdades até então desconhecidas” (FISHER, 1976, p. 34).

Da mesma forma que o microscópio ou um telescópio se interpõe entre nós e a verdade científica, conforme Barbosa (1995), revelando o objeto observado, na esfera da arte é o imaginário que nos aproxima do real: “Mesmo utilizando linguagens diferentes, tanto o cientista como o artista se assemelham no seu processo criativo concebem

microcosmos imaginários visando sempre o mundo real” (BARBOSA, 1995, p. 156). Em suma, epistemologicamente, para o autor, a arte é uma modalidade de encontro entre o eu e o mundo, materializada na obra de arte, por meio do universo imaginário existente nessa relação.

Na obra *Gesto inacabado*, a autora Cecília Almeida Salles (2001) aborda a verdade constituída na obra de arte como resultado de dúvidas, acertos e erros ocorridos no metamórfico ato de criar que, sendo contínuo, torna impossível sua delimitação de início e fim. O artista, por meio da sensibilidade e intelectualidade, empenha-se em dar existência material à sua obra, dentro de um contexto histórico, social, cultural e artístico. Sensações, ações e pensamentos conscientes e inconsciente estão presentes na composição da obra do artista. Ela é, sempre, uma obra inacabada: não pela impossibilidade de ser analisada, mas por ser concebida por meio de um processo dialético sempre por se completar (SALLES, 2001).

A criação artística dá-se em um percurso constituído de conflitos e apaziguamentos, que demanda desenvolvimento, crescimento e vida de artista. Assim, apesar dos diversos momentos de tensão ocorridos entre o que se quer dizer e aquilo que se está dizendo, é a satisfação em concretizar a obra, denotando um caráter dialético ao trabalho do artista, que impulsiona sua ação. Sua insatisfação quanto à incompletude da obra desperta no artista a energia para sonhar novos sonhos. Assim, os momentos de evolução do pensamento do artista, podem ser evidenciados nos documentos de registros, diários, anotações e nos relatos do processo, revelando convicções, visões de mundo e atitude ética perante a vida (SALLES, 2001).

Apesar das dificuldades e problemas encontrados nesse caminho, o artista encontra intensos momentos de prazer e encantamentos. Diferentes facetas desse processo são reveladas, dependendo apenas das lentes utilizadas nessa observação. As rasuras do processo sempre buscam completude, denotando o dinamismo existente no fazer artístico (SALLES, 2001).

A obra de arte aguça a percepção artística do artista e ele percebe em sua própria vida, a ação transformadora que lhe permite perceber uma nova realidade no mundo. É a mesma percepção que permitiu a “Michelangelo visualizar um anjo ao olhar uma pedra” (SALLES, 2001).

1.3 A dança como linguagem artística

Historicamente o homem primitivo dançava, em forma de ritual, para se expressar em relação à colheita, caça, alegria, tristeza, religiosidade e tantas outras razões (VERDERI, 2009). A evolução do homem e a própria ação de mover-se é acompanhada pela dança ao longo da história, revelando assim transformações ocorridas social e culturalmente (OSSONA, 1988). Nesse contexto, entra a dança, como expressão artística, “fruto do trabalho humano histórico e social, acontece inserida em um processo dialético de transformação do meio e a si mesmo” (FREITAS, 2011, p. 60).

Ao vermos sujeitos dançando, estamos vendo não apenas formações e resultados de treinamentos (ensaios), mas também visões de mundo, concepções de corpos, afirmações, negações, questionamentos, enfim, o contexto histórico, social, ideológico e estético de um determinado tempo-espço (GOMES, 2006).

A dança é mais que uma forma de autoexpressão, libertação de sentimentos, domínio de técnica ou reprodução de movimentos, pois ela constitui um processo maior que o produto final obtido, como um espetáculo (FREITAS, 2011, p. 80). Em um processo coletivo de criação artística, como cinema, teatro, música e a dança, sobretudo nesta pesquisa, os artistas (alunos e professor) envolvidos no trabalho trocam sensibilidades, buscando construir a obra de arte (roteiro de dança), devendo este ser o objetivo comum de todos os envolvidos no trabalho (SALLES, 2001).

Tudo aquilo que auxilia o artista a materializar sua obra denomina-se matéria, como os personagens, o enredo, o conflito, os espaços, para um romancista. Para o ator teatral, seus materiais são seu próprio corpo, tons de voz, expressões do olhar, formas de andar e o *script* (SALLES, 2001). Analogamente, ao dançarino, igualmente servirão o corpo, os movimentos, o domínio da técnica, ou seja, tudo que o ajude a cumprir o fazer artístico e a coreografia.

Com o objetivo de conhecer o lugar que a dança ocupa nas escolas, investigando a realidade e a contradição do ensino de dança em escolas municipais da cidade de Corumbá-MS, baseada em conceitos bakhtianos, Freitas destaca a existência de um espaço não preenchido totalmente pela palavra, pela fala (FREITAS, 2011), cabendo-nos entender a intenção do uso de diversas outras linguagens ocorrentes em uma apresentação artística, sobretudo, na dança. No ensino de Ciências/Física, também é preciso investigar o uso dessas outras linguagens que não são levadas em consideração no processo de

ensino e aprendizagem dessas disciplinas. Abordaremos esse aspecto no Capítulo 2, na parte específica relativa aos referenciais metodológicos desta pesquisa.

A dança possibilita vivências, oportunidades de criação, análise e apreciação estética. Ao dançar, lidamos com emoções e sensibilidade humanas. Ao interagir socialmente com o outro que dança, “trocamos informações, experiências, criando novas possibilidades de ser e estar no mundo” (FREITAS, 2011, p. 58).

Strazzacappa (2006), a partir de sua investigação sobre as experiências de professores participantes do curso “atividades corporais artísticas para professores da educação formal”, promovido pelo curso de Licenciatura de Dança da Unicamp, na cidade de Tupã (SP), aborda que a prática da dança na escola geralmente é proposta com fins de apresentação em festas comemorativas. Seu trabalho, entretanto, identificou relatos de projetos de dança na escola voltados ao desenvolvimento motor, psicológico, social e afetivo ou relacionado à aprendizagem de disciplinas de Matemática e Português. Neste contexto, Salmázio et al (2013) defende que a dança oportuniza vivências, criações, interpretações, aumento do repertório linguístico, promoção da autoestima e, portanto, estende-se a todas as áreas de saber.

1.4 A Física e a dança: aproximando duas culturas

Escolhemos neste trabalho promover o diálogo entre as culturas científica e humanista utilizando, como bem coloca Márcia Strazzacappa (2001) em seu trabalho “A educação e a fábrica de corpos: a dança na escola”, as oportunidades que o movimento corporal disponibiliza à manifestação humana e associamos à exploração dos fenômenos físicos.

Restringindo-se a ação de mover-se à disciplina de Educação Física ou ao horário do intervalo entre as aulas, muitas práticas escolares ainda são realizadas com os alunos sentados nas cadeiras, silenciosos, olhando para a frente, como expressão de bom comportamento pelo seu “não movimento”. Strazzacappa (2001) critica a pouca importância dada às disciplinas artísticas, vistas como supérfluas, mas também a ausência do lúdico nas disciplinas científicas escolares. Considerando a escola como local onde os alunos se comunicam, trabalham, aprendem, e sendo o corpo um instrumento pelo qual o indivíduo também se expressa, esse preconceito contra o movimento é, no mínimo, dicotômico.

Segundo a autora, a dança na escola deve oportunizar capacidades motoras, imaginativas e criativas aos alunos, permitindo que todos na sala de aula ponham a mão na massa e aprendam fazendo, pensando com o corpo e, sobretudo, movendo-se. Dançar em sala de aula permite, pelas explorações sensitivas de tocar e ser tocado, falar e ouvir com o corpo todo, enriquecer as análises e discussões teóricas com os participantes. O trabalho corporal de executar um passo de dança com o corpo relaxado e, depois, com o corpo contraído, agrega muitas possibilidades de discussão teórica. A ausência de atividade corporal em sala de aula é também uma forma de educação: a educação para o não-movimento (STRAZZACAPPA, 2001).

É nesse sentido de proporcionar uma educação para o movimento, que estamos sugerindo ensinar Física usando a dança como artefato cultural, pois segundo Ossana (1888), a vida é composta de movimentos, desde as estrelas, planetas, satélites, vegetação, marés, o corpo humano, as células até a própria matéria (orgânica ou inorgânica). Além de testemunhá-los, o homem participa de todos esses processos de mover-se e sente a necessidade de compreensão mais abrangente (OSSANA, 1988). A escola pode contribuir significativamente na compreensão dos movimentos, uma vez que a Física, em Mecânica Geral, aborda os conceitos relacionados a situações de estática e dinâmica de corpos, de forma mais detalhada, na 1ª série do Ensino Médio, geralmente de uma maneira presa aos princípios da cultura científica, sem dar espaço às contribuições que a cultura humanista pode agregar às abordagens em sala de aula. É, em muitos casos, uma das disciplinas da grade escolar mais presa aos princípios da cultura científica, refutando as contribuições que a cultura humanista pode agregar nas abordagens em sala de aula.

A perda do entusiasmo pela dança, nesse contexto, a falta de contato com expressões artísticas usurpa à juventude um veículo vital de comunicação. Grande parte dos alunos, quando se interessam, inclinam-se em dançar os estilos e ritmos conhecidos dos meios de comunicação de massa (OSSANA, 1988). Esse aparente obstáculo pode ser visto como oportunidade em levar a dança, em seus diversos estilos, para a sala de aula. Assim, sendo usada com o objetivo específico de ensino de conceitos escolares, a ferramenta cultural “dança” passa a ser considerada uma ferramenta pedagógica, com fins específicos de ensinar algo a alguém.

Importante ressaltar que, na atividade de dança em sala de aula, os artistas recorrerão a outras linguagens e códigos pessoais, como linguagens intermediárias, as quais aguardarão futura tradução (SALLES, 2001). Assim, gestos, expressões faciais e corporais, execução de movimentos, revelarão possíveis informações do contexto

sociocultural dos alunos quanto a questões de gênero, religiosidade, timidez, domínio de técnica de dança, coordenação motora, preferências por estilos musicais e dança, aceitação do próprio corpo, entre outros. Evidentemente que essas questões estão diretamente relacionadas ao sucesso ou ao fracasso da atividade de dança em sala de aula, inibindo ou incentivando a participação dos alunos.

Aceitando dançar em sala de aula, os alunos farão uso de formações e evoluções espaciais, imprimindo diferentes intensidades de energia e velocidades, uso da gravidade e esquemas de sequências de passos de dança, o que os auxilia na compreensão e valoração pessoal da arte da dança (OSSONA, 1988). Dançando, os alunos entram em contato com conceitos físicos explicitamente utilizados na dança, e refletir sobre esse encontro, tanto científica quanto artisticamente, pode reduzir o vácuo existente entre essas duas culturas.

Os conceitos teóricos abordados nos livros didáticos podem, assim, ser materializados em movimentos e passos de dança, em sala de aula. Ressalta-se que neste caso, o objetivo não é a formação de exímios bailarinos, mas sim, utilizar a dança como um artefato cultural em uma atividade capaz de mediar os processos de atualização de saberes de Física de acordo com a teoria da Objetivação, referencial teórico e metodológico que fundamentou a proposta de pesquisa que desenvolvemos, e que será discutido no Capítulo 2.

Nesse sentido, levantamos os trabalhos já publicados que envolvam, de alguma maneira, uma abordagem da Física e o artefato cultural dança. A seguir apresentamos o estado do conhecimento que elaboramos sobre estes trabalhos.

1.5 Física e dança: um panorama de área

Para compor o estado do conhecimento desta pesquisa, foi realizado o levantamento dos trabalhos produzidos a partir do ano 2000, ano em que foram lançados os anais online das plataformas que investigamos, com duas temáticas: “Ensino de Física e Arte” e “Ensino de Física e Dança”. Todos os dados descritos foram obtidos por meio de consulta a plataformas online.

Inicialmente foram levantados os trabalhos de pós-graduação disponíveis na plataforma online da Biblioteca Digital Brasil de Teses e Dissertações (BDTD). Depois, levantamos os trabalhos apresentados nos três importantes eventos científicos nacionais (Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF -, Encontro Nacional de Pesquisa em

Educação em Ciências – ENEPC-, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF-). Investigamos também as plataformas online de quatro importantes periódicos da área de Física do país (consideradas as classificações de seus qualis atuais, de acordo com a Plataforma Sucupira): *Investigações em Ensino de Ciências* (qualis A2 em ensino e em educação), *Ciência & Educação* (qualis A1 em ensino e em educação), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (qualis A1 em ensino e qualis B1 em educação), e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (qualis A2 em ensino e qualis B2 em educação).

A busca realizada na plataforma online da BDTD localizou a quantidade de 1416 trabalhos de “Ensino de Física” referentes a diversas áreas, como Óptica e Eletromagnetismo, por exemplo, e não especificamente a saberes de Mecânica Geral, bem como não necessariamente envolviam expressões artísticas, mas sim o uso de simuladores, experimentos, ferramentas digitais. O termo “Física” no descritor de busca, também localizou muitos trabalhos da área de Educação Física. Por este motivo, utilizamos outros descritores, identificados na Tabela 1, buscando especificamente os trabalhos que abordam a área de ensino de saberes de Física nos quais a dança poderia estar de certa forma inserida e citada. Ampliamos a quantidade de descritores usando termos como arte, cultura, teatro e música e dança.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de trabalhos levantados junto à plataforma online da BDTD. Para realização da *busca inicial* foram utilizados diversos descritores. Em seguida, em *seleção detalhada*, cada trabalho foi consultado a partir do título, das palavras-chave e pela leitura de seu resumo.

Tabela 1 – Número de trabalhos selecionados durante o processo de refinamento

Descritor pesquisado	Quantidade de trabalhos	
	Busca inicial	Seleção detalhada
“Ensino de Física e Arte”	0	0
“Ensino de Física e Dança”	0	0
“Física e Arte”	10	01
“Física e Dança”	18	04
“Física e Cultura”	59	08
“Física e Teatro”	2	0
“Física e Música”	10	04
“Dança no ensino de Física”	00	00
“Música no ensino de Física”	00	00
“Teatro no ensino de Física”	01	01
Total de trabalhos	100	18

Fonte: Organizado pelo autor.

Assim, dos 100 trabalhos inicialmente levantados, identificamos que em apenas 18 deles havia referências ao uso das ferramentas culturais e artísticas voltado ao ensino de Física em sala de aula.

Trabalhos selecionados para análise

O processo de busca e refinamento sucessivo dos trabalhos na plataforma online da BDTD resultou em uma amostra de 18 trabalhos. O Quadro 1 apresenta esses trabalhos selecionados.

Quadro 1 – Temáticas e trabalhos de pós-graduação selecionados para a análise

Descritor pesquisado	Quantidade de trabalhos relacionados	Modalidade	Autor e ano
“Física e Arte”	01	Dissertação	Oliveira, A.A (2010).
“Física e Dança”	04	Dissertação	Soares, A.S (2009); Franco, L.I.A (2015); Borges, R.M (2017)
		Tese	Diniz, I.K.S (2017)
“Física e Cultura”	08	Dissertação	Oliveira, R.M. (2005); Pugliese, R.M (2011); Silva, J.F.C (2013); Mesquita, O.A.L (2018)
		Tese	Silva, P.C.C (2009); Melchert, A.C.L (2010); Souza, P.H (2014); Pereira, R.A (2015)
“Física e Música”	04	Dissertação	Prado, L.A.G (2010); Dias, A.M.M (2012); Carmo, R.S.B (2013); Silva, J.A.V (2018)
“Teatro no ensino da Física”	01	Dissertação	Santos, N.R.O (2004)

Fonte: Organizado pelo autor

Análise dos trabalhos nacionais selecionados

Dos 10 trabalhos encontrados sobre “Física e Arte” (Quadro 1), apenas um trata do ensino de Física, baseado em discussões de ficção científica presentes em textos, livros, filmes, músicas e séries, com alunos do Ensino Médio (OLIVEIRA A.A., 2010).

Dos 18 trabalhos encontrados sobre “Física e Dança”, 4 deles tratam diretamente do uso desta ferramenta cultural em atividades escolares, abordando: a aprendizagem de danças populares na Educação Física (DINIZ, 2017); o uso da dança na escola integral (BORGES, R. M, 2017); propostas de dinâmicas de dança para as aulas de Educação

Física no ensino fundamental I (FRANCO, 2015); e a relação entre dança e família no contexto escolar (SOARES, 2009). Constatou-se que o uso da dança como aparato cultural em atividades escolares ocorre relevantemente na disciplina de Educação Física. Seu uso em atividades visando atualização de saberes de Física não foi localizado em nenhum trabalho.

Dos 59 trabalhos encontrados sobre “Física e Cultura”, apenas 8 atendem ao interesse desta pesquisa. Quatro trabalhos relacionam-se ao ensino de Física, abordando: o contexto sociocultural do aluno e seu relacionamento com o conhecimento científico (PEREIRA, 2015); a relação entre Epistemologia e cultura (SOUZA, 2014); uso de linguagem de sinais (SILVA, 2013) e a análise de conteúdo didático (PUGLIESE, 2011). Os outros quatro trabalhos são relacionados à dança e analisam: o simbolismo das danças afro-brasileiras (MESQUITA, 2018); o inventário no corpo do método bailarino-pesquisador-interprete (MELCHERT, 2010); o ensino e aprendizagem de capoeira (SILVA, 2009); e a relação entre a cultura da dança fandango e o mundo do trabalho (OLIVEIRA, R. M., 2005). Desta forma, nenhum trabalho que abordasse o ensino de saberes de Física utilizando a dança como aparato cultural foi localizado.

Dos 10 trabalhos encontrados sobre “Física e Música”, apenas 4 tratam diretamente do ensino de Física em sala de aula, abordando: a confecção de instrumentos musicais para o ensino de acústica (SILVA, 2018); o uso de ambiente virtual de aprendizagem de acústica (CARMO, 2013); o uso de música clássica e oficinas de aprendizagem (DIAS, 2012); e a proposta de ensino interdisciplinar envolvendo Física, Matemática e Música (PRADO, 2010). Assim, embora localizando trabalhos voltados à realização de atividades usando a música em sala de aula, em nenhum deles a dança foi utilizada, citada ou descrita.

O único trabalho levantado que usa o teatro como ferramenta cultural em sala de aula (SANTOS, 2004), abordou a realização de jogos teatrais com alunos e professores de uma escola pública, no ano de 2004. Nele, também, o uso da dança, caso tenha ocorrido, não foi descrito e analisado pelo autor.

Em suma, não foram localizados trabalhos na plataforma online BDTD acerca do ensino e aprendizagem de saberes de Física em sala de aula utilizando a dança como artefato cultural.

Consultamos as plataformas online dos três principais eventos científicos da área de Ensino de Física do país desde o ano de 2000, data a partir da qual são encontrados dados nas plataformas online desses eventos. O Simpósio Nacional de Ensino de Física

(SNEF), evento bienal, foi investigado de 2001 a 2019. O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), evento bienal, foi consultado, de 2001 a 2017. O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), evento bienal (com exceção do evento extra realizado em 2011), foi consultado de 2002 a 2018. A Tabela 2 apresenta a quantidade de trabalhos levantados nesses três eventos, apresentados na forma de comunicação oral e apresentação de pôsteres. Nas temáticas “Arte” e “Cultura”, foram inseridos trabalhos que envolvem diversas manifestações artísticas como poesia, literatura, cordel, pintura, museus, mangás, gibis, desenhos, cinema, exposições, entre outros. A classificação quanto a essas duas temáticas, arte ou cultura, dependeu da descrição feita pelo autor no próprio artigo, em seu título, palavras-chave e resumo.

Tabela 2 – Número de trabalhos selecionados em eventos nacionais

Evento	Temática artística utilizada no trabalho de ensino de Física				
	Arte	Cultura	Teatro	Música	Dança
SNEF (09 eventos)	43	16	18	17	00
ENPEC (09 eventos)	12	20	27	09	00
EPEF (10 eventos)	06	15	01	06	00
Total	61	51	46	32	00
Total geral	190				

Fonte: Organizado pelo autor

Quanto ao Ensino de Física permitindo a manifestação artística dos alunos, nos eventos de 2001 a 2018 em nenhum desses trabalhos foi identificado o uso da dança como ferramenta cultural e artística voltada a ensino de saberes de Física.

Um levantamento de trabalhos publicados, relacionados ao uso de artefatos culturais que possibilitaram práticas artísticas em sala de aula, a partir do ano 2000, apontou 4 dos principais periódicos da área de Física do país: *Investigações em Ensino de Ciências*, revista quadrimestral, publicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; *Ciência & Educação*, revista da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que de 1998 a 2003 foi semestral, de 2004 a 2010 foi quadrimestral, de 2011 até hoje é trimestral; *Revista Brasileira de Ensino de Física*, publicada pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), que possui publicações trimestrais desde 2001; e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, periódico quadrimestral da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A Tabela 3 apresenta a quantidade de trabalhos localizados nesses periódicos, em plataforma online, nos períodos de 2000 a 2018.

Tabela 3 – Número de trabalhos selecionados em periódicos nacionais

Periódico	Temática utilizada no trabalho de ensino de Física				
	Arte	Cultura	Teatro	Música	Dança
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i> (54 números)	--	02	--	--	--
<i>Ciência & Educação</i> (37 números)	--	03	--	--	--
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> (64 números)	01	--	--	12	--
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> (51 números)	01	02	04	--	--
Total	02	07	04	12	--
Total geral	25				

Fonte: Organizado pelo autor.

Quanto ao Ensino de Física permitindo a manifestação artística aos alunos, em nenhum desses trabalhos foi identificado o uso da dança como ferramenta cultural e artística voltada a ensino de saberes científicos.

Lançando olhar à pesquisa internacional, especificamente quanto ao uso da dança como ferramenta cultural em ensino de Física, foram consultadas as plataformas online da *Revista Electrónica de Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* e do *IOP Science* (Instituto de Física, tradução nossa), o qual abarca publicações de periódicos como *Journal of Physics*, *Physics Education*, *The Physics Teacher*, *American Journal of Physics*, *European Journal of Physics*, *Physics World*, *Physics Today*, *The Physics Teacher*, entre outros.

Utilizamos apenas o descritor “Physics and dance” (Física e dança, em tradução nossa), de forma a localizar, especificamente, a produção científica internacional quanto ao nosso objeto. A busca inicial nos apresentou 330 trabalhos. Em uma primeira busca detalhada, analisamos os títulos e os resumos disponibilizados em cada um deles, conseguindo localizar 18 trabalhos de nosso interesse. Na segunda busca detalhada, verificamos o resumo do trabalho e, desta forma, localizamos 6 trabalhos produzidos relacionados ao ensino de Física utilizando a dança como ferramenta cultural.

A Tabela 4 detalha a quantidade de trabalhos selecionados em cada busca avançada, bem como a fonte pesquisada na plataforma da IOF Science. Não delimitamos um intervalo temporal nesta investigação internacional.

Tabela 4 – Número de trabalhos internacionais selecionados

Fonte pesquisada	Quantidade de trabalhos		
	Busca inicial	Primeira busca detalhada	Segunda busca detalhada
<i>Journal of Physics</i>	330	06	02
<i>Physics Education</i>		03	01
<i>The Physics Teacher</i>		02	02
<i>American Journal of Physics</i>		01	00
<i>The Astrophysical Journal</i>		01	00
<i>European Journal of Physics</i>		01	00
<i>Physics World</i>		01	01
<i>New Journal of Physics</i>		01	00
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>		01	00
<i>Physics Today</i>		01	00
Total de trabalhos que atenderam à busca realizada			18

Fonte: Organizado pelo autor

O Quadro 2 relaciona os 6 trabalhos internacionais selecionados e relacionados ao nosso objeto de pesquisa – a atividade didática voltada à sala de aula. Os dados para acesso de todos os trabalhos estão disponíveis na seção de Referência desta tese.

Quadro 2 – Fontes pesquisadas e trabalhos internacionais selecionados para a análise

Fonte pesquisada	Quantidade de trabalhos relacionados	Autores e ano
Journal of Physics	02	Handayani et al. (2019), Langlang et al. (2016).
Physics Education	01	Ferrer-Roca (2017)
The Physics Teacher	02	Mylott et al. (2014), Hickman(1983)
Physics World	01	Barber and Popalisky (2008)
Total		06

Fonte: Organizado pelo autor.

Análise dos trabalhos internacionais selecionados

Dos 330 trabalhos levantados na busca inicial, após a primeira busca detalhada apenas 18 deles foram selecionados. Destes, alguns trabalhos não se referem à dança relacionando-a com movimento do corpo humano, mas sim a identificam em movimentos de objetos e partículas, como por exemplo, agitação molecular (DUMRAUF e CORDERO, 2004), movimento de partículas em processo de fusão (TORRES e WIESCHER, 2014), movimentos estelares (POPE et al., 2013), de fluidos não

newtonianos (BINDER e LANDIG, 2009) e de espermatozoides (FRIEDRICH e JULICHER, 2008).

Outros trabalhos referem-se diretamente à dança como expressão com intencionalidade artística, porém focam na análise dos movimentos realizados. Esses trabalhos propõem: o estudo da relação entre acústica e os movimentos feitos em uma dança javanesa (ALFIANTI et al., 2019); o uso de modelo computacional para estudo do salto Jeté (DIAS et al., 2018) e das poses feitas em uma dança do Cazaquistão (NUSSIPBEKOV et al., 2014); o uso de sistema de medição inercial acoplado ao corpo do dançarino (LYNCH et al., 2005); a descrição (OWEN e WHITING, 2003) e a análise de movimentos de dança (LAWS, 1985).

Na segunda busca detalhada, localizamos 6 trabalhos, entre os 18 selecionados, que realmente abordam a utilização da dança como aparato cultural em atividades na sala de aula.

O trabalho “Elementary school science analog sources derived from coastal traditional art: Topeng Endel dance” (“Fontes analógicas da ciência da escola primária derivadas da arte tradicional costeira: dança Topeng Endel”, tradução nossa) dos autores HANDAYANI et al. (2019), buscou mostrar a semelhança entre movimentos típicos de mãos da dança de Topeng Endel com os movimentos musculares explicados nas aulas de Ciências, do ensino fundamental.

No trabalho “Bringing Javanese Traditional Dance into Basic Physics Class: Exemplifying Projectile Motion through Video Analysis” (“Trazendo a Dança Tradicional de Javanese para a Física Básica: Exemplificando o Movimento de Projétil através da Análise de Vídeo”, tradução nossa) dos autores LANGLANG et al. (2016), usou-se o software LoggerPro para analisar, em vídeo, o movimento da arma lançada na dança Bambang Cakil, da Indonésia, fornecendo explicações sobre os vários conceitos físicos do movimento do projétil como a trajetória, a velocidade e a aceleração do objeto, em forma de figura e gráfico.

No trabalho “Understanding 'Human' Waves: Exploiting the Physics in a Viral Video” (“Entendendo as ondas "humanas": explorando a Física em um vídeo viral”, tradução nossa), Ferrer-Roca (2017) analisou vídeos de ondas “humanas” (coreografia que representa a propagação de ondas) e, qualitativamente, abordou elementos de onda como período, comprimento de onda e velocidade de propagação.

No trabalho “Kinesthetic Activities for the Classroom” (“Atividades Cinestésicas para a Sala de Aula”), MYLOTT et al. (2014), usou-se o programa de computador

LabVIEW para explorar quantitativamente, dados originais em tempo vários conceitos de Física, incluindo, a partir do movimentos feitos pelos alunos: impulso, momento, centro de massa e cinemática.

O trabalho “Moon dance: A ‘‘handy’’ Way to Teach Moon Phases” (“Dança da lua: uma maneira prática" de ensinar fases da lua”, tradução nossa), de Hickman (1983), propôs a realização de movimentos com bolas de isopor representando a lua, e lâmpada incandescente representando o Sol, para, por meio de projeção de sombras, explicar as fases da lua aos alunos.

O trabalho “Dancing with Physics” (“Dançando com Física”, tradução nossa), BARBER e POPALISKY (2008), relata a experiência da realização de um curso, inicialmente como projeto de extensão, com aulas semanais de dança, proposto pela Universidade Santa Clara, Califórnia, na qual os alunos aprendem dança e informações sobre conceitos físicos relacionados com os movimentos. O artigo dos autores descreve algumas atividades realizadas, mas não analisa o processo de atualização conceitual de saberes de Física e, tampouco, as percepções dos participantes quanto à própria Física e também à dança.

Suscintamente, evidenciamos a ausência total de trabalhos em território nacional utilizando a dança como aparato cultural em atividades de ensino e aprendizagem de saberes físicos, sejam em dissertações, teses, artigos apresentados em eventos e publicados em periódicos voltados ao ensino de Física, e até mesmo Ciências, a partir da pesquisa nas plataformas online consultadas. Mesmo localizando 6 trabalhos internacionais, os mesmos, em sua maioria, propõem o uso de aparatos computacionais para análise de movimentos gravados em vídeos. Dessa forma, além de evidenciar o ineditismo desta pesquisa, nas plataformas investigadas – tanto nacional como internacionalmente –, destacamos seu valor quanto a possibilitar aos alunos discutir saberes de Física, de um modo artístico – a dança –, elaborando conjuntamente um trabalho envolvendo Ciência e Arte, utilizando gestos e realizando movimentos de dança – não mais como meros espectadores tradicionais em sala de aula ou como construtores solitários de seu próprio conhecimento.

CAPÍTULO 2. Arcabouço teórico e metodológico da pesquisa

Neste capítulo apresentamos os referenciais teóricos e metodológicos que nortearam a realização desta pesquisa. Iniciamos pela apresentação da “Teoria da Objetivação”, proposta por Luis Radford, utilizada como arcabouço teórico e metodológica da investigação, e a “Teoria da Ação Mediada”, proposta por James V. Wertsch, usada para levantamento de indícios da atualização da percepção dos alunos em relação à dança, nas análises desta pesquisa.

2.1 Teoria da Objetivação

O corpo é usado pelo homem para agir no mundo e por meio dos movimentos corporais os indivíduos se comunicam, trabalham, aprendem e sentem o mundo. A escola, sobretudo nos processos de ensino e aprendizagem na infância e na adolescência, não aproveita o potencial encontrado nas expressões corporais dos alunos, principalmente ao tratar das disciplinas científicas (STRAZACAPPA, 2001). Quantas oportunidades de abordagens utilizando os movimentos corporais são desperdiçadas e perdidas para diversificar e dar oportunidades aos alunos e professores se manifestarem em sala de aula!

Nossas experiências pessoais isoladamente não conseguem, por si só, estabelecer um sistema cultural de significados científicos presentes nos movimentos. Nossos hábitos movimentares praticados desde a infância, por se constituírem em potencialidades incrustadas na cultura, podem ser usados relacionando-os ao ensino de Física para pensar, discutir e resolver problemas com o objetivo de possibilitar aos alunos o encontro com os saberes da Física. E, de acordo com Radford (2017b), são as atividades escolares realizadas por meio de uma comunidade de aprendizagem (alunos e professor) que materializam esse sistema cultural de saberes. Aproveitando o potencial dos movimentos de dança para discussões de saberes científicos de Física, aproximando as culturas científica e humana (SNOW, 1995), encontramos na Teoria da Objetivação (TO) os princípios teóricos e metodológicos necessários a uma investigação que possibilite aos alunos o “encontro e atualização de saberes culturais, bem como sua transformação como sujeitos, dotados de sentimentos, desejos e o respeito à alteridade” (RADFORD, 2020, p.35).

Radford (2013) destaca que a atribuição da natureza cultural ao saber requer justificativas, uma vez que se considera que tudo é cultural. Ele destaca que há de se

entender que as culturas são diferentes, e os saberes por elas produzidos são também distintos, afetando de forma diferente seus indivíduos.

Referindo-se aos saberes da Matemática, o autor destaca a existência de uma lógica interna, a partir da qual tais saberes são analisados, não se considerando as relações externas das dimensões sociais e culturais. Radford defende que o desenvolvimento do saber está intimamente ligado ao contexto social, cultural, histórico e político (RADFORD, 2013).

Para a TO, a cultura é mais que um depósito de ideias, valores e crenças transmitidos de geração a geração. É uma entidade dinâmica e complexa que abarca o conceito de indivíduo e a forma que se concebe a relação de indivíduo e coletivo. No conceito marxista de cultura, no qual a TO se inspira, repousa a ideia de cultura como lugar em que se dão as relações humanas buscando satisfações das necessidades de subsistência humana, por meio de um trabalho no qual o ser humano produz e por ele é produzido. Assim, Marx descreve um conceito de cultura profundamente histórico e transformativo, que permite aos indivíduos criar um sistema de pensamentos (científicos, estéticos, entre outros) e criar a si mesmos. A cultura é vista em uma perspectiva dialético-materialista, que busca compreender a relação complexa existente entre ela e os tipos de consciência social e individual em determinado momento histórico, possibilitando a compreensão das subjetividades humanas (RADFORD, 2013).

É na cultura que os indivíduos se relacionam, em meio a tensões e conflitos, o que lhe garante o caráter de constante movimento, no qual sentidos e significados são alterados ao longo da história (RADFORD, 2008).

Nas culturas, de forma geral, estão incluídas estruturas simbólicas que emprestam significado a artefatos e ações que orientam as formas de comportamento e investigação matemáticas e científicas. Desta maneira, é a cultura que define, dentro dos sistemas semióticos de significações, o que é relevante (ou não) e como lidar com essa relevância, nas relações entre sujeitos e entre sujeitos e saberes culturais. São esses sistemas que legitimam as formas de representação do conhecimento em uma determinada cultura. Assim, determinada cultura pode dar mais relevância à dimensão escrita em relação à oralidade, ou vice-versa, no processo de aprendizagem de determinado saber na escola (RADFORD, 2008).

É o caso de tribos indígenas que priorizam a oralidade pois eles não têm um sistema simbólico de linguagem na forma escrita para sua língua nativa. Maria Aparecida Perrelli (2007) em sua tese intitulada “Tornando-me professora de ciências com alunos

indígenas Kaiowá e Guarani”, aponta que a escola torna hermética a linguagem das ciências, caracterizando-a pelo uso de uma linguagem incompreensível, desconectada da realidade do aluno e despreocupada com a formação de conceitos. A aula de Ciências (e nesta pesquisa, isto se estende à Física) resume-se a uma atividade voltada à memorização de códigos, tantas vezes não compreendidos pelos alunos, mas que se reproduzidos conforme explicado e registrado pelo professor, possibilita “passar de ano mesmo sem entender nada”. A autora critica esta forma de ensino que aprisiona a abordagem científica em um mero registro escrito, causando perda da oralidade e da transformação permanente dos saberes da Ciência para os alunos.

A Teoria da Objetivação (TO), proposta por Luis Radford – professor e pesquisador da Educação Matemática –, é influenciada pelo materialismo dialético marxista, na psicologia de Vygotsky (2002), e em ideias de Leontiev (1983) e Bakhtin (1986). A TO é voltada especificamente à sala de aula e propõe, desde sua origem na década de 1990, uma nova forma de ensinar e aprender, a qual considera a influência da cultura na formação dos sujeitos e das formas de pensamento humano sobre o mundo (GOBARA et al., 2020).

Sendo uma teoria histórica cultural, seu interesse não recai simplesmente nos resultados obtidos em relação ao desempenho cognitivo dos alunos, mas no processo de objetivação, relacionado à atualização de saberes científicos em sala de aula, e no processo de subjetivação pelo qual “os sujeitos transformam-se em sujeitos éticos que se posicionam criticamente às práticas constituídas histórica e culturalmente, agregando um valor político, social, histórico e cultural à educação” (RADFORD, 2020, p. 16).

A TO reúne em um único processo o ensino e aprendizagem, o qual contempla as dimensões tanto do saber como do ser. Inspirada em Vygotsky (1998b) e Spinoza (1989), a TO considera o corpo e o pensamento como uma mesma substância, os dois lados de uma mesma moeda, em que o emocional e o afetivo são também partes fundamentais na aprendizagem, estendendo a aprendizagem para além de um esforço puramente mental (RADFORD, 2015). O pensamento para a TO não se manifesta apenas em processos mentais e cognitivos, mas também é perceptível na prática social materializada no corpo, por meio de ações cinestésicas, gestos, percepções, linguagem e ações (RADFORD, 2012). Por assim considerar, a TO propõe um caráter dialético na relação do homem com o saber.

No entanto, a TO se afasta do olhar vygotskyniano buscando explicar o desenvolvimento da gênese do pensamento, com o foco apenas no entendimento dos

processos mentais da aprendizagem (VYGOTSKY, 2000). A teoria de Vygotsky é uma teoria psicológica e a TO é uma teoria educacional. E para tratar do fazer didático em sala de aula, a TO redefine, as ideias de saber, conhecimento e aprendizagem em sala de aula (RADFORD, 2014).

Para a TO o saber é potencialidade. Para atribuir potencialidade ao saber, Radford (2017a) recorre a dois conceitos aristotélicos, a potência e o ato. Na potência repousa a capacidade de algo ser materializado e isto só ocorre por meio do ato, da ação humana. Ao ser movimentado pela atividade humana, o saber é materializado em conhecimento e revelado à nossa consciência. Dessa forma, a TO se afasta da concepção de saber como algo pronto que pode ser transmitido diretamente a alguém ou entendido e apropriado por esforço puramente individual.

O saber, na TO, é concebido como “formas de fazer, pensar e refletir codificadas culturalmente”, compondo um “um sistema de processos corpóreos, sensíveis e materiais de ação, constituídos na história e na cultura, aos quais temos acesso desde o nosso nascimento” (RADFORD, 2014, p. 134). Os saberes estão na cultura desde que nascemos. O papel da escola é movimentar os saberes científicos e culturais, e possibilitar o encontro entre eles e os alunos.

Para a TO, é a atividade a responsável por mover o saber, no entanto, ela não se reduz a uma série de ações executadas por uma pessoa para alcançar determinado objetivo. De acordo com Radford (2018a), a TO se afasta da ideia de atividade como *Aktivität / aktivnost'* – idiomas alemão e russo, respectivamente, uma concepção funcional e técnica, isto é, como simplesmente estar ocupado com alguma coisa, fazendo algo. Nesta teoria, a atividade é entendida como *Tätigkeit / deyatel'nost'* – idiomas alemão e russo, respectivamente, um modo de vida, um esforço conjunto, por meio do qual os indivíduos produzem meios sociais de subsistência e também a si mesmos. (RADFORD, 2006).

O saber é movimentado pela atividade. Quando o aluno o encontra, este saber é transformado em conhecimento. Na TO, esse processo que é chamado de atualização, quando é atualizado, o saber se transforma em conhecimento.

Radford (2018a) enfatiza que a TO refuta a concepção de conhecimento como propriedade privada que podemos adquirir ou construir, como é considerada pela teoria individualista. O sentido atribuído ao conhecimento, não se refere a “objekt” (idioma inglês), referência a um objeto em geral, mas sim a “gegenstand” (idioma alemão), significando “objeto de consciência, mediado pela consciência e continuamente transformado em relação a ela” (RADFORD, 2018a, p.66).

Ao idealizar a atividade como a capacidade de promover a tomada de consciência, tanto pessoal como social, formar consciências, transformar o meio e também ser transformado nas ações humanas, a TO atribui a ela, a atividade, o significado conceitual dado por Hegel (1971) como o labor conjunto. É por meio do labor conjunto, conforme Hegel, que o homem constrói seu próprio ser e sua cultura, não servindo apenas para mero suprimento de necessidades de sobrevivência. É o labor conjunto, capaz de formar consciências e relacionamentos sociais, que a TO idealiza para a sala de aula (GOBARA et al, 2020). Nessa perspectiva, o labor conjunto se refere a toda forma ativa de envolvimento humano – cuja produção busca atender às necessidades de sobrevivência, quer artísticas e espirituais –, produzindo sua existência e o inserindo no mundo social. (RADFORD, 2018).

Ao interessar-se pela maneira que as relações humanas ocorrem, a TO legitima e estende os caracteres ontológico e epistemológico à matéria, corpo, movimentos, ritmos e ações corporais, bem como sentimentos do homem ocorridos na atividade. A linguagem, sinais semióticos, artefatos culturais e corpo sensível, são apenas parte integrante da atividade dos indivíduos e também do seu pensamento (RADFORD, 2020). Esses são aspectos semióticos relacionados aos sentimentos dos alunos, que ocorrem na atividade (labor conjunto) em sala aula.

Por conceber o saber como uma potencialidade que deve ser encontrado e conhecido em práticas individualistas, a TO critica as pedagogias transmissivas e as construtivistas de saberes, nas quais o professor e os alunos permanecem alheios, um em relação ao outro e em relação ao seu contexto histórico e cultural, no qual estão inseridos. O caráter individual citado é atribuído ou ao professor, quando se considera o referido detentor do conhecimento a ser transmitido de forma direta ao estudante, ou ao próprio aluno, quando este age solitariamente em uma situação que visa construir conhecimentos. A alternativa, proposta pela TO, é uma educação baseada no labor conjunto, conceito ontológico e princípio fundamental desta teoria (RADFORD, 2020).

A atividade em sala de aula, interesse desta pesquisa, é um processo social no qual os alunos “são confrontados com formas de pensamento e ação historicamente e culturalmente constituídas e gradualmente se familiarizam com eles, de uma maneira crítica” (RADFORD, 2018a, p. 67). O planejamento das atividades de ensino e aprendizagem (AEA) é realizada pelo professor com base no seu projeto didático e norteado pelos princípios da atividade humana. A AEA é estruturada como tarefa da atividade, objetivo da atividade e objetivo da atividade.

Executada em sala de aula, uma AEA deve ser elaborada de forma que a realização da tarefa, proposta com o objetivo de possibilitar a atualização de saberes científicos, (objeto da atividade) seja concretizada pela interação entre os alunos e o professor por meio do labor conjunto que, necessariamente, estabelece como princípio de interação a cooperação humana. A estrutura organizacional didática de uma AEA será apresentada na discussão acerca da metodologia de pesquisa proposta pela TO na seção 2.4.1, deste capítulo.

Radford (2016) realça que, na TO, o ensino e a aprendizagem formam um único processo, no qual professores e alunos, mesmo realizando funções humanas distintas, envolvem-se intelectual e emocionalmente no labor conjunto. Esta nova forma de se relacionar em sala de aula só é possível a partir das reconfigurações dos papéis do professor e dos alunos. Para que a atividade (labor conjunto) aconteça em sala de aula, como propõe a TO, o professor não deve comportar-se como o transmissor do conhecimento ou como, meramente, um elaborador de estratégias para que o aluno, por si só, consiga construir seu próprio conhecimento. O professor trabalha ombro a ombro, sendo mais um membro envolvido no trabalho conjunto, buscando envolver todos na realização da tarefa (RADFORD, 2020).

O aluno, por sua vez, de acordo com a TO, deve abandonar o papel de receptor de conhecimentos diretamente transmitidos ou construídos por seu próprio esforço (RADFORD, 2015) e sair de sua passividade. No labor conjunto, o professor deve valorizar a participação do aluno na atividade, aumentando a autoestima de todos, promovendo sua verdadeira inclusão, uma vez que todos os sujeitos são importantes. Se, mesmo assim, a participação do aluno ocorrer somente por pura, mera e desmotivada imitação dos colegas e sem refletir conscientemente sobre suas próprias ações, a TO os identifica como alienados, cabendo ao professor identificar as causas de sua desmotivação e conjuntamente com os colegas inserir estes alunos no labor conjunto.

É por meio da atividade (labor conjunto), com a participação de todos os integrantes da sala de aula, que se garante aos alunos encontrarem os saberes. E por meio das energias empreendidas no movimento desencadeado durante o labor conjunto, busca-se a materialização do saber, tornando-o um objeto de consciência, permitindo acesso a níveis crescentes de complexidade. (RADFORD, 2020). Entretanto, aprender, de acordo com Radford (2018a), exige esforço mental, sentimentos e emoções, aspectos da subjetividade humana.

A TO, dessa forma, considera que em sala de aula ocorrem, conjuntamente, objetividades e subjetividades. Esta teoria introduz os termos *Knowing* (não possui uma tradução literal em português) cujo significado está relacionado ao processo de conhecer, e o *becoming* que significa transformação dos alunos. Portanto, o processo de ensino-aprendizagem da TO trata não só da atualização de saberes (aprendizagem cognitivas), mas também da atualização do ser (transformação em sujeitos críticos e éticos). Associados a esses dois processos, Radford estabelece dois princípios fundamentais da TO: os processos de objetivação e de subjetivação. Conjuntamente, eles compõem o único caminho que leva à aprendizagem: ambos devem ocorrer no labor conjunto na sala de aula (RADFORD, 2016). Para que ocorra a aprendizagem, segundo a TO, é necessário que esses dois processos aconteçam de forma simultânea.

A Objetivação é um processo interminável e participativo, pelo qual o saber cultural é materializado na consciência do indivíduo, revelando-se semioticamente por meio corporal, afetivo, sensível e emocional (RADFORD, 2020). A Objetivação, segundo Radford (2015), é um processo social no qual os alunos se tornam conscientes e familiarizados com os saberes disponíveis na cultura. Destaca-se que no “processo de objetivação o indivíduo que aprende não pode permanecer igual” (MORETTI; RADFORD, 2018, p. 237). É nesse sentido que a TO estabelece a Subjetivação, a qual constitui-se de relações dialéticas capazes de levar o indivíduo a formar ideia do que ele é e de quem ele é, dentro de um contexto social, cultural e histórico. A produção de subjetividades é investigada mediante o estudo dos processos de subjetivação ocorridos em sala de aula. Para a TO, portanto, o homem é uma entidade histórico-cultural inacabada, estando sempre em contínua transformação, que tem suas ações e comportamentos afetados diretamente por emoções e sentimentos (RADFORD, 2018a). As transformações ocorridas com o aluno em seu encontro com determinado objeto cultural, de acordo com Moretti e Radford (2018), são investigadas nos processos de subjetivação, os quais contêm evidências das transformações do ser ocorridas na realização da atividade de ensino e aprendizagem.

A potencialidade atribuída ao saber é estendida, na TO, ao ser humano. Assim, os processos de atualização que acontecem em sala de aula, abarcam tanto os saberes científicos quanto o próprio ser do professor e dos alunos. Radford (2018a) enfatiza que as interações sociais e modos de vida culturais causam constantes mudanças no indivíduo.

Por evidenciar os processos de objetivação e subjetivação ocorridos em sala de aula, de acordo com Radford (2015), a atividade é a unidade de análise das pesquisas da

TO, uma vez que o conjunto de um professor e seus alunos, minimamente, representa a menor unidade da sociedade constituída na sala de aula. Inspirada nas ideias de atividade de Marx, a TO considera que somente pelo prisma dessa unidade de análise, pode-se interpretar os encontros dos alunos com as formas culturais de pensamento e ação.

Ao investigar esses processos, presentes na atividade em sala de aula, encontramos características fundamentais da totalidade constituinte da sala de aula. Assim, a atividade (labor conjunto) é responsável pela mediação ocorrida em sala de aula, e também por reunir em um mesmo processo as atualizações de saberes científicos e do ser dos alunos.

Para o planejamento de uma AEA, em geral, são usados artefatos culturais, entendidos como recursos utilizados como meios auxiliares no labor conjunto, objetos, sistemas de signos, linguagens, entre outros, e Radford (2006) atribui a eles uma parte constitutiva e integrante do pensamento. Assim, fazendo parte do meio social, eles estão presentes nos processos de objetivação e subjetivação, não como mediadores da aprendizagem, mas, sim, como componentes da atividade (GOBARA et al., 2020).

De acordo com Radford (2018), ao participarem da Atividade de Ensino e Aprendizagem, os alunos são considerados entidades em fluxo, em contínua transformação, e devem relacionar-se, empenhando-se e comprometendo-se com a realização de uma tarefa que tenha objetivos coletivos para a atualização do saber, apesar das possíveis tensões e sofrimentos existentes nesse processo.

A TO contesta a pobreza relacional verificada em abordagens individualistas de transmissão direta ou de construção de conhecimentos. Os relacionamentos em sala de aula devem ocorrer baseado nos princípios éticos propostos pela própria TO (RADFORD, 2020). Nesse sentido, Radford (2020) considera que todo modelo pedagógico contém uma ética determinando a relação entre professor e aluno, podendo envolver poder, obediência ou solidariedade entre eles.

Inspirando-se na ideia marxista relacionada às “capacidades humanas”, nas quais se comprovam as relações humanas em seus contextos histórico-culturais, a TO propõe uma ética comunitária, focada em três elementos essenciais à subjetividade: *responsabilidade*, *compromisso com o outro* e *cuidado com o outro*. A responsabilidade como resposta ao chamado do outro, nem sempre linguística ou semioticamente, mas estendendo-se a todos aqueles que não sejam nós mesmos. O compromisso com o outro diz respeito à nossa intenção e ação ombro a ombro, no labor conjunto. O cuidar do outro não se refere à tolerância ou paternalismo, mas sim ter sensibilidade quanto às

necessidades do outro. Esses elementos da ética comunitária não são produto da evolução natural do homem e não podem ser aprendidos formalmente, sendo encontrados somente na prática social concreta (RADFORD, 2020), a partir da qual o sujeito supera sua individualidade quanto ao outro e às práticas escolares (RADFORD, 2018).

Luis Radford (2020) afasta a TO das teorias histórico-culturais, cuja ideia relaciona-se aos processos de enculturação como internalização (conceito vygotskyniano), por considerá-los insuficientes ao delineamento da aprendizagem no campo da educação. Para ele, na enculturação, formulada principalmente em investigações antropológicas, pouco se estuda sobre as tensões e os problemas ocorridos nas práticas dos indivíduos. Já, quanto à internalização, ele reconhece que se trata de um processo psicológico, e não pedagógico, relativo à evolução das funções psicológicas superiores como memória e percepção. Ao internalizar o conhecimento, o indivíduo estaria se apropriando dele como algo privado, pronto e acabado, concepção totalmente contestada pela TO.

A crítica feita pela TO às teorias socioculturais refere-se ao aparecimento de um sujeito que é réplica de sua cultura. E que, portanto, de acordo com Radford (2017), subtrai-se dele a sua capacidade de posicionar-se criticamente em relação ao mundo.

Em suma, a TO é uma teoria histórico-cultural de ensino e aprendizagem, com foco na sala de aula, que propõe, por meio da atividade (labor conjunto), reconfigurar o papel do professor, do aluno e ressignificar os conceitos de saber, conhecimento – enfim, da aprendizagem por meio dos processos de objetivação (atualização do saber) e do processo de subjetivação (transformação do próprio ser) regida pelos princípios do labor conjunto e a ética comunitária.

Inspirados nos ideais da TO, escolhemos a dança – artefato cultural como meio auxiliar e componente de uma AEA, para a aprendizagem de saberes de Mecânica Geral a fim de explorar os movimentos que a dança possibilita para a atualização de saberes físicos e também para a atualização do sujeito, aluno, que não está habituado a refletir sobre os saberes científicos a partir de uma AEA que explora os eventos na perspectiva de duas culturas, a científica e a artística.

E para analisar as percepções dos alunos em relação à dança (um artefato cultural da AEA), recorreremos à Teoria da Ação Mediada (TAM), a fim de evidenciar as subjetividades ocorridas no encontro dos alunos com a dança, pois, conforme visto no Capítulo 1, trata-se de uma forma de expressão artística pouco explorada como artefato cultural na sala de aula para atualização de saberes de Física.

2.2 Teoria da Ação Mediada

A Teoria da Ação Mediada (TAM), cuja abordagem é sociocultural, visa explicar as relações existentes entre o funcionamento da mente humana e as situações culturais, institucionais e históricas nas quais esse funcionamento ocorre. De forma geral, assim como a teoria de Vygotsky, preocupa-se com as questões psicológicas (WERTSCH et al., 1998).

Embora a teoria de Vygotsky enfatize o contexto histórico-cultural e suas influências na aprendizagem, sendo por isso chamada de teoria histórico-cultural, alguns seguidores seus, como James V. Wertsch, introduzem novas perspectivas dando destaque à ação, noção de voz e formas de mediação ocorrida, caracterizando a sua proposta como sociocultural por abarcar dois temas focais: a ação humana e a mediação realizada por ferramentas culturais (OGUZ, 2007).

A pesquisa sociocultural considera, em sua análise, pessoas como indivíduos juntos, os quais se constituem e são constituídos em práticas culturais. Isto também se estende a grupos e comunidades. O seu interesse de pesquisa está nos planos pessoais, interpessoais e comunitários da relação existente entre o funcionamento mental humano e o contexto histórico e cultural (ROGOFF, 1998).

A TAM é uma teoria caracterizada como sociocultural, investiga a relação existente entre o homem e o uso de ferramentas no trabalho humano. A capacidade humana de fazer e usar ferramentas difere o homem de outros animais. As ferramentas, de acordo com Cole (1998, p.164), “não só mudam radicalmente sua condição de existência, como reagem sobre o homem à medida em que efetuam nele uma mudança em sua condição psíquica”. O autor resgata a atribuição dada por Leontiev (1981) à ferramenta como mediadora da atividade e para conectar os homens entre si e com o mundo, mas a transmissão dos meios e métodos dessa mediação só é possível pela ação humana ou pelo discurso externo. A TAM é uma teoria que conecta a ferramenta e o homem. Proposta por Wertsch, a TAM reconhece na análise do processo dialético entre o homem e a ferramenta “o caminho para se explorar a relação entre o funcionamento mental e os contextos institucionais, históricos e culturais no qual esse processo acontece” (WERTSCH, 1998, p. 62).

De acordo com Wertsch (1998), dois conceitos oriundos dos trabalhos de Vygotsky fundamentam a pesquisa sociocultural: a mediação e a ação humana. A

mediação é a ponte entre as ações dos indivíduos e os contextos culturais, institucionais e históricos. A ação humana é um processo dinâmico, no qual, as ferramentas culturais, essenciais e envolvidas na mediação, só impactam a ação quando utilizadas pelos indivíduos.

A pesquisa sociocultural, em sua dimensão psicológica, busca explicar as relações entre a ação humana e as situações históricas, institucionais e culturais nas quais ocorre essa ação. A ação humana não se relata por estudo isolado do funcionamento mental ou do contexto sociocultural, pois ela fornece o contexto no qual indivíduo e sociedade, dialeticamente, se inter-relacionam. Por esse motivo, a ação humana é a unidade de análise da pesquisa sociocultural (WERTSCH, 1998).

Nesse contexto, de acordo com Giordan (2008), a Teoria da Ação Mediada atribui à ação mediada toda e qualquer ação humana, uma vez que o homem só age se fizer uso de ferramentas moldadas na cultura, sejam elas materiais ou não. A TAM, analisando os contextos nos quais se dá a ação humana, busca compreender a origem do pensamento humano e a construção de conceitos.

As ferramentas culturais têm uma história que deixa seus sinais na ação mediada. Sendo assim, o uso de ferramentas culturais é capaz de marcar os indivíduos nos três planos que são enfocados na pesquisa sociocultural: o individual, interpessoal e comunitário; mesmo nos casos em que seu uso não seja, aparentemente, apropriado àquele contexto (WERTSCH, 1998).

A abordagem sociocultural, de acordo com Rogoff (1998), põe em discussão três conceitos inseparáveis: a aprendizagem (enfocando o plano comunitário), a apropriação participatória (enfocando o plano individual) e a participação guiada (enfocando no plano interpessoal).

A aprendizagem envolve a participação ativa de indivíduos em tarefas culturalmente organizadas, as quais têm como propósito o desenvolvimento da participação responsável por pessoas menos experientes.

A apropriação participatória analisa como os indivíduos se transformam através de suas participações em atividades culturais. Assim, sempre ocorre o processo de apropriação de algo do contexto externo no qual o indivíduo está inserido.

A participação guiada se refere aos processos de envolvimento entre as pessoas, à medida que elas se comunicam e coordenam esforços ao participar de atividades de cunho cultural. Inclui-se a interação face a face e a participação em conjunto lado a lado, enfatizando o envolvimento mútuo dos indivíduos e seus companheiros sociais à medida

que participam da atividade coletiva socialmente estruturada. Assim, participação guiada é um processo interpessoal no qual as pessoas regulam seus próprios papéis e dos outros. São esforços conjuntos que facilitam ou limitam as ações humanas nas práticas culturais.

Objeto de pesquisa da TAM, a ação humana mediada por ferramentas culturais é delineada por James V. Wertsch (1998), em nove propriedades: 1) a tensão dinâmica existente entre agente e ferramenta cultural, 2) a materialidade das ferramentas culturais, 3) os múltiplos objetivos dos agentes, 4) o caminho evolutivo da ação mediada, 5) as potencialidades e as limitações das ferramentas culturais, 6) transformação da ação mediada, 7) internalização como domínio e apropriação, 8) os efeitos colaterais da ação mediada e 9) a questão do poder e autoridade da ferramenta cultural.

A primeira delas – *a tensão dinâmica* –, considera que o indivíduo e as ferramentas culturais não funcionam separadamente e nem podem ser separadamente analisados. Pressupõe-se a existência de uma força que os une, um elo que os tece simultaneamente, desconsiderando a ação solitária do agente, buscando-se entender o resultado da ação a partir da ação conjunta entre indivíduo e ferramenta cultural (WERTSCH, 1999). Relacionando-se com o universo da dança, o melhor resultado na execução de um passo de sapateado é obtido quando o dançarino utiliza o sapato apropriado a este estilo de dança. Assim, essa tensão dinâmica existente entre o agente e a ferramenta cultural, de acordo com Sessa (2013), depende tanto da adequação desta ferramenta a ação como à destreza do agente em saber utilizá-la.

A segunda propriedade da TAM, refere-se à *materialidade das ferramentas culturais*. Algumas destas têm sua concretude inquestionável como, por exemplo, um livro, um mapa, uma calculadora, materiais utilizados em sala de aula. A TAM, entretanto, estende o conceito de materialidade para além do tato, do plano concreto, considerando as naturezas que possibilitam desenvolvimento de habilidades no agente, como por exemplo, a linguagem (SESSA, 2013). Costa (2016) propõe que a materialidade se refere às possibilidades mediacionais causadoras de modificações nos agentes, e não às características físicas da ferramenta. Expressão artística por meio da qual são possibilitadas ações humanas em sala de aula, nesta pesquisa, à dança, atribuímos o caráter material das ferramentas culturais.

A participação dos agentes na *ação mediada* com múltiplos objetivos, interesses diversos, nem sempre coincidentes com os objetivos originais das ferramentas culturais, é a abordada na terceira propriedade. A ação mediada acontece em meio a vários propósitos, às vezes divergentes e conflituosos entre si. Ao evidenciarmos as diversas

intensões pessoais atribuídas pelos agentes à ação mediada, desnudamos o caráter dialético desse jogo de interesse (WERTSCH, 1999). Ao dançar em sala de aula, os alunos podem fazê-lo buscando explicitar seu domínio da técnica necessária à realização de passos de dança, chamar atenção de outro aluno, entre outros vários motivos, portanto, nem sempre coincidentes com os objetivos didáticos da tarefa proposta.

A quarta propriedade trata do *desenvolvimento da habilidade do agente em usar a ferramenta cultural* configurando um *caminho evolutivo* à ação mediada. As habilidades exercem influência nos modos de operar os processos mentais, resultando em transformações nos agentes (SESSA, 2016). Às vezes é mais produtora alterar as finalidades do uso da ferramenta cultural do que melhorar as habilidades dos agentes para usá-la (PEREIRA e OSTERMANN, 2012), dada a dificuldade hábil do agente. Se os alunos não dominam, não conseguem executar determinados passos de dança, o professor pode, inicialmente, propor a realização de passos de dança mais simples com a turma e, gradativamente, evoluir para passos de dança mais complexos.

O *caráter das potencialidades e das limitações* que a ferramenta imprime à ação, ao longo da ação mediada, é discutido na quinta propriedade. Certas ferramentas culturais são, aparentemente, mais indicadas para determinadas tarefas. O uso de uma nova ferramenta cultural supera alguma limitação prévia, mas incorpora novas limitações à ação mediada (COSTA, 2016). Relações históricas, culturais e sociais despertam o interesse ou a repulsa dos alunos em participar de tarefas nas quais eles precisam dançar. Questões relacionadas à timidez, religiosidade, coordenação motora, estética corporal, preconceitos, entre outras, podem ser evidenciadas nesse tipo de tarefa em sala de aula.

Os novos potenciais de uma nova forma de mediação podem alterar a ação, de tal maneira que a desconfigura profundamente. A sexta propriedade trata da *transformação da ação mediada* expondo as habilidades do agente para com a nova forma de ação, transformando a função mental já existente (WERTSCH, 1999). O uso de determinado estilo de dança pode transformar a ação, à medida que motiva ou inibe a participação dos alunos, ao permitir a eles, embora não dominando técnicas avançadas de dança, conseguir realizar os movimentos necessários em segurança e de forma não vexatória.

O desenvolvimento de habilidades do agente para com os meios mediacionais são importantes no âmbito escolar. Wertsch (1999) propõe analisar essas habilidades na perspectiva da internalização. Cabe ressaltar que internalizar, de acordo com a TAM, não se limita ao trânsito de algo do plano externo para o interno. O autor subdivide

internalização, sétima propriedade da TAM, em duas outras formas: o domínio e a apropriação (SESSA, 2013).

Wertsch (1999) utiliza o termo “domínio”, significando “saber como” manusear uma ferramenta cultural com facilidade, ou seja, refere-se em saber utilizar os instrumentos para a finalidade ao qual foi designado. O uso correto de uma sapatilha de *ballet* ou um sapato para sapateado, importando-se somente com a realização da apresentação de dança, é uma forma de internalizar conhecimento na forma de domínio.

Internalizar como apropriação, processo nem sempre simples, agrega-se à necessidade de identificação do agente com a ferramenta. Trata-se de uma referência bakhtiniana, indicando a existência de múltiplas vozes presentes no diálogo, e ao ato de apossar-se de algo que, inicialmente, não é seu, mas que, permanentemente, une o “eu” ao “outro”. Estendendo este significado de internalização à palavra e à linguagem, temos que o agente agrega a elas traços pessoais e intencionais neste ato de posse (SESSA, 2013). Se o domínio se refere a “saber como”, a apropriação atribui o “saber o quê”, agregando intenções próprias no processo de construção de significados (PEREIRA; OSTERMANN, 2012). A ocorrência da internalização como apropriação, requer mudança no contexto da utilização da ferramenta (COSTA, 2016). Para além de saber como utilizar determinado calçado no palco, é exemplo de internalização como apropriação o fato do agente saber o que fazer com o calçado, baseando-se em conhecimentos adquiridos acerca do histórico, do material e da forma constituintes e das finalidades daquele calçado para determinado estilo de dança.

As ferramentas culturais se caracterizam por um “efeito colateral”, oitava propriedade da TAM, no sentido de serem capaz de produzir um resultado diferente do esperado, nem sempre contraproducente. Geralmente essa característica é identificada em situações de adaptação da ferramenta para outro fim, como por exemplo, como ressaltado por Costa (2016), uso de jogos digitais para fins educacionais, sendo que inicialmente seu foco foi o treinamento militar. Assim, o *ballet*, para além de discussões dos motivos de sua gênese, pode ter seus passos utilizados na discussão de saberes de Física em sala de aula, como Força e Impulso, por exemplo.

Por fim, *as ferramentas culturais são portadoras de poder e autoridade* (WERTSCH, 1999). É o reconhecimento desses dois atributos, que leva o agente a privilegiar mais ou menos a forma de mediação e a linguagem utilizadas na ação (SESSA, 2013). As ferramentas culturais são impregnadas das intenções do agente, ou seja, múltiplas vozes habitam o seu uso pelo agente. Exemplificando: falar uma palavra

aparentemente mais “científica” por um aluno em sala de aula, de forma intencional ou não, pode induzir os outros alunos quanto ao poder e autoridade deste aluno sobre os outros integrantes da sala (COSTA, 2016). Assim, a realização correta e elegante de passos de dança, exigentes de apurada técnica corporal, definindo a posição dos dançarinos, mais à frente ou ao fundo do palco, é exemplo do poder e autoridade possibilitada pela dança aos dançarinos que se apresentam em um palco.

Apresentados os princípios teóricos básicos da TO e da TAM, passamos à discussão das divergências entre elas e à justificativa pelo uso harmônico de ambas, ao propor a TAM como referencial para identificar indícios da atualização da percepção dos alunos em relação ao artefato cultural dança, utilizada na atividade em sala de aula.

2.3 Aproximações possíveis entre Teoria da Objetivação e Teoria da Ação Mediada

A Teoria da Objetivação (TO) e a Teoria da Ação Mediada (TAM), sendo teorias fundamentadas em algumas ideias de Vygotsky no que se refere, principalmente, às influências dos aspectos histórico-culturais e à importância dos meios semióticos nas interações humanas, serão exploradas nesta seção, assim como as justificativas do uso de propriedades da TAM para a análise de características semióticas vinculadas às atualizações ocorridas no encontro dos alunos com a dança, enquanto expressão artística.

Como já descrito, definida como uma teoria histórico cultural, destacando o valor da cultura nos processos cognitivos de aprendizagem de “saberes” e também na “formação do ser”, a TO tem foco nos processos especificamente escolares. Traz para o campo da análise a atividade como labor conjunto ocorrido entre os integrantes da sala de aula (alunos e professor), reconfigurando os papéis desses atores, de forma distinta do ensino tradicional, como já discutido na seção 2.1 deste capítulo.

Já a TAM, teoria sociocultural, tem foco no entendimento da construção de significados a partir da ação humana por meio da utilização de ferramentas culturais, para explicar os processos mentais psicológicos no desenvolvimento dos indivíduos, e não especificamente relacionados ao processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Considera, como unidade de análise de pesquisa, a ação mediada por ferramentas culturais. A TAM, ao apresentar características relacionadas à ação mediada pelas ferramentas culturais, propõe analisar também o potencial de uso da ferramenta cultural na ação humana.

Um dos aspectos mais relevantes que diferencia as duas teorias, é que a TO considera como unidade de análise a atividade em sala de aula (labor conjunto) e não a ação humana, como propõe a TAM. Reconfigurando o papel dado à ferramenta cultural, a TO a denomina artefato cultural, incluindo-o no rol das formas de expressões e dos materiais utilizados para auxiliar na realização da atividade em sala de aula.

As atividades de ensino e aprendizagem propostas em sala de aula possibilitaram o encontro dos alunos, além dos saberes de Física, com a dança como expressão artística. Por buscar melhor compreender o processo dialético dessa aproximação, atualizando nos alunos suas percepções e valores para com a dança, é que utilizamos propriedades da TAM na investigação.

Alguns conceitos fundantes da TO e da TAM são divergentes, principalmente o conceito de internalização descrito por Vygotsky (2002), mas melhor detalhado por James V. Wertsch (1999), descrevendo a internalização como domínio ou apropriação. A TO critica a ideia de internalização vygotskyana e, dessa forma, estende essa crítica a esta subdivisão proposta pela TAM, por, em ambos os casos, indicar um aparente movimento unidirecional de armazenamento de informações do mundo exterior para o mundo interior. Relembramos que Wertsch justifica que, na TAM, o termo apropriação é utilizado com o significado bakhtiniano, que insere as múltiplas vozes ocorrentes nesse movimento. Assim, o termo apropriação afasta-se da ideia de pegar para si algo pronto e acabado, feito por outro alguém, de forma direta e transmissiva.

Outra crítica feita pela TO, refere-se ao processo interpessoal ocorrido em participação guiada, não focando nas transformações ocorridas nos sujeitos, utilizada nas teorias socioculturais (RADFORD, 2020).

Para a TO, aprender não é somente um ato de apropriação ou domínio de saberes científicos, mas sim um encontro com esses saberes, os movimentando pela atividade humana e os materializando em forma de conhecimento. E ampliando o conceito de aprender, a TO identifica na aprendizagem a ocorrência simultânea dos processos de processos de objetivação – relacionados a saberes científicos –, e processos de subjetivação – relacionados à formação do ser do aluno.

Na TAM, o professor exerce papel de elaborador de estratégias que facilitem as ações dos alunos mediadas por ferramentas culturais, por ser mais experiente que o aluno. A TO, entretanto, por propor a atividade de ensino e aprendizagem realizadas ombro a ombro, requer que a participação do professor como integrante no labor conjunto, não por

ser o mais experiente na atividade, mas sim porque tem interesse na realização de uma obra comum em sala de aula.

Tanto as ferramentas culturais, na TAM, como os artefatos culturais, na TO, podem ser físicos (mapas, livros, objetos de aprendizagem etc.) como não físicos (palavras, signos, gestos, dança e teatro etc.), mas apresentam funções e papéis diferentes nessas teorias. A TAM considera que toda ação humana é mediada por ferramentas culturais e por elas diretamente afetada. A importância da dança, como ferramenta cultural, requer uma análise específica sobre seu uso nas pesquisas socioculturais – como a TAM. Neste sentido, a dança sendo usada como ferramenta cultural em sala de aula requer uma análise específica quanto ao seu uso na ação dos alunos.

Atribuindo destaque diferente, e nem por isso menor, a TO concebe a dança como artefato cultural integrante do rol de expressões e materiais utilizados no labor conjunto em sala de aula, para responder a uma necessidade comunitária. Portanto, a dança pode ser usada de forma a contribuir para o encontro dos alunos com saberes de Física presentes em passos de dança e movimentos corporais, e para a transformação do ser desses alunos dada pelo seu encontro com essa forma de expressão artística. Desta forma, os processos de atualizações ocorridos em sala de aula, abarcam a percepção e a valoração do aluno para com a própria dança.

Buscamos identificar indícios das propriedades da TAM que auxiliem na análise da percepção dos alunos em relação à dança, na perspectiva do artefato cultural utilizado na atividade e não na perspectiva da ação humana, como mediadora da aprendizagem dos alunos.

Esclarecemos que o objetivo desta pesquisa não é formar profissionais da dança, mas sim, propor uma atividade de ensino e aprendizagem que utilize passos de danças como forma de discutir e materializar saberes de Mecânica Geral.

Assim, objetivando o conceito amplo de aprendizagem proposto pela TO, buscamos pela utilização de propriedades da TAM, as evidências das subjetividades específicas em relação à dança. Por esse motivo, propomos o uso harmônico dessas duas teorias.

2.4 Aportes metodológicos da pesquisa

Nesta seção, apresentamos os referenciais metodológicos que nortearam as escolhas relativas aos procedimentos investigativos, os instrumentos de coleta e análise de dados que possibilitaram a concretização desta pesquisa. Destacamos o método,

inspirado no materialismo histórico dialético e a metodologia qualitativa proposta pela TO, a qual aponta para uma análise semiótica na investigação. Por esse motivo, recorreremos às análises gestual e discursiva ocorridas nas interações dos sujeitos, estudantes e professor, durante a realização da tarefa proposta pela atividade de ensino e aprendizagem (AEA).

2.4.1 A Metodologia da TO

A investigação científica requer a adoção de um método, a partir do qual o pesquisador elabora procedimentos visando observar, descrever, analisar, discutir e elaborar conclusões sobre seu objeto de estudo (RADFORD; SABENA, 2015). Uma pesquisa realizada em uma perspectiva da ciência natural, de acordo com Radford e Sabena (2015), requer procedimentos e modelagens que são específicos dessa área, buscando padronização de processos, controle de variáveis e regularidades nos fenômenos observados. Já em uma perspectiva das ciências sociais, os procedimentos não são modeláveis deterministicamente, e as variáveis são controladas, como ocorre nas ciências naturais. Tais procedimentos são sensíveis ao contexto social, cultural e histórico.

A Teoria da Objetivação (TO) é uma teoria educacional e, portanto, seu foco de interesse são os fenômenos sociais que ocorrem na sala de aula, logo seu método é voltado às ciências humanas e considera o processo de aprendizagem como resultado da atividade humana. Neste sentido, a TO propõe um método de pesquisa que é inspirado no Materialismo Histórico Dialético.

A seguir apresentaremos como a metodologia proposta da TO estrutura a dinâmica pedagógica para sala de aula.

A organização da atividade de ensino e aprendizagem

O conhecimento é entendido pela TO, segundo a dialética materialista, como o resultado de reflexões sensoriais e ações humanas em contextos culturais, históricos e políticos. O saber, sendo apenas possibilidades e fontes de ação, ele somente é colocado em movimento e materializado em conhecimento, por meio da atividade humana e,

mesmo assim, não se revela em sua totalidade, mas em uma parte concreta dele (RADFORD, 2013b).

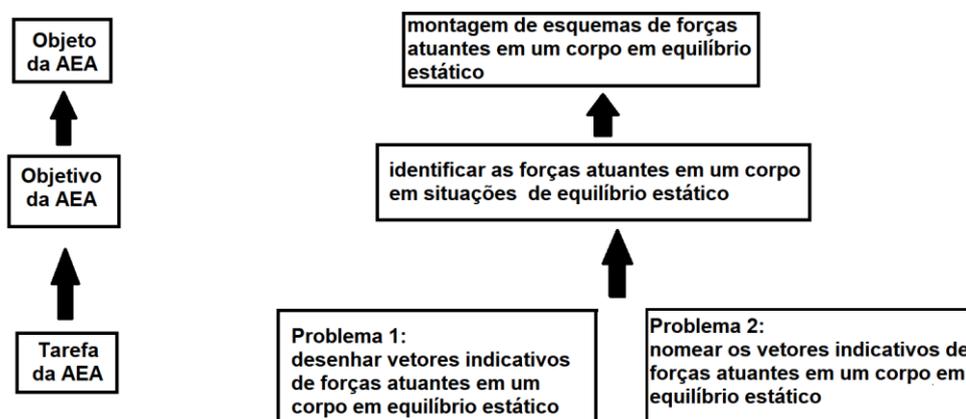
Na sala de aula, para a TO, é a atividade humana que norteia todo o planejamento do professor. Nesta pesquisa, utilizaremos a nomenclatura Atividade de Ensino e Aprendizagem (AEA) para nos referir à proposta didática elaborada pelo professor a ser desenvolvida na sala de aula, na forma de labor conjunto, objetivando a aprendizagem dos alunos. De acordo com Radford e Sabena (2015), a atividade humana compõe-se de situações conflitantes que se movem, dialeticamente, entre os integrantes da sala de aula, criando tensões que podem ser resolvidas, intensificadas, atenuadas, mas nunca eliminadas. Dessa forma, a execução da AEA em sala de aula apresenta uma dinamicidade imprevisível, na qual se manifestam as evidências dos processos de atualização tanto de saberes científicos como da transformação dos seres dos alunos. É por conta da imprevisibilidade no desenvolvimento da AEA, durante o labor conjunto, que a pesquisa, norteada pela TO, requer adoção de um método e metodologia que possibilitem analisar todo o movimento dialético existente e ocorrido na sala de aula.

Radford (2015) esclarece que o *design* de uma AEA elaborada pelo professor, possui uma estrutura composta por objeto, objetivos e tarefa. O objeto da AEA é o saber que os alunos encontrar-se-ão no labor conjunto, que para os alunos ainda é pura potencialidade. Por terem uma compreensão diferente do professor em relação ao objeto da atividade AEA, é no labor conjunto que a intenção didática do professor, contida na AEA, se concretiza nas interações entre alunos e professor. O movimento da AEA em direção ao objeto requer a elaboração de objetivos para este fim. E para atingir esses objetivos é necessário propor a tarefa da AEA a ser realizada pelos alunos.

A tarefa é composta por ações e ou questões, exercícios e situações problemas que devem ser solucionados na forma de labor conjunto entre o professor e os alunos. A TO propõe que os problemas devem considerar o saber atual dos alunos e esses problemas propostos devem ser interessantes, do ponto de vista dos alunos, permitindo reflexão crítica, interação humana em pequenos grupos e discussões gerais. Considerando-se que a aprendizagem é um processo, os alunos devem ter oportunidades de acesso à diversos tipos de problemas e resoluções que gradativamente evoluem a partir de situações ou de exercícios mais fáceis para os mais complexos, atribuindo maior significância aos saberes estudados (RADFORD, 2015).

Representando o planejamento de uma AEA, em sua estrutura *objeto – objetivo – tarefa*, e usando como exemplo um saber de Física abordado nesta pesquisa (Força), Figura 1, de acordo com o modelo de estrutura proposto por Radford (2015).

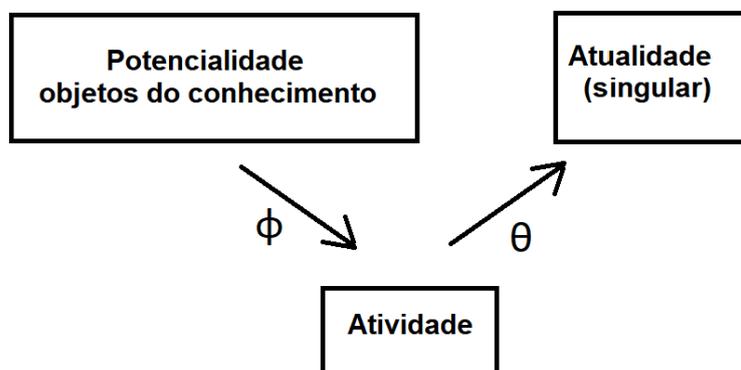
Figura 1 – A estrutura da AEA



Fonte: elaborado pelo autor.

Radford (2015) apresenta um esquema sintetizando o *design* e a implementação de uma AEA pela Figura 2. O autor afirma que o processo de atualização de saberes não é mecânico e depende do envolvimento e das interações humanas no labor conjunto. Radford apresenta o movimento possibilitado pela AEA pela letra grega Φ (fí): a potencialidade existente nos objetos de conhecimento será movimentada pela AEA para que os alunos os encontrem. A intenção pedagógica, que utiliza a letra grega θ (teta) para identificar a forma que a AEA realmente aconteceu, o encontro do saber pelos alunos, é atualizada pela atividade, que se constituirá em algo singular para o aluno.

Figura 2 – O design e a implementação da AEA



Fonte: Radford (2015)

Radford esclarece e orienta as etapas a serem seguidas pelo professor na execução da AEA. Primeiramente, o professor apresenta a AEA aos alunos. Os alunos então são organizados em pequenos grupos, preferencialmente de 3 a 4 participantes. O professor visita os grupos, e procura manter todos os alunos no labor conjunto, discutindo as dúvidas e as soluções propostas pelos alunos e principalmente negociações das tensões quanto à solução do problema, divisão da tarefa ou até de ordem emocional. O professor, ao final das discussões em grupo, faz uma discussão geral na sala de aula, socializando as ideias e resoluções entre todos os grupos de alunos, contribuindo para a transformação do aluno em um ser mais crítico e uma sociedade mais igualitária para todos (RADFORD, 2015).

Coleta de dados e orientações para a análise

Do ponto de vista de um estudo investigativo, a coleta de dados, Radford (2015) sugere quatro possíveis fases: a gravação de vídeo e áudio, folha de atividades do aluno, registros realizados na lousa da sala e notas de campo. Para gravação de vídeo e áudio, o autor sugere o uso de uma câmera por grupo e um gravador de voz na mesa do grupo, por garantia, caso se tenha algum problema com o funcionamento da câmera e para melhor registrar a voz dos alunos.

Quanto às folhas da tarefa da AEA, o autor propõe que cada aluno receba a sua e nela registre, com caneta preta, todas as ideias, mesmo aquelas descartadas, para que se conheça o processo de pensamento concretizado na escrita como mais uma forma de registro semiótico. Caso a tarefa não seja concluída pelos alunos, sendo necessária outra(s) aula(s) para sua conclusão, as folhas são recolhidas, fotocopiadas em preto e branco e as originais mantidas com o professor. Na aula seguinte, cada aluno recebe a fotocópia de sua folha da tarefa e uma caneta azul, diferenciando seus novos registros da cor dos registros da cópia. Os registros nas lousas são fotografados, uma vez que neles estão disponíveis informações e traços da explicação do professor e ou do aluno, durante o labor conjunto. As notas de campo contêm comentários do professor sobre os acontecimentos durante a aula, relacionados a todos os fatos relevantes aos processos de objetivação e subjetivação dos alunos. Todos esses registros serão utilizados na documentação dos processos para proceder as análises sobre as atualizações ocorridas, ou não, durante o labor conjunto e dos contextos extra-verbais (elementos relacionados às características individuais dos sujeitos e do local de realização da atividade, de acordo com Veneu (2012)), que influenciam no estudo realizado.

A análise de dados se inicia pela identificação nos vídeos dos episódios relevantes, os quais serão transcritos e analisados, considerando-se os princípios teóricos da TO e a questão de pesquisa que orienta esta investigação (RADFORD, 2015). Levantadas e consideradas as categorias analíticas de interesse na pesquisa (recursos semióticos como gestos, falas, uso de símbolos, entre outros), os episódios relevantes são organizados em um quadro contendo três colunas. A primeira identifica o número da linha de transcrição; a segunda, contém o corpo da transcrição, podendo conter imagens extraídas dos vídeos gravados; e na última coluna é feita uma análise interpretativa do enunciado. A Figura 3 apresenta a estrutura de composição do quadro no qual se apresenta o episódio relevante.

Figura 3 –Estrutura de apresentação do episódio relevante

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado relevante	Comentário interpretativo do enunciado relevante

Fonte: Radford (2015)

Nesta pesquisa, os diálogos dos episódios relevantes são transcritos segundo glossário para transcrição proposto por Queiroz et al. (2008), sintetizado no Quadro 3.

Quadro 3 – Glossário para normas de transcrição

()	Incompreensão de palavras ou segmentos
(hipótese) -	Hipótese do que se ouviu
/	Truncamento
MAIÚSCULA	Entonação enfática
:::	Prolongamento de vogal ou consoante
--	Silabação
?	Interrogação
...	Qualquer pausa
((minúscula))	Comentários descritivos
-- --	Comentários que quebram a sequência temática da exposição
[Superposição, simultaneidade de vozes
(...)	Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida em determinado ponto
“ ”	Citações literais de textos, durante a gravação

Fonte: Queiroz et al (2008, p. 2)

Os episódios relevantes são aqueles reveladores de evidências ou indícios dos processos de objetivação (materialização do saber) e processos de subjetivação (transformação do ser) que ocorrem durante as interações no labor conjunto. E é por meio de diferentes tipos de recursos semióticos – como palavras escritas e faladas, gestos, entonações de voz e expressões corporais e faciais, entre outros –, que podemos analisar esses processos. Por esse motivo, a metodologia proposta pela TO solicita a análise semiótica na investigação dos dados da pesquisa, a qual passaremos a apresentar a seguir.

2.4.2 Análise Semiótica proposta pela TO

A Teoria da Objetivação (TO) é uma teoria educacional de abordagem semiótica, que estuda o signo a partir de seu uso social, afastando-se da ideia meramente representacional atribuída ao signo, pelo linguista Ferdinand de Saussure e pelo filósofo Charles Sanders Peirce. Saussure entende o signo a partir da relação existente entre a materialidade e o conceito mental do signo, o significante e significado, respectivamente. Peirce aborda a possibilidade de se criar diferentes signos para um mesmo objeto (MOREY, 2020).

Afastando-se de questões de linguagem e fenomenologia, discutidas por Saussure e Peirce, respectivamente, a TO propõe uma abordagem semiótica que possibilite analisar fenômenos ocorridos na sala de aula. Para tanto, inspira-se na explicação psicológica dos signos proposta por Vygotsky, considerando-os ferramentas de reflexão que permitem aos indivíduos planejar e realizar ações (RADFORD; SABENA, 2015). Assim, a partir dos *insights* disponíveis nos signos escritos, orais, gestuais e posturais, bem como nos artefatos em circulação na atividade, a TO busca fatos e evidências para entender os processos de ensino e aprendizagem (MOREY, 2020). A TO se preocupa com o processo de ensino e aprendizagem e, neste sentido, todos aspectos relativos à manifestação dos estudantes são importantes para avaliar o encontro com o saber e as transformações dos sujeitos (aluno), ou seja, as atualizações do saber e do ser. Assim, preocupando-se com questões da subjetividade humana, traz para o campo da análise aspectos que as teorias individualistas e construtivas não consideram como relevantes em suas investigações.

Inspirando-se na concepção histórica de significação, que define o aprendizado como um processo semiótico social, que necessita sempre de continuidade, ou seja, em permanente formação, a TO atribui aos signos um papel de comunicação e expressão, porém, não suficientes, por si só, à compreensão da aprendizagem do aluno. Os signos

apenas integram a atividade em sala de aula, esta sim responsável pela mediação da aprendizagem dos alunos (MOREY, 2020). A análise de como professor e alunos fazem uso de recursos multissemióticos no labor conjunto, contribui na compreensão dos processos de objetivação e subjetivação ocorridos em sala de aula (RADFORD, 2013).

No labor conjunto, os alunos fazem gestos, sozinhos ou combinados com fala, visando tornar seu discurso mais inteligível. Interessamo-nos por aqueles gestos relevantes à análise dos processos de objetivação e subjetivação. Assim, recorreremos a Adan Kendon (2004), cuja proposta de análise gestual passaremos a descrever.

Análise gestual

Na atividade de sala de aula, de acordo com a TO, os alunos encontram-se com os saberes potenciais, atualizando-os e materializando-os em conhecimento, em objeto de pensamento. Para materialização do saber, os alunos fazem uso de recursos multissemióticos e não apenas da palavra escrita e falada. A análise gestual, nesse contexto, pode ser de extrema importância na compreensão dos processos de objetivação e subjetivação ocorridos em sala de aula. Os significados e o propósitos agregados em um gesto do aluno, nas interações discursivas em sala de aula, podem conter evidências sobre o processo pessoal de atualização de saberes científicos e da transformação do ser do aluno (RADFORD, 2020).

Os gestos, movimentos de mãos e braços, são capazes de interferir na interpretação do outro (SESSA, 2013). Segundo Kendon (2004), gestos são ações visíveis utilizados como enunciados ou parte dele, no contexto das interações sociais, portadoras de informações. Este autor, em sua obra "*Gesture: visible action as utterance*", ("Gesto: ação visível como enunciado", tradução nossa), aprofunda o estudo sobre a classificação e formas de utilização dos gestos em interações sociais. Os gestos, nesta pesquisa, são elementos semióticos que contribuem na compreensão do processo de aprendizagem dos alunos. Eles caracterizam um gênero discursivo utilizado pelos alunos na composição de seus discursos, nas interações sociais em sala de aula. Para análise gestual, recorreremos à classificação de gestos elaborada por Patrícia Sessa (2013) e inspirada nas ideias de Adam Kendon (2004).

Sessa (2013) apresenta uma classificação de gestos a partir de duas dimensões funcionais: a função pragmática e a função referencial. Segundo a autora, gestos com

função pragmática não se remetem diretamente a características de um significado do enunciado e podem ser de três tipos: modal, performativa e de divisão.

Com função pragmática modal, os gestos alteram a interpretação do que é enunciado. Como exemplo, Sessa (2013) cita o gesto feito com a mão aberta, indicando “Espere”. Sendo do tipo função pragmática performativa, os gestos convidam à participação no discurso, tal como o próprio gesto de apontar para alguém propondo uma interação interpessoal em um diálogo. Por fim, nessa classificação, os gestos com função pragmática de divisão (ou partição) são utilizados para pontuar o discurso como, por exemplo, o de gesticular os dedos indicando os números “1” e depois o “2”, abordando a ordem que algo deve ser feito. Sintetizando esta função a autora sugere a Figura 4.

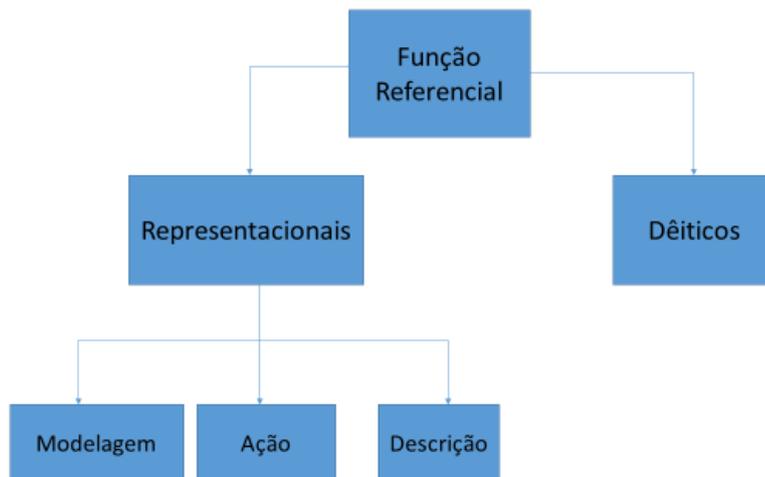
Figura 4 – Função pragmática dos gestos



Fonte: Sessa (2013).

Nesta pesquisa, buscamos identificar os gestos utilizados nos discursos dos alunos que enriquecem a compreensão do processo de atualização de saberes científicos. A estes gestos, nos quais o objeto do discurso pode ser reconhecido, Kendon (2004) atribuiu uma função referencial, podendo ser do tipo representacional (organizada nos tipos modelagem, ação e descrição) ou dêitica.

Sessa (2013) esclarece que a função referencial representacional do tipo modelagem acontece quando o orador, gesticulando, utiliza uma parte de seu próprio corpo para representar e moldar o objeto. Já o gesto referencial representacional do tipo ação, descreve a ação informada pelo discurso, tal como gesticular representando o movimento de um corpo sobre uma superfície. Sendo referencial representacional do tipo descrição, o gesto busca delinear o objeto, aparentemente desenhando-o no ar. Os gestos referenciais do tipo dêitico localizam algo no tempo e no espaço como, por exemplo, apontar o dedo indicando uma região específica de um artefato. Sintetizando a função referencial, Sessa (2013) propõe a Figura 5.

Figura 5 – Função referencial dos gestos

Fonte: Sessa (2013).

A partir da compreensão do contexto no qual o gesto é realizado. Assim, interessamo-nos por gestos referenciais feitos pelos alunos, evidenciando significados e intenções pessoais impressas por eles nas interações discursivas no labor conjunto, especificamente sobre saberes de Mecânica Geral, subjetividades e valoração para com a dança.

O discurso dos alunos ocorridos no labor conjunto, composto por palavras, sejam escritas ou faladas, podem também conter evidências dos processos de atualizações de saberes e do ser, pelos quais nos interessamos. Para tanto, recorremos a algumas ideias de Bakhtin (1986) em nossa investigação, às quais apresentamos a seguir.

Análise discursiva de Bakhtin

Algumas ideias de Bakhtin (1986) contribuíram, nesta pesquisa, para a análise e compreensão dos significados e da forma de constituição dos textos, escritos e falados, nos discursos dos participantes do labor conjunto.

Visto que a TO dá grande importância à interação em sala de aula para analisar os discursos entre os alunos e o professor, apoiamo-nos na análise discursiva proposta por Bakhtin, pois ele apresenta uma base teórica de análise na área da Linguística, identificando as múltiplas vozes presentes e integrantes no discurso escrito e falado, entrelaçando o eu e o outro (Bakhtin, 1986). Esclarecemos que não pretendemos realizar um estudo com abordagem linguística, nem um estudo exaustivo sobre Bakhtin, mas

buscamos no uso de diferentes gêneros discursivos, as múltiplas vozes, as evidências quanto às ideias, significados e intenções presentes nos discursos dos alunos.

Atribuindo a existência de uma relação dialógica, Bakhtin (1986) defende que ao apropriar-se das palavras “do outro”, os indivíduos as transformam em suas, carregando-as de intenções, propósitos e elementos que ele considera relevantes. Bakhtin propõe dois elementos fundamentais, associados às múltiplas vozes, no discurso do sujeito, a polissemia e a multimodalidade.

A polissemia refere-se à interação com outras palavras, outras vozes da consciência do próprio indivíduo, incorporado vários significados à palavra apropriada pelo sujeito. Gilbert e Lima (2017) ressaltam que a etimologia, o estudo científico da origem e da história da palavra, e as mudanças históricas de significação da palavra em determinados contextos determinam a sua polissemia atual. As palavras, hoje, contêm rastros dos significados anteriores.

Nesta pesquisa, ao investigar a ocorrência da polissemia no discurso falado e escrito dos alunos, buscamos indícios dos possíveis significados incorporados pelos alunos a um determinado signo. O sentido da polissemia, nesta pesquisa, se refere ao significado atribuído pelos alunos aos saberes específicos da Mecânica Geral, foco de investigação deste trabalho. Evidentemente, que esta análise é dada a partir das múltiplas vozes ouvidas pelo pesquisador. Exemplificando, ao se utilizar um saber de Física, imaginemos uma situação na qual o discurso dos alunos refere-se à luminosidade de uma lâmpada. Alguns, certamente, fariam referência à potência da lâmpada, outros à força da lâmpada e outros à energia da lâmpada. Assim sendo, como o discurso dos alunos nas AEA serão relacionados a diversos saberes de Física, a análise polissêmica dos discursos é de extrema importância para o entendimento dos processos de objetivação de saberes científicos.

Atualmente, a comunicação tem se dado por meio da articulação de vários modos e linguagens devido ao grande número de gêneros textuais ativos nas sociedades letradas. Os estudos de Mikhail Bakhtin contribuem para o entendimento de textos híbridos, sejam eles falados ou escritos. Para ele, a interação verbal dá-se tanto no diálogo face a face, em voz alta, como em textos escritos, que representam um ato da fala impresso. Assim, textos verbais e escritos agregam a ideia de dialogismo, a interação entre o eu e o outro no texto e são constituídos de diversos modos (TAVARES, 2010).

Ângela Dionísio (2005) destaca que os gêneros textuais falados e escritos são multimodais pois são compostos por, no mínimo, dois modos de representação. Assim,

uma música se compõe de letra e melodia; um filme de imagens, sons de fala e musicais; quadrinhos de imagens, formatos de letras, por exemplo. A autora destaca que esses diversos recursos semióticos, como imagens, elementos gráficos, gestos, entre outros, estão cada vez mais integrados nos textos atuais.

Cruz (2017) defende que a análise, em uma perspectiva multimodal, possibilita mais inteligibilidade e interpretabilidade, no que tange à organização, constituição e atribuição de significado pretendido no discurso dos sujeitos. A análise multimodal busca compreender e explicar a constituição do discurso não a partir de uma modalidade isolado, mas a partir do enfoque à articulação mútua de mais de um sistema semiótico e, assim, atenta-se à análise gestual associada ao fluxo da fala, por exemplo.

De acordo com Dilem (2017), a sociedade contemporânea está inserida em um contexto multimodal. Assim, os textos contemporâneos produzidos, no ambiente escolar, ou não, são multimodais e não se valem somente de signos verbais ou escritos, mas sim de diversos modos de significação linguísticos, visuais e gestuais. Um anúncio publicitário é um exemplo de um texto multimodal, uma vez que utiliza imagens e texto escrito (mídia impressa) ou imagens, sons e textos verbais (mídias televisas e digitais). É o conjunto desses elementos que compõem o significado do texto. De acordo com Vicente e Bongestab (2020), um texto multimodal, é aquele cujo sentido se dá por meio de vários recursos semióticos. Dessa forma, os textos contemporâneos orais e escritos são híbridos, sendo compostos de muitos modos, os quais requerem compreensão de seus significados.

A multimodalidade influencia as escolhas relacionadas à fala e à escrita dos sujeitos, sendo de extrema importância à compreensão dos sentidos presentes nos textos e, até mesmo, das formas de relações estabelecidas por esse sujeito com seus pares (MEDEIROS, 2014).

Nesta pesquisa, nosso interesse deu-se em relação aos discursos orais e escritos ocorridos nas interações em que se verifica o labor conjunto entre alunos e professor.

A análise multimodal fez-se necessária, nesta pesquisa, para a compreensão da forma como os alunos se manifestam e argumentam em seus textos e em seus discursos. A associação entre palavras escritas, figuras, esquemas gráficos, palavras faladas, gestos e movimentos de dança, é de extrema importância na compreensão dos processos de objetivação e subjetivação ocorridos no labor conjunto. Em suma, pela multimodalidade, buscamos identificar os diversos recursos semióticos presentes na constituição do texto total dos alunos no labor conjunto.

Muitas vezes, por não entender realmente o significado de um saber de Física, os alunos passam apenas a reproduzir palavras orais e escritas de forma não consciente, fazendo uso de termos inadequados em relação à linguagem científica. Por isso, e por ao revelar aspectos do saber atual dos alunos, o estudo se faz necessário.

Quanto ao discurso oral dos alunos, buscamos, para além das palavras faladas, compreender a forma de utilização e a importância dos gestos e da execução concreta de passos de dança nas falas dos alunos. Como exemplos, podemos citar a utilização de gestos localizando direção e sentido de grandezas vetoriais como Força, Impulso e Quantidade de Movimento e, ainda, a realização de giros e saltos quando estiverem falando em cenas do roteiro de dança que envolvem movimentos rotacionais e elevações verticais.

Para facilitar o melhor entendimento dos discursos dos alunos, no próximo capítulo, apresentamos uma discussão teórica dos principais saberes de Mecânica Geral abordados na 1ª série do Ensino Médio.

CAPÍTULO 3. Saberes de Mecânica Geral

Este capítulo visa apresentar os saberes de Física que foram objeto de conhecimento para as atividades realizadas, e seguiu a proposta de elaboração de um roteiro de dança para subsidiar o leitor deste texto facilitando sua compreensão quanto às discussões conceituais ocorridas no projeto, bem como as respostas dadas pelos alunos às questões escolhidas e analisadas nos resultados.

Não temos a pretensão de fazer uma longa discussão conceitual contemplando todos os conceitos físicos da Mecânica Geral, mas sobretudo aqueles que, de certa forma, são os mais destacados nos roteiros de dança elaborados pelos grupos de alunos. A partir dos movimentos de elevação vertical de um dançarino destacam-se discussões envolvendo os saberes *pressão*, *centro de massa*, *quantidade de movimento (momentum linear)* e *impulso*. Movimentos de rotação, por sua vez, possibilitam discussões envolvendo *força centrípeta* e *momento angular*.

Ao abordarmos saberes de Mecânica Geral, nos defrontaremos com situações que envolvem aplicação de forças com intensidades variáveis. Na Física, a forma usual de análise dessas situações é expressa por uma integral, cuja representação matemática é dada por

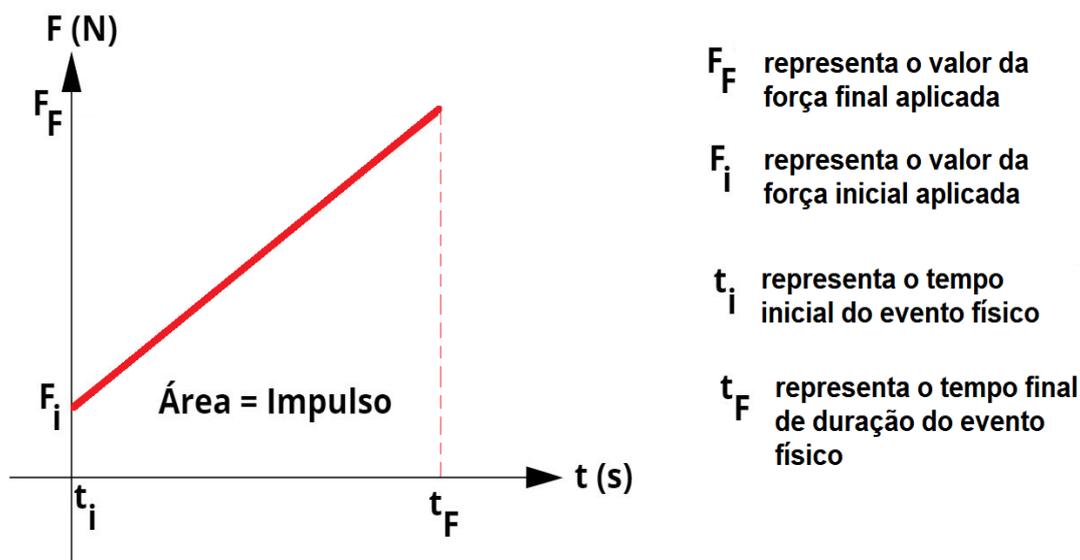
$$\int_a^b f(x). dx$$

Como nesta pesquisa o enfoque é na abordagem conceitual, não nos preocupamos em trazer dados quantitativos de grandezas físicas, e tampouco tratar do desenvolvimento do formalismo que a Física exige.

Esclarecemos que no Ensino Médio, alguns exercícios feitos pelos alunos, analisam situações que envolvem aplicação de forças com intensidades diferentes, representada em um gráfico composto por dois eixos. No eixo vertical, geralmente, representam-se os diversos tipos de força, e no eixo horizontal as distâncias ou os tempos relacionadas à situação analisada, como representada na Figura 6. Importante ressaltar que, nesses casos, a análise é feita por cálculo de área de polígonos regulares (como triângulo e trapézio), delimitada sob a curva traçada no gráfico.

Assim sendo, nesta pesquisa consideraremos aplicação de forças com intensidades constantes nas situações que este saber estiver relacionado.

Figura 6 - Gráfico Força de Valor variável versus Tempo



Fonte: adaptado de <https://s3.static.brasilecola.uol.com.br/img/2018/11/grafico-de-impulso-forca-variavel.jpg>.

Nas Atividades de Ensino e Aprendizagem (AEA) realizadas nos Encontros do projeto, foram abordados saberes que envolvem a aplicação de força, como na situação em que os alunos executam passos de dança, mostrando elevação vertical de um dançarino, em discussão sobre impulso. Evidentemente que nesse movimento não se tem garantia de aplicação de uma força constante em toda a duração de elevação do dançarino. Nesta pesquisa, não objetivamos o tratamento quantitativo associados aos saberes de Física, e sim discussões do ponto de vista conceitual dos saberes de Mecânica Geral. Considerando que os alunos nesta fase escolar não estudam saberes relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral, disciplina do ensino superior, a partir dos quais consegue-se calcular situações que envolvem grandezas com intensidades variáveis, nesta pesquisa consideramos somente a ocorrência de forças constantes nas situações analisadas.

Para as discussões a seguir, as informações sobre os saberes de Física que foram objeto de discussão com os alunos são baseadas no livro *Física Conceitual* de Paul G. Hewitt (2002).

3.1 Grandezas escalar e vetorial

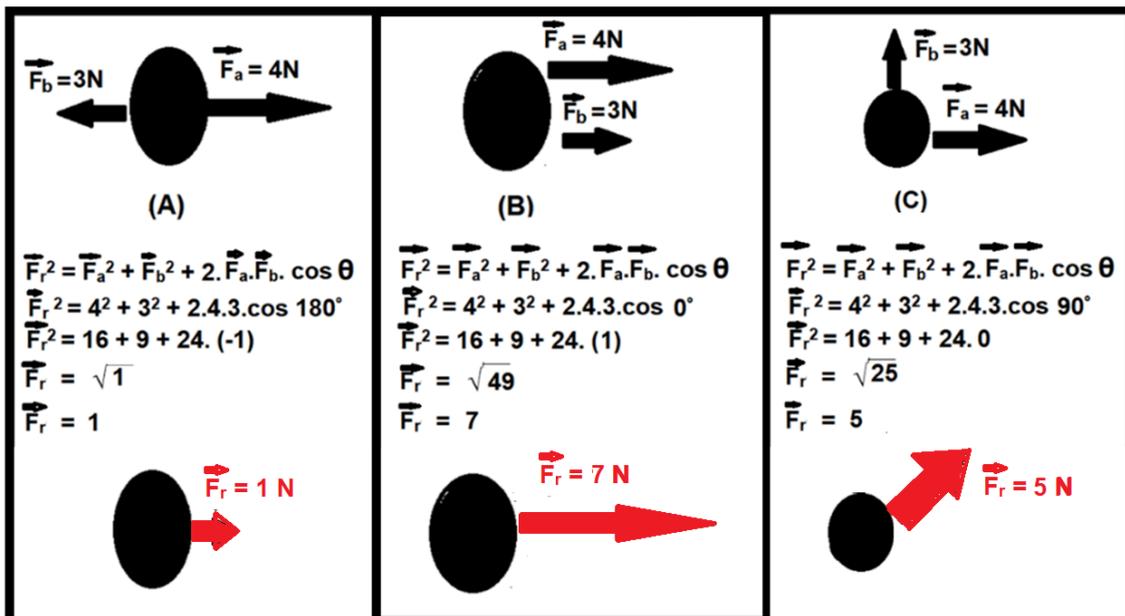
A elaboração de um discurso mais adequado à linguagem científica requer o uso de signos, significados e significantes relativos aos saberes sobre os quais se fala ou se escreve. No campo da Física, os discursos sobre saberes de Mecânica requerem características sobre a natureza escalar ou vetorial desses saberes.

Quando escrevemos ou falamos “3 quilogramas”, o leitor ou o ouvinte, geralmente, remetem esta informação à massa de um corpo. Uma caracterização de uma grandeza escalar requer somente a combinação de um numeral e uma unidade de medida; são exemplos de grandezas escalares a *massa, o tempo, energia, pressão, trabalho, corrente elétrica*, entre outros.

Quando, entretanto, falamos “o corpo se movia com velocidade igual a 20 metros por segundos”, ao ouvinte ou leitor, para ser mais esclarecedor, é necessário que se informe outras características desse movimento. Esta é uma grandeza vetorial: caracterizada por informações relacionadas à sua *intensidade* (valor numérico e unidade de medida, como 20 N, 4 m/s), *direção* (como vertical e horizontal) e *sentido* (para cima para a direita, por exemplo). São exemplos de grandezas vetoriais: *velocidade, aceleração, força, impulso, quantidade de movimento*, entre outros. As grandezas vetoriais são representadas por uma letra que representa a grandeza e uma seta sobre ela, como por exemplo: \vec{v} , \vec{a} , \vec{F} , \vec{I} , \vec{Q} .

As características intensidade, direção e sentido, bem como o ângulo entre os vetores, são determinantes às operações vetoriais realizadas pelos alunos no Ensino Médio. As mais simples operações vetoriais envolvem soma e subtração de vetores dados em uma mesma direção, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Exemplo de operações vetoriais envolvendo Forças



Fonte: elaborado pelo autor.

Na situação (A) da Figura 7, os vetores possuem mesma direção e sentidos opostos. A operação vetorial, neste caso, obtém o valor mínimo possível, resultando em uma força de intensidade 1N, direção horizontal e sentido para a direita. Na situação (B), os vetores possuem a mesma direção e mesmo sentido. A operação vetorial, neste caso, obtém o maior valor possível, resultando em força de intensidade 7N, direção horizontal e sentido para a direita. Na situação (C), os vetores possuem direções e sentidos diferentes. A resultante vetorial tem um valor localizado entre os valores mínimos e máximos da operação. Assim, é importante ressaltar que em operações vetoriais a intensidade da resultante terá valor máximo, quando os vetores envolvidos tiverem mesma direção e mesmo sentido.

3.2 O corpo rígido em Física e a técnica na dança

A Física denomina corpo rígido todo corpo que não se alonga e não se deforma quando forças são aplicadas sobre ele. Um corpo rígido é uma idealização. Todos os materiais reais apresentam elasticidade e sofrem deformações, mesmo que parcialmente, como é o caso das asas de um avião, da estrutura de aço de um edifício ou uma ponte sustentada por cabos. Na verdade, os corpos reais não são perfeitamente rígidos.

Nesta pesquisa, os alunos executaram concretamente os passos de dança que eles propuseram em seus roteiros. Orientamos realizar esses passos de dança com o abdômen

enrijecido, por considerarmos que, ao fazê-lo, aproximamos a estrutura corporal dos alunos do conceito de corpo rígido da Física, facilitando a realização de saltos e movimentos de elevação vertical e rotacional, mantendo o eixo de equilíbrio e a estabilidade do corpo do dançarino (aluno). As ativações da musculatura abdominal mantêm a postura ereta e estabiliza a coluna vertebral, evitando sobrecargas na lombar e lesões nas articulações das extremidades inferiores durante a realização dos movimentos (VICENTE e SOUZA, 2013).

Ressaltamos, novamente, que nesta pesquisa não temos como objetivo a formação de exímios dançarinos. O domínio da técnica corporal é aqui empregado no sentido de permitir a realização dos passos de dança, contribuindo para a explicação da cena visualizada proposta nos roteiros dos alunos, a partir da aplicação de saberes de Mecânica Geral (processo de objetivação) e redução dos riscos de lesões aos alunos (processo de subjetivação).

3.3 Saberes de Mecânica Geral

Nesta seção, fazemos uma apresentação conceitual das grandezas físicas que foram temas das atividades de ensino e aprendizagem (AEA) nos Encontros de formação do projeto “Física e Dança”. É importante destacar que existem diferenças de significados entre grandezas físicas, leis da Física e fenômenos físicos. Nesse sentido, ao discutirmos a grandeza física Quantidade de Movimento, abordaremos a lei da Conservação da Quantidade de Movimento, que determina as possíveis trajetórias de corpos envolvidos em uma colisão, que é um fenômeno físico. Similarmente, na apresentação da grandeza física Momento Angular, abordaremos a lei da Conservação do Momento Angular de um corpo, que determina as características de sua rotação, que é um fenômeno físico.

3.3.1 Momentum linear: quantidade de movimento

Numa ribanceira, um caminhão e um carro de passeio estão se movendo com a mesma velocidade, porém é mais difícil parar o caminhão do que o carro. Dizemos, na linguagem da Física, que o caminhão tem mais *momentum*, inércia em movimento, do que o carro. Lembrando que inércia é a tendência que um corpo possui de manter seu estado de movimento, dado pela 1ª lei de Newton. *Momentum* é definido como o produto

da massa de um objeto pela sua velocidade, ou seja, $Momentum = massa \times velocidade$. A unidade de medida de quantidade de movimento no SI é $kg \cdot \frac{m}{s}$.

No Ensino Médio, é comum os livros e apostilas abordarem este saber físico de quantidade de movimento – grandeza vetorial, que é simbolizado pela letra Q. Desta forma, em notação sintética, podemos escrever, quando a direção não for um fator importante, que:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

Podemos perceber, portanto, que a quantidade de movimento de um corpo é dependente de duas outras grandezas físicas: *a massa e a velocidade*. Assim, um objeto em repouso não tem quantidade de movimento porque o fator \vec{v} em $m\vec{v}$ é nulo, como mostrado na Figura 8, que descreve o momento final da apresentação de patinação artística, quando o casal está em repouso.

Figura 8 – apresentação de patinação artística em dupla

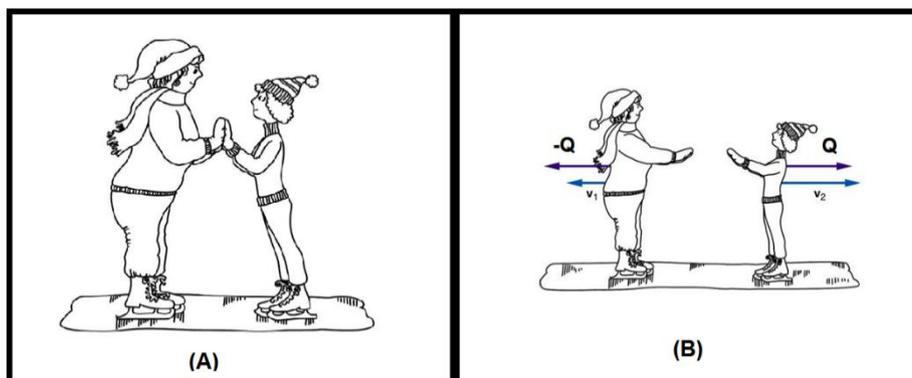


Fonte: <https://wl-incrivel.cf.tsp.li/resize/728x/jpg/254/792/66e14352bcb79659fd75b1ea43.jpg>

A lei de Conservação da Quantidade de Movimento

Somente a aplicação de uma força externa a um corpo é capaz de causar variação em sua quantidade de movimento. Nesta pesquisa, para além de movimentos de dança, propomos a analisar situações circenses e esportivas, como a patinação artística. Justificamos este uso pelas oportunidades de discussões teóricas acerca de saberes de Mecânica Geral nessas situações, embora reconheçamos o fundo competitivo da patinação artística.

Figura 9 - interação entre patinadores



Fonte: https://images.slideplayer.com/32/10017636/slides/slide_13.jpg (adaptado)

O quadro (A) da Figura 9, apresenta dois patinadores em repouso. Quando eles mutuamente se empurram, pela 3ª lei de Newton – Lei da ação e reação – sabemos que as forças aplicadas aos patinadores terão a mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto. Assim, enquanto um patinador é lançado para frente, o outro é lançado para trás. É certo que, por terem, aparentemente, massas diferentes, desenvolverão velocidades iniciais também diferentes. Cada um, mover-se-á, neste caso, na mesma direção e em sentidos opostos. Entretanto, a quantidade de movimento do sistema é conservada, ou seja, a soma total das quantidades de movimentos dos patinadores é nula, tal qual como era no instante do impulso inicial.

Colisões

A quantidade de movimento total de um sistema de objetos em colisão permanece inalterada antes, durante e depois da colisão, ou seja, a quantidade de movimento antes de uma colisão é igual à quantidade de movimento depois da colisão, ou seja,

$$\begin{aligned}\vec{Q}(\text{antes}) &= \vec{Q}(\text{depois}) \\ (m \cdot \vec{v})_{\text{antes}} &= (m \cdot \vec{v})_{\text{depois}}\end{aligned}$$

Um exemplo clássico para o estudo desta lei conservativa, é o das diferentes possibilidades de colisão entre bolas de bilhar, de mesma massa. Quando uma bola de bilhar em movimento colide frontalmente com outra bola de bilhar em repouso, a bola que estava em movimento atinge o repouso. Já a bola que estava em repouso passa a mover-se com a velocidade da outra, ou seja, elas “trocam” de velocidade. Este é um exemplo de colisão elástica: fenômeno ocorrido sem perda de energia total do sistema formado pelas bolas de bilhar.

Utilizemos a patinação artística como exemplo, em uma situação na qual um patinador de massa M aproxima-se com velocidade v de uma patinadora, também de massa M , em repouso: abraçando a patinadora, ambos passam a se mover com velocidade $\frac{v}{2}$, uma vez que, pela lei da conservação do momento linear, o aumento do valor da massa imprime redução no valor da velocidade dos corpos após a colisão. Este é um exemplo de colisão inelástica, na qual, após a colisão, os corpos permanecem unidos, como que grudados.

3.3.2 Impulso

Em situações em que a massa do corpo é constante, necessita-se variar o valor da velocidade para causar variação no valor da quantidade de movimento do corpo, o que implica a ocorrência de aceleração. Sabe-se que, pela 2ª lei de Newton – $F_r = m \cdot \vec{a}$ –, somente a aplicação de uma força resultante não nula é capaz de alterar a velocidade de um corpo. Também é importante atentar para quão longo é o tempo durante o qual a força é aplicada ao corpo. Assim, quanto maior for a força e seu período de tempo de contato com o corpo, será o impulso imprimido ao corpo. Em notação sintética, podemos escrever:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t$$

É o impulso a grandeza vetorial capaz de causar variação na quantidade de movimento de um corpo, e ele é definido pelo produto de duas grandezas: a força e o tempo. A unidade de medida de impulso, no SI, é $N \cdot s$. Sendo assim, o impulso e a variação da quantidade de movimento estão sempre vinculados.

A redução da quantidade de movimento de um corpo pode acontecer em diferentes intervalos de tempo. Ocorrendo em um curto intervalo de tempo, em um soco recebido de supetão aplica-se maior força no queixo de um atleta de boxe do que quando esse tempo de contato do soco com seu queixo é maior. A Figura 10 apresenta o momento em que um lutador de boxe golpeia seu oponente.

Figura 10 - Um dos golpes do boxe

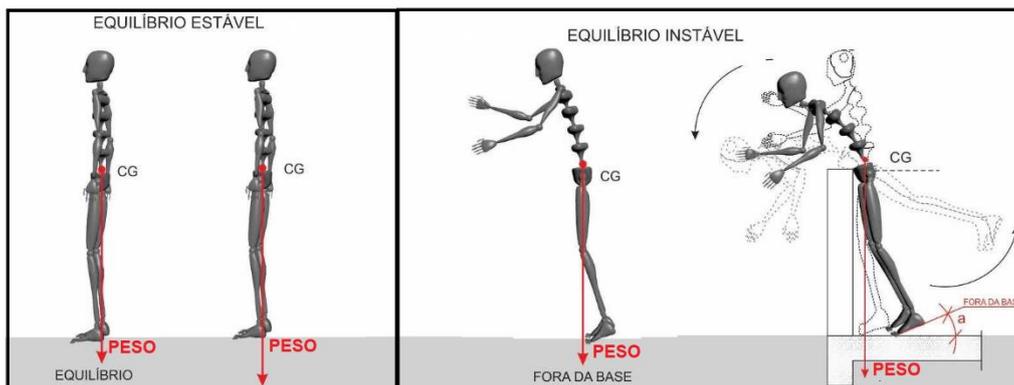


Fonte: <https://pratiquefitness.com.br/blog/tudo-sobre-o-boxe-golpes-principais/>

3.3.3 Centro de massa

O centro de massa de um corpo é representado por um ponto no qual considera-se concentrada toda a massa desse corpo e onde atuam todas as forças externas atuantes nesse corpo. É possível estudar as condições de equilíbrios estável e instável de um corpo analisando-se seu centro de massa. Quando afastado de sua posição de equilíbrio, o corpo consegue retornar a ela no equilíbrio estável. No equilíbrio instável o corpo continuará se afastando cada vez mais desta posição como mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Equilíbrios estável e instável no corpo humano.



Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/anteparo>

O estado de movimento do centro de massa de um corpo só pode ser alterado pela aplicação de forças externas. Assim, ao saltar, a bailarina recebe aplicação de uma força impulsiva aplicada pela superfície na qual ela se apoia. Ao ser elevada verticalmente, a força impulsiva recebida por ela pode ser aplicada pelo esforço único de quem a ergue, ou combinado com a força impulsiva feita pela superfície de apoio. Assim, o centro de massa que, aproximadamente, localiza-se na região do umbigo, é deslocado vertical e lateralmente em um salto, como na figura 12, graças ao Impulso resultante da ação da bailarina sobre o piso do palco no qual ela se apresenta.

Figura 12 – Passo do ballet: Grand Jeté



Fonte: <https://www.weekand.net/2018/05/ballet-gran-teatre-liceu-didactica-musical/>

3.3.4 Força

Em mecânica clássica, define-se Força como o agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou movimento de um corpo. Na 1ª série do Ensino Médio, os alunos resolvem problemas utilizando forças diversas como Peso (devido à atração gravitacional do planeta sobre todos tudo aquilo que tem massa), Tração (ocorrente em cabos e fios esticados), Atrito (feito por superfícies rugosas, não totalmente lisas), entre outras. A unidade de medida de força no SI é N (Newton). Nesta pesquisa, destaca-se a força de atrito, que será apresentada na seção que aborda o movimento rotacional de um corpo. A Figura 13 apresenta uma cena de um espetáculo de ballet, utilizada para análise das forças atuantes nos dançarinos, na atividade realizada no Encontro 2 do projeto Física e Dança.

Figura 13 – Cena de espetáculo de ballet



Fonte: <https://www.liveinternet.ru/users/4262933/post471959427/>

Força centrípeta

Qualquer força que atue no sentido de um centro fixo é chamada de Força Centrípeta, indicando a força “que aponta para o centro”. É, por exemplo, o barbante que transmite a força centrípeta para uma lata, presa a ele, em movimento circular, sobre a cabeça de alguém. Assim, a força centrípeta é, na verdade, a manifestação da ocorrência de outra força, no caso a força de tração que fazemos no barbante. Por si só, a força centrípeta não existe. Outro exemplo refere-se ao movimento circular que um carro faz, em uma pista horizontal, ao redor de uma rotatória, o qual é possível devido à força de

atrito entre os pneus e a pista faz o papel de força centrípeta. A unidade de medida de força, no SI, é N (Newton). Uma vez cessada a manifestação da força centrípeta, o corpo não continua em movimento circular, passando a se mover em uma trajetória paralela ao vetor velocidade do corpo no momento que a manifestação da força centrípeta deixou de ocorrer. A Figura 14 apresenta uma cena da dança ritual mexicana na qual a força centrípeta que possibilita o movimento circular deve-se à força de tração nas cordas presas aos pés dos dançarinos.

Figura 14 - Movimento circular na apresentação do grupo Papantla Flyers



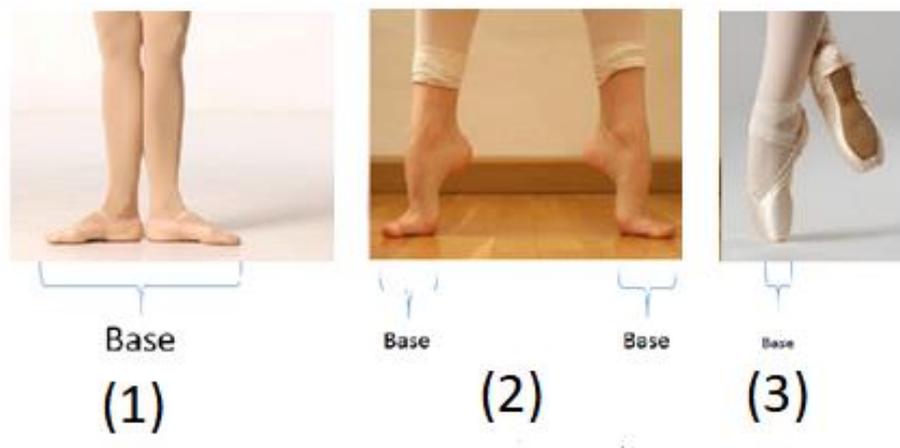
Fonte: <https://www.mexicomayantours.com/the-flyers-of-papantla/>

3.3.5 Pressão

É uma grandeza física que descreve como a aplicação de uma força está distribuída sobre uma superfície, ou seja, trata da relação existente entre a força e a área em que essa força é aplicada. Assim:

$$P = \frac{\vec{F}}{A}$$

A unidade de medida deste saber no SI é $\frac{N}{m^2}$, conhecido como Pascal. A análise do movimento de uma bailarina quando ela “sobe na ponta”, apoiada na extremidade do pé, é uma situação que permite discussão envolvendo a relação entre área de apoio e pressão exercida sobre uma superfície. A Figura 15 representa posições executadas no ballet, utilizada na discussão sobre a pressão exercida pela bailarina na área de apoio.

Figura 15 – Posições de apoio de uma bailarina

Fonte: <http://anabotafogoboutique.com.br/a-manutencao-do-equilibrio/>

3.3.6 Torque

Analisemos uma situação corriqueira na qual um aluno, em sala de aula, tenta equilibrar sua régua sobre seu dedo. Ao posicionar sobre o polegar a extremidade de uma régua escolar, ele teria dificuldade em equilibrá-la. Deixando-a imóvel em uma direção, paralela ao chão, ao soltá-la, ele observaria que a régua começaria a se inclinar e tombaria.

Sendo a régua homogênea, provavelmente a intersecção dos pontos médios do comprimento e da altura da régua será a localização do centro de massa deste objeto. Uma vez posicionando este ponto sobre um apoio, a ponta de um dedo por exemplo, a pessoa consegue equilibrar a régua, estabilizando seu movimento. Portanto, qualquer outra posição em que se apoie a régua que não em seu centro de massa, quando ela estiver sujeita unicamente à sua força peso, causará seu tombamento.

A ocorrência de uma força no corpo, como por exemplo seu próprio peso e a existência de uma distância não nula, chamada braço de alavanca, em relação a um ponto de apoio, causará um movimento rotacional neste corpo.

Se quisermos rotacionar um corpo que esteja em repouso ou alterar sua velocidade de rotação se ele já estiver girando, deveremos exercer sobre ele um torque. Define-se “torque” como o produto força (\vec{F}) que tende a produzir a rotação e do braço da alavanca (l):

$$\vec{\tau} = \vec{F} \cdot l$$

A unidade de medida de torque no SI é N.m. É por isso que se consegue girar mais facilmente o parafuso emperrado de uma roda com pneu furado, aplicando-se uma força mais distante do eixo de rotação. A Figura 16 apresenta uma cena de utilizada na discussão das condições de equilíbrio da dançarina sobre os ombros do dançarino.

Figura 16 – Equilíbrio de uma dançarina em um passo de pegada aérea



Fonte: <http://culture-se.com/noticias/551/sao-paulo-companhia-de-danca-estreia-trabalhos-no-sesc-pinheiros>

3.3.7 Momentum angular

Quanto um corpo é colocado em rotação, seu giro acontece ao redor de um determinado eixo definido. Assim, tendo este corpo uma massa m e um valor de velocidade \vec{v} , associamos a ocorrência de uma quantidade de movimento \vec{Q} , ou momento linear, a ele. Neste caso rotacional, associamos ao corpo que gira um *momentum angular* \vec{L} , dado pelo produto da quantidade de movimento \vec{Q} e da distância ao eixo de rotação r :

$$\begin{aligned}\vec{L} &= \vec{Q} \cdot r \\ \vec{L} &= m \cdot \vec{v} \cdot r\end{aligned}$$

A unidade de medida de força no SI é $kg \cdot \frac{m^2}{s}$.

A lei da Conservação do Momentum Angular

Da mesma forma que a quantidade de movimento de um sistema é conservada se nenhuma força resultante externa for exercida sobre ele, o momento angular é conservado se nenhum torque resultante for sobre ele exercido.

Um exemplo interessante sobre a conservação do momento angular de um sistema é dado quando um patinador, já iniciado o giro, recolhe seus braços passando a desenvolver velocidade rotacional maior, ou seja,

$$\vec{L}_{antes} = \vec{L}_{depois}$$

$$m \cdot \vec{v} \cdot r_{antes} = m \cdot \vec{v} \cdot r_{depois}$$

Como no giro, a massa do patinador permanece constante. Para compensar a redução da distância da posição das mãos ao eixo de rotação, ocorre um aumento da velocidade (neste caso linear, para facilitar o entendimento) em seu movimento, como mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Movimento de giro na patinação artística



Fonte: <<http://diadafisicacp2.blogspot.com.br/>>.

CAPÍTULO 4. Desenvolvimento da pesquisa e análise de dados

Neste capítulo, descrevemos os procedimentos metodológicos utilizados na realização desta investigação. Iniciamos por justificar a classificação da pesquisa, descrevemos os sujeitos participantes e a organização dos Encontros com os estudantes. Na sequência, analisamos o processo de ensino e aprendizagem de cada um dos três grupos de alunos, destacando a simultaneidade dos processos de objetivação e subjetivação dos alunos.

4.1 Sobre a classificação da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa qualitativa pois ela corresponde às cinco características indicadas por Bodgan e Biklen (1994). A primeira delas, reconhece como fonte direta de dados o ambiente natural, ao qual o pesquisador frequenta buscando entender o contexto desse local de estudo. A escola foi o ambiente natural, no qual buscamos compreender os comportamentos humanos, aceitando que eles são influenciados pelo contexto em que ocorrem, abarcando atos, palavras e gestos em sua busca de compreender significados e ações humanas.

A segunda característica comunica que a investigação qualitativa é descritiva. Assim, seus dados dão-se a partir de palavras e imagens, oriundas de transcrições, entrevistas, fotografias, vídeos, entre outros, respeitando-se a forma que esses dados foram registrados, para se ter uma clara compreensão do objeto de estudo. Nesta pesquisa, esses elementos descritivos foram gerados nas interações dos alunos, gravadas em vídeos, e analisados neste capítulo.

A terceira característica refere-se ao interesse do pesquisador mais pelo processo traduzido nas atividades, procedimentos e interações que pelos resultados alcançados ou produtos finais. Nesta pesquisa, concebemos o ensino e aprendizagem em uma perspectiva dialética, que abarca, simultaneamente, constantes e infindas atualizações de saberes científicos e transformação do ser dos alunos, de acordo com a Teoria da Objetivação (TO).

A quarta característica identifica a análise de dados de forma indutiva, isto é, não visa a confirmação de hipóteses construídas preliminarmente, semelhante ao encaixe de peças de um quebra-cabeça, cuja forma final é, desde o início do processo, já conhecida.

Assim, questões importantes da investigação tomam forma ao longo do processo de pesquisa, uma vez que os relacionamentos humanos e o contexto histórico, social e cultural dos alunos, tornam as relações e ações humanas imprevisíveis durante a realização de uma atividade na sala de aula.

A quinta e última característica destaca a importância vital que tem o significado, o sentido que os participantes dão às suas próprias vidas, suas perspectivas, suas interpretações e a forma como elas estruturam o mundo social em que vivem. Orientados pela Teoria da Objetivação, nosso interesse de pesquisa é voltado à atividade humana em sala, como “forma ativa de envolvimento humano, cuja produção busca atender necessidades de sobrevivência, mesmo artísticas e espirituais, produzindo sua existência e o inserindo no mundo social”. (RADFORD, 2018, p. 15).

Com base nos objetivos gerais desta investigação, Gil (2002) propõe classificar as pesquisas em descritivas, explicativas e exploratórias. O autor aborda que a pesquisa exploratória busca explicitar o problema e sobre ele construir hipóteses, por meio de um planejamento bastante flexível, no qual são considerados variados aspectos do objeto ou fato estudado, alcançando-se uma nova visão do problema investigado.

Consideramos que esta pesquisa, analisando a atividade humana, busca compreender o caráter dialético do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, o qual abarca concomitantemente o encontro com saberes científicos e o processo de transformações do ser. Voltando-se, também, à forma de coleta e análise de dados que busca descrever todo o contexto no qual a pesquisa se dá, apontamos que é do tipo exploratória.

4.1.1 Os sujeitos envolvidos na pesquisa

Para realização da pesquisa, buscando entender os processos de atualização de saberes de Mecânica Geral e também do ser dos alunos, usando a dança como artefato cultural, foi proposto o projeto intitulado “Física e Dança”.

Este projeto foi realizado no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, escola pública federal localizada em Campo Grande - MS, que oferece Ensino Médio (EM) Integrado, no qual os alunos também cursam disciplinas técnicas de uma das três formações profissionais oferecidas: técnico em informática, mecânica e eletrotécnica. Dos sete semestres que o aluno permanece na instituição, a Física é abordada em seis deles, com 3 aulas semanais (45 minutos cada uma). A Física 1 e a Física 2 abordam os

conteúdos da 1ª série do EM (Mecânica Geral); a Física 3 e a Física 4 discutem conteúdo da 2ª série do EM (Termologia, Óptica e Ondulatória) e, por fim, a Física 5 e a Física 6 abordam os conteúdos relativos à 3ª série do EM (Eletricidade).

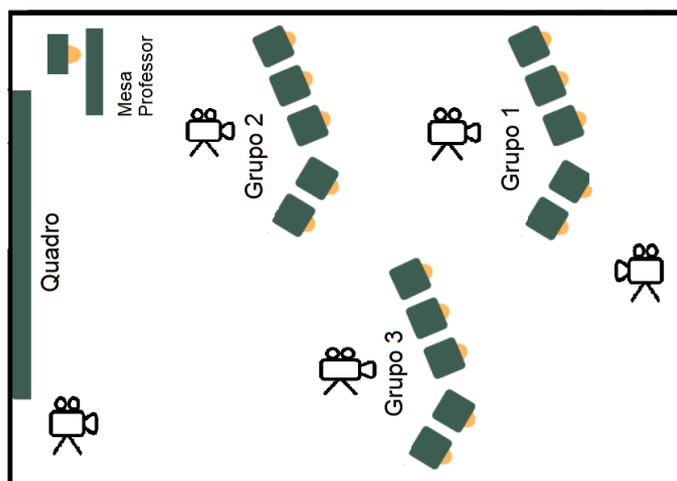
Os saberes de Mecânica Geral são abordados ao longo das Físicas 1 e 2. Em Física 1, os alunos estudam situações envolvendo os saberes Distância, Tempo, Velocidade, Aceleração, Força (peso, tração, contato, elástica, normal, atrito e centrípeta). Em Física 2, são discutidos os saberes Pressão, Forças (Empuxo e as mesmas já citadas), Potência, Trabalho, Energia, Momento de uma força (Torque), Centro de Massa, Quantidade de Movimento (momento linear), Impulso, Momento Angular.

Esta pesquisa foi realizada nos meses outubro e novembro de 2018, no período vespertino. Esta pesquisa buscou trabalhar com os saberes de Mecânica Geral, em particular Forças, Pressão, Centro de Massa, Quantidade de Movimento, Impulso e Momento Angular, por serem facilmente relacionados com a dança. Foram convidados somente alunos matriculados no período matutino em Física 2. Os Encontros do projeto aconteceram em dias em que havia a disponibilidade de salas para realização da pesquisa e no contraturno para participantes. O projeto foi realizado em 9 Encontros, dos quais participaram 13 alunos voluntários, sendo oito meninas e cinco meninos, todos com idade aproximada de 15 anos. Cada Encontro teve duração de duas horas e foram realizados dois Encontros semanais.

Como propõe a metodologia da TO, os alunos foram organizados em pequenos grupos na sala. Os alunos puderam escolher de qual grupo participar em cada Encontro e assim foram formados 3 grupos de alunos. Os grupos permaneceram os mesmos em todos os Encontros do projeto.

Durante os Encontros, foram utilizadas cinco câmeras de vídeo na sala, sendo uma em cada grupo, e outras duas captando imagens em plano aberto, como esquematizado na Figura 18. Foram também utilizados três gravadores de voz, cada qual registrando as conversas de um grupo de alunos.

Figura 18 – organização da sala de aula na realização da AEA



Fonte: Organizado pelos autores (Silva e Gobara, 2020).

Nesta pesquisa, foram analisadas a atividade realizada nos Encontros 7 e 8, nos quais, em forma de labor conjunto, cada grupo elaborou, apresentou e discutiu um roteiro de dança em que deveriam abordar os saberes de Mecânica Geral discutidos ao longo dos Encontros anteriores do projeto.

Na transcrição dos dados, mantendo o sigilo da pesquisa, obedecendo a ordem alfabética dos nomes, nomeamos os alunos pela letra A seguida de um número. Desta forma, os alunos foram identificados com A1, A2, e assim por diante, até A13.

Os três grupos de alunos organizados na sala de aula, como mostrado na Figura 18, foram identificados pela letra G seguida de um número. Assim, na análise de dados são citados os grupos G1, G2 e G3. Os mesmos alunos que participaram da elaboração do roteiro (Encontro 7), participaram de sua apresentação e discussão (Encontro 8). Assim, G1 foi composto pelos alunos A1, A4, A6, A8 e A10, todas meninas. Do Grupo G2 participaram apenas A5 e A9, um casal de alunos que, por opção, decidiram fazer o trabalho em dupla. Do Grupo G3 participaram A2, A7, A11 e A13, sendo 1 menina e 3 meninos. Participaram desses dois Encontros, 11 alunos.

4.1.2 As atividades realizadas nos Encontros

As atividades dos Encontros foram planejadas de acordo com a estrutura da atividade de ensino e aprendizagem (AEA) proposta pela TO, e sua execução realizada na forma de labor conjunto na sala de aula.

No Encontro 1, os alunos responderam individualmente, e de forma escrita, questões de um teste conceitual para levantar os saberes atuais, em relação aos saberes discutidos nas disciplinas Físicas 1 e 2, e também realizaram uma entrevista sociocultural individual, gravada em áudio, buscando levantar informações sobre seu histórico relacionado à família, escola, à Física e à dança. A entrevista sociocultural e o teste diagnóstico inicial (para levantamento do saber atual) estão disponíveis nos Apêndices C e D, respectivamente.

Muitos alunos confundem os diversos saberes Físicos componentes da Mecânica Geral, dados pelas proximidades de significância existente entre eles. Desta forma, nos Encontros 2 a 6, cada atividade AEA buscou oportunizar a esses estudantes o Encontro (atualização) de um determinado saber físico por meio de discussões de situações a ele inerentes. Foram eles: Força, Pressão, Centro de Massa, Quantidade de Movimento, Impulso e Momento Angular.

Portanto, no Encontro 2, a atividade de sala de aula abordou o saber Força. Os alunos receberam questões impressas contendo fotos de passos de dança, números circenses e situações esportivas. Eles então localizaram, desenharam e nomearam os vetores de Força nas diversas situações apresentadas, em sua folha de exercício. Foram registradas as respostas individuais dadas antes e depois da discussão em labor conjunto com os outros integrantes do grupo e o professor. O material impresso utilizado nessa AEA está disponível no Apêndice E. O Encontro 3 foi utilizado para conclusão de exercícios da AEA anterior (saber Força)

No Encontro 4, foram realizadas duas AEA. Na primeira, abordando o saber Pressão, a partir do contato físico com diferentes tipos de sapatilhas de *ballèt*, os alunos discutiram e responderam questões quanto ao uso de cada uma delas e a diferenciação entre Força e Pressão aplicada por uma bailarina sobre uma superfície de apoio. Na sequência, analisaram situações envolvendo pressões causadas por diferentes sapatos de salto alto utilizados em dança de salão. Por fim, analisaram questões sobre segurança em apresentações artísticas realizadas sobre cama de pregos, como o faquir. O material impresso utilizado nessa AEA está disponível no Apêndice F.

No Encontro 4, ainda, foi realizada uma segunda AEA abordando o saber Centro de Massa. Os alunos discutiram a localização do Centro de Massa de corpos rígidos, como lápis e cabos de vassoura, e apresentaram a situação de equilíbrio desses artefatos. Elaboraram respostas para a dificuldade de equilibrar corpos não rígidos, como espuma de colchão, mesmo localizando seu Centro de Massa. Por fim, discutiram soluções para

execução de passos de dança nos quais a bailarina tem que ser equilibrada no ombro do dançarino. O material impresso utilizado nessa AEA está disponível no Apêndice G.

No Encontro 5, a AEA abordou o saber Quantidade de Movimento. Utilizando pêndulos de Newton, os alunos discutiram sobre os resultados das diferentes colisões de esferas que eles realizaram, relacionando-os com a lei de conservação desse saber. Por fim, cada grupo simulou a explosão de um corpo em três partes iguais, apresentando as possibilidades e justificativas para as trajetórias realizadas por cada fragmento do corpo. O material impresso utilizado nesta AEA está disponível no Apêndice H.

No Encontro 6, foram realizadas duas AEA. Na primeira, abordando o saber Impulso, os alunos discutiram sobre os saberes de Física envolvidos na execução do passo de *ballèt Grand Jeté*. Por fim, após a discussão em grupo, os alunos apresentaram e discutiram sobre as dificuldades e as facilidades de três das formas que um bailarino tem para erguer verticalmente sua parceira, por meio de somas vetoriais de impulsos. O material impresso utilizado nesta AEA está disponível no Apêndice I.

No Encontro 6, ainda, foi realizada uma AEA abordando o saber Momento Angular. Os alunos utilizaram uma cadeira giratória e diferentes massas, para investigar nos giros realizados, situações de movimentos associados à lei de conservação existente em movimentos rotacionais. Em seguida, lançaram peões e discutiram sobre os giros que estes dão. Por fim, analisaram vídeos e elaboraram explicações para a execução do *Fouetté*, passo do ballet no qual a bailarina executa 32 giros consecutivos. O material impresso utilizado nesta AEA está disponível no Apêndice J.

No Encontro 7, cada grupo elaborou, em labor conjunto, uma proposta de roteiro de espetáculo de dança abordando os saberes de Mecânica Geral discutidos nos Encontros do projeto. Os alunos foram livres para propor passos de qualquer estilo de dança. Para tanto montaram esquema gráfico do roteiro, ensaiaram e discutiram a execução de passos de dança, discutiram sobre os saberes de Física abordados em seus roteiros. Os esquemas gráficos dos roteiros elaborados pelos grupos 1, 2 e 3 estão disponíveis nos anexos B, C e D, respectivamente.

No Encontro 8, os alunos representaram, explicaram e discutiram as cenas, personagens e passos de dança propostos em seus roteiros. Nesse Encontro, ainda, os alunos responderam de forma escrita e individualmente um teste conceitual, buscando levantar a atualização de saberes supostamente ocorrida. Este segundo teste diagnóstico (para levantamento do saber a ser atualizado), disponível no Apêndice L, foi composto por novas questões, abordando os mesmos saberes investigados no teste conceitual inicial.

No Encontro 9, foi realizada a entrevista individual final sobre a participação no projeto, a qual está disponível no Apêndice K. Nesse Encontro, ainda foi realizada uma confraternização entre os participantes do projeto.

Nas respostas dadas nas entrevistas, buscamos evidências do processo de subjetivação, ou seja, aspectos relacionados ao ser, ao sujeito aluno, principalmente quanto à percepção deles em relação à Física e à própria dança, enquanto expressão artística e como um artefato cultural integrante da atividade em sala de aula.

Realizamos dois testes escritos com os alunos sobre os saberes de Mecânica Geral abordados no projeto. O primeiro teste diagnóstico, realizado no Encontro 1, levantou os saberes atuais dos alunos. O segundo teste diagnóstico, realizado no Encontro 9, levantou os saberes a serem atualizados, como uma das formas para avaliar o processo de atualização ocorrido, servindo como feedback para o planejamento das próximas atividades para a sala de aula, a partir das dificuldades identificadas nas respostas dos alunos. Assim, a realização desses testes não tem a conotação atribuída aos pré e pós testes, comuns nas pesquisas com abordagens individualistas. Para cada grupo, discutimos as respostas dos alunos às questões relacionadas a saberes abordados em seus roteiros. Como não tivemos a intenção de fazer um estudo comparativo entre grupos, apresentamos questões que abordam saberes diferentes na análise de cada grupo.

Nas respostas escritas dos alunos nos dois testes diagnósticos, buscamos evidências de distintos significados atribuídos pelos alunos a um mesmo saber científico (a polissemia) e os diferentes recursos semióticos utilizados pelos alunos em suas respostas escritas (a multimodalidade), como símbolos e desenhos, importantes na análise do processo de objetivação dos saberes de Mecânica Geral.

Todos os dados disponibilizados nas atividades, labor conjunto, dos Encontros 2, 3, 4, 5 e 6, visando atualização de saberes de Mecânica Geral não são apresentados nesta pesquisa. Eles serão apresentados em outras oportunidades para publicações futuras em espaços acadêmicos, eventos ou em periódicos. Nesta pesquisa, foi analisada a atividade relacionada à produção do roteiro de dança em sala de aula. Desta forma, analisamos os dados da elaboração (Encontro 7) e apresentação/discussão (Encontro 8) dos roteiros dos alunos, e ainda, respostas escritas nos testes diagnósticos e respostas transcritas da entrevista final realizada com os alunos.

Na sequência, encontram-se a análise dos dados relativos aos Encontros 7 e 8 do projeto, a elaboração e a apresentação/discussão dos roteiros de dança propostos pelos grupos.

4.2 Resultados e discussões

As atividades realizadas nos Encontros do projeto “Física e Dança” disponibilizaram muitos dados. Optamos por analisar os episódios relevantes dos Encontros 7 e 8, para mostrar o movimento dos processos de atualizações, ou seja, os processos de objetivação (atualização do saber) e o processo de subjetivação (atualização do ser), ocorridos durante a elaboração e apresentação/discussão dos roteiros produzidos no labor conjunto.

No 7º Encontro, conforme a metodologia proposta pela TO, após dar as informações sobre a atividade, o professor interagiu com cada grupo, discutindo as ideias iniciais dos alunos, participando do labor conjunto na elaboração do roteiro, o qual foi esquematizado em uma folha de papel pelo grupo (anexos B, C e D). No 8º Encontro, cada grupo apresentou o seu roteiro de dança e discutiu as adequações conceituais necessárias relacionadas à linguagem da Física, com o professor e demais integrantes da sala.

Ressaltamos que haverá sempre um processo de objetivação em andamento para determinado saber, quando os alunos têm a oportunidade de encontrar esse saber e colocá-lo em movimento. Ou seja, é por meio da AEA, que faz parte do projeto didático do professor – a aprendizagem de saberes sobre Mecânica Geral –, que os alunos foram colocados frente a esses saberes, de acordo com a tarefa proposta na AEA 7.

Portanto, buscamos evidenciar, por meio das análises das interações dos alunos e do professor, durante o labor conjunto e nas discussões com todos os alunos (grande grupo), os processos de objetivação ocorridos ou ainda em andamento, e de subjetivação, pois, para a TO, a ocorrência da aprendizagem em ambos os processos deve ocorrer simultaneamente. Ao elaborar um roteiro de dança e apresentá-lo em sala de aula, vieram à tona questões relacionadas à ética comunitária (seção 2.1, capítulo 2), ou seja, aspectos associados à formação e transformação do ser dos alunos – suas subjetividades.

Corroborando com essas análises e discussões, analisamos as escritas dos alunos nos testes conceituais para o levantamento dos saberes atuais e saberes após a realização da atividade AEA7 e as questões pertinentes da entrevista final do projeto.

Para compor o conjunto de dados coletados para as análises, foram escolhidos os episódios relevantes dos três grupos de alunos, conforme a metodologia da TO.

4.2.1 O grupo G1

Este grupo G1 foi composto por cinco alunas, identificadas na transcrição por A1, A4, A6, A8 e A10.

Episódios relevantes da elaboração do roteiro do G1

O Quadro 4 apresenta um episódio relevante identificado durante a elaboração do roteiro desse grupo, realizado no Encontro 7. A primeira ideia dos alunos para o roteiro apresenta uma cena em que, dois dançarinos chamados Velocidade, entram em lados opostos e se encontram no centro do palco. São, depois, separados por um terceiro dançarino, chamado Colisão, vindo do fundo do palco. Os dançarinos então voltam a se encontrar no centro do palco e fazem movimentos de elevação vertical de um deles.

Quadro 4 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciado relevantes
1	P: qual é a estória?	
2	A8: a Colisão vai querer ver o casal separado. A A1 é a Colisão e eu e A6 somos Velocidade. Nós – as velocidades –, entram no palco e se encontram.	Não houve discussão sobre os nomes dos personagens nesse momento.
3	P: mas vocês têm a mesma massa? 	As alunas do grupo se olham, pensam, ficam em silêncio e depois riem. Mostram aparente constrangimento.
4	A8: temos. Aí a Colisão vem, separa, e elas vão cada um para um lado. Depois, um corpo fica em repouso e o outro tem velocidade. Aí um deles vai pegar aqui (na cintura) e levantar. 	A8 faz gestos referenciais representacionais dêitico (localizando o local do toque) e do tipo ação (descrevendo a ação de levantamento a ser realizada)
5	P: para mostrar a elevação do Centro de Massa?	

6	A8: é, pega e ergue. 	Professor e A8 fazem o mesmo gesto referencial representacional do tipo ação, descrevendo o movimento a ser realizado.
---	--	--

Fonte: Organizado pelo autor.

O primeiro episódio apresenta uma discussão da primeira cena proposta no roteiro das alunas, a partir dos saberes socialmente constituídos, ou em constituição. No trabalho conjunto, foi discutida a necessidade de transição entre as cenas de separação dos dançarinos e a elevação vertical proposta pelas alunas.

No enunciado 3, a ação das alunas é representada pelo silêncio, depois riso e aparente constrangimento, que podem ser um indício semiótico de que o grupo ainda não havia discutido a questão levantada pelo professor, envolvendo a massa dos personagens da cena.

Para responder o questionamento do professor, a aluna A8, nos enunciados 4 e 6, se utiliza de gestos referenciais para complementar seu discurso, permitindo uma representação visual da cena, visto que ela não conseguiu explicar a cena oralmente. Gestos referenciais (subitem 2.4.2, capítulo 2) também são utilizados por A8, e simultaneamente pelo professor, no enunciado 6, tornando visíveis as ações a serem realizadas pelos personagens da cena.

Este episódio relevante destaca os saberes atuais das alunas que, evidentemente, não consideram a massa dos corpos em situações de colisão e confundem os saberes físicos: a velocidade (que é uma grandeza física) com a colisão (que é um fenômeno físico). Um outro aspecto a ser explicitado está relacionado à identificação dos personagens (objetos físicos) como velocidade e colisão. A atribuição do mesmo significado, nesse caso de objetos (personagens) em deslocamento, saberes físicos diferentes denota o caráter polissêmico ao discurso de A8. Há evidências neste episódio de que o processo de atualização para esta situação proposta pelo grupo está ainda em andamento, visto que essas alunas apenas estão usando terminologias científicas sem ainda ter consciência de seus significados, ou seja, o saber ainda não foi revelado à consciência do aluno na forma de conhecimento (RADFORD, 2017b).

Identifica-se, ainda, o uso de gestos referenciais como recurso semiótico integrando o discurso falado de A8, atribuindo o caráter multimodal ao seu discurso oral, composto por fala e gesto, simultaneamente.

O segundo episódio relevante aborda um movimento de dança no qual um casal de dançarinos, a partir do centro do palco, afasta-se um do outro, param e se reaproximam reencontrando-se novamente no centro do palco. O Quadro 5 ilustra a discussão, identificados nos enunciados, ocorrida para essa cena.

Quadro 5 – Segundo episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
8	P: mas espera aí. Uma vez que eles separaram, como vão juntar de novo?	
9	A1: viu, eu falei das cordas.	
10	A6: aquele da tração, né?	
11	<p>P: legal seria se tivesse algo que unisse os dois. Que tal um elástico, porque quando eles se separam ele traz de volta?</p> 	O professor faz gestos referenciais representacionais dêiticos (situando o elástico) e de ação (descrevendo o movimento dos dançarinos)
12	A4: por que não pode ser uma corrente?	
13	P: é muito pesado para palco. O elástico é melhor, né?	O professor dá sugestão à cena proposta pelo grupo.

Fonte: Organizado pelo autor.

Neste episódio, foi relevante a resignificação do papel do professor no labor conjunto. Embora as alunas tenham sugerido o movimento de afastamento e aproximação, elas não sabiam como colocar em prática a cena. Ao perceber essa dificuldade, o professor sugere a possibilidade de realizar o movimento por meio de um elástico (enunciado 11). Para ilustrar seu discurso, o professor fala e também faz gestos referenciais, como evidenciado na figura do enunciado 11 – o que indica a ocorrência de multimodalidade em seu discurso.

Neste episódio identifica-se, na discussão da cena, que as alunas não estavam chegando a um consenso quanto à composição dos materiais com os quais os dançarinos iriam interagir para produzir os movimentos que elas queriam. É nesse momento que aparece a figura do professor como mais um elemento do grupo no labor conjunto (seção

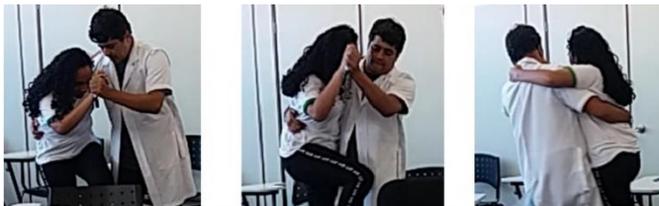
2.1, capítulo 2), contribuindo com o movimento necessário para que essas alunas venham a encontrar os saberes. São momentos que evidenciam os indícios do processo de atualização em andamento.

O terceiro episódio relevante aborda a proposta para a realização de passos de dança, envolvendo movimento de rotação (giro) feito pelo casal no palco. A partir deste episódio, observa-se não só a relevância dos gestos, mas também a execução do passo de dança, que é um movimento que se diferencia da representação semiótica gestual. Para a análise das interações em questão, atribuímos aos passos de dança, especificamente quanto ao domínio de técnica corporal (capítulo 3), um destaque relevante no labor conjunto.

O Quadro 6 apresenta os enunciados que compõem esse terceiro episódio relevante, identificado na elaboração do roteiro do Grupo 1.

Quadro 6 – Terceiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
14	P: e movimento de giro?	
15	A6: a gente estava pensando. Depois da colisão, teria o momento de giro e, ai meu Deus, não consigo. Vem A4.	A6 não consegue explicar oralmente sua ideia.
16	A6: faz o giro assim, solta e isso faz com que a gente se distancie. 	As alunas A6 e A4 realizam o passo dança, complementando a fala de A6, a qual oralmente não conseguem explicar toda a cena idealizada pelo grupo.
17	A8: aí, depois eles se juntariam de novo com colisão inelástica, para ficarem juntos e sair de cena.	
18	A6: mas a parte do giro, o corpo tá aqui. Ele abraça a mulher e tenta girar assim. 	A6 ilustra em seu discurso gestos referenciais representacionais dêiticos (localizando o corpo no espaço) e de ação (mostrando o movimento)
19	P: vamos fazer juntos. Mas lembra do corpo ereto.	
20		A6 posiciona-se com o corpo todo curvado e as outras alunas do grupo riem. Eles não conseguem realizar o movimento.
21	A6: alguém mais leve por favor.	
22	P: mas não é por ser leve não. É mais pelo jeito de fazer o passo. Enrijece o corpo. De novo.	Corrigindo a técnica corporal, professor e A6

		conseguem realizar o movimento.
23	P: é isso?	
24	A6: é isso sim, professor. É isso.	

Fonte: Organizado pelo autor.

A aluna A6 apresenta dificuldade para explicar oralmente a proposta da cena a ser apresentada. Ela utiliza gestos referenciais e realiza movimentos de dança ilustrando seu discurso, como evidenciado nos enunciados 18 e 16, respectivamente, o que caracteriza o caráter multimodal em seu discurso.

O papel do professor no labor conjunto realizado é evidenciado quando, corrigindo a postura corporal de A6, no enunciado 22, consegue realizar o movimento proposto por elas. Destaca-se a importância deste fato, em que A6 propõe sua troca por uma aluna mais leve (magra) (enunciado 21), o que poderia ter causado constrangimento e sua desmotivação em participar das próximas tarefas da atividade, por estar diretamente associada ao seu processo de subjetivação.

A aluna A6 sugeriu sua troca por outra, possivelmente por causa de sua concepção de que o movimento não aconteceu por causa exclusiva de sua massa. A correção da técnica corporal, a manutenção do corpo ereto, permitindo a execução do movimento, foi fundamental na materialização da cena de rotação proposta. Importante evitar a polissemia quanto à significância atribuída ao termo materialização como representação de uma cena proposta, e materialização na TO. A execução concreta da cena de dança do roteiro não pode ser confundida com o conceito de materialização da TO, que ocorre quando o saber se transforma em conhecimento no processo de atualização. Ver a cena acontecer, ou conseguir fazer o passo de dança esperado acontecer, não garante que ocorreu a materialização, no sentido da TO como transformação do saber em conhecimento, pois os novos significados atribuídos ao saber científico podem ainda não ser adequados, do ponto de vista da linguagem científica, apresentando polissemia no discurso, oral ou escrito do aluno.

Enfatizamos a importância da representação do movimento, possibilitando a visualização da cena do roteiro e não apenas sua representação gestual ou explicação oral no discurso do aluno.

Embora tenha sido discutido em Encontros anteriores a importância da manutenção do abdômen enrijecido facilitando a execução do passo de rotação, a aluna A6 não manteve o corpo ereto neste momento. A fala do professor no enunciado 22 não se refere apenas a uma instrução dada ao aluno, relacionada ao cuidado da técnica corporal sem entender o porquê. A manutenção do corpo ereto, nessa atividade, não se reduz a um ato meramente de imitação e execução do passo, mas sim em uma oportunidade de pensar de forma consciente na aplicação de saberes de física sobre movimentos de corpos rígidos. A concretização do movimento é também bastante importante para o processo de atualização dos saberes Força Centrípeta deste grupo.

O quarto episódio relevante abordou a proposta de uma cena na qual fosse realizado um movimento de elevação vertical de um dançarino no palco. Esperava-se que os alunos apresentassem três formas de realizar o movimento: por ação impulsiva da própria dançarina, por ação impulsiva do dançarino e por ação impulsiva conjunta dos dançarinos em cena, e discutissem as razões físicas para os resultados obtidos. O Quadro 7 apresenta as discussões ocorridas na execução desse movimento.

Quadro 7 – Quarto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
25	P: ficou como?	
26	A4: vamos mostrar como erguer, o Impulso.	
27	P: mas de que forma? Ela pula sozinha? Ele ergue ela?	
28	(Silêncio)	Ninguém responde à pergunta.
29	A6: é, segura ela em cima.	
30	P: vamos fazer. Uma coisa é pegar, assim e só pular. 	A8 realiza o impulso por conta própria, sem o auxílio do professor. A mão do professor somente acompanha o movimento da aluna, não aplicando Força Impulsiva.
31	P: agora só eu impulsiono ela. 	O professor não consegue erguer A8 e todos riem.

32	<p>P: mas faz <i>plié</i>. Eu também vou descer. Faz.</p> 	<p>Professor e a aluna A8 repetem o movimento, mas ela sobe com as pernas abertas e seu corpo desloca-se muito para frente.</p>
33	<p>Repetem o movimento, mas o resultado é o mesmo.</p>	<p>A falta de técnica no movimento acarretou o mesmo resultado que o anterior.</p>

Fonte: Organizado pelo autor.

Ao se apresentarem para realizar a cena, o professor questiona as alunas sobre a forma de executar o movimento. O silêncio das alunas do grupo (enunciado 28) é um indício de que o grupo não discutiu essa questão levantada pelo professor.

O movimento é realizado pelo professor com A8 de três maneiras diferentes. Na primeira, no enunciado 30, a aluna ao provocar o impulso o faz sem refletir fisicamente no movimento, faz de forma intuitiva e espontaneamente, sem refletir sobre a ação da Força Impulsiva. A segunda maneira se refere ao movimento em que o professor é o responsável pela elevação da aluna, como mostrado na foto do enunciado 31. Nessa tentativa, o professor não consegue erguer A8.

A terceira maneira, enunciado 32, foi possível realizar o movimento, após a explicação do professor sobre a ação de ambos, ou seja, os dois impulsionando o chão e usando a técnica corporal necessária, o corpo enrijecido. Entretanto, A8 não realizou todo o movimento com domínio técnico corporal, uma vez que ela não manteve as pernas unidas durante toda a execução do passo. Essa postura corporal inadequada causou um deslocamento de seu corpo para frente, atrapalhando a finalização do passo, conforme foto do enunciado 32. Ao projetar suas pernas para frente, a aluna provoca uma força na direção de suas pernas, sendo esta a causa da ocorrência de uma força resultante que provocou seu deslocamento para frente. Este resultado do movimento não foi discutido nessa ocasião com as alunas.

Este episódio mostrou que antes da participação do professor no labor conjunto, as alunas não haviam discutido sobre as formas de realizar o passo de dança, e que a soma vetorial de dois impulsos, na mesma direção e mesmo sentido, facilitaria a execução da cena. Evidenciou-se, ainda, que além da aplicação correta do impulso, o domínio da

técnica corporal é fundamental à execução do passo de dança proposto, tão importante para o processo de atualização do saber Impulso.

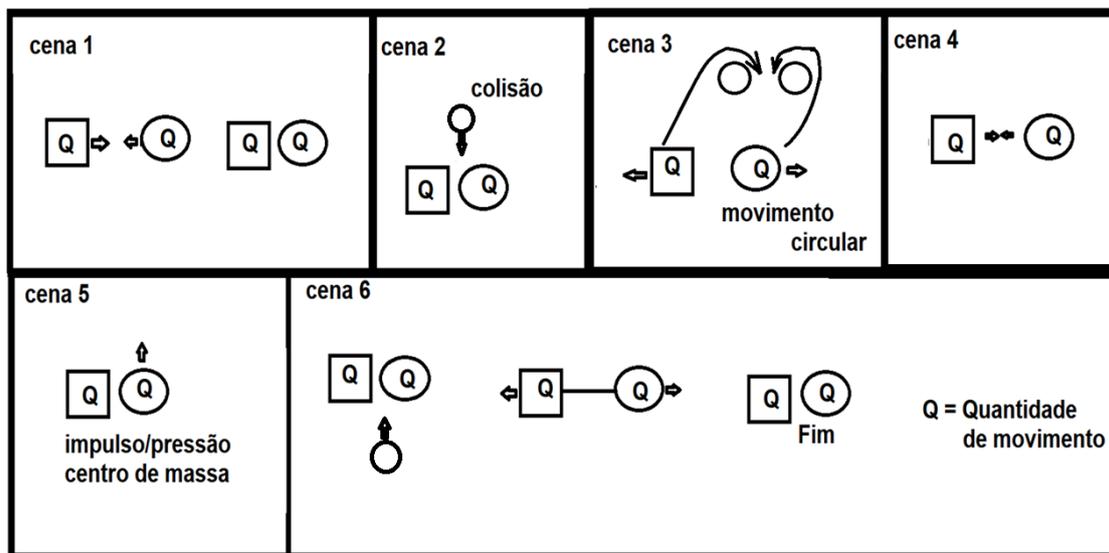
As alunas do grupo finalizaram o roteiro após o final desse Encontro, e no outro dia, Encontro 8, apresentaram o roteiro finalizado para a sala.

Episódios relevantes da apresentação/discussão do roteiro do G1

O roteiro do Grupo1 abordou uma história de amor vivida por um casal de namorados chamados “Quantidade de Movimento”. Os movimentos realizados pelo casal possibilitam a abordagem de diversos saberes de Mecânica Geral.

Para facilitar o entendimento do público, foi sugerido no roteiro de dança deste grupo que, antes de cada cena, ou durante sua execução, um grupo de atores cruza o palco vestindo camisetas com letras que juntos formam o nome do saber Físico em destaque na cena. Os alunos desenharam o esquema gráfico na lousa da sala de aula e explicaram as cenas propostas por eles, como mostrado na Figura 19. Redesenhamos de forma fidedigna o esquema gráfico passado na lousa da sala pelos alunos do G1. A foto do quadro original do roteiro do grupo está disponível no Anexo B.

Figura 19 – Esquema gráfico do roteiro de dança o Grupo 1



Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira cena, o casal de dançarinos entra em lados opostos do palco, caminhando com certa velocidade e juntam-se no centro do palco. Na segunda cena, um terceiro dançarino vindo do fundo do palco, separa o casal, e sai pela diagonal do palco,

em direção ao público. Já separados, na terceira cena, o casal se move, indo cada um para uma extremidade do palco, onde encontram dois outros dançarinos, com os quais fazem movimentos de rotação. A proposta do Grupo 1 não esclarece como os dançarinos realizarão esses movimentos.

Na quarta cena, esses dançarinos são liberados pelos seus respectivos *partners*, e se encontram novamente no centro do palco. Na quinta cena, os dançarinos realizam movimentos de elevação vertical de um deles. Terminando esses movimentos, os dançarinos se posicionam à frente. Na sexta e última cena, estando frente a frente, cada dançarino passar a mover-se em sentidos opostos para a lateral do palco e param na extremidade do palco. Retornam ao centro do palco, colidem, unem-se e saem dançando juntos de cena. O roteiro do grupo não esclareceu como se daria esse movimento de afastamento e reaproximação e nem como seria a colisão do casal para sair dançando juntos do palco.

Após a explicação do esquema gráfico, duas integrantes do grupo iniciaram a execução das cenas, durante as quais professor e alunas participaram das discussões sobre a possibilidade ou não de executar os movimentos que eles propuseram de forma conceitualmente coerente com as leis da Física.

Para análise, dividimos a apresentação desse roteiro em 6 episódios relevantes, afim de facilitar a análise das discussões realizadas em labor conjunto com o grupo.

O Quadro 8 apresenta os principais trechos das discussões ocorridas na apresentação do Grupo 1, referente às cenas 1 e 2 do roteiro.

Quadro 8 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes.
1	P: podem começar.	o professor autoriza o início da apresentação do grupo
2	A8: então aprendemos que um corpo com Quantidade de Movimento é um corpo com velocidade. Massa vezes velocidade é igual Quantidade de Movimento. Então aqui são dois personagens: Quantidade de Movimento se encontrando porque nossa história é de amor. A condição para estarem juntos é a velocidade contrária para se encontrarem.	A8 enuncia conceitualmente a Quantidade de Movimento relacionando-a a duas grandezas: a massa e a velocidade. Entretanto, na aplicação deste saber, A8 faz relação a apenas uma grandeza: a velocidade.
3	P: eles têm a mesma massa?	
4	A6: não sei, acho que sim.	Indicação que não discutiram sobre a interferência da massa.

5	A8: mesma massa e mesma velocidade, no sentido oposto, para que possam se encontrar. Aí eles vão se encontrar.	
6	A6: aí vem um terceiro personagem que entra na dança e se chama Colisão.	A6 parece reconhecer que somente naquele momento ocorreu uma colisão e não na cena do enunciado 2.
7	A8: ele vem para atrapalhar o casal.	
8	P: bacana. Vamos fazer juntos. Então os dois personagens entram, começam a andar e (...)	O professor se insere na execução dos movimentos do grupo.
9	A6: param. 	As alunas realizam a sequência de movimentos ilustrando a cena proposta, parando uma em frente à outra, sem se encontrarem.
10	P: então, eles só vão parar se tiver uma colisão. Porque um corpo não chega na frente do outro e simplesmente para. É necessário ter um contato para se ter essa anulação do movimento.	
11	A6: então vão chegar e se abraçar, como se conhecessem. 	As alunas realizam a sequência de movimentos ilustrando a cena proposta.
12	P: e aí entra o quê?	
13	A8: a colisão.	A8 propõe o mesmo nome para o personagem que A6, no enunciado 6.
14	P: mas antes também teve colisão.	
15	A8: mas você separa a gente, você tem uma massa maior.	
16	P: eu penso assim: se eu sou colisão e vou separar vocês, aqui e agora, tem a impressão que antes não teve colisão. E teve, entendeu? O nome desse personagem não deveria ser outra coisa? Já aconteceu uma colisão antes. 	O professor conduz a realização do movimento de separação dos corpos em cena, ao invés de apenas uso de discurso oral ou realização de gestos representacional do tipo ação.

17	A6: mas aquela primeira foi qual?	Questionamento sobre os diferentes tipos de colisão existentes.
18	P: é uma colisão de juntar, grudar.	
19	A8: inelástica. Mas que personagem eu sou para chegar e separar aqui?	Questionamento sobre os diferentes tipos de colisão existentes.
20	A6: Colisão Elástica.	A resposta correta seria “parcialmente elástica”.
21	P: pode ser outro nome tipo Força, Impulso, ou vocês querem Colisão?	
22	A6: não, Colisão Elástica.	Manutenção do nome errado do personagem.

Fonte: Organizado pelo autor.

No ensino tradicional, muitos saberes de Física são abordados apenas como uma fórmula, sem muito significado para o aluno. Algumas grandezas de Física possuem significados próximos, porém distintos. Essa proximidade conceitual causa o uso de signos (escritos e falados) de forma inadequada nos discursos dos alunos. No enunciado 2, A8 relaciona o saber Quantidade de Movimento, apenas a uma grandeza, velocidade, e não ao produto de duas grandezas: a massa e velocidade. Assim, desconsiderando a importância da massa nessa situação, é evidente que as alunas desse grupo atribuem diversos significados ao signo velocidade, ora representando o deslocamento de um corpo ocorrido em um intervalo de tempo, ora referindo a quantidade de movimento – o que identifica a polissemia ao discurso de A8.

Possivelmente, o próprio nome do saber (Quantidade de Movimento) pode ter contribuído para a explicação da aluna, ao relacionar somente com a velocidade e desconsiderada a influência da massa do corpo, como evidenciado no enunciado 4.

Nos enunciados 6 e 13, as alunas insistem no uso do nome “Colisão” para o personagem, não reconhecendo a ocorrência desse fenômeno físico anteriormente, na cena inicial do roteiro. Os enunciados 17 e 19 destacam o momento que as alunas parecem perceber que ocorreram colisões de diferentes tipos na cena, sobre as quais elas, inicialmente, não haviam discutido. Já os enunciados 20 e 21 destacaram a insistência em manter o nome (inadequado) do personagem, evidenciando que as alunas desse grupo confundem grandeza física com fenômeno físico. A polissemia identificada no discurso das alunas evidenciou o processo de atualização ainda em andamento para os saberes envolvidos nesta cena.

O enunciado 8 identificou o momento da inserção do professor na proposta de construção ombro a ombro, quando ele diz “vamos fazer juntos”, passando a ser um integrante do grupo e não apenas, como ocorre nas propostas de ensino tradicionais, o avaliador da apresentação do grupo.

Nos enunciados 9, 11 e 16 destaca-se a realização de movimentos corporais como forma de ilustrar o discurso oral, buscando melhor compreensão de sua proposta. Da mesma forma que os gestos feitos com as mãos, nesta pesquisa, a realização de passos de danças, os movimentos corporais, são recursos semióticos integrantes no discurso multimodal dos alunos deste grupo.

O Quadro 9 apresenta a discussão da cena 3 do roteiro, relacionado à realização do movimento circular.

Quadro 9 – Terceiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
41	P: Depois entram em cena dois novos personagens. E aí?	
42	<p>A8: aí esses dois antigos estão se afastando e encontram esses dois novos que estão entrando. Aí tem um encontro com esses personagens novos e começam a girar.</p> 	A8 realiza sozinha parte do movimento de giro proposto na cena, ilustrando seu discurso.
43	P: tá, mas como é o contato aqui?	
44	A8: de braços. Aí gira comigo e você vai me largar e saio de encontro ao outro que já está vindo.	
45	P: esse movimento é graças a quê?	
46	A6: a uma tração nos braços, como se fosse um atrito.	A6 cita outras forças causadoras do giro.
47	P: o que eu faço então?	
48	<p>A8: gira comigo, sai de cena, mas primeiro me joga.</p> 	A8 conduz a execução dos movimentos para que sua fala seja compreendida.

49	P: eu não te joga, te solto.	
50	A8: é ((risos)).	A8 parece reconhecer o uso inadequado da expressão “me joga” usada por ela no enunciado 48.
51	P: eu não preciso lançar você, pois naturalmente você vai sair onde?	
52	A8: ((silêncio))	Nenhuma resposta sobre a trajetória de corpos.
53	P: sala, o que acontece?	O professor solicita a resposta dos outros alunos da turma.
54	Sala: ((silêncio))	Nenhuma resposta sobre a trajetória de corpos após cessada a ação da Força Centrípeta.
55	P: na tangente. Faz. 	O professor conduz toda a execução da sequência de movimentos ilustrando seu discurso.
56	A1: ((move a cabeça verticalmente para cima e para baixo))	A1 faz movimento com a cabeça indicando “sim”.

Fonte: Organizado pelos autores (Silva e Gobara, 2020).

Os enunciados 42, 48 e 55, mostram como a execução de movimentos foi utilizada pelos integrantes, buscando essa forma de expressão para facilitar o entendimento do seu discurso. A8 recorreu à simulação do movimento circular para, com sua fala, tornar seu discurso inteligível. O professor utilizou o mesmo recurso semiótico como forma de materializar o saber em sala de aula, contribuindo para o processo de atualização dos alunos quanto à trajetória seguida por um corpo em movimento circular, quando cessada a ação da Força Centrípeta. Os recursos multimodais identificados nesses discursos são carregados de intenções distintas por A8 e pelo professor.

A resposta dada por A6 no enunciado 46, sugere que ele se encontra em processo de objetivação devido às atividades realizadas em Encontros anteriores pois, geralmente, os alunos responderiam Força Centrípeta, não a identificando como manifestação da ocorrência de outra força, tal como o atrito, o peso, ou outra. Em geral, espera-se que a resposta seja “força centrípeta”, baseada nas concepções dos alunos sobre este saber. Identificamos indícios do encontro com o saber, sendo necessário para a materialização do saber e a transformação do ser, é necessário que o aluno seja submetido a uma nova situação concreta (nova AEA) na qual este saber seja mobilizado por ele.

O silêncio registrado nos enunciados 52 e 54 pode significar que o saber relacionado à trajetória de corpos em movimento circular ainda necessita de ser trabalhado e que participar da discussão do Grupo 1 com a participação do professor como um membro do grupo, é uma forma de levá-los ao encontro desse saber, em particular quando o professor realiza o movimento demonstrando e explicando como ele ocorre.

Do ponto de vista das subjetividades, o silêncio observado no enunciado 54 pode indicar medo, vergonha ou desinteresse em participar da aula, característica relacionadas ao processo de subjetivação dos alunos que segundo a TO não pode ser desconsiderado. Assim, o convite feito pelo professor, como ocorre no enunciado 53, é fundamental para a participação coletiva, no labor conjunto.

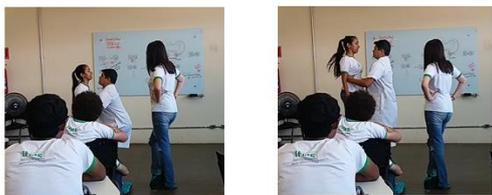
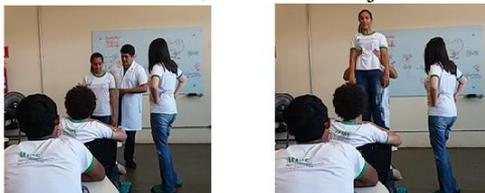
O enunciado 50, a aluna A8 pareceu reconhecer o uso inapropriado de sua expressão “você me joga”. Ela tanto pode ter compreendido uma preocupação com a execução do passo (evidência de processo de subjetivação) ou referência ao pensamento inadequado dos alunos quanto à necessidade da aplicação de uma força diretamente sobre o corpo quando ele está se movendo (processo de objetivação).

No enunciado 56, destaca-se que o movimento da cabeça de A1, que representa uma resposta a uma pergunta, indicando que ela entendeu a explicação do professor. Assim, evidenciou-se como o uso de outro recurso semiótico como resposta, além da palavra escrita ou falada, situação que não é valorizada nas abordagens individualistas, mas muito importante nas pesquisas norteadas pela TO.

O Quadro 10 apresenta a discussão da cena 5 do roteiro, na parte relacionada à elevação vertical de um dos dançarinos.

Quadro 10 – Quarto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 1

Nº dos enunciados	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes.
57	A8: Aí, tem uma Força Impulsiva. 	A8 realiza o movimento de pular verticalmente, ilustrando a cena proposta.
58	P: ah, legal! Força Impulsiva. E aí?	Destaque para o uso do termo “impulsiva” no discurso de A8.
59	A1: eu não consigo erguer.	A1 preocupa-se com a execução do movimento

60	P: vocês querem erguer, né? Eu ajudo, pode deixar que eu faço.	O professor se insere na execução da cena.
61	A8: ela vai me impulsionar e eu também vou impulsionar.	
62	A1: tem impulso também,	
63	A9: dela no chão e do chão nela.	Participação de A9, não pertencente ao grupo.
64	P: vocês vão mostrar qual impulso, já o melhor resultado?	
65	A1 e A8: é.	
66	P: ela apenas te ergue?	
67	A8: é, eu vou impulsionar o chão e ela me ergue. 	A8 faz o movimento pulando verticalmente, buscando ilustrar seu discurso.
68	P: mas esse movimento tem como ficar melhor. Eu só ergo você?	
69	A1 e A6: não, faz também. 	A6 ao invés de utilizar apenas fala ou fazer gestos, ilustra seu discurso executando o movimento de dança.
70	A6: você também vai pra baixo.	
71	P: vamos fazer. 	O professor auxilia na execução da cena.
72	P: e se você fizesse assim, lembra de enrijecer o abdômen. 	Repetição do movimento, corrigindo a postura corporal.
73	Sala: [NOOOOSSA!]	Uso de interjeição indicando surpresa nos alunos.
74	A1: Viu, vai bem alto.	

Fonte: Organizado pelo autor.

Os enunciados 57, 67, 69 e 71 indícios de multimodalidade nos discursos das alunas e também do professor, que utilizam movimentos de dança e gestos associados à fala, facilitando a compreensão das outras pessoas. Importante destacar que o uso de recursos multimodais contribuiu para a elaboração de discursos que possibilitam o encontro dos alunos com saberes de Física abordados na cena.

No enunciado 58, o professor dá destaque à expressão “força impulsiva” utilizada por A8, o que sugere a atualização deste saber ocorrida em atividades anteriores, uma vez que a resposta esperada a esta situação era apenas o uso do termo “força”, no discurso do aluno.

A preocupação demonstrada por A1, no enunciado 59, quanto à execução do movimento, pode estar relacionada à possibilidade de acidente ou por não conseguir executar o movimento, causando constrangimento perante os outros alunos, ou seja, ligado ao processo de subjetivação dela. Isto realça o papel do professor no labor conjunto, realizando os movimentos propostos pelos alunos (enunciado 70) e corrigindo as técnicas corporais e obtendo melhores resultados (enunciado 72).

No enunciado 63, a resposta dada por A9, embora não solicitado, evidencia o envolvimento e atenção dispensada por ele à apresentação do Grupo 1, dando sua contribuição no labor conjunto.

O uso da interjeição no enunciado 73, indicando surpresa com o resultado obtido no movimento, pode identificar o momento do encontro dos alunos com os saberes envolvendo situação de soma vetorial de impulsos, para alguns alunos. Evidenciou-se, nesta cena, a importância da execução do passo de dança que possibilitou a realização concreta da cena para discussão do saber Impulso, isto é, a contribuição dos movimentos de dança, para o encontro com o esse saber.

Neste episódio ainda tem relevância, simultaneamente à atualização do saber Impulso, a atualização da técnica corporal da aluna A8, uma vez que, na aula anterior (elaboração do roteiro), mesmo com a ajuda do professor, ela não conseguiu realizar o passo de dança como deveria. Destaca-se o alcance vertical atingido antes (foto do enunciado 71) e depois (foto do enunciado 72) do enrijecimento do abdômen de A8. Evidencia-se que o emprego de uma simples técnica corporal, que se refere a aproximar o corpo de uma a estrutura de um corpo rígido, contribuiu para obtenção de um ótimo resultado na execução do passo de dança, na sala de aula. E que esse tipo de manifestação e forma de ação para abordar um problema de Física não faz parte da cultura acadêmica baseada nas abordagens individualistas, uma vez que no levantamento de trabalhos

publicados não identificamos pesquisa que relate esse tipo de abordagem envolvendo Física e dança em sala de aula.

Embora no planejamento da AEA não se objetivou, explicitamente, atualizar a técnica corporal necessária à performance de um dançarino, a aluna A6 se posicionou para realizar o passo de dança com o abdômen ereto. Esta é uma evidência de que o planejamento inicial do professor da AEA foi alterado em função da evolução (desenvolvimento) do labor conjunto, conforme abordada pela TO, mas sem perder de vista o seu projeto didático, ou seja, a produção dos roteiros de dança para a atualização de saberes de Física. Como podemos ver nesse caso, apesar da AEA planejada pelo professor (com tarefa, objetivos e objeto), sua realização em sala de aula incorporou a atualização da técnica corporal, relacionada ao processo de subjetivação dos alunos, algo não inicialmente previsto pelo professor. Assim, essa atividade possibilitou à aluna A6 expor sua ideia, seu pensamento e sua ação e que, de acordo com a TO, foi ouvida e respeitada por todos do grupo.

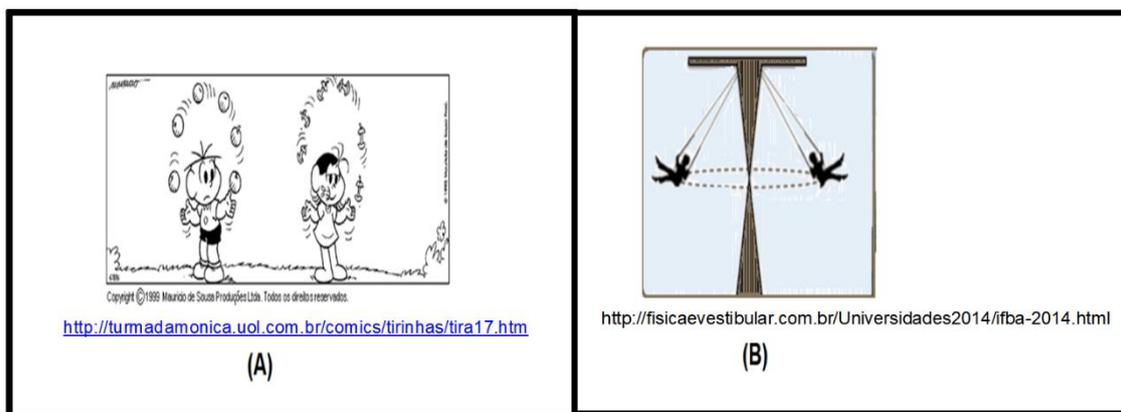
Como já justificamos na sessão 4.1.3 deste capítulo, a análise de questões do primeiro e do segundo teste diagnóstico buscaram indícios dos saberes atuais e do processo de atualização desses saberes, contribuindo para o planejamento das próximas atividades para a sala de aula.

Análise dos testes escritos do grupo G1

Sobre o processo de objetivação dos alunos, os testes escritos realizados no início e no final do projeto buscaram verificar – para além das informações e dos indícios do processo de objetivação observados durante o labor conjunto dos dois Encontros analisados –, elementos para o planejamento das próximas AEA, e também buscava abordagens conceituais mais complexas com os alunos, como orienta a TO. Esses testes são compostos de várias questões, mas discutimos neste texto somente aquelas questões associadas aos saberes discutidos na proposta de roteiro de dança do grupo. Nas respostas dos alunos, em dos dois testes diagnósticos levantamos a ocorrência de diversos significados atribuídos a um saber (polissemia) e às diversas linguagens presentes nas respostas dos alunos (multimodalidade). Seguem as respostas dadas pelas alunas integrantes do Grupo 1, das duas questões referentes a saberes que apresentamos nesta seção: Força Centrípeta e Impulso.

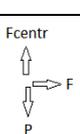
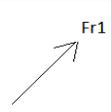
No teste conceitual inicial (levantamento do saber atual dos alunos), perguntou-se quais forças agem na maçã no ponto mais alto da trajetória, na tirinha envolvendo o Cebolinha e a Magali, como mostra a situação (A) da Figura 20. No teste conceitual final (levantamento do saber a ser atualizado dos alunos), perguntou-se sobre a direção e o sentido da Força resultante atuante em cada pessoa e, ainda, sobre qual força faz o papel da Força Centrípeta mostrada na situação (B) da Figura 20. As respostas dadas pelas alunas do Grupo 1 estão apresentadas no Quadro 11.

Figura 20 – Figuras de questões sobre Força Centrípeta nos testes diagnósticos



Fonte: os autores Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 11 – Respostas escritas das alunas do Grupo 1 sobre Força Centrípeta

Estudante	Teste inicial Quais são as forças que agem na maçã no ponto mais alto da trajetória?	Teste final Qual a direção da força resultante em cada pessoa no chapéu mexicano?	Teste final Qual é a força que faz o papel da Força Centrípeta no movimento circular no chapéu mexicano?
A1	Movimento circular, peso, velocidade.		Tração
A4	Força peso.	Uma força que aponta para o centro.	Tração
A6	 Força Centrípeta, Peso, F, Normal	Para o lado, na horizontal.	Tração
A8	Gravidade, normal (peso) e que está sendo impulsionada pelo personagem.	Vertical	Tração
A10	Força peso, normal (quando uma está em contato com as mãos)		Tração

Fonte: elaborado pelo autor.

A resposta dada por A1 evidenciou que ela, antes do projeto, tinha dificuldade em diferenciar os saberes de Física, tal como Força, Peso e Velocidade, com tipos de movimentos (no caso circular) nos quais estes saberes estão envolvidos, caracterizando o caráter polissêmico à sua resposta. Esta, no teste final, evidencia que essa aluna já atribuiu à Força Centrípeta o caráter de Força Resultante, sendo manifestada pela ocorrência, neste caso, da Força Tração. O mesmo foi observado nas respostas das outras alunas do Grupo 1. Entretanto, por não responder à primeira parte da questão, consideramos que a aluna A1 tem dúvidas quanto ao vetor representativo da Força Resultante em um corpo movendo-se em movimento circular.

A aluna A4 escreveu a resposta esperada nos dois testes realizados. Já a aluna A6, em sua resposta inicial, evidenciou desconhecer tanto a ocorrência da Força Centrípeta (como uma força realmente existente e não como manifestação causada por outra força) como sua representação vetorial. A aluna ainda identificou uma força F sobre a qual nada especificou, e a Força Centrípeta para essa aluna ainda não tem significado – não aconteceu o encontro da aluna com este saber. Ao ser colocada em uma situação concreta, de identificação da Força Centrípeta, sua resposta no segundo teste diagnóstico (saber a ser atualizado) evidenciou que ela ainda não consegue descrever e diferenciar a direção e o sentido do vetor Força Resultante questionado – ela está em processo de atualização.

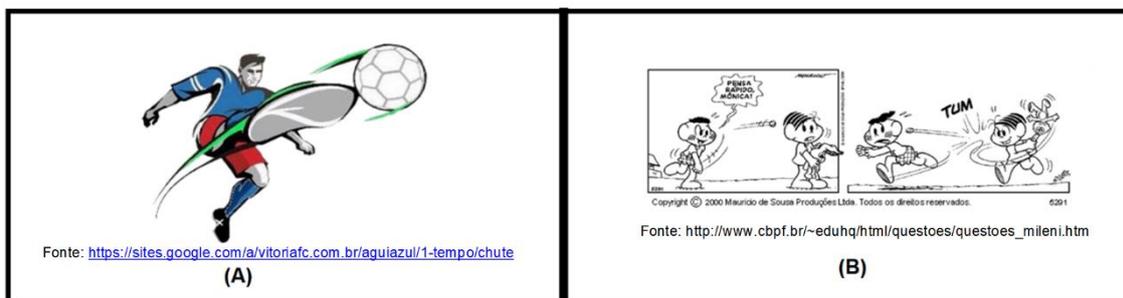
A resposta de A8, relativa ao segundo teste diagnóstico, indica que a aluna atribuiu o mesmo significado aos saberes Aceleração (gravidade), Força (peso e normal) e Impulso, evidenciando que ela manteve o caráter polissêmico desses saberes identificados no primeiro teste diagnóstico. Sua resposta, entretanto, indica que a atividade realizada na forma de labor conjunto não atingiu o seu objetivo, em relação à atualização dos saberes (processo de objetivação), em particular quanto à identificação do sentido de um vetor representacional de um saber de Física.

A aluna A10, em sua resposta no teste inicial, citou corretamente a força peso, embora não tenha nada expresso sobre sua identificação vetorial, e ainda citou a força normal ocorrida no momento do contato da maçã com as mãos. Sua resposta, no segundo teste diagnóstico, foi respondido por meio de um esquema, evidenciando problemas quanto à identificação de vetor resultante questionado.

Desse grupo de alunas, apresentamos também as respostas escritas nos testes diagnósticos, em relação ao Impulso. A questão trata da identificação da força associada à ação aplicada pelo pé sobre a bola, situação (a) da Figura 21. No segundo teste (sobre o

saber a ser atualizado), situação (B) da Figura 21, a questão solicita o nome do saber que explica a mudança da trajetória da pedra lançada pelo Cascão ao ser rebatida pela Mônica, e eles, ainda, deveriam explicar esta situação.

Figura 21 – Figuras das questões envolvendo Impulso nos testes diagnósticos



As respostas das alunas do Grupo 1 a estas duas situações envolvendo o saber Impulso, estão apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Respostas escritas das alunas do Grupo 1 sobre Impulso

Estudante	Teste inicial	Teste final	Teste final
	Qual é o nome do conceito físico associado à ação aplicada pelo pé sobre a bola?	Qual o conceito físico que explica a mudança da trajetória da pedra lançada pelo Cascão ao ser rebatida pela Mônica?	Explique com conceitos de Física porque acontece a mudança de trajetória da pedra rebatida pela Mônica.
A1		Colisão	A Mônica rebate a pedra com uma força maior do que o lançamento do Cascão, fazendo a pedra volte na mesma direção
A4	Impulso	Colisão	Porque, após a colisão, a pedra recebe a velocidade do coelhinho.
A6	Colisão	Ação e reação.	Porque ela rebateu com uma força contrária ao movimento da bola.
A8		Lei da ação e reação. Colisão	Porque bateu em uma massa maior e ela voltou em sentido contrário.
A10	Energia mecânica	Energia cinética Colisões Quantidade de movimento	Toda energia que tinha no coelho se transferiu através da colisão para a pedra.

Fonte: elaborado pelo autor.

No teste inicial, somente A4 apresentou a resposta esperada à questão. As alunas A1 e A8 não responderam à pergunta, enquanto que A6, citou um fenômeno físico (colisão) ao invés de um saber da Física (Impulso) denotando o caráter polissêmico à sua resposta, muito recorrente.

Novamente questionadas, no teste final, sobre o saber Impulso, todas as alunas do grupo responderam citando nomes de outros saberes (quantidade de movimento e energia cinética, respondido por A10), ou o fenômeno físico (colisão, respondido por A1, A4, A8 e A10) ou uma lei de física (ação e reação respondido por A8). Essas respostas, além de evidenciar o processo de atualização ainda em andamento quanto à identificação do saber Impulso, denotam o caráter dos significados diversos a ele atribuído – a característica polissêmica nas respostas das alunas, sugerindo que esse saber ainda não tem significado ou sentido para esses alunos. Esclarecemos, mais uma vez, que, nesta pesquisa, o sentido da polissemia refere-se aos significados atribuídos pelos alunos aos saberes específicos da Física.

A pergunta deveria ser respondida analisando o acontecimento na pedra. O Impulso nela aplicado pelo coelhinho, não depende unicamente da intensidade da força recebida, mas sim do produto de valor do tempo de aplicação dessa força. Esta é a inconsistência das respostas de A1 e A6. Entretanto, as situações em que esse saber foi colocado em movimento pela AEA, na elaboração do roteiro não fez uso desse tipo de análise semiótica, ou seja, por meio da definição da representação vetorial do Impulso.

A resposta de A4, no segundo teste diagnóstico, abordando sobre que a pedra receberia a velocidade do coelhinho, apresenta inconsistência da Física, pois essa situação depende do tipo de colisão (elástica, inelástica ou parcialmente elástica) e as massas dos corpos envolvidos no fenômeno da colisão.

A resposta de A8, no segundo teste diagnóstico, abordando sobre a mudança da trajetória da bola é resultado não apenas das massas desses corpos, como abordado por ela, mas também de outras grandezas, como as velocidades dos corpos no instante anterior à colisão, a força trocada entre eles e o tempo de duração da colisão. Assim, a resposta de A8 apresenta inconsistência em relação à Física.

Todas as respostas dadas explicando a rebatida da bola, apresentam inadequações no uso da linguagem científica devido à não atualização das significações dos saberes de Física envolvidos no fenômeno analisado. A resposta da aluna não contém argumentos conclusivos suficientes que justifiquem a mudança da trajetória da bola, o que indica um processo de atualização, ainda em andamento, sobre Impulso.

Como não temos a intenção de fazer um estudo comparativo entre grupos de alunos, mas sim mostrar as particularidades existentes nos processos de atualização de saberes, na próxima seção apresentamos outros dados relacionados ao processo de subjetivação das alunas desse grupo.

Análise da entrevista final sobre o Processo de Subjetivação de G1

Na estrutura escolar atual, a abordagem da Física e da Arte, especificamente a dança, é feita de forma separada. Essa entrevista buscou identificar como os alunos passaram a enxergar essas áreas de conhecimento, a partir da aproximação entre essas duas culturas proposta pela atividade descrita neste trabalho. As respostas dos alunos na entrevista final podem fornecer outros indícios somando-se ao processo de subjetivação dos alunos. Buscamos, assim, evidenciar os indícios da transformação pelas quais essas alunas evidenciaram, em relação à percepção e valorização da disciplina, os saberes de Física e a dança, a partir da participação no projeto.

Buscando valorizar todas as contribuições que a dança como artefato cultural possibilitou à atividade em sala de aula, propomo-nos a identificar certas características da Teoria da Ação Mediadas que estejam mais latentemente presente no discurso dos alunos. Buscamos indícios das propriedades convergentes com a TO, adequadas para analisar a relação dos alunos especificamente com a dança: a tensão existente entre o aluno e a dança, a materialidade da dança, os múltiplos objetivos dos alunos, as potencialidades e as limitações da dança, caminho evolutivo em relação à dança, os efeitos colaterais ocorridos na AEA e o poder e a autoridade da dança.

As respostas das alunas desse grupo evidenciam que a Física era vista pelas alunas como algo “chato, mesmo que eu estude eu não consigo, não faz parte do meu mundo” (A1), “uma matéria apenas” (A4), “bem maçante” (A6), “algo que pensei que nunca iria saber” (A8) e “bem difícil de imaginar acontecendo” (A8), isto é, sugerem o possível contexto tradicional transmissivo que a Física foi, até então, abordada com esses alunos em sala de aula.

Perguntadas sobre o que mudou na relação entre elas e a Física, após participar do projeto as alunas responderam que “agora sinto menos medo” (A1), que vem a Física de “forma diferente, por ver que ela está presente em quando se está dançando” (A4), que “já não tem tanta dificuldade” (A6), vendo a Física de “forma diferente” (A8), se tornando “mais fácil porque foi demonstrado em sala, com dança, o Centro de Massa,

colisão, foi muito bom” (A10). Essas falas evidenciam que a realização da AEA proposta nesta pesquisa tem as características que a TO sugere, como por exemplo, ser interessante do ponto de vista dos alunos, tornando significativa a abordagem conceitual em sala de aula, possibilitando oportunidades de novas formas de reflexão sobre saberes científicos (Física).

Quanto à sua relação com a dança, as alunas responderam que, antes do projeto, a viam como “uma diversão” (A1), “uma forma de se expressar” (A4), “não achava que tinha tanta técnica e cuidados” (A6), “uma sequência de passos” (A8) e “só movimento corporal. Não imaginava usar em sala de aula” (A10), evidenciam o afastamento existente entre as culturas científicas e humanistas no ambiente escolar (SNOW, 1995) e o lugar de pouco destaque que a dança ocupa na escola (STRAZZACAPPA, 2001).

Questionadas sobre a mudança na sua relação com a dança, as alunas responderam que, após o projeto, “lembrarão que alguns passos lembram Física e que algumas coisas têm que ser preciso para fazer esses passos” (A1), que foi “sensacional” porque também permitiu aproximar-se “mais das pessoas da sala” (A4), que “foi legal, gostei de criar. Percebi que a Física faz maior diferença na dança. Como é que pode usar a dança em sala de aula. E eu entendi agora” (A6) e que tem “mais entendimento sobre o porquê. Tipo aquele dia que foi explicado sobre o Centro de Massa, o porquê segurar a bailarina daquele jeito, porque o movimento é daquela maneira, o porquê fisicamente, sabe?”, são evidências de que a atividade realizada além de promover o encontro dos alunos com saberes de Física (processo de objetivação), simultaneamente, possibilitou reaproximações e fortalecimentos de amizades (processos de subjetivação), além da percepção da importância da técnica corporal e aplicação correta de saberes de Física para que seja possível realizar um passo de dança (processos de subjetivação). Ainda, a resposta de A8 ao manifestar que quer “voltar a fazer dança, ano que vem” (A8), é um indício de que a atividade, para além dos objetivos propostos na AEA, foi capaz de, de forma inesperada, despertar sentimentos e memórias na aluna.

As alunas ainda responderam que gostaram do projeto porque apresentou “a metodologia prática com os alunos, mostrando isso na vida real e criar uma coreografia pensando em Física. Foi bem diferenciado” (A6), evidenciando a característica da atividade da TO que dá voz ao aluno, possibilitando sua real inserção no labor conjunto. A aluna A8 disse que gostou “do jeito do senhor explicar os conceitos, tipo ficar só sentado e lendo, lendo, lendo. Fez a gente colocar tudo em prática, quando fizemos o roteiro. Porque a gente resumiu o que a gente aprendeu em uma dança, porque se eu rodei

(movimento circular) é que sabia o que estava acontecendo ali”, evidencia o papel do professor, promovendo a participação de todos os alunos em um labor conjunto onde o objetivo é a aprendizagem de todos os alunos da sala.

Ao analisar as respostas das alunas, identificamos indícios de algumas propriedades da TAM para analisar certas características semióticas relacionadas à questão da dança que a metodologia da TO nem o referencial bakhtiniano deram conta. Assim, a TAM contribuiu para entendermos o possível processo de atualização da percepção dos alunos em relação à dança, dado ao seu encontro com esta forma de expressão artística, possibilitada pela atividade.

Sendo assim, entendemos que quando A10 diz que “você aprende Física de uma maneira diferente, tipo, não é só cálculo, você vê ela acontecendo. Quando a gente rodou (movimento circular), você vive aquilo. Foi muito legal”, sua fala permite ao pesquisador relacioná-la a várias asserções. Essa fala da aluna A10 remete a um resultado só obtido por ter havido uma ação conjunta envolvendo o aluno e a dança, pois se refere à existência de uma tensão entre agente (que é o aluno) e o uso do artefato cultural (a dança). A fala de A10 agrega à dança a capacidade de permitir a ação humana dos alunos, isto é, atribui a dança à propriedade de materialidade, bem como identifica a potencialidade da dança em sala de aula. Podemos ainda, na fala de A10, identificar o uso da dança com outros fins, identificando assim, efeitos colaterais a esse artefato. E nesse contexto de reconhecimento dos benefícios da dança à atividade em sala de aula, reconhecemos na fala de A10 o poder e a autoridade da dança.

Posto isso, relacionamos a expressão “se eu rodei (movimento circular) é que sabia o que estava acontecendo ali”, dita por A8, ao desenvolvimento de sua habilidade para realizar movimento giratórios, refere-se ao caminho evolutivo da dança no labor conjunto em sala de aula, dado não por repetições exaustivas do movimento, mas sim uma possível compreensão da aplicação de saberes de Física no movimento. A resposta sugere que a aluna sabe explicar fisicamente o que estava acontecendo na cena, uma vez que se refere ao processo de atualização de saberes científicos e não domínio de técnica corporal pela repetição de movimentos.

A expressão “acabei me aproximando mais das pessoas da minha sala”, fala de A4, denota a transformação da própria dança no labor conjunto. Para além do reconhecimento das potencialidades de discussão de saberes envolvidos em movimentos corporais, a aluna A4 viu na dança a oportunidade de fortalecer amizades com os outros alunos, evidenciando o caráter de artefato cultural no processo de subjetivação.

Evidentemente que isso também se refere aos múltiplos objetivos que A4 pode ter em participar da atividade em sala de aula.

Conforme a organização das análises, na próxima seção apresentaremos as análises do Grupo 2.

4.2.2 O grupo G2

Os alunos A5 e A9, optaram por trabalhar em dupla. O roteiro proposto por esse grupo aborda uma estória de amor, na qual um casal dança realizando passos de dança de salão. O objetivo desse grupo foi discutir saberes como: Força, Movimento Circular, Equilíbrio estático de corpos e Pressão.

Episódios relevantes da elaboração do roteiro

O primeiro episódio relevante identificado durante as discussões em labor conjunto na elaboração do roteiro, abordou sobre as forças atuantes em uma dançarina sustentada por seu parceiro. O Quadro 13 apresenta a discussão realizada na elaboração desta cena.

Quadro 13 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
1	P: por exemplo, quando eu ergo ela, quantas forças tem nela? 	O professor sustenta A5 e questiona A9 sobre quantas forças atuam na dançarina no momento de sua sustentação. A intenção do professor é que A9 também identifique o tipo das forças citadas em sua resposta.
2	A9: peso.	
3	P: que mais?	
4	A9: ((silêncio)).	A9 aparentemente não sabe responder.
5	P: atrito. Para onde que é o atrito?	
6	A9: ((silêncio)).	A9 não respondeu à pergunta.
7	P: por que ela não cai?	
8	A9: porque tem atrito.	

9	P: onde tem o atrito?	
10	A9: aqui. 	A9 faz dois gestos referenciais representacionais dêiticos localizando o local, a direção e o sentido da força.
11	P: mas para onde é o atrito?	
12	A9: para baixo. 	A9 faz novamente gesto referencial representacional dêitico, localizando a direção e o sentido da força de atrito.
13	P: para baixo é o peso. Se tiver mais uma força para baixo, como segurar ela, neste caso?	
14	A9: ah!, pra cima. 	A9 novamente faz gesto referencial representacional dêitico, localizando novo sentido da força de atrito em sua resposta.

Fonte: Organizado pelo autor.

Ao proporem a sustentação da dançarina junto ao corpo do dançarino, o grupo buscou apresentar uma cena que permitia discutir as forças que agem na dançarina. Apresentando dificuldade em explicar oralmente, A9 utilizou gestos representacionais, como recurso semiótico, identificando e localizando as forças (enunciados 10, 12 e 14), evidenciando o caráter multimodal em seu discurso, identificado no uso conjunto de fala e gestos. Neste episódio relevante, destacou-se a importância do uso de gestos, os quais permitiram a A9 responder os questionamentos do professor. Se fosse permitido resposta apenas oral, no ensino tradicional possivelmente esse aluno se sentiria inseguro em responder à pergunta, pois ele faz uso com muita frequência de linguagem semiótica como linguagem gestual e expressões corporais e faciais para se expressar.

A dificuldade de A9 em definir a direção e o sentido da força de atrito atuante na roupa, considera-se que, para esse aluno, o processo de atualização está em andamento com relação ao saber Força de atrito.

O Quadro 14 apresenta a discussão ocorrida sobre uma cena do roteiro, utilizada para discutir o movimento circular de um corpo ao redor de um eixo.

Quadro 14 – Segundo episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
17	P: o que vocês querem fazer?	
18	A5: não sei como fazer movimento angular nesta hora. Quero fazer um giro.	
19	P: o que dá para fazer é o seguinte. Faz assim. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">  </div>	O professor faz gesto referencial representacional de modelagem, descrevendo como A5 deve posicionar seus braços.
20	P: aí podemos girar assim, ó. A5, vamos, sem medo. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">  </div>	No movimento de giro realizado, A5 curva seu corpo, evidenciando sua falta de técnica corporal para realizar de forma mais precisa o movimento.
21	P: quem que é o eixo de rotação?	O
22	A9: o senhor.	
23	P: quem é a Força Centrípeta?	
24	A9: a tração.	A9 responde corretamente sobre a Força causadora da Força Centrípeta.
25	P: quem faz a tração?	
26	A9: o contato das mãos.	A9 responde corretamente a questão sobre força centrípeta.

Fonte: Organizado pelo autor.

Destacam-se neste episódio, o uso combinado de gestos e a realização do movimento de dança complementando o discurso oral do professor. Temos neste episódio um caso de multimodalidade benéfica à compreensão do discurso oral que tem fala. Assim, importante ressaltar que a ocorrência de multimodos, no discurso oral, nem sempre é inadequada à compreensão da mensagem do discurso.

É comum os alunos associarem a existência da Força Centrípeta por si só e não como resultante da interação de outras forças. O aluno A9, no teste conceitual inicial, identificou a existência exclusiva de força centrípeta atuando em uma maçã em movimento circular (Figura 20), em um número de malabarismo. A resposta dada por ele no enunciado 24, no qual associa corretamente a manifestação de Força Centrípeta, devido à Força Tração dada pelo contato entre as mãos dos dançarinos (enunciado 26), é um indício da atualização desse saber ocorrida nas atividades realizadas nos Encontros 2 e 3 (não fazem parte da análise desta Tese)

O corpo curvado de A5 na realização do movimento, postura corporal incorreta, como mostrado na foto do enunciado 20, evidencia que em atividades em que a dança é usada como artefato cultural a técnica corporal também deve ser atualizada, por meio de uma explicação de saberes físicos e da execução concreta dos melhores movimentos durante a atividade (labor conjunto).

Na sequência, os alunos propuseram um movimento de dança usando o peso e o contrapeso equilibrando os corpos de dois dançarinos. O Quadro 15 mostra as discussões ocorridas, no labor conjunto, quanto à execução deste passo de dança.

Quadro 15 – Terceiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
27	A5: eu pensei em colocar a tração no momento final.	
28	A9: a gente vai mostrar aqui. 	A5 e A9 apresentam o movimento para o professor. A5 se desequilibra e quase cai.

29	<p>P: legal, mas esse tem que fazer com o corpo ereto, ereto mesmo. É isso aqui!</p> 	<p>O professor corrige a postura corporal de A5 e conduz a realização do movimento novamente.</p>
30	<p>P: na verdade, é assim, aqui tem peso e peso, e tem que ter o peso e o contrapeso.</p> 	

Fonte: Organizado pelo autor.

A aluna A5, até esse momento reproduzido no episódio 3º da elaboração do roteiro, não havia conseguido atualizar a técnica de execução dos movimentos de dança com o corpo ereto, como evidenciado na foto do enunciado 28 deste Quadro 15, e também no enunciado 20 do Quadro 14. Neste episódio relevante, destacou-se o papel do professor no labor conjunto evitando a queda e lesão de A5, sem contar o possível constrangimento da situação, bem como, pela correção da técnica corporal. A participação do professor, lado a lado com os alunos, possibilitou a execução concreta da cena proposta no projeto do roteiro para discussão dos saberes de Física sobre o equilíbrio estático presente na cena. A ação do professor no trabalho conjunto foi fundamental à realização concreta da cena, contribuindo para a atualização dos saberes de Física que são mobilizados na discussão da situação de equilíbrio estático entre dois corpos (processo de objetivação) e ainda evitou a queda da aluna A5, contribuindo para a continuidade harmônica do labor conjunto (processo de subjetivação) entre os alunos desse grupo.

A próxima cena proposta pelos alunos abordou o saber Pressão. O Quadro 16 apresenta as discussões ocorridas durante o labor conjunto para a execução desse passo de dança.

Quadro 16 – Quarto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes.
31	P: e o que você vai explorar aqui neste movimento?	
32	A5: a pressão no pé.	
33	P: explora giro nos dois pés e depois num pé só, melhor. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>	O professor amplia a abordagem no movimento proposto pelos alunos.

Fonte: Organizado pelo autor.

Este episódio relevante além de destacar a importância do passo de dança para a visualização da cena proposta no roteiro, evidenciou o papel do professor durante o labor conjunto, valorizando e ampliando as ideias dos alunos. O professor, ao propor, além do giro sobre dois pés, realizar também o movimento sobre um pé, ampliando a ideia inicial do grupo, contribuiu para discussão de novas situações, importantes ao processo de atualização de saberes dos alunos.

Os alunos então tentaram realizar o próximo passo de dança destacando o movimento circular, com a dançarina em suspensão e posicionada rente ao corpo do dançarino. O Quadro 17 apresenta as discussões ocorridas em labor conjunto quanto à execução deste passo de dança.

Quadro 17 – Quinto episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
34	A5: olha o movimento.	
35	P: mas está errada a posição. Esta parte encosta aqui. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>	O professor corrige o posicionamento do corpo da dançarina na execução do movimento de dança.

36	<p>P: na verdade, fica assim.</p> 	<p>O professor e A5, na posição correta de sustentação, realizam o movimento de dança proposto. Ocorre desequilíbrio de A5 na finalização do movimento.</p>
----	--	---

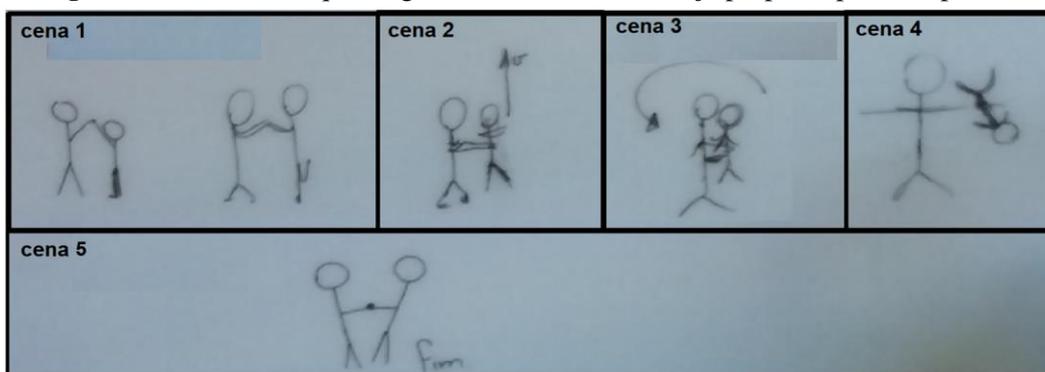
Fonte: Organizado pelo autor.

Na imagem do enunciado 35, os alunos tentam realizar o movimento e não têm sucesso. Na imagem do enunciado 36, o professor, apesar de corrigir a postura, não consegue realizar todo o movimento, pois A5 afrouxa seu corpo, comprometendo a finalização do passo. Neste passo, a explicação oral do professor sobre o movimento foi suficiente para correção da técnica corporal de A5 e, conseqüentemente, para a realização do passo proposto na cena. Como consideramos neste trabalho, a importância dos movimentos de dança nos processos de atualização dos saberes propostos e envolvidos na AEA, neste episódio destaca-se, mais uma vez, a necessidade de atualização da técnica corporal para execução do passo de dança proposto pelo grupo. A Figura 22 traz a seqüência dos passos da proposta do G2, apresentada na forma de desenhos pelo grupo e seguem-se os episódios relevantes da discussão ocorrida na apresentação/discussão do roteiro desse grupo G2.

Episódios relevantes da apresentação/discussão do roteiro do Grupo 2

No dia da apresentação, A5 desenhou na lousa o esquema do roteiro elaborado pela dupla, composto por 5 cenas, conforme mostrado na foto registrada na Figura 22.

Figura 22 – Foto do esquema gráfico do roteiro de dança proposto pelo Grupo G2



Fonte: organizado pelo autor.

Na cena 1, os alunos propõem discutir uma situação envolvendo o saber Pressão, dado por um giro realizado sobre a área de dois pés, e depois de um pé somente. A cena 2 apresenta um passo de elevação vertical da dançarina com o objetivo de discutir o saber Impulso. O passo de dança proposto na cena 3 discute um movimento circular. A cena 4, para discutir o Centro de Massa, apresenta uma situação na qual uma dançarina é equilibrada paralela ao chão, sobre o braço esticado do dançarino. Por fim, na cena 5 os dançarinos apresentam uma situação de equilíbrio estático de corpos.

Enquanto A5 desenhava o roteiro na lousa da sala, A9 disse ao professor que na cena 1 eles mostrariam o equilíbrio da dançarina sobre o braço do dançarino (movimento proposto na cena 4). O Quadro 18 apresenta os momentos iniciais da apresentação, onde foram identificadas tensões entre A5 e A9.

Quadro 18 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
01	P: uma valsa mesmo, vocês vão dançar?	
02	A9: sim, valsa. Vai pegar no colo e no ombro. 	A9 faz gesto representacional dêitico localizando onde a bailarina será colocada. A expressão facial de A5 é de descontentamento com a fala de A9.
03	P: pegada aérea.	
04	A5: como assim? 	A5 usa gesto pragmático do tipo modal, alterando a interpretação do que é enunciado.
10	A5: a história seria o início e o fim de um namoro. Então começa pelo giro e mostra a pressão. Depois tem os saltos e mostra o impulso. Aí tem giro, movimento circular. Aqui tem uma pessoa com outra pessoa no ombro, então, Centro de Massa e ele pendurando um no outro pela tração. 	A5 utiliza gesto representacional do tipo ação.

Fonte: Organizado pelo autor.

Desde o momento inicial, notou-se uma tensão existente na relação entre os dois alunos, causada pela perceptível irritação de A5 com A9. Neste episódio relevante, destaca-se o uso de gestos pelos alunos, em que A9 realiza gesto dêitico para localizar onde exatamente a dançarina seria apoiada e A5 gesticula, apontando as palmas das mãos para cima, que sugere dúvida em relação à fala de A9. Na verdade, o aluno A9 alterou a ordem das cenas: sua fala propõe começar a apresentação pela cena 4, a mais difícil de realizar concretamente na sala. Possivelmente este foi o motivo da irritação de A5 com A9, desencadeando as tensões no relacionamento desses alunos.

As expressões corporais, registradas nas fotos deste episódio, evidenciam que A9 encontrava-se constrangido desde o início da apresentação e que A5 estava irritada com os comentários de A9. Os braços cruzados de A9, aparentemente já se negando a apresentar o roteiro, por vergonha de dançar em público ou até por constrangimento quanto ao momento de tensão ocorrido com A5.

A5 realiza um movimento de salto mostrando o passo a ser realizado, conforme foto do enunciado 10. Evidencia-se a falta de técnica corporal de A9 para realizar o passo de dança proposto na cena, embora já tivéssemos ensaiado situações com correção postural na aula anterior, de elaboração do roteiro.

Neste episódio, verifica-se a importância da colaboração e participação do professor junto ao grupo, tanto auxiliando na execução dos movimentos, pela aparente resistência de A9, como harmonizando os momentos de tensão que, provavelmente, continuariam acontecendo.

O Quadro 19 apresenta a discussão realizada na apresentação da cena 2, do roteiro dos alunos de G2.

Quadro 19 – Segundo episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo do enunciado relevante
16	A9: agora é o impulso. 	A9 utiliza um gesto referencial dêitico, indicando a direção e sentido do impulso.

17	A5: VEM, A9. 	Usando entonação de voz mais ríspida, A5 chama a atenção de A9. A expressão corporal de A9 denuncia sua negação em executar o movimento.
18	A9: Faz no meu lugar, professor, dói meu ombro. 	A9 faz gesto referencial dêitico, localizando a dor que sente em seu ombro.
19	Sala: ((risos))	
20	A4: olha o migué!	Comentário que lança dúvida à fala de A9.
21	P: tá, mas o que eu faço?	O professor se apresenta para ajudar.
22	A5: é só me erguer.	
23	P: mas é assim mesmo? Eu descendo ou só te erguendo?	
24	A5: só me erguendo. 	O professor executa o movimento de acordo com a instrução de A5.
25	P: vamos melhorar o impulso?	
26	A5: sim.	
27	P: vamos juntos. A gente empurra o chão e vamos. 	O professor instrui a aluna a como proceder para, juntos, obterem melhor resultado no impulso.
28	sala: [ÓÓÓH!]	Indicação de surpresa com o resultado obtido.
29	P: vamos repetir com o abdômen bem duro. 	Corrigindo a técnica corporal, o professor repete toda a sequência do movimento.

30	<p>A9: então muda aqui. Põe os dois impulsos aqui.</p> 	<p>A9 faz um gesto referencial dêitico, localizando a alteração no esquema gráfico do roteiro.</p>
31	<p>P: desenhando os dois impulsos aqui. O maior alcance vertical é quando?</p>	
32	<p>A9: soma o impulso dela com o seu.</p> 	<p>A9 faz um gesto representacional do tipo “ação”, ilustrando sua explicação de como, segurando a dançarina pela cintura, erguê-la.</p>

Fonte: Organizado pelo autor.

Este episódio é bastante revelador. Nele, evidenciou-se a multimodalidade presente no discurso de A9, pela combinação de fala com a realização de gestos, como mostrado nas fotos dos enunciados 16, 18, 30 e 32.

Nos enunciados 16 e 30, A9 utiliza o mesmo gesto referencial, ilustrando seu discurso quanto à direção e sentido que deve ser realizado o impulso na cena. No enunciado 32, ele faz também um gesto referencial indicando aparentemente a ação impulsiva a ser realizada pelo dançarino elevando a dançarina pela cintura.

No enunciado 18, ao apontar o local que, demonstra sentir dor, A9 aparentemente justificou sua desistência em realizar a cena em público, observado pelas expressões corporais evidenciando o desânimo de A9 e a irritação de A5, na foto do enunciado 17. Essa situação refere-se diretamente ao seu processo de subjetivação, podendo indicar dor, medo ou constrangimento em dançar em público ou motivado também pela tensão entre ele e A5.

Quanto ao processo de objetivação, o enunciado 24 sugere que a atualização dos saberes envolvidos na situação de soma vetorial de impulsos de A5 ainda está em andamento. A maneira que a aluna propôs para executar o passo de elevação evidenciou também que ela ainda não havia tomado consciência da técnica de enrijecimento do corpo para os movimentos de pegadas aéreas na dança. O movimento foi executado pela ajuda do professor e o emprego da técnica corporal associada à correta aplicação da soma de impulsos possibilitaram um alcance vertical que causou surpresa nos alunos dos outros grupos, expressada pelo uso da interjeição no enunciado 27.

A importância do professor no labor conjunto ficou evidenciada nos enunciados 27 e 29, quando ele explica a ação a ser realizada pela dançarina e corrige a sua postura corporal, obtendo maior alcance vertical no impulso realizado, além de harmonizar a situação de tensão entre os integrantes do grupo.

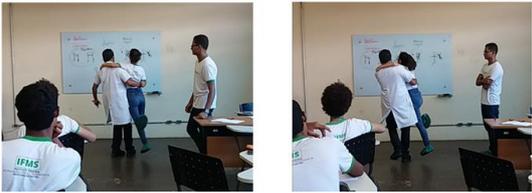
Destacou-se ainda neste episódio, a importância da realização do movimento de dança para visualizar a cena proposta para a discussão do saber Impulso, relacionada ao processo de atualização do saber de Física.

Por fim, evidenciou-se o quão importante foram os gestos na constituição do discurso de A9. De uma forma geral, nas abordagens tradicionais e até construtivistas esse aluno não teria voz, espaço e oportunidade para se expressar desta forma e consequentemente não teria sucesso. Para a TO, não considerar essas formas de expressão e interação é abster-se de uma melhor compreensão do processo de objetivação desse aluno.

O Quadro 20 apresenta a discussão realizada sobre a cena 3 do roteiro.

Quadro 20 – Terceiro episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
33	P: e esse movimento aqui?	
34	A9: é o giro. 	A9 faz um gesto representacional tanto do tipo “ação” como “descrição”, relacionado ao movimento circular a ser realizado.
35	P: vão fazer juntos?	
36	A9: sim, vamos mostrar. 	Os alunos têm expressões faciais mais descontraídas durante a execução do movimento.
37	sala: [ÓÓÓH!]	Expressão de surpresa dos outros alunos.

38	<p>P: O que dá mais para explorar aqui? Sala, eu falei com eles ontem e conversamos: é muito difícil pegar ela aqui e girar.</p> 	<p>O professor ergue a A5 pela cintura, ilustrando sua fala sobre a dificuldade em realizar o movimento de rotação.</p>
39	<p>P: o legal é quando ela já está em movimento, fazer isso. Vamos mostrar que se ela já vem girando e ela se encaixa em mim assim, no ombro, é mais fácil manter o giro do que tirar do chão, erguer e começar a girar. Ela já tem um giro, eu só encaixo e continuo o giro.</p> 	<p>O professor e A5 executam de forma mais fácil o movimento de rotação, visivelmente de forma mais fácil que a anterior.</p>
40	<p>P: o que dá mais para explorar aqui?</p> 	<p>O professor faz um gesto referencial dêitico, localizando no esquema gráfico a análise dos alunos.</p>
41	<p>A9: tem o atrito da roupa.</p>	
42	<p>P: isso. O que me ajuda a segurar ela aqui é o atrito da roupa.</p> 	<p>O professor usa gesto referencial dêitico, localizando a região na qual a presença do atrito é fundamental na sustentação do corpo de A5.</p>

Fonte: Organizado pelo autor.

No enunciado 33, o aluno A9 faz gesto referencial ilustrando seu discurso sobre o movimento a ser realizado. Até este momento da apresentação do roteiro, evidencia-se a acentuada utilização de gestos por A9.

As expressões faciais de relaxamento de A5 e A9, mostradas na foto do enunciado 36, evidenciam um momento harmônico entre esses alunos no labor conjunto na apresentação do roteiro. A interjeição utilizada pela turma, no enunciado 37, representa a

surpresa causada pelo sucesso obtido na execução do movimento e também quanto ao restabelecimento da harmonia no relacionamento de A5 e A9.

Os enunciados 38 e 39 evidenciaram a importância do professor no labor conjunto, uma vez que ele potencializou a discussão do movimento realizado, inserindo nova questão a ser analisada pelos alunos. A sustentação da aluna no enunciado 38 foi uma maneira que ele encontrou de chamar a atenção dos alunos para os saberes físicos envolvidos no movimento mostrado no enunciado 39. Sua explicação do movimento, além de mostrar a forma mais fácil de realizar o movimento, também insere a discussão da necessidade da força de atrito entre as roupas dos dançarinos em cena, como evidenciado nos enunciados 41 e 42.

O Quadro 21 apresenta a discussão ocorrida na apresentação desta cena 5 do roteiro, para discutir o Centro de Massa e as condições de equilíbrio estático do corpo da dançarina, posicionada paralela ao piso da sala de aula.

Quadro 21 – Quarto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo do enunciado relevante
43	P: vamos fazer o outro passo.	
44	A9: não, não.	A negação e a expressão facial de A5 identificam a apreensão.
45	P: vamos tentar fazer? 	A expressão facial de susto de A5 permanece.
46	sala: meu Deus do céu!	Indicação de susto dos alunos.
47	P: não, pessoal. Também não vou fazer. Não tenho a técnica pra isso. Mas lembrem-se que se tiver que pegar ela aqui do chão e colocá-la no ombro, é muito difícil. Tem que ter uma força muito grande. Mas se ela vier já girando, ele pega ela aqui, dá um giro no ar e a coloca no ombro. 	O professor por meio de gestos representacionais dos tipos “descrição” e “ação”, apresenta a sequência de movimentos que compõem a cena.

48	A5: sim	
49	P: vamos explorar mais um pouquinho desse movimento aqui. A9 fala: aí. A ideia é apoiá-la no ombro por qual parte do corpo?	
50	M: umbigo, que é mais ou menos onde está o Centro de Massa. 	A9 utilizando um gesto referencial dêítico, apontando o local aproximado de localização do Centro de Massa.
51	P: mas qual é o perigo aqui?	
52	A9: ela tem que estar com o corpo ereto, senão ela cai. 	A9 faz gesto representacional do tipo “ação” ilustrando sua resposta.
53	P: mas se eu apoiar pelo umbigo eu não tiro o controle dela? E aí, faço o quê, sala?	
54	Sala: ((barulhos))	Muitos querem falar.
55	A10: apoia mais pra cima, esqueci o nome.	Aluno de outro grupo.
56	A1: apoia no quadril.	Aluno de outro grupo.
57	P: mas ela pode cair.	
58	A2: mas a outra mão dele segura. Aplica força.	Aluno de outro grupo.
59	P: A11, que movimento é esse? 	O professor repete os gestos representacionais do tipo “descrição” e “ação” realizados pelo aluno A11.
60	A11: de segurar a menina.	Explicação do gesto repetido por ele.
61	P: vamos alterar aqui a posição das mãos. 	O professor faz gesto referencial dêítico, apontando o local exato da alteração no esquema gráfico dos alunos.

Fonte: Organizado pelo autor.

As fotos nos enunciados 50 e 52 destacam, novamente, o uso de gestos complementando a fala de A9, caracterizando a multimodalidade em seu discurso oral. No enunciado 50, ele utiliza gesto referencial para mostrar a localização aproximada do Centro de Massa no corpo humano. No enunciado 52, ele também utiliza gesto para mostrar o sentido da queda do corpo da dançarina, caso não esteja devidamente equilibrada sobre o ombro do dançarino.

Reconhecendo a necessidade de técnica para realização do passo, os alunos evidenciaram um certo temor para realização do movimento, como mostrado no enunciado 46, pela possibilidade de acidente e lesão à aluna, o que faz parte do processo de subjetivação dos alunos. A negação oral e a expressão facial de medo de A5, no enunciado 44, evidenciam também preocupação com o risco existente.

Na impossibilidade de realizar o movimento em sala, o professor mostrou o passo de dança por meio da utilização de gestos referenciais nos enunciados 47 e 59, contribuindo para a visualização da cena, importante para o processo de atualização dos saberes envolvidos nesse passo de dança.

Já A11, no enunciado 60, embora sentado, contribui gesticulando os braços e apresentando a ação do dançarino na execução do passo de dança. Seu gesto tem o mesmo valor que uma resposta oral ou escrita e evidencia seu envolvimento no labor conjunto realizado na sala de aula, mesmo sendo integrante de outro grupo.

O Quadro 22 traz a discussão realizada na apresentação da cena 5 do roteiro, no qual os alunos pretendiam apresentar uma situação de equilíbrio estático de dois dançarinos unidos cada qual por uma mão, em situação de peso e contrapeso.

Quadro 22 – Quinto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo do enunciado relevante
62	P: E esse aqui? O último passo do roteiro. 	Os alunos cochicham sobre a execução do passo, discutindo sobre a melhor forma de contato entre eles.
63	A9: vamos.	
64	P: vão pegar na mão? É na mão mesmo ou no braço?	Percebendo o risco de acidente, o professor se posiciona atrás de A5.

65	A5: ((expressão de susto ao quase cair)) 	O professor consegue segurar A5, impedindo sua queda.
66	P: sala, vocês viram porque aconteceu isso? Ela afrouxou o corpo. Vou fazer com ela. Eu fico reto ou em contrapeso?	Professor se disponibiliza para o executar o movimento.
67	A5: sei lá.	
68	P: Faz, posiciona, reto, cai. 	O professor conduz a execução do passo, no qual os corpos, unidos pelas mãos, perpendicular ao chão, deslocam-se em sentidos opostos, constituindo um par de peso e contrapeso, mantendo o equilíbrio dos corpos.
69	P: é isso?	
70	A5: sim, agora entendi.	A5 reconhece compreensão da situação.

Fonte: Organizado pelo autor.

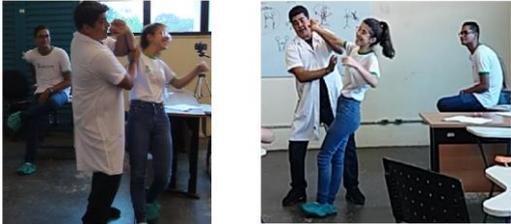
Ao cochicharem e combinarem a apresentação da cena, os alunos, no enunciado 62, demonstraram a falta de ensaio e acertos combinados antes da apresentação do roteiro.

Evidencia-se neste episódio, novamente a importância do professor no labor conjunto, ora evitando a queda da aluna, como mostrado na foto do enunciado 65, ora corrigindo a postura corporal e realizando o movimento proposto, como mostrado na foto do enunciado 68.

O enunciado 70 evidencia o quanto a realização do passo de dança pode ser útil ao processo de atualização de saberes envolvendo situações de equilíbrio de corpos, como para a discussão sobre a força aplicada (peso e contrapeso), pelos alunos, sobretudo para A5 que teve a experiência tátil na execução do movimento.

Empolgado com a apresentação do seu roteiro, A9 solicita ao professor que realize e apresente um passo de dança discutido por ele na elaboração do roteiro, na aula anterior. O Quadro 23 descreve as discussões ocorridas, na realização de um giro da dançarina, posicionada de costas para o dançarino, sustentada pelas mãos, ao redor dele.

Quadro 23 – Sexto episódio relevante na apresentação do roteiro do Grupo 2

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes
71	<p>P: pessoal, discutimos ontem outro passo bem legal. Olhem este giro aqui. A5, enrijece o corpo.</p> 	<p>O professor executa com A5 o movimento de rotação em forma de cone.</p>
72	P: se eu quiser girá-la, quem é o eixo de rotação?	
73	sala: o senhor.	
74	A9: mas como finaliza igual ontem? Quero finalizar com ela frente a frente com você.	A9 solicita que o professor realize o movimento.
75	<p>P: assim?</p> 	<p>O professor realiza o movimento para ilustrar seu discurso. A expressão facial de A5 estava relaxada, não aparentando medo na execução do passo.</p>
76	A9: mas solte as costas dela. Prende só pela mão.	
77	<p>P: mas aí tem um problema aqui.</p> 	<p>Elevando um pouco mais o corpo de A5, facilitando o controle do movimento, o professor solta as costas de A5, que inicia o movimento de giro, mas rapidamente trava, mais uma vez, as costas da aluna.</p>
78	A10 e A11: torque!	A10 e A11 associam o movimento realizado ao saber da Física.
79	<p>P: tem um eixo, e a massa vai rotacionar.</p> 	<p>O professor realiza o movimento completo de rotação de aluna, atentando para que ela não se machucasse.</p>
80	A13: verdade, tem torque!	A13 associa o movimento com o saber de Física.
81	A7: e é positivo o torque (relacionado à rotação do corpo no sentido anti-horário). (risos dos alunos)	A apresentação do grupo termina neste momento de descontração dos alunos.

Fonte: Organizado pelo autor.

Neste episódio, extremamente revelador, destacam-se o papel professor no labor conjunto, uma vez que, por dominar mais a técnica corporal necessária à realização do passo de dança proposto, o professor consegue conduzir a realização do movimento correto, como mostrado no enunciado 71. Consegue ainda discutir com os alunos as consequências possíveis da execução errada do passo, causando a rotação da dançarina de forma desequilibrada, como evidenciado na foto do enunciado 79. O domínio da técnica para sustentação do corpo permitiu ao professor realizar todos os movimentos de forma segura, e evitando possíveis lesões da aluna.

Este episódio destaca também que a materialização do saber ocorrido por meio da execução do passo de dança, permitiu aos alunos visualizar, em sala de aula, uma situação prática de aplicação de saberes de Física, neste caso, o momento de uma Força, como evidenciado na fala em uníssono de A10 e A11, no enunciado 78.

No enunciado 80, somente quando o movimento é realizado pela segunda vez, é que A13 consegue tomar consciência da aplicação do saber discutido. Isto evidencia a importância da visualização do passo de dança no processo de atualização de saberes relacionados a movimentos rotacionais de corpos.

Do ponto de vista do labor conjunto, os alunos devem trabalhar de tal forma que todos possam resolver os problemas propostos de forma conjunta, ou seja, uma ajuda mútua para que todos atinjam o objeto da AEA. Entretanto, os alunos não estão acostumados a trabalhar em sala de aula nessa perspectiva proposta pela TO. Assim, as características das individualidades de cada um, justificam as diferenças particulares nos processos de atualização de saberes científicos para cada aluno. Assim, embora participando conjuntamente da mesma tarefa, os processos de atualização de saber são pessoais e não obrigatoriamente acontecem da mesma maneira e simultaneamente com todos os alunos, como é o caso dos alunos desse grupo.

Na próxima seção passaremos à análise das respostas escritas pelos alunos a algumas questões dos dois testes diagnósticos, conforme já justificado para o grupo G1, no último parágrafo da seção 4.2.1.2

Análise dos testes escritos do grupo G2

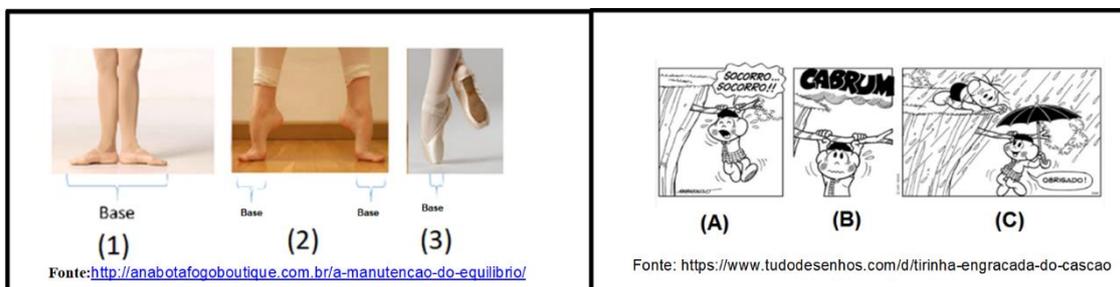
Nas respostas escritas de A5 e A9 às perguntas dos testes conceituais para levantamento do saber atual e saber a ser atualizado, buscamos outras evidências do processo de objetivação desses alunos pelo uso adequado de signos da linguagem

científica relacionada a saberes de Física, bem como a identificação de diversos significados atribuídos a um saber (polissemia) e as diversas linguagens presentes nas respostas dos alunos (multimodalidade). Optamos por discutir respostas a questões relacionadas a saberes diferentes, porém relacionados aos saberes de suas respectivas propostas de roteiro, na análise de cada um dos três grupos, uma vez que esta pesquisa não se interessa em fazer um estudo comparativo entre os grupos de alunos, mas sim apresentar evidências do movimento do processo de atualização de saberes de Física ocorridos na atividade proposta. Para este grupo, G2, seguem as respostas que A5 e A9 sobre Pressão e Centro de Massa.

No primeiro teste diagnóstico, os alunos escolheram e justificaram sobre qual maneira de apoio – (1), (2) ou (3) da Figura 23, uma mesma bailarina mais provavelmente sentiria dor nos pés. No segundo teste diagnóstico, os alunos justificaram se a Pressão exercida pelo Cascão no galho na situação (C) era menor, igual ou maior que na situação (A) da Figura 23.

As respostas dos alunos do Grupo 2 estão apresentadas no Quadro 24.

Figura 23 – Figuras das questões sobre Pressão nos testes diagnósticos



Fonte: elaborado pelo autor.

As respostas dos alunos estão apresentadas no Quadro 24.

Quadro 24 – Respostas escritas dos alunos do Grupo 2 sobre Pressão

	Teste inicial	Teste final
Estudante	A figura apresenta três maneiras de apoio de uma bailarina. Qual destas maneiras de apoio de uma bailarina sobre o solo – (1), (2) ou (3) –, é a que mais provavelmente pode causar maior dor na bailarina? Por quê?	A pressão exercida pelo Cascão no galho no quadro C é menor, igual ou maior que no quadro A? Justifique sua resposta.
A5	A 3- porque a área de contato dos pés dela com o chão é menor, portanto a pressão é maior.	Maior a área de contato é menor, portanto a pressão exercida é maior.
A9	A 3, por ter que “segurar” seu peso somente sobre a ponta de um pé.	Maior, pois diminuiu a área.

Fonte: elaborado pelo autor.

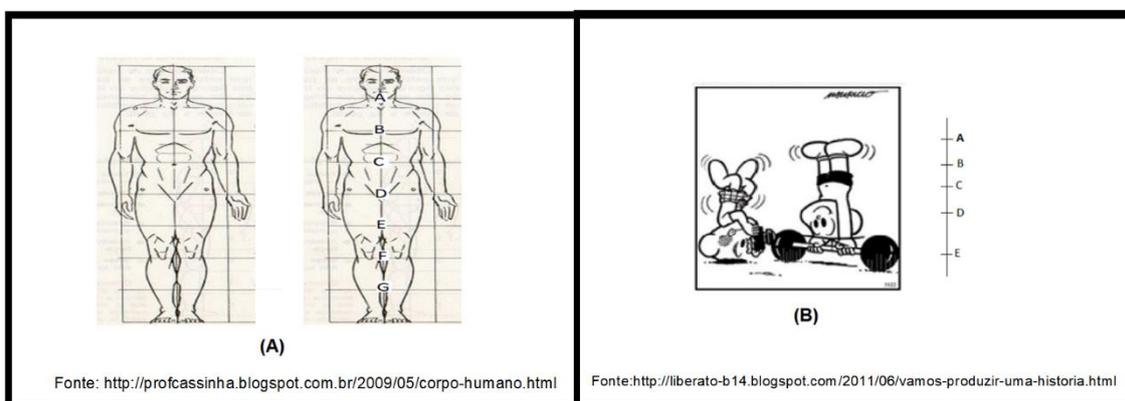
A aluna A5 deu a resposta esperada. Já A9, apresentou uma resposta com problemas conceituais, principalmente pelo uso da expressão “segurar o peso”. Sua justificativa apresenta inconsistências, do ponto de vista da linguagem científica.

No segundo teste diagnóstico, os alunos foram questionados para responder uma outra questão similar sobre Pressão, buscando indícios do processo de atualização deste saber, bem como a possível ocorrência de polissemia e multimodalidade no discurso escrito dos alunos.

As respostas dadas por A5 e A9 estão aparentemente corretas. Observa-se que A9 relacionou a Pressão de forma inversamente proporcional à área de apoio. Sua resposta, então, apresenta avanços em relação à resposta inicial apresentada no Quadro 24, mesma relação feita por A5. Entretanto, ambos os alunos não observaram que no Quadro C, o aumento de pressão não se deu somente pela área de apoio menor das mãos, mas também pelo aumento de massa, pela inserção de um guarda-chuva molhado no contexto. Assim, novas atividades buscando a atualização do saber Pressão, levando os alunos a entender sua relação com duas grandezas (força e área) e não apenas com uma (área de apoio).

Sobre o saber Centro de Massa, no teste de saber atual, localizaram e justificaram o ponto provável de localização do Centro de Massa no corpo de um homem, dado em uma figura – situação (A) da Figura 24. No segundo teste diagnóstico, de forma similar, os alunos localizaram e justificaram o ponto do Centro de Massa do Cebolinha segurando uma barra com pesos, situação (B) da Figura 24.

Figura 24 – Figuras das questões sobre Centro de Massa nos testes diagnósticos



Fonte: organizado pelo autor.

As respostas dadas pelos alunos A5 e A9 a essas duas questões estão apresentadas no Quadro 25.

Quadro 25 – Respostas escritas das alunas do Grupo 2 sobre Centro de Massa

	Teste inicial	Teste final
Estudante	Em que ponto (A, B, C, D, E, F ou G) fica, aproximadamente, o Centro de Massa no corpo deste homem mostrado na situação (A)? Por quê?	Onde está localizado o Centro de Massa do sistema formado pelo Cebolinha e barra com pesos, no quadro (B)? Justifique sua resposta.
A5	Não sei.	É porque a barra com pesos possui uma massa grande.
A9	Não sei, chuto no D.	Em local onde possui mais M (massa).

Fonte: organizado pelo autor.

As respostas dos dois alunos afirmando desconhecimento do assunto, evidenciou a potencialidade da atividade que promove a atualização deste saber, e que no projeto foi realizada no Encontro 4.

No segundo teste diagnóstico, foi feita uma outra questão sobre o mesmo saber da Física. O Quadro 25 apresenta as respostas individuais dadas pelos alunos A5 e A9 no segundo teste diagnóstico sobre Centro de Massa.

Na questão, a inserção da barra com os massores em suas extremidades, desloca o Centro de Massa do, provável, ponto C em direção a D ou E. A localização exata do Centro de Massa do sistema depende das massas do corpo que o compõe. Assim os alunos poderiam corretamente responder: “entre C e D”, “em D”, “entre D e E” ou “em E”, justificando sua resposta.

Percebe-se que os alunos, a partir da atividade AEA realizada no Encontro 4 e na discussão do roteiro do G2, apresentam respostas mais elaboradas em relação àquelas dadas no primeiro teste diagnóstico. As respostas de A5 e A9 localizaram em um sistema constituído por várias massas, no corpo que possui maior massa, o que nem sempre é válido. É necessário, então, a realização de novas atividades que visem a continuidade do processo de atualização do saber Centro de Massa abordando, entre outras coisas, situações semelhantes a esta e evoluindo para situações mais complexas de acordo com a TO. Portanto, evidencia-se que esses dois alunos estão em processo de atualização deste saber.

Entre os saberes físicos abordados nas atividades, o Momento Angular e a lei da Conservação do Momento Angular de um corpo, são dois assuntos que, geralmente, não são discutidos em sala de aula no Ensino Médio, por razões anteriormente discutidas, no capítulo 1, sobre o ensino atual de Física.

Na próxima seção apresentamos outros dados relacionados ao processo de subjetivação das alunas deste grupo, a partir da análise das suas respostas a algumas questões da entrevista final.

Análise da entrevista final sobre o processo de Subjetivação de G2

De forma similar à análise do G1, buscamos discutir algumas questões da entrevista final, em que foi possível observar indícios de subjetividades em sua relação à Física e à dança, para uma melhor compreensão do processo de subjetivação desses alunos. A justificativa é similar àquela dada na análise da entrevista sobre o processo de subjetivação do Grupo 1, descrita na página 101.

Pelas respostas dos alunos desse grupo, eles possuíam uma visão bem distinta em relação à Física, antes do projeto. Enquanto A5 associava à Física um sentimento de “terror” e “desespero”, A9 disse gostar da matéria e a associar a “coisas importantes” e aparatos tecnológicos. Assim, enquanto para A5 são os sentimentos emocionais que a afastam da forma desinteressante que, para ela, a Física foi abordada em sala de aula (ZANETIC, 2004), A9 associava à Física uma visão basicamente tecnicista, especializada demais (SNOW, 1995).

Questionados sobre a mudança em relação à Física, após participação no projeto, a resposta de A5 foi “continua sendo um bicho de 7 cabeças. Mas com o senhor, do jeito que o senhor explicava, me fez gostar, olhar pra Física de outro jeito, porque assim, talvez meu maior problema com a Física sejam os professores. O senhor foi um professor que motivava a gente. A gente fazia uma pergunta o senhor gostava das perguntas que a gente fazia. Tem professor que te olha como se fosse burro. A gente responde um negócio e o senhor diz: “nossa muito bom seu comentário”. O senhor faz a gente querer responder. E os outros não. Então eu ficava retraída”. Essa resposta evidencia como as questões subjetivas dadas pelo relacionamento com o professor, interferem diretamente em sua aprendizagem de Física, pois há uma ocorrência simultânea dos processos de objetivação e subjetivação em sala de aula, como proposto pela TO. Ela destaca ainda a importância do professor e a forma que ele ministra e considera os alunos em sala de aula –, diferentemente do professor de abordagens tradicionais e individualistas que atua como alguém que detém o conhecimento e desdenha das respostas dos alunos –, como uma pessoa que sempre valoriza as ideias, opiniões e respostas dos alunos, envolvendo-os cada vez mais no labor conjunto em sala de aula, de acordo com a função e o papel do professor sugerida pela TO.

Para além de um momento oportuno para aprendizagem de Física, essa aluna vivenciou a atividade como uma ocasião de acolhimento e valorização enquanto aluna e ser humano.

A essa mesma pergunta, o aluno A9 respondeu que “todo movimento tem Física e você pode aprender de maneira mais fácil, vendo uma imagem, imaginando ela num giro, ou imaginando algo deste tipo”. Percebe que dentro de sua visão ainda tecnicista, ele já pontua a oportunidade de imaginar novas situações de aplicação de saberes de Física: a atividade deve “oferecer aos alunos a oportunidade de refletir de diferentes maneiras sobre um assunto” (RADFORD, 2015, p. 554), satisfazendo sua necessidade de compreensão mais abrangente (OSSANA, 1988).

Quanto à sua relação com a dança, antes do projeto, A5 respondeu que via na dança apenas “um monte de movimentos juntos que sai numa coisa bonita” e A9 como “diversão, descontração”. Essas respostas confirmam a posição inferior à ciência e à tecnologia (BARBOSA, 1995) e o caráter aparentemente supérfluo (STRAZZACAPPA, 2001) atribuído à arte, sobretudo à dança, na escola.

Sobre suas relações em respeito à dança, após participação no projeto, A5 disse que “a dança me ajudou a entender Física. Gostei de dançar. Aprendi bastante”. Sua resposta mostra o quanto a atividade, norteada pela TO, motivou a participação dessa aluna, uma vez que ela mesma disse que nas aulas de Física se sentia retraída.

À mesma pergunta A9 respondeu “passei a observar coisas que eu não observaria antes. Por exemplo, uma bailarina. Saber que aquele giro, aquele que joga a perna lateral (*fouetté*), eu não saberia dizer que aquilo é pra pegar mais velocidade. Acho que antes não analisaria. Acho bem mais fácil de observar que ver um foguete pessoalmente, sabe? É algo mais acessível”. Esta resposta identifica a capacidade que a atividade possui de tornar significativos os conceitos científicos (RADFORD, 2015), a possível aproximação entre as culturas científicas e humanistas (SNOW, 1995) e o acesso a “linguagens que apresentam verdades até então desconhecidas” (FISHER, 1976, p. 34) nessa aproximação.

Suas respostas quanto à mudança na relação com a dança, após participação no projeto, identificam as características especificadas pela TAM relacionadas aos múltiplos objetivos dos alunos em participar da atividade em sala de aula. Enquanto A5 gostava da “prática”, A9 analisava a ocorrência dos saberes de Física nos movimentos”, ressaltando o poder e autoridade da dança, as potencialidades de seu uso como artefato cultural na atividade em sala de aula.

Conforme a organização das análises, na próxima seção apresentaremos as análises do Grupo 3.

4.2.3 O grupo G3

O grupo G3 foi composto por 4 alunos, sendo uma menina (A2) e 3 meninos (A7, A11 e A13).

Episódios relevantes da elaboração do roteiro

Desse grupo, optamos por apresentar somente um episódio relevante da atividade de elaboração do roteiro de dança, Quadro 26, pois ele apresenta acontecimentos diferentes daqueles já analisados neste texto.

Quadro 26 – Primeiro episódio relevante na elaboração do roteiro do Grupo 3

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentário interpretativo dos enunciados relevantes.
82	A11: Professor! Professor! Professor! Professor! Professor! Faz esse movimento com a gente de novo, por favor.	A11, aluno do Grupo 3, insistentemente chama pelo professor enquanto ele atendia o Grupo 2.
83	P: venham, vocês querem mostrar o quê?	
84	A11: mostra pro A7 o movimento que fez com A5.	Os alunos do Grupo 3 se aproximam da área de apresentação do roteiro.
85	P: A5 explica por favor.	A5, integrante do G2, explica a posição correta dos corpos na realização do giro.
89	P: A13, vou te erguer e girar. 	A13 posiciona corretamente seu corpo ao lado do professor e, juntos, realizam o giro. A finalização do movimento é meio desequilibrada.
90	A11 tenta pegar A7 e fazer o movimento, mas A7 refuta. 	Empolgado, A11 envolve seu braço ao redor de A7 que contrai todo seu corpo, aparentemente negando o convite para dançar. Na sequência, A7 se afasta de A11.

91	P: faça com você A11.	O professor imediatamente convida A11 para realizar o passo.
92		A11 se posiciona corretamente ao lado do professor. Juntos, realizam o movimento de giro. A finalização do passo por A11 é mais equilibrada que dos alunos anteriores (A7 e A5).
93		Aparentando satisfação com sua execução do passo, A11 se posiciona de frente para a sala e faz movimento de agradecimento ao público.

Fonte: Organizado pelo autor.

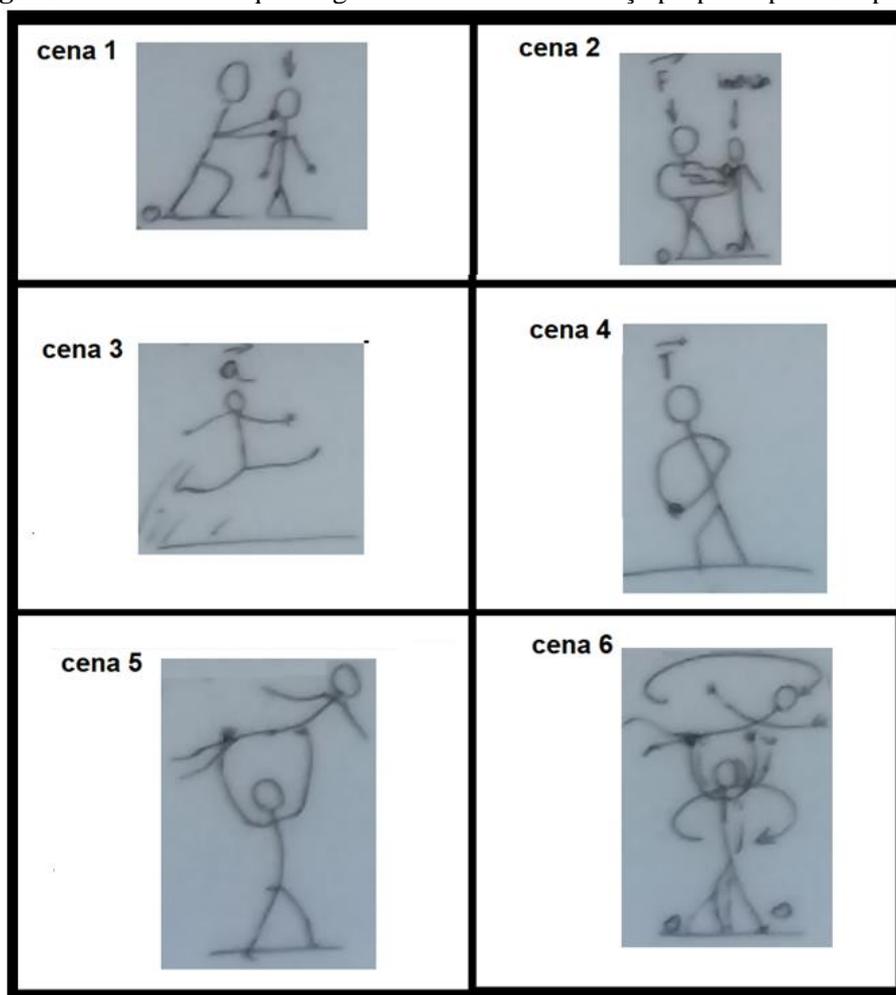
Os alunos A13 e A11, nos enunciados 89 e 92, respectivamente, se propuseram a realizar o movimento de giro espontaneamente, não se importando com o fato de dançar com o próprio professor, homem também. Já A7, no enunciado 90, se sente incomodado com o convite para dançar feito por A11. Inicialmente, a expressão corporal de contração do corpo, e depois seu afastamento de A7, evidenciam sua resistência à possibilidade de dançar com outro homem, evidência diretamente relacionada ao processo de subjetivação de A7.

Evitando um momento de constrangimento para A7 perante a sala, o professor o convida para realizar o movimento de giro, que é executado e finalizado com perfeição por A7, como evidenciado na foto do enunciado 92. Sua satisfação com a execução do movimento é expressa por um movimento de agradecimento artístico à plateia (enunciado 93). Destacam-se neste episódio o papel do professor no labor conjunto, realizando com os alunos o movimento de dança solicitado, possibilitando a materialização dos saberes discutidos por eles naquele momento, contribuindo para o processo de objetivação dos alunos. O professor ainda contribuiu com o processo de subjetivação de todos os alunos de G3, sobretudo de A11, ao evitar um momento de tensão no relacionamento entre os alunos e o reforço de preconceito associado à questão de gênero relacionado à dança.

Episódios relevantes da apresentação/discussão do roteiro

O roteiro de dança proposto por esse grupo foi composto por 6 cenas, como mostrado na Figura 25. Analisaremos apenas o episódio relevante, conforme Quadro 27, relativo à apresentação/discussão referente às cenas 5 e 6.

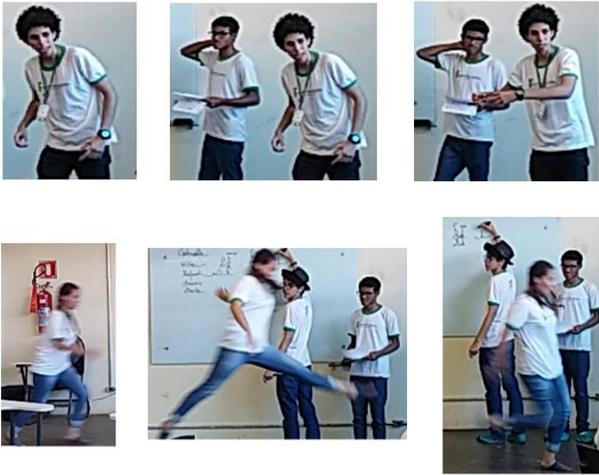
Figura 25 – Foto do esquema gráfico do roteiro de dança proposto pelo Grupo G3

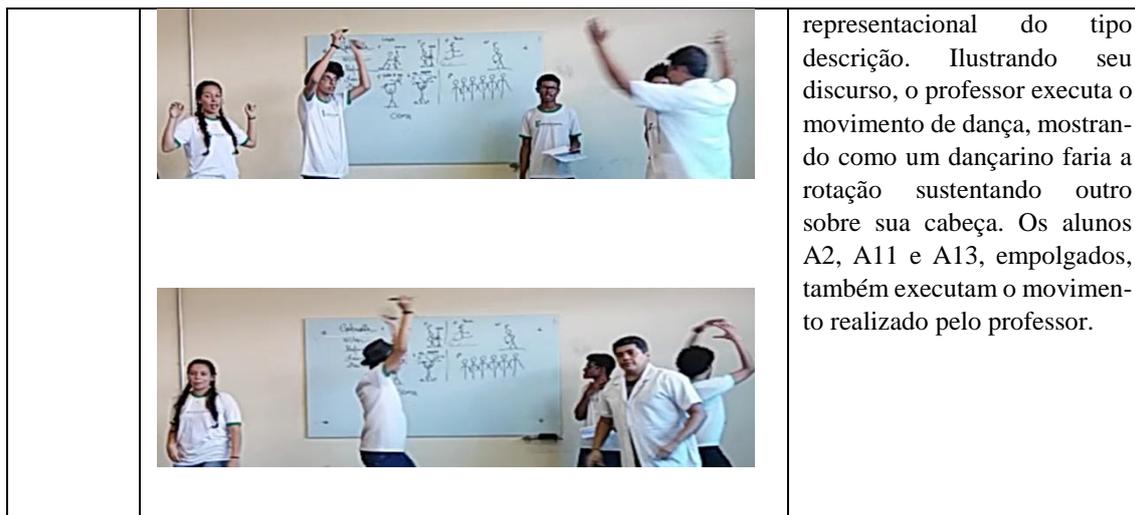


Fonte: organizado pelo autor.

Neste episódio relevante, os alunos tentaram explicar o passo de dança e sobre o saber abordado nas cenas 5 e 6. Nesta cena, a dançarina faz um *grand jeté*, para quando estiver em deslocamento no ar. Assim, o dançarino a ergue, a posiciona e a sustenta sobre sua cabeça e inicia um movimento de giros em deslocamento pelo palco.

Quadro 27 – Primeiro episódio relevante na apresentação do roteiro do grupo G3

Nº do enunciado	Transcrição do enunciado	Comentários interpretativos dos enunciados relevantes
94	P: mas vocês querem explorar o que neste movimento?	
95	<p>A13: representar a força aplicada no Centro de Massa que vai erguer ele e girar.</p> 	Complementando seu discurso oral, o aluno A13 executa o movimento de dança simulando a ação de sustentação e giro que deverá ser feito por um dançarino na cena proposta. Embora permanecendo calada, a aluna A2 contribui com o discurso do amigo fazendo um gesto referencial representacional do tipo ação, rotacionando o dedo indicador posicionado verticalmente.
96	A4: ela entra girando até o meio, salta e aí outra pessoa que já está lá vai pegar ela, erguer até em cima e girar.	Aluna explica como será realizado o passo de elevação e rotação de um dançarino.
97	P: NOOOSSA!	Expressão de surpresa do professor à dificuldade de execução do passo de dança.
98	<p>A13: não sei se vocês viram, no <i>grand jeté</i>, no momento em que for fazer um passo maior no final você precisa acelerar.</p> 	A13 utiliza de outros gêneros discursivos para complementar seu discurso oral. Diferentemente de A4, que momentos antes executou o passo <i>grand jeté</i> na apresentação do grupo, A13, não tenta executar todo o passo de dança. Ele até posiciona seu corpo para executar o passo, mas desiste e faz gesto com as mãos, movendo-as unidas para frente, descrevendo a trajetória do dançarino – um gesto referencial representacional do tipo descrição.
99	eita pega! Não é perigoso cair no giro não?	Fala de algum aluno na plateia que indica surpresa.
100	P: na verdade, é mais perigoso girar só o corpo em cima, assim. Tem que girar junto.	O professor, inicialmente, usa gestos movendo as mãos sobre sua cabeça, e descrevendo a trajetória do movimento de rotação de um corpo (rígido) a ser realizado em cena. Ele faz um gesto referencial



Fonte: Organizado pelo autor.

Este episódio relevante evidenciou como os alunos, e até mesmo o professor, utilizaram outros gêneros discursivos para ilustrar, complementar e tornar mais inteligível suas falas, caracterizando a multimodalidade presente em seus discursos. Isto marca o caráter pessoal de como os processos de atualizações ocorrem, como defende a TO.

Destacou-se ainda as diferentes maneiras que os alunos mobilizaram recursos semióticos em seus discursos no labor conjunto. Enquanto A13 fala e dança, ao mesmo tempo A4 apenas faz gesto com o dedo, e A7 permanece imóvel e prestando atenção à conversa, no enunciado 95.

No enunciado 98, enquanto A2 realiza o passo de dança de ballet *grand jeté*, o aluno A13 inicia a execução do movimento com o corpo, mas, por não dominar a técnica necessária, utiliza gesto para ilustrar sua fala. Assim, na multimodalidade identificada no discurso de A13, ele ilustra sua fala realizando o passo de dança, mas por não dominar a técnica necessária, finaliza a materialização do movimento com gestos, movendo as mãos para frente. A13 faz um uso híbrido de passo de dança e gesto incrementando seu discurso oral.

Relacionado à subjetividade dos alunos, o enunciado 100 evidencia a satisfação e envolvimento dos alunos ao apontar quando A2, A11 e A13, espontaneamente, dançam à frente da sala.

O comportamento mais reservado de A7, nas situações que os alunos dançam, pode estar relacionado com vergonha de dançar em público, preconceito de gênero em relação à dança, não domínio de técnica corporal e falta de coordenação motora. Sobretudo para este aluno, A7, a análise das respostas dadas por ele na entrevista final

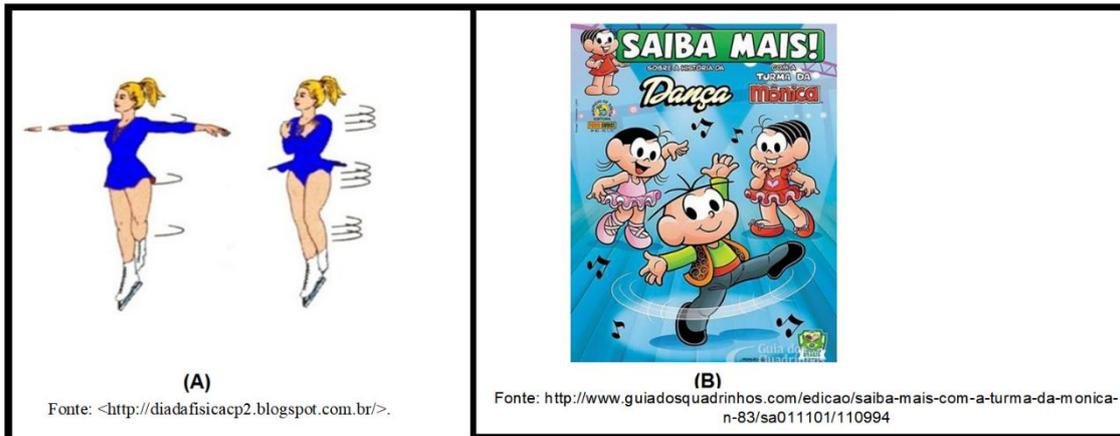
sobre sua relação com a dança, poderá ser importante para melhor compreender seu processo de subjetivação ocorrido no projeto.

Buscando outras evidências relacionadas ao processo de objetivação de saberes dos alunos, apresentamos a seguir as respostas dadas pelos alunos deste grupo às questões relacionadas ao saber Momento Angular.

Análise dos testes escritos do grupo G3

No teste diagnóstico para levantamento do saber atual, os alunos justificaram sobre o aumento na velocidade de rotação da patinadora, ao fechar os braços no momento do giro, como mostrado na situação (A) da Figura 26. No teste diagnóstico para levantamento do saber a ser atualizado, os alunos responderam por que o Cebolinha precisa, inicialmente, girar com uma perna aberta para executar o passo de *ballet fouetté*, como na situação (B) da Figura 26. As respostas dadas pelos alunos do G3 são apresentadas no Quadro 28.

Figura 26 – Figuras sobre Momento Angular nos testes diagnósticos



Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 28 – Respostas escritas dos alunos do Grupo 3 sobre Momento Angular

	Teste inicial	Teste final
Estudante	A figura mostra o aumento na velocidade de rotação da patinadora, ao fechar os braços no momento do giro. Por que isto acontece?	A figura mostra um <i>fouetté</i> , passo de ballet, realizado pelo Cebolinha, no momento em que uma de suas pernas “chicoteia” o ar. Usando conceitos de Conservação de Momento Angular, responda: Por que ele precisa inicialmente girar com uma perna aberta neste movimento?
A2	Porque aumenta a resistência.	Para ter um impulso.
A7	-	para ter um Mo menor.
A11	Ela perde um pouco do atrito do ar ao fechar os braços.	Gerar um impulso para começar o movimento de maneira estável.
A13	Pois com isso ela diminui a resistência do ar e aumenta a quantidade de movimento no giro.	Para que ele adquira maior velocidade quando fechar a perna.

Fonte: elaborado pelo autor.

No primeiro teste diagnóstico, era esperado do aluno, caso esse saber já estivesse sido atualizado em atividades em sala de aula, uma resposta que, citando a lei de Conservação do Momento Angular, explicasse que para compensar a redução da distância da posição das mãos ao eixo de rotação, ocorre um aumento da velocidade. Evidenciou-se que nenhuma das respostas dos alunos desse grupo fez menção a este saber da Física ou, com referência na Lei de Conservação a ele associada, conseguisse explicar a relação dos outros saberes envolvidos nesse movimento.

No segundo teste diagnóstico nenhuma das respostas dos alunos fez menção ao nome do saber questionado, com exceção de A7, que ao utilizar o signo Mo, supostamente, tentou se referir a Momento Angular. As respostas de A2 e A11, inclusive, associam o passo de dança analisado na questão a outro saber de Física, o Impulso. Já a resposta de A13 refere-se a um momento posterior do movimento, e não o momento inicial de execução do passo de dança que foi questionado. Portanto, essas respostas evidenciaram que o processo de atualização para Momento Angular ainda está em andamento, por tratar-se de um processo sempre inacabado, sendo necessária nova atividade em sala de aula abordando as situações pertinentes a este saber.

Análise da entrevista final do grupo G3

De forma similar à análise do G1 e do G2, buscamos discutir algumas questões da entrevista final, em que foi possível observar indícios de subjetividades em sua relação à

Física e à dança, para uma melhor compreensão do processo de subjetivação desses alunos, cuja justificativa está na descrita na página 101.

Perguntados sobre sua relação com a Física, antes do projeto, os alunos responderam que viam a Física como “uma matéria que traz dp (dependência, reprovação)” (A2), “apenas uma matéria mesmo. Lembrava do meu professor e das provas ferradas que ele passava” (A7), “uma matéria que englobava matemática” (A11) e “leis que regem a natureza, algo assim” (A13). As respostas dos alunos reverberam a crítica feita por Zanetic (2004), referindo-se a um ensino de Física que não permitiu a eles fazer relações entre ciência e questões sociais, expondo suas formas diferentes de pensar. Ou seja, um ensino que coloca em disputa os mundos da ciência e das humanidades, com abordagens estrita e demasiadamente técnica (SNOW, 1995).

Após participar do projeto, os alunos disseram sobre sua relação com a Física: “passei a me interessar mais” (A2), “mudou, tipo agora eu tenho mais conhecimento de Física pra entender as coisas de antes” (A11). As respostas de A2 e A11 evidenciam que a atividade que leve o aluno a ter interesse pela compreensão de saberes e fenômenos físicos, atualizando sua percepção de que a Física se limita à aplicação direta de formulas, provas ferradas e reprovações dos alunos.

Similarmente às respostas “eu parava pra analisar tudo direitinho não só aquele monte de fórmula, aquele monte de coisa, sabe? Agora melhorou bastante. Ver na prática é mais interessante” (A7) e “entendi os conceitos que eram abstratos pra mim” (A13), identificam o interesse dos alunos pela realização de uma tarefa que oportuniza diversas formas de refletir sobre saberes científicos, tornando-os realmente significativos aos alunos, características da atividade proposta pela TO (RADFORD, 2015).

Sobre sua relação com a dança, antes do projeto, os alunos disseram que viam a dança como “movimentos” (A2), “mexer o corpo quando tem uma música, assim, no ritmo” (A7), “Uma forma de se mover, coisa artística” (A11) e “sempre foi movimento artístico onde as pessoas faziam movimentos belos, algo do tipo” (A13). Evidencia-se que, até então, os alunos não atribuíam à dança a capacidade de promover discussões em todas as áreas do saber (SALMÁZIO, et al., 2013).

Ao dizer “passei até a analisar de uma maneira diferente. Nunca tinha pensado que a Física podia estar envolvida com a dança. É um meio que ninguém aborda, tanto que falei que não sabia que alguns conceitos de Física podiam ser vistos na dança”, a aluna A2 exhibe mudança na sua percepção em relação à dança. Sua resposta evidencia o

poder e autoridade, a materialidade e as potencialidades (características da TAM) do uso da dança, como um artefato cultural na atividade, na atividade em sala de aula.

A resposta de A7 à sua relação com a dança “mudou um pouco sim; tipo, fazendo aqueles exercícios e tudo o mais, pensando em mais como é que funcionava cada coisa, tipo, o que estava envolvido ali no meio”, evidencia que a atividade ofereceu, de acordo com Radford (2015), oportunidades diferentes de se pensar em Física para além de aplicação direta de fórmulas, enunciados e leis que, sem uma contextualização, não fazem sentido para os alunos.

A resposta de A11, na qual ele afirma que sua relação com a dança “melhorou um pouco, mais pelo conteúdo de Física, a dança ajudou bastante entender Física porque englobou mais conceitos no real mostrando como é que (se)faz. Você mostrando, fazendo, teorizando sobre algo, o troço é lindo” identifica toda a beleza existente na aproximação entre a Física e a dança, duas culturas que na escola podem se olhar com mais camaradagem (Snow, 2015), “possibilitando trocas de informações, experiências, criando novas possibilidades de ser e estar no mundo” (FREITAS, 2011, p. 58).

Em relação à dança ainda, A13 respondeu que “não achava que tinha tanta Física envolvida na dança. Gostei do Momento Angular porque foi aquilo lá eu nunca tinha visto direito. Não sabia que em cada passo tinha tantas leis”. Entendemos sua fala como referida a uma atividade que possibilitou a execução concreta de passos de dança propostos nos roteiros, contribuiu não para a visualização direta do saber de Física em sala de aula, mas para a explicação da execução daquele movimento a partir da aplicação de saberes de Física.

Deste grupo, outras respostas são importantes à nossa análise. “Gostei do método, principalmente quando a gente ia lá na frente fazer alguma coisa. Essas coisas não se fazem muito dentro de uma sala de aula, fez a turma interagir bastante. Tem muitas turmas aqui que eles (os alunos) não se conversam, sabe? Não são tão unidos. Tem turmas que são meio afastadas. Esse tipo de metodologia seria ideal pra aqui. Gostei muito de participar e vou sentir muito sua falta, professor”, dita por A2, evidencia que, mesmo não estando habituados esta metodologia, a atividade possibilitou uma forma de ensino e aprendizagem que levou os alunos a gostarem de trabalhar de forma conjunta, apesar de toda a formação individualista que eles têm.

Outra resposta de A7 que se destacou foi “o dia que mais gostou foi o dia que fez a apresentação. Eu acho que foi uma parte bem mais prática. Aquela parte foi bem mais legal e ver explicando lá, pensar melhor sobre o roteiro”. Importante lembrar que este

aluno no momento da elaboração do roteiro, com gestos e postura corporais, negou-se a ensaiar o passo de dança com outro aluno de seu grupo. De acordo com sua fala, do próximo Encontro (apresentação do roteiro) foi o dia que ele mais gostou, apesar de, neste dia, também não se dispor a executar os passos de dança do roteiro de seu Grupo. A discussão em pequenos grupos e depois o compartilhamento com todos os outros grupos, característica da atividade da TO, foi destacada e valorizada na resposta desse aluno.

Por fim, ao responder “o que eu mais gostei de verdade foi criar alguma coisa por nós mesmos, principalmente a parte de criar coreografia de dança, porque estava todo mundo envolvido e concentrado no que estava fazendo”, o aluno A13 sintetiza a potencialidade da atividade, inspirada na TO, de que, envolvendo Ciência e Arte, se dá voz aos alunos, envolvendo-os em um labor conjunto capaz de, verdadeiramente, atualizar saberes científicos e transformar o ser dos alunos e também do professor.

4.2.4 Processos de atualização do professor

É inegável que elaborar e realizar esta pesquisa me transformou enquanto ser humano, aluno e professor. No projeto “Física e Dança” tive oportunidade de contato com meus alunos como nunca antes havia vivenciado.

Certa vez, ouvi de um palestrante, em uma semana de formação docente, que a afetividade vem antes da aprendizagem. Confesso que essa frase ecoa dentro de mim toda vez que entro em uma sala de aula. Entretanto, foi na entrevista final realizada no projeto que, pela primeira vez como professor, ouvi os alunos falarem abertamente de suas percepções quanto à Física, muito associadas a medo, incapacidade de compreensão e falta de motivação para participar das aulas. Evidentemente que esses sentimentos também se devem à forma enrijecida e extremamente técnica que a Física é abordada em muitas escolas, mas agora percebo como a postura do professor em sala de aula promove esse distanciamento do aluno.

Mesmo depois de anos de estudos na graduação e no Mestrado, tantas vezes passei pelos mesmos sentimentos de incapacidade que acompanham os alunos da Educação Básica. Nesses momentos, quão importante foi o contato, presencial ou atualmente virtual, com minha orientadora. Percebi que como doutorando fui um aluno que precisou, e muito, da presença dela no labor conjunto que esta pesquisa exigiu. Hoje, consigo compreender os motivos que desencadeiam esses sentimentos nos meus alunos.

Esta pesquisa me mostrou, enquanto professor, que a Física pode ser abordada de uma forma mais envolvente, reduzindo o distanciamento e a estranheza existente entre as culturas científica e humanista.

Em minha pesquisa de Mestrado, meus alunos produziram vídeos de curta metragem sobre Radiações Ionizantes, em horário fora da sala de aula, sem minha presença com eles. No Doutorado, nas atividades de ensino e aprendizagem, participei de toda elaboração da proposta de roteiro dos alunos, discuti ideias, fomentei discussões, envolvi-me ombro a ombro com eles, de uma maneira que nunca antes havia vivenciado sendo professor.

No início do Doutorado, em 2016, participei de um concurso de ilustrações da Olimpíada Brasileira de Física. Meus alunos produziram desenhos sobre a Física nos esportes, muito dos quais, retratando situações de movimentos que continham erros quanto à aplicação de saberes de Mecânica Geral. Tive que, em horário contra turno, fazer reuniões com os autores desses desenhos, discutindo a aplicação equivocada desses saberes, orientando suas correções. Confesso que me surpreendi com a potencialidade que esta expressão artística trouxe à discussão científica. Hoje, para além da dança, contemplo as possibilidades que a arte agrega à Física, como o teatro, a poesia, o cinema, a pintura, entre outras. Saibam todos que a elas recorrerei.

Creio que neste processo de atualização, enquanto professor, passei a ver a questão da avaliação da aprendizagem dos meus alunos de uma outra perspectiva. Sendo professor da área de exatas esforço-me diariamente, evidentemente, para que a objetivação de conceitos científicos aconteça em minhas aulas. Percebo, entretanto, que, no foco deste processo existe um ser humano, em constante formação, com sentimentos aflorados, carente de acolhimento quanto às suas ideias, opiniões e maneiras pessoais de se expressar.

Reconheço meu papel não como detentor e transmissor de conhecimentos ou um estrategista que elabora caminhos solitários que levam o aluno à aprendizagem. Hoje, mais que nunca, percebo a importância que tenho, como professor, na trajetória escolar de cada um dos estudantes.

A dança, por estar relacionada diretamente a movimentos, foi um artefato cultural bastante adequado às discussões envolvendo saberes da Mecânica Geral. As atividades desta pesquisa permitiram transformar a sala em um ambiente no qual aconteceram, simultaneamente, objetividades (atualização de saberes de Física) e subjetividades (atualização do ser do aluno). Mesmo sendo dançarino, não domino a técnica corporal

avançada para realização de alguns passos de dança propostos nos roteiros dos alunos. Neste sentido, a análise gestual contribuiu para compreensão do discurso dos alunos em sala de aula. Isto demonstra que o professor não precisa ser um dançarino, um pintor, um músico, um poeta, um ator para utilizar expressões artísticas em sala de aula. Entretanto, deve estar atento às questões da subjetividade dos alunos reveladas na atividade.

Por fim, percebi que, no diálogo entre Ciência e Arte, sobretudo no ensino da Física, existem muitas possibilidades de elaboração de atividades que promovam um espetáculo que abarque todos os integrantes da sala de aula em um verdadeiro labor conjunto buscando a aprendizagem, no sentido amplo proposto pela TO.

CONSIDERAÇÕES: O aparente tom de conclusão

O encantamento proporcionado pela dança, como expressão artística, pela Física associada a saberes científicos, leis e fenômenos da Ciência, e o meu compromisso com a minha profissão, proporcionaram a realização desta tese, cuja materialização remete-nos à obra *O Gesto Inacabado*, que identifica este momento como “um fim, não em tom de conclusão, mas de abertura para futuras ampliações” (SALLES, 1998, p. 159).

Neste trabalho, buscamos apresentar as características marcantes do processo de ensino e aprendizagem de saberes de Mecânica Geral, conteúdos geralmente discutidos na 1ª Série do Ensino Médio, por meio do projeto de pesquisa intitulado “Atualização de saberes de Física em uma atividade usando a dança como artefato cultural”. Este estudo investigativo iniciou-se a partir de um convite aos alunos do IFMS para participar de um jeito novo de aprender e que deu origem ao projeto “Física e Dança” – palco da investigação que culminou nesta tese que se encontra no seu último ato.

Reconstituindo a gênese deste projeto de pesquisa, iniciaremos pela questão: por que Física e Dança? Começamos por esse questionamento porque, além do encantamento por essas duas áreas do conhecimento, a proposta de uni-las é um dos primeiros motivos dada a ausência de atividades envolvendo Ciência e Arte, reduzindo o distanciamento entre elas e aproveitando as oportunidades pedagógicas existentes nesse encontro. Ser professor de um Instituto Técnico Federal, que oferece um ensino regular integrado à uma formação técnica-profissional, facilita para que o aluno possa participar de formações complementares como projetos de pesquisas, monitorias, plantões de dúvidas, oficinas, viagens, visitas técnicas, entre outros. Todavia, essas são oportunidades muitas vezes perdidas, não aproveitadas pelos alunos, sobretudo pela alta taxa de evasão escolar causada e, quase sempre, pelo excesso de reprovações – principalmente das disciplinas científicas, como a Física –, nos semestres iniciais do Ensino Médio. Portanto, as dificuldades dos alunos com a aprendizagem de conceitos de Física, constituiu-se em um outro motivo.

Parte dos problemas da aprendizagem de Física deve-se à compreensão conceitual dos saberes que ela discute, em que uma das causas apontada pela literatura é a forma que ela é ensinada, baseada nas abordagens que reduzem a Física a uma aula onde os alunos resolvem exercícios por meio de substituição direta de valores em fórmulas fornecidas pelo professor, algo tantas vezes sem sentido para os alunos. O ensino tradicional baseado no formalismo matemático ainda é muito recorrente e também a forma com que os alunos

são incentivados a atuarem em sala e aula, ouvintes passivos que não expressam suas dúvidas, críticas e ideias, e a postura do professor, detentor do conhecimento a ser transmitido de forma direta aos alunos.

Os problemas do ensino de Física vivenciados por mim ao longo da minha trajetória como professor, sobretudo nessa escola, inspiraram a questão de investigação desta pesquisa: “Como uma atividade realizada na forma de labor conjunto, para elaboração e apresentação de um roteiro de dança, contribui para a atualização de saberes de Mecânica Geral?”

Buscando encontrar uma alternativa à forma enrijecida e desmotivante do ensino de Física e aproveitando as oportunidades institucionais de trabalho com os alunos no horário de contraturno, elaboramos e executamos o projeto “Física e Dança” para o desenvolvimento desta pesquisa de doutorado. Fundamentadas na Teoria da Objetivação, elaboramos várias atividades de ensino e aprendizagem, em que utilizamos a dança como artefato cultural, com o objetivo de investigar como ocorre o processo de atualização de saberes de Mecânica Geral abordados na 1ª Série do Ensino Médio e, ainda, se uma atividade usando a dança, como um artefato cultural, pode atualizar a percepção dos alunos em relação à Física e também à dança.

Para execução do projeto, foram realizados nove Encontros com os alunos. E para a constituição analítica desta tese, selecionamos episódios relevantes de dois Encontros, nos quais ocorreram a elaboração e apresentação/discussão dos roteiros de dança pelos grupos de alunos.

Nesta pesquisa, lançamos olhar sobre a aprendizagem dos alunos que, segundo a TO, abarca simultaneamente os processos de objetivação (atualização de saberes científicos) e subjetivação (transformação do ser dos alunos).

A dança, por entrelaçar saberes de Mecânica Geral, mostrou-se como uma excelente oportunidade de discutir e analisar a aplicação de saberes de Física em seus movimentos e, ainda, agregar uma linguagem mais artística à forma tecnicista que a Física é, em geral, apresentada aos alunos.

Sobre os processos de objetivação, evidenciamos que os discursos (oral e escrito) das alunas do G1 apresentaram problemas quanto ao significado (polissemia) atribuído à noção de grandezas, leis e fenômenos da Física. Seus discursos foram constituídos por fala, gestos e movimentos de dança (multimodalidade), quando não conseguiam elaborar explicações com a linguagem formal da Física, sobre os saberes Força Centrípeta, Impulso e Movimentos Circulares, abordados no roteiro de dança apresentado por elas.

Esses modos semióticos, utilizados por elas, não são considerados no ensino tradicional, entretanto, são meios que evidenciam o processo pelo qual os saberes foram colocados em movimentos durante o labor conjunto. Para elas, ao atribuírem o mesmo significado a uma grandeza e a um fenômeno da Física – velocidade e colisão, respectivamente –, sugere, evidentemente, um processo de atualização que está em andamento para os saberes de Mecânica Geral explorados no roteiro proposto.

O processo de objetivação do G2 foi marcado pelas tensões relacionais entre seus integrantes. Destacamos a participação do professor no labor conjunto, restabelecendo a harmonia entre os alunos, realizando uma obra comum a partir de um trabalho ombro a ombro com eles. O labor conjunto desse grupo evidenciou, como proposto pela TO, que o processo de atualização de saberes (processo de objetivação), neste caso, Movimento Circular, Pressão, Impulso e Centro de Massa, movimentados pela execução concreta das cenas do roteiro propostas por eles em sala de aula aconteceu envolto por influências manifestadas por sentimentos humanos (processo de subjetivação) que são relevantes e que interferem na aprendizagem, mas que nas abordagens individualistas não são levados em consideração. Observamos indícios do processo de objetivação acontecendo simultaneamente com o processo de subjetivação, como a TO sugere. Constatamos também o uso acentuado de gestos compondo o discurso oral do aluno A9, na elaboração de suas respostas pelo uso desse recurso semiótico, evidenciando o processo de atualização desse aluno, cujo desempenho o ensino tradicional não considera.

O grupo G3, não conseguindo executar concretamente alguns passos complexos de dança de seu roteiro, por exigirem maior domínio de técnica corporal, apresentou um discurso multimodal identificado por uso de fala, tentativas de execução de passo de dança e complementação do discurso com gestos, ou seja, um uso híbrido desses recursos semióticos.

De forma geral, os processos de objetivação ocorridos na atividade de elaboração, apresentação/discussão dos roteiros de dança, evidenciaram, como proposto pela TO, a imprevisibilidade existente na execução da atividade de ensino e aprendizagem (AEA) elaborada pelo professor. Assim, embora não sendo um dos objetivos da AEA, evidenciamos a atualização da técnica corporal necessária à execução concreta do passo de dança, como ocorrido com uma aluna do G1 e um aluno do G3.

As análises dos processos de objetivação também evidenciaram as dificuldades que os alunos têm em utilizar e descrever o caráter vetorial dos saberes de Mecânica Geral, observados em seus discursos orais e escritos, como por exemplo, nas especificações da

direção e sentido da Força Centrípeta, das trajetórias possíveis quando cessada ação de Força Centrípeta e em situações de soma de Impulso em elevação vertical de um corpo.

Sem fazer um estudo comparativo entre os grupos, buscamos identificar os processos ocorridos pertinentes para atualização de saberes de Física em cada grupo. Entretanto, há saberes de Física que devem ser atualizados antes ou paralelamente, e que interferem e podem servir como obstáculos no processo de atualização de outros saberes. Observou-se, nesta pesquisa, que a percepção do caráter vetorial de uma grandeza de Física vai além de uma experiência concreta, e que a falta de identificação deste caráter nas grandezas físicas como Força, Velocidade, Quantidade de Movimento e Impulso, dificulta a atualização desses saberes.

As dificuldades evidenciadas pelos alunos quanto ao caráter vetorial das grandezas físicas, cabe uma reflexão crítica em relação ao tipo de questões que foram por nós elaboradas e propostas aos alunos. Elas devem ser adequadas aos objetivos da AEA. Nesta pesquisa, propusemos questões e exercícios teóricos próximos do padrão formal comum à Física, cuja resolução, em alguns casos, exigiu somente a análise do caráter vetorial por parte do aluno. Nos Encontros 2 a 6, nos quais os saberes de Mecânica Geral foram abordados, o caráter vetorial desses saberes foi discutido, porém, não como um dos objetivos explícitos da atividade. E nos roteiros, poderíamos paralelamente ter dado maior destaque às implicações que o caráter vetorial imprime aos movimentos discutidos, promovendo um encontro mais amplo dos alunos com esses saberes. Possivelmente, reduziríamos as ocorrências de polissemia e multimodalidade no discurso, sobretudo escrito, desses alunos. Portanto, dada a importância do caráter vetorial das grandezas físicas, é necessário rever e propor novas AEA que tratem do processo de atualização de saberes físicos que são vetoriais.

A arte pode se assumir, como destaca Barbosa (1995), simultaneamente como um ato de conhecimento e de comunicação. Ao ficarem livres para produzir e criar, ocorre em sala de aula, a dicotomia entre as linguagens das culturas científica e humanista, nas criações dos alunos. Enquanto o discurso artístico (cultura humanista) permite a possibilidade de alçar voos liberando o imaginário dos alunos, o discurso científico (cultura científica) visa a necessidade, ou seja, a liberdade do imaginário deve dar-se dentro de certos limites da racionalidade (BARBOSA, 1995). Sendo assim, ao criar o roteiro de dança, discutindo saberes de Física, o grupo de alunos pôde propor uma cena em que o personagem “Velocidade” (cultura humanista) empurra um bloco no palco. Entretanto, o labor conjunto ocorrido na discussão dessa cena deve fazê-los compreender

as limitações conceituais que a Física (cultura científica) impõe a essa cena, levando-os a refletir e corrigir o nome deste personagem para “Força”, ao invés de Velocidade. Essa reflexão só foi possível porque, como a TO sugere, a atividade deve levar o aluno ao uso consciente dos saberes encontrados em sala de aula, como objetivamos nesta pesquisa.

Quanto ao processo de subjetivação, os elementos semióticos foram fundamentais à análise do labor conjunto ocorrido em sala de aula. As expressões corporais revelando desmotivação em se apresentar em público (A9), negação em dançar com outro homem publicamente (A7), expressões faciais e gestos revelando irritabilidade (A5), contribuíram na compreensão das subjetividades ocorridas no labor conjunto, simultaneamente à discussão de saberes de Física.

As análises retrataram a importância do papel do professor como mais um membro do grupo colaborando também nos processos de subjetivação dos alunos. No labor conjunto do G1, o movimento de rotação executado concretamente pelo professor com uma aluna que acreditava não ser capaz de realizar o passo de dança, por não ser tão magra, além de contribuir para o encontro dos alunos com os saberes envolvidos no movimento, foi importante para a reflexão e valorização da aluna, pelo rompimento de preconceitos quanto à estética corporal e, ainda, pela atualização da técnica corporal necessária à execução do passo de dança proposto no roteiro dos alunos.

Nos dois Encontros discutidos nesta pesquisa, o papel do professor sugerido pela TO foi fundamental à prevenção de quedas na execução dos passos de dança e restabelecimento da harmonia na relação dos alunos do G2. A realização do passo de rotação com um aluno de G3, foi importante para valorização desse aluno que, no instante anterior, teve seu convite para dançar recusado publicamente por outro aluno do grupo. A execução desta cena do roteiro do grupo, foi importante para redução do preconceito de gênero existente na dança e na percepção subjetiva dos alunos, contribuindo para o processo de subjetivação.

A mudança na percepção dos alunos em relação à Física está baseada na participação deles em uma AEA, elaborada à luz da TO, que imprimiu uma nova dinâmica à aula de Física, o labor conjunto.

Ao retornarem à abordagem da Física nos moldes do ensino tradicional, esses alunos não voltarão às suas percepções antigas, causadoras de sentimentos de medo, terror, incapacidade e desinteresse nas aulas, pois durante o desenvolvimento das AEA, ao longo do projeto, observamos os indícios de atualização em relação à percepção da Física e da dança, sugerindo a transformação desses sujeitos, de acordo com a TO.

Ainda relacionado ao processo de subjetivação, esses alunos passaram a reconhecer a necessidade da técnica corporal e a aplicação correta de saberes de Física na realização de passos de dança. Como alunos, dançarinos ou espectadores, seus olhares em relação à dança foram transformados, ao assistirem uma apresentação de dança, certamente, muitos a verão com outros olhos.

Quanto ao ensino e aprendizagem de Física, todos foram favoráveis à proposta e principalmente à atuação do professor. As abordagens individualistas não irão favorecer as novas percepções, razão pela qual os resultados desta investigação se apresentam como uma proposta inédita e inovadora para o ensino de Ciências/Física, ao valorizar não somente o processo de objetivação, mas ao considerar o processo de subjetivação na aprendizagem de saberes de Física e, portanto, na formação dos sujeitos.

Importante destacar que utilizamos 2 horas, em horário contraturno, para realização de cada Encontro do projeto “Física e Dança”. Procuramos evidenciar situações distintas do labor conjunto de cada um dos 3 grupos de alunos, subsidiando de informações o professor que se motivar a realizar uma atividade similar com seus alunos. Destacamos ainda que não é necessário que o professor seja um artista para se aventurar em realizar atividades envolvendo Ciência e Arte, elaboradas à luz dos pressupostos da Teoria da Objetivação, em sala de aula. Como apresentamos, técnicas simples de contração de abdômen contribuíram para a realização de passos de dança, importantíssimos para a materialização do saber em sala de aula.

Esta pesquisa analisou uma atividade inspirada em uma teoria inédita ao ensino da Física – a TO – aproximando duas culturas da humanidade, a científica e a humanista, que trouxeram uma nova dinâmica e dimensão à sala de aula. Com foco em uma aprendizagem que abarca atualização de saberes científicos e transformação do ser dos alunos, baseado nos princípios da ética comunitária, este tipo de atividade pode contribuir de forma decisiva para o desenvolvimento educacional e social do país.

Analisamos uma atividade realizada, na forma de labor conjunto, para elaboração e apresentação de um roteiro de dança que levasse ao encontro com saberes de Mecânica Geral – Impulso, Centro de Massa e Pressão –, contribuindo para a reflexão sobre diferentes movimentos de danças e os saberes de Física a eles associados, e desse modo valorizando e ampliando as ideias propostas e as soluções elaboradas pelos alunos. No projeto Física e Dança realizamos atividades que envolveram a participação de todos na realização de uma obra comum em sala de aula, dando voz aos alunos, respeitando as opiniões deles, considerando as diferentes formas de interação e expressão, por meio de recursos

semióticos nas manifestações dos alunos durante o encontro com os saberes de Física. A atividade ainda possibilitou a participação ombro a ombro entre alunos e o professor que, inspirado nos pressupostos da TO, harmonizou as situações de tensão relacionadas a questões emocionais e à realização da tarefa (execução do roteiro de dança na sala de aula), rompendo preconceitos relacionados à estética corporal e de gênero na dança.

Esses são os fatos, indícios e evidências que nos permitiram defender a tese em que a realização de uma atividade usando a dança como artefato cultural em sala de aula possibilita atualização de saberes de Mecânica Geral e, simultaneamente, transformam o ser do aluno, contribuindo para a atualização como sujeito de necessidades e sentimentos, no caso em questão, da percepção em relação à Física e à própria dança, e para o processo educacional.

Defendemos que a atividade envolvendo Física e dança pode, como expressa a obra *A necessidade da Arte* (FISCHER, 1976), alterar a identificação do aluno de espectador (puramente observador), para alguém que realmente se envolve com e na obra, como investigado nesta pesquisa, como o aluno que se envolve com todas as suas energias no labor conjunto, vivenciando na aula um fragmento que se acrescenta continuamente a outros fragmentos, na composição de sua humanidade.

Por fim, descrevemos um processo que fica sempre por se completar. Se a arte é imperfeita, da mesma forma que Mario de Andrade defendia que “fazer outra arte é a única receita para a doença estética da imperfeição” (SALLES, 1998, p. 30), como professores tenhamos a ousadia de sempre tentar recomeçar, se reinventar e se atualizar. Finalizamos este texto, mas não as possibilidades de novas atividades, futuros encontros e outras escritas. Como professor e investigador fica a certeza dos possíveis encontros (atualizações) em relação à minha docência e meu projeto didático-pedagógico. No processo de aprendizagem profissional como educador e educando, nos encontraremos com formações, instituições, procedimentos, prazos e condutas. Temos, porém, que ter a clareza da nossa incompletude e que necessitamos nos manter permanentemente em movimento, ao encontro de novos saberes e formas de pensamento, ou seja, como seres em fluxo, estamos constantemente em processo. E, neste caminho, vale a pena fazer da nossa aula um tempo e um espaço no qual a solidariedade, a responsabilidade e o respeito com o outro faz cada aluno se sentir envolvido no labor conjunto, que visa a aprendizagem ampla e para todos, e que ao ter a sua voz ouvida, possa criar, produzir e encontrar os saberes científicos e humanísticos de forma a contribuir para uma sociedade melhor para todos.

REFERÊNCIAS

ALFIANTI, D. A. Study of Stage Acoustic Parameters of Cak Durasim Concert Hall Surabaya for Javanese Traditional Dance Performance. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1153. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1153/1/012007>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

ALVES, A. M. O método materialista histórico-dialético: alguns apontamentos sobre a subjetividade. **Revista de Psicologia**. Unesp, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2010.

BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal**. Tradução de Paulo Bezerra. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

BARBER, R.; POPALISKY, P. Dancing with physics. **Physics**. 7. Disponível em: <<https://scholarcommons.scu.edu/physics/7>>. Acesso em: 21 maio 2019.

BARBOSA, P. **Metamorfoses do real**: arte, imaginário e conhecimento estético. Porto-PT: Afrontamento, 1995.

BINDER, J. M.; LANDIG, A. J. The Kaye effect. **European Journal of Physics**, 19 out. 2009, v. 30, n. 6. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0143-0807/30/6/S03/meta>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria J. Alvares, Sara B. Santos e Telmo M. Baptista. Porto-PT: Porto, 1994.

BORGES, R. M. **Atividades físicas e dança na Educação Integral de Jornada Ampliada**: práticas educativas que contribuem para o desenvolvimento integral do educando. 2017. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal da Fronteira Sul-UFFS, Erechin-RS, 2017.

BRAIT, B. Alguns pilares da arquitetura bakhtiniana, In: Brait, Beth (Org.) **Bakhtin conceitos-chave**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2018.

CARMO, R. S. B. **Ambiente virtual de aprendizagem em ondas e acústica para auxiliar o processo ensino e aprendizagem da física no ensino médio**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, 2013.

COLE, M. Psicologia sócio-histórico-cultural: algumas considerações gerais e uma proposta de um novo tipo de metodologia genético-cultural. In: WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVRAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Tradução de Maria G. Paiva e André R. Camargo. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 161-183.

COSTA, H. R. **Investigando a produção de significados sobre os números quânticos, as formas dos orbitais e as transições eletrônicas do modelo quântico por meio das ferramentas socioculturais**. 2019. 294 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista-Unesp, Bauru, 2016.

CRUZ, F. M. Elementos para uma análise multimodal da interação: um exemplo de correlação linguístico- gestual no autismo. In: GONÇALVES-SEGUNDO, P. R.; MODOLO, A. D. R.; SOUSA, D. R. DE; FERREIRA, F. M.; COAN, G. I.; BRITTO-COSTA, L. F. (Org.). **Texto, discurso e multimodalidade: perspectivas atuais**. São Paulo: Paulistana, 2017a.

D'AMBROSIO, U. Prefácio. In: GOBARA, S. T.; RADFORD, L. (Orgs.). **Teoria da Objetivação: fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2020, p. 7-14.

DEITOS, J. M.; SOBZINSKI, J. S. O materialismo histórico e dialético: contribuições para a análise de políticas educacionais. **Impulso**, v. 25, n. 63, p. 101-118, maio-ago. 2015.

DIAS, A. M. M. **Laboratórios de aprendizagem: novas estratégias de ensino para oficinas de astronomia e física**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade do Grande Rio-UGR, Duque de Caxias-RS, 2012.

DIAS, M. A.; CARVALHO, P. S.; VENTURA, D. R. et al. The behaviour of the centre of mass in a ballerina while performing a *Grand Jeté*. **Physics Education**, v. 53, n. 2, p. 1-9, 2018.

DILEM, G. P. Os gêneros do discurso, a multimodalidade e a formação do leitor. In: GOMES, A.G.; FILHO, E.R.; CARVALHO, L.Q.; POMPERMAYER, S.F. (Orgs.). **A leitura na escola: a sala de aula como espaço dialógico**. Vitória-ES: Edifes, 2017, p. 24-36.

DINIZ, I. K. S. **A dança no ensino médio: material didático apoiado pelas TIC**. 2017. 358 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias) – Universidade Estadual Paulista-Unesp, Rio Claro, 2017.

DIONÍSIO, A. P. Multimodalidade discursiva na atividade oral e escrita. In: MARCUSCHI, L. A. e DIONÍSIO, A. P. **Fala e Escrita**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p. 177-204.

DUMRAUF, A. G.; CORDERO, S. "¿Qué cosa es el calor?" Interacciones discursivas en una clase de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 2, p. 123-147, 2004.

EL-HANI, C. N.; SEPÚLVEDA, C. Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. R. (Orgs.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006, p. 161-212.

FISCHER, E. (1959). **A necessidade da arte**. 5. ed. Tradução de Leandro Konder. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

FRANCO, L. I. A. **Um caminho para a dança na Educação Física escolar: dinâmicas pautadas nos pilares básicos da Educação/UNESCO**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado em Esporte e Exercício) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM, Uberaba-MG, 2015.

FREITAS, L. M. **O ensino da dança nas escolas municipais de Corumbá-MS: realidade e contradição**. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação Social) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS, Corumbá-MS, 2011.

FRIEDRICH, B. M.; JULICHER, F. The Stochastic Dance of Circling Sperm Cells: Sperm Chemotaxis in the Plane. 18 dez. 2008. **New Journal of Physics**, v. 10, dez. 2008. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1367-2630/10/12/123025/pdf>> Acesso em: 02 jul. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILBERT, M.; LIMA, A. "Let's Defeat Traffic": A Verbal-Visual Analysis of the Meaning and Theme of a Word on a Cover of *Época Magazine*. **Bakhtiniana, Rev. Estud. Discurso**, v. 12, n. 1, p. 76-90, abr. 2017.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagem nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GOBARA, S. T.; SILVA, R. C.; PLAÇA, J. S. V. A Teoria da Objetivação: novas perspectivas para o ensino e aprendizagem de Física. **Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente, Humait.**, Amazonas, v. 23, n. 2, p. 47-69, jul./dez. 2019.

GOMES, S. L. A aranha baba e tece a teia ao mesmo tempo. In: MOMMENSOHN, M.; PETRELLA, P. (Orgs.). **Reflexões sobre Laban, o mestre do movimento**. São Paulo: Summus, 2006.

HANDAYANI, L; NUGROHO, S. E.; ROHIDI, T. R.; WIYANTO. Elementary school science analog sources derived from coastal traditional art: Topeng Endel dance. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1170. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1170/1/012037/meta>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HICKMAN, J. B. Moon dance: A “handy” way to teach moon phases. **The Physics Teacher**. v. 31, 178. 04 jun. 199. Disponível em: <<https://aapt.scitation.org/doi/abs/10.1119/1.2343708>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

KENDON, A. **Gesture: Visible Action as Utterance**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

LANGLANG H., MAHARDIKA P. A., SUSILO, S.; PUTUT M. J. Bringing Javanese Traditional Dance into Basic Physics Class: Exemplifying Projectile Motion through Video Analysis. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 739, n. 1. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/739/1/012073>>. Acesso em: 20 maio 2019.

LAWS, K. **Physics Today**. 01 fev. 1985, v. 38, n. 12, p. 24. Disponível em: <<https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.880998>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

LEONTIEV, A. N. The Genesis of Activity. **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 43, n. 4, p. 58-71, jul./ago 2005.

LIMA, L. G.; CORALLO, M. V.; RICARDO, E. C. Professor, por que eu tenho que estudar Física? A Física e literatura como promotora de sentidos em processos argumentativos. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 22, 2017. São Carlos, **Anais**. São Carlos: IPEN. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/citations?user=IHH6rg4AAAAJ&hl=pt-BR>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

LYNCH, A., MAJEED, B. O'FLYNN B. et al. A wireless inertial measurement system (WIMS) for an interactive dance environment. 2005. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 15. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/15/1/016>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MELCHERT, A. C. L. **A descoberta da cultura velada e dos gestos vitais: um aprofundamento no eixo Inventário no Corpo do Método BPI (Bailarino Pesquisador-Intérprete)**. 2010. 371 f. Tese (Doutorado em Artes) – Universidade Estadual de Campinas-Unicamp, Campinas, 2010.

MESQUITA, M. O. A. L. **Significações culturais e simbólicas do corpo do Balé Folclórico da Bahia: uma herança sagrada para a Educação Física**. 2018. 154 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal, 2018.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**. v. 32, n. 94, p. 73-80, set./dez. 2018.

MORETTI, V.; PANOSSIAN, M. L.; RADFORD, L. Questões em torno da Teoria da Objetivação. **Revista de Didat. e Psic. Pedag.** v. 2, n. 1, p. 230-251, 2018.

MOREV, B. Abordagem semiótica na Teoria da Objetivação. In: GOBARA, S. T.; RADFORD, L. (Orgs.). **Teoria da Objetivação: fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2020, p. 43-70.

MYLOTT, E. et al. Kinesthetic Activities for the Classroom. Article (PDF Available). **The Physics Teacher**. v. 52, n. 9, nov. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/269636481_Kinesthetic_Activities_for_the_Classroom>. Acesso em: 24 maio 2019.

NARDI, R. A pesquisa em ensino de Física no Brasil considerações sobre suas origens, expansão e perspectivas. In: SIPEQ SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS

E ESTUDOS QUALITATIVOS, 5, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: Unioeste, maio/jun. 2018. Disponível em: <<https://sepq.org.br/eventos/vsipeq/documentos/43678106820/60>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

NOGUEIRA, M. L. G. A. **Diálogos entre ciências e ficção científica**: uma estratégia para discutir ética científica baseada na teoria da objetivação. 2019. 210 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

NUNES, T. S.; CASTRO, R. G., MOTOKANE, T. Os diferentes gêneros textuais e a promoção da alfabetização científica: análise de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. **Revista Ciências & Ideias**, v. 9, n. 2, p. 155-169, maio/ago. 2018.

NUSSIPBEKOV, A. K., AMIRGALIYEV, E. N.; HAHN, M. Kazakh Traditional Dance Gesture Recognition. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 495, conference 1, 2014. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/495/1/012036>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

OGUZ, A. The comparison of sociohistorical and sociocultural theories in education. **Hasan Ali Yucel Egjtim Faklitesi Dergisi**, v. 7, n. 1, p.1-18, 2007.

OLIVEIRA, A. A. **Física e ficção científica**: desvelando mitos culturais em uma educação para a liberdade. 2010. 238 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, L. M.; GOMES, L. Einstein e a relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 943-961, dez. 2016.

OLIVEIRA, R. M. **A cultura do fandango no litoral do Paraná e suas relações entre trabalho, cultura popular e lazer na sociedade capitalista**. 2005. 190 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2005.

OSSONA, P. **A educação pela dança**. Tradução de Norberto Abreu e Silva Neto. São Paulo: Summus, 1988.

OWEN, A.; WHITING, S. S. **The physics of some dance movements**: Physics Education. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/231084770_The_physics_of_some_dance_movements>. Acesso em: 02 jul. 2019.

PEREIRA, A. P. **O pensamento heurístico em diferentes contextos socioculturais**: o ensino da natureza da ciência. 2015. 273 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2015.

PERRELLI, M. A. S. **Tornando-me professora de ciências com alunos indígenas Kaiowá e Guarani**. 2007. 307 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, Bauru, 2007.

POPE, B.; MARTINACHE, F.; TUTHILL, P. Dancing in the Dark: New Brown Dwarf Binaries from Kernel Phase Interferometry. 2 apr. 2013. **The Astrophysical Journal**, v. 767, n. 2. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/767/2/110>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

PRADO, L. A. G. **Matemática, física e música no Renascimento**: uma abordagem histórico-epistemológica para um ensino interdisciplinar. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2010.

PUGLIESE, R. M. **Consumindo a Física na escola básica**: a sociedade do espetáculo e as novas propostas curriculares. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação de Ciências) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2011.

QUEIROZ, I.; ZANELATO, J.; OLIVEIRA, K. Análise da conversação em uma entrevista: interação entre falantes. **Revista Anagrama**, v. 3, p. 1-13, 2008.

RADFORD L.; SABENA, C. The Question of Method in a Vygotskian Semiotic Approach. In: BIKNER-AHSBAHS A., KNIPPING C., PRESMEG N. (eds.) **Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education**: Advances in Mathematics Education. Springer, Dordrecht, 2015, p. 158-182.

RADFORD, L. Elementos de uma teoria cultural de la objetivación. **Revista Latinoamericana de Investigación em Matemática Educativa, Special Issue on Semiotics, Culture and Mathematical Thinking**, p. 103-129, 2006.

_____. Culture and cognition: Towards an anthropology of mathematical thinking. In: L. English (Ed.), **Handbook of international research in mathematics education** (2nd edition). New York: Routledge, Taylor and Francis, 2008, p. 439-464.

_____. Three key concepts of the theory of objectification: Knowledge, knowing, and learning. **Journal of Research in Mathematics Education**, v. 2, n. 1, p. 7-44, 2012.

_____. **On Semiotics and Education**. 7. jan. 2013. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/educationdidactique/1668>>. Acesso em: 28 maio 2019.

_____. Cultura e história: dos conceptos difíciles y controversiales en las aproximaciones contemporáneas en la educación matemática. In: ABREU M., & FARIAS C., (Eds.), **Cultura, práticas sociais e educação matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2013. Disponível em: <<http://www.luisradford.ca/pub/Cultura%20Historia%20y%20Pensamiento%20Matematico.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2019.

_____. De la Teoría de la Objetivación. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**, v. 7, n. 2, p. 132-150, 2014.

_____. Methodological Aspects of the Theory of Objectification. **Revista Perspectiva da Educação Matemática**, número especial, p. 547-567, 2015.

_____. The theory of objectification and its place among sociocultural research in mathematics education. **International Journal of Research in Mathematics Education**, v. 6, n. 2, p. 187-206, 2016.

_____. **Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas:** problemas semióticos, epistemológicos y prácticos. DIE. Doctorado Interinstitucional en Educación, Énfasis matemática. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. 2017.

_____. Ser, Subjetividad y Alienación. In: D'AMORE, B.; RADFORD, L. (Eds.). **Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos.** 1. ed. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017a, p. 137-165.

_____. A Teoria da Objetivação e seu lugar na pesquisa sociocultural em educação matemática. In: MORETTI, V. D.; CEDRO, W. L. (Orgs.). **Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural:** um olhar sobre as pesquisas. 1. ed. Natal-RN: Mercado de Letras, 2017b, p. 229-261.

_____. **Panorama geral sobre a Teoria da Objetivação.** Notas de aula 2. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), fev./jul. 2018.

_____. Algunos desafíos encontrados en la elaboración del a Teoría de la Objetivación. **PNA. Revista de Investigación em Didáctica dela Matemática,** v. 12, n. 2, p. 61-80, 2018a.

_____. Un recorrido a través de la Teoria de la Objetivación. In: GOBARA, S. T.; RADFORD, L. (Orgs.). **Teoria da Objetivação:** fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática. São Paulo: Livraria da Física, 2020, p. 15-42.

ROCA, C. F. Understanding "Human" Waves: Exploiting the Physics in a Viral Video. Jan. 2017. *Physics Education.* v. 53, n. 1. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1162154>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

ROCHA L.; MAGALHÃES JUNIOR C. A. O.; NEVES, M. C. D. Ciência e arte: possibilidades de diálogo entre a razão e a emoção. **Valore,** v. 3 (número especial), p. 312-321, 2018.

ROGOFF, B. Observando a atividade sociocultural em três planos: apropriação participatória, participação guiada e aprendizado. In: WERTSCH et al. **Estudos socioculturais da mente.** Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 123-142.

SALLES, C. A. **Gesto inacabado:** processo de criação artística São Paulo: FAPESP/Annablume, 1998.

SALMÁZIO, L.G. M, R. et al. Educação inclusiva: a dança como construção de novos saberes. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EDUCERE, 13, 2013. Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, set. 2013. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/9691_6216.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

SANTOS, N. R. O. **A presença do teatro no ensino de Física.** 2004. 173 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2004.

SESSA, P. S. **As ferramentas culturais e a construção de significados em atividades de campo:** demandas para o ensino de biologia. 2013. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2013.

SILVA, J. A. V. **Banda sustentável**: confecção de instrumentos musicais no ensino da acústica. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Nacional de Brasília-UnB, Brasília, 2018.

SILVA, J. F. C. **O ensino de Física com as mãos**: Libras, bilinguismo e inclusão. 2013. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2013.

SILVA, P. C. C. **O ensino-aprendizado da capoeira nas aulas de educação física escolar**. 2009. Tese. 259 f. (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas-Unicamp, Campinas, 2009.

SNOW, C.P. **As duas culturas e uma segunda leitura**: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. Tradução de Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Rezende Neto. São Paulo: Edusp, 1995.

_____. **As duas culturas**. São Paulo: Edusp, 1997.

SOARES, A. **Educação física e família**: construindo aproximações por meio da dança na escola. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2009.

SOUZA, P. H. **Epistemologia e cultura no ensino de física**: desvelando os conceitos de tempo e espaço. 2014. 377 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2014.

STRAZZACAPPA, M. A educação e a fábrica de corpos: a dança na escola. **Cad. CEDES**, v. 21, n. 53, p. 69-83, abr. 2001.

TAVARES, L. H. M. DA C. Gêneros e multimodalidade discursiva nas histórias em quadrinhos. **Revista Prolíngua**, v. 5, n. 2, p. 69-80, 2010.

TORRES, M. D A.; WIESCHER, M. Quantum partner-dance in the $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$ system yields sub-Coulomb fusion resonances. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 492, conference 1. 2004. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/492/1/012006/meta>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

VERDERI, E. **Dança na Escola**: uma proposta pedagógica. São Paulo: Phorte, 2009.

VENEU, A. A. **Perspectivas de professores de física do ensino médio sobre as relações entre o ensino de física e o mercado de trabalho**: uma análise bakhtiniana. 2012. 220 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) – Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, 2012.

VICENTE, G. P., & BONGESTAB, C. Textos multimodais como linguagem contemporânea. **Open Minds International Journal**, v. 1, n. 2, p. 25-35, 2020.

VYGOTSKY, L., S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

WERTSCH J. V. A necessidade da ação na pesquisa sociocultural. In: WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVRAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Tradução de Maria G. G. Paiva e André R. T. Camargo. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 56 a 71.

_____. **Mind as Action**. New York: Oxford University Press. 1999.

_____. A aproximação sociocultural à mente, de J. V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.

WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVRAREZ, A. Estudos socioculturais: história, ação e mediação. In: _____. **Estudos socioculturais da mente**. Tradução de Maria G. G. Paiva e André R. T. Camargo. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 11-38.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49), p. 39-57, jan./abr. 2006.

_____. Física e Cultura. **Ciência e Cultura**. Campinas, v. 57, p. 21-24, 2004.

APÊNDICE A

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**ENSINO DE FÍSICA E A PRODUÇÃO DE ROTEIRO DE DANÇA SOB O OLHAR DA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA**”, de responsabilidade do pesquisador Ronaldo Conceição da Silva.

A finalidade desta pesquisa é investigar a formação de conceitos de Física do Ensino Médio, a partir da elaboração de um roteiro de espetáculo de Dança sobre conceitos físicos de Mecânica Geral.

Serão convidados 10 alunos, regularmente matriculados em Física², podendo ter de 15 (quinze) a 18 (dezoito) anos de idade. Serão realizados 9 (nove) encontros, nas próprias dependências do campus Campo Grande do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, com duração de 2 (duas) horas cada um, sendo realizados no período vespertino, horário em contrarturno, evitando faltas às aulas regulares.

No primeiro encontro será realizada uma avaliação escrita sobre conceitos de Física e uma entrevista individual sobre suas condições sociais e culturais. Do segundo ao sexto encontros, serão realizadas atividades de atualização de conceitos físicos como Força, Pressão, Centro de Massa, Quantidade de Movimento, Impulso e Conservação de Momento Angular. No sétimo e no oitavo encontros será construído coletivamente um roteiro de espetáculo de dança sobre conceitos de Física. No nono encontro será realizada uma avaliação escrita conceitual sobre conceitos de Física e uma entrevista individual sobre suas percepções quanto à participação nos encontros.

Os dados levantados nas entrevistas, nas interações entre os alunos, na produção escrita dos alunos como resoluções de exercícios e do próprio roteiro produzido, serão analisados buscando indícios de aprendizagem de Física e valoração em relação à Dança.

Todas as atividades realizadas nos encontros, bem como as entrevistas individuais, serão gravadas e filmadas. Os registros e as filmagens realizadas nos encontros, só serão vistos pelos pesquisadores. Além disso, nenhum participante será identificado na pesquisa. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Para participar da pesquisa, informo que a gravação de áudio e filmagem é fundamental.

Você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo. Esta pesquisa pode gerar risco mínimo relacionado ao constrangimento em ter imagens e áudios gravados nos encontros, ficando garantida sua recusa na participação de qualquer atividade, excluindo-se do grupo em qualquer momento.

Os movimentos de dança propostos por você serão realizados por meio de esquemas gráficos e transcrições de textos. Os benefícios da participação para você relacionam-se à atualização dos conceitos de Física e valores relacionados à dança.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento, sem prejuízo. A participação nesta pesquisa é gratuita, não havendo assim nenhuma forma de ressarcimento financeiro.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para Ronaldo Conceição da Silva, no telefone (067) 99951-1233, celular e whatsapp, ou pelo e-mail rconsilva@hotmail.com. Para perguntas sobre seus direitos a respeito da pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 3345-7187 ou pelo e-mail cepconep.propp@ufms.br.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será fornecida a você e a outra arquivada pelo pesquisador responsável, por cinco anos e após esse período será devidamente descartado junto com todo o material gravado e filmado nos encontros. Os resultados parcial e final deste estudo poderão ser apresentados em eventos científicos e na mídia, ficando garantida a sigilosidade e privacidade de sua identificação.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Campo Grande/MS, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do pesquisador

Ronaldo C. da Silva.

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Este é um convite para participação do menor sobre sua responsabilidade na pesquisa “**ENSINO DE FÍSICA E A PRODUÇÃO DE ROTEIRO DE DANÇA SOB O OLHAR DA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA**”, proposta pelo pesquisador Ronaldo Conceição da Silva.

A finalidade desta pesquisa é investigar a formação de conceitos de Física do Ensino Médio, a partir da elaboração de um roteiro de espetáculo de Dança sobre conceitos físicos de Mecânica Geral.

Serão convidados 10(dez) alunos, regularmente matriculados em Física2, podendo ter de 15 (quinze) a 18 (dezoito) anos de idade. Serão realizados 9 (nove) encontros, nas próprias dependências do campus Campo Grande do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, com duração de 2 (duas) horas cada um, sendo realizados no período vespertino, horário em contraturno, evitando faltas às aulas regulares.

No primeiro encontro será realizado um teste escrito sobre conceitos de Física e uma entrevista individual sobre suas condições sociais e culturais. Do segundo ao sexto encontros, serão realizadas atividades de atualização de conceitos físicos como Força, Pressão, Centro de Massa, Quantidade de Movimento, Impulso e Conservação de Momento Angular. No sétimo e no oitavo encontros será construído coletivamente um roteiro de espetáculo de dança, sobre conceitos de Física. No nono encontro será realizado um teste conceitual sobre conceitos de Física e uma entrevista individual sobre as percepções dele sobre a participação nos encontros.

Os dados levantados nas entrevistas, nas interações entre os alunos, na produção escrita dos alunos como resoluções de exercícios e do próprio roteiro produzido, serão analisados buscando indícios de aprendizagem de Física e valoração em relação à Dança.

Todas as atividades realizadas nos encontros, bem como as entrevistas individuais, serão gravadas e filmadas. Os registros e as filmagens realizadas nos encontros só serão vistos pelos pesquisadores. Além disso, nenhum participante será identificado na pesquisa. Se você autorizar a participação dele/dela na pesquisa, o nome e identidade dele/dela serão mantidos em sigilo. Para participar da pesquisa, informo que a gravação de áudio e filmagem é fundamental.

Você e ele/ela serão informados periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a vontade dele/dela em continuar participando do estudo. Esta pesquisa pode gerar risco mínimo relacionado ao constrangimento em ter imagens e áudios gravados nos encontros, ficando garantida sua recusa na participação de qualquer atividade, excluindo-se do grupo em qualquer momento.

Os movimentos de dança propostos por ele/ela serão realizados por meio de esquemas gráficos e transcrições de textos. Os benefícios da participação para ele/ela relacionam-se à atualização dos conceitos de Física e valores relacionados à dança.

A participação no estudo é voluntária. Ele/ela pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento, sem prejuízo. A participação nesta pesquisa é gratuita, não havendo assim nenhuma forma de ressarcimento financeiro.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para Ronaldo Conceição da Silva, no telefone (067) 99951-1233, celular e whatsapp, ou pelo e-mail rconsilva@hotmail.com. Para perguntas sobre seus direitos a respeito da pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 3345-7187 ou pelo e-mail cepconep.propp@ufms.br.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será fornecida a você e a outra arquivada pelo pesquisador responsável, por cinco anos e após esse período será devidamente descartado junto com todo o material gravado e filmado nos encontros. Os resultados parcial e final deste estudo poderão ser apresentados em eventos científicos e na mídia, ficando garantida a sigilosidade e privacidade da identificação do menor.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que autorizo a participação do menor sob minha responsabilidade.

Campo Grande/MS, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do Responsável pelo menor.

Assinatura do pesquisador
Ronaldo C. da Silva.

APÊNDICE C

Entrevista individual

Questionário sociocultural

Assunto	Pergunta
Formação dos pais	Seus pais estudaram até que série?
Situação financeira	Quais pessoas moram em sua casa? Qual a profissão delas? Elas trabalham em que? Onde elas trabalham?
Acesso à cultura	Você frequenta peça de teatro? Como espectador? Participa de algum grupo? Dança: acesso gratuito ou pago? Numa ONG, na igreja? Música: que tipo de música você ouve? Qual estilo? Poesia: lê, escreve. Cinema: qual estilo você gosta? Já assistiu filmes sobre dança?
Religiosidade	Você pratica alguma religião? Você frequenta a igreja? Com que frequência? E as pessoas da sua família? Alguém de sua família influencia na sua religião?
Questões de gênero	
Relacionamento em sala	Quais são melhores amigos na sala de aula? (buscar indícios de quais não gosta) - E os outros? Você não gosta deles? Qual sua relação de amizade com os outros?

Relacionamento familiar	Você se dá bem com quais pessoas de sua família? Por quê? E quanto aos outros?
Tipo de música apreciada	Qual estilo de musica você gosta de ouvir? Por quê? Por qual meio você tem acesso a ele? Rede social, bailes, festa familiar, etc.
Sobre Dança	Você gosta de dançar? Qual seu estilo de dança predileto? Por que você gosta (ou não gosta?) Qual é a sua dificuldade ou facilidade em dançar?
Física e dança	Em sua opinião, uma atividade de dança pode ser usada para ensino e aprendizagem de conteúdos de qual (quais) disciplina(s)? Por que só nesta(s)?

Questionário histórico de Física

Ensino fundamental e a Física	Você estudou Física no 8º ano? E no 9º? Se sim, quantas aulas teve por semana? Como foi o ensino de Física durante o ano todo?
O curso de Física1	Você gosta da disciplina de Física? Por que você gosta (ou não gosta)? Que materiais seu professor usou no ensino de Física1?
Tipo de recursos utilizados no ensino de Física	De que maneira foi ensinado Física1? Você teve alguma dificuldade no estudo de Física1? Quais assuntos você estudou em Física1?
Proposta para melhoria do ensino de Física 02	Que assunto de Física1 você mais gostou? Do que você não gostou? Na Física2 você gostaria de ter aulas com recursos diferentes? Por quê? Que tipo de recursos você gostaria que seu professor usasse?

Você já teve aula de Física de forma diferente?

Você tem sugestões para melhorar a forma de ensinar Física?

- Analise a possível mascote para esta pesquisa sobre Física e Dança mostrada na Figura 1. Quais conceitos de Física você reconhece a essa imagem?

a) É uma boa imagem para representar um projeto sobre Dança?

() sim () não

Por quê?



Figura 1:

https://st3.depositphotos.com/12220922/15747/i/1600/depositphotos_157477658-stock-photo-ballet-hypopotamus-animal-hippo.jpg

- Dê um nome para a Mascote? Justifique.

APÊNDICE D

Primeiro teste diagnóstico (para levantamento do saber atual)

A partir da análise da tirinha 1, responda:



Tirinha 1

<http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira5.htm>

01) Considerando que todos os personagens da Tirinha 01 saíram no mesmo momento do ponto de partida, fizeram o mesmo percurso e chegaram ao mesmo ponto final, qual dos três desenvolveu maior velocidade média no trajeto? Por quê?

02) Como calcular a velocidade média do Cebolinha na corrida?

03) Considerando que todos os corredores da Tirinha 2 partiram do mesmo ponto e no mesmo momento, quem acelerou mais nesta corrida? Por quê?



Tirinha 2

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira33.htm>

04) Quando soltamos uma pedra de um prédio bem alto, no nível do mar, ela cai submetida a uma aceleração da gravidade de valor aproximado 10 m/s^2 . Desconsiderando qualquer força de atrito durante a queda:

a) qual é a velocidade inicial da pedra?

b) Qual o valor da velocidade da pedra depois de 3 segundos de queda? Por quê?

05) Considere, primeiramente, **os movimentos** dos carrinhos e do avião da tirinha 3 **sem aceleração**,



Tirinha 3

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira65.htm>

- a) Quais são as forças que estão atuando nos carrinhos da tirinha 03?
 - b) Qual é a força resultante no carrinho? Por quê?
 - c) Quais são as forças que estão atuando no aviãozinho? Qual o valor da força resultante nele?
 - d) Qual o valor da força resultante no aviãozinho? Por quê?
- 06) Considere agora **os movimentos** dos carrinhos e do avião com **aceleração**.
- a) Quais são as forças que estão atuando nos carrinhos da tirinha 03?
 - b) Qual é a força resultante no carrinho? Por quê?
 - c) Quais são as forças que estão atuando no aviãozinho?
 - d) Qual é a força resultante no aviãozinho? Por quê?
- 07) Considere as situações da tirinha 4. Quais são as forças que agem nas maçãs?



Copyright © 1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Tirinha 4

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira17.htm>

08) As maçãs da tirinha 04 têm aceleração? Se sim, qual (quais)?

09) O que é massa, do ponto de vista da Física?

10) Como podemos calcular o valor da massa de um corpo?

11) O Cebolinha é uma criança que tem uma massa de 40 kg. Considerando a aceleração da gravidade no nível do mar aproximadamente 10 m/s^2 , o seu peso é aproximadamente de 400 N. Ele vai passear em uma região em que a aceleração da gravidade é aproximadamente $9,5 \text{ m/s}^2$.

a) O seu peso nesta região é maior, menor ou igual a 400 N? Por quê?

b) E a sua massa é maior, menor ou igual a 40 kg? Por quê?

Com base na tirinha 5, responda:



Copyright © 2002 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

6808

Tirinha 5

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira88.htm>

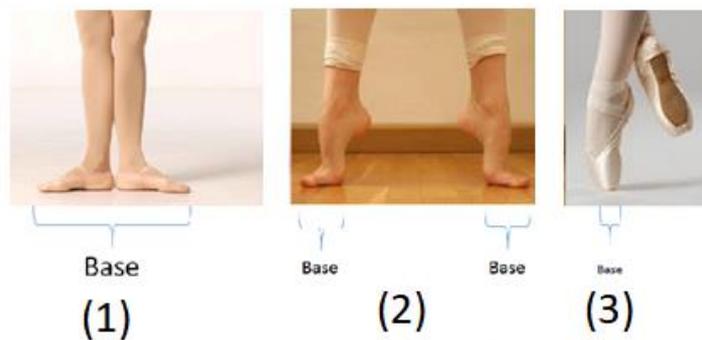
12) Qual é o motivo mais provável do choro da Mônica?

13) Por que o sapato do Cebolinha fez a Mônica chorar?

14) Se o Cebolinha pisasse nos pés da Mônica, apoiado sobre os calcanhares, a sensação de dor da Mônica, reduziria, aumentaria ou ficaria igual? Por quê?

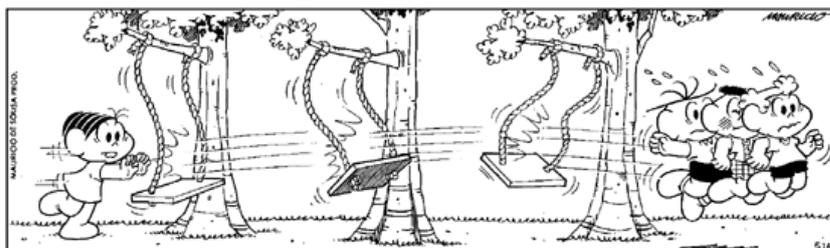
15) A Figura 1 apresenta três maneiras de apoio de uma bailarina. Qual destas maneiras é a que mais provavelmente pode causar maior dor na bailarina? Por quê?

Figura 1- três posições de apoio de uma bailarina (adaptada)



Fonte: <http://anobotafogoboutique.com.br/a-manutencao-do-equilibrio/>

16) Um dos conceitos abordados em Física é a quantidade de movimento. Depois do empurrão dado pela Mônica, na tirinha 6, o valor da quantidade de movimento dos meninos aumentou, reduziu ou ficou inalterada? Por quê?



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5140

Tirinha 6

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira148.htm>

17) Qual é a grandeza física associada à ação do Cebolinha para pular o barranco na tirinha 7?



Tirinha 7

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/fovest/20021110-puc-corecao.pdf>

18) Quando damos um chute em uma bola, como o jogador na Figura 2, nosso pé permanece em contato com a bola por um pequeno intervalo de tempo.

Figura 2 - chute de um jogador



Fonte: <https://sites.google.com/a/vitoriafc.com.br/aquiazul/1-tempo/chute>

a) Qual é o nome do conceito físico associado à ação aplicada pelo pé sobre a bola?

b) Um jogador dá dois chutes na bola inicialmente parada. No primeiro chute, seu pé toca a bola por 0,5 segundos. No segundo chute seu pé toca a bola por 0,3 segundos. Tanto a força aplicada pelo pé do jogador na bola quanto o ângulo de lançamento da bola são iguais nos dois chutes. Em qual dos dois chutes a velocidade de lançamento da bola é maior? Por quê?

19) No primeiro quadro da tirinha 8, existe energia associada ao movimento do Cebolinha? Se sim, qual o nome dela?



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Tirinha 8

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira198.htm>

20) Para o Cascão manter a placa suspensa, na tirinha 08, ela requer um tipo de energia. Qual o nome desta energia?

21) Os eletrodomésticos são avaliados de acordo com sua potência que relaciona o valor da energia concedida por ele em relação ao tempo. Com o objetivo de testagem de eficiência de 3 fornos de micro-ondas, colocou-se dentro de cada um deles, em copos iguais, a mesma quantidade de água que foram aquecidos em 10°C . O forno A realizou o processo de aquecimento em “20” segundos. O forno B realizou em “10” segundos. O forno C realizou em “5” segundos. Qual dos 3 fornos é o mais potente? Por quê?

22) Na academia, numa segunda feira, um halterofilista, como na Figura 3, levanta um altere, até determinada altura em certo intervalo de tempo. No dia seguinte, ele realiza o mesmo exercício, na metade do tempo. Em qual dia ele desenvolveu maior potência na realização do exercício? Por quê?

Figura 3 – halterofilista levantando peso no treinamento



Fonte: <https://pt.depositphotos.com/155313538/stock-illustration-weightlifter-with-barbell.html>

23) A situação apresentada na tirinha 9, a mão da Magali aplica uma força na barra maior, menor ou igual ao peso da geladeira? Por quê?



Copyright © 2000 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5894

Tirinha 9

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/comics/tirinhas/tira56.htm>

24) Encontramos à venda chaves de roda (usadas para trocar pneus) que são alongáveis, alterando o tamanho do braço no qual aplicamos uma força para soltar os parafusos que prendem o pneu. Qual a importância desta alteração de comprimento da haste?

Figura 4 – chaves de roda fechada e aberta



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-891936035-chave-roda-alongavel-telescopica-fiat-linea-2011-2012-2013- JM>

25) Em que ponto fica, aproximadamente, o centro de massa da vassoura mostrada na Figura 5? Por quê?

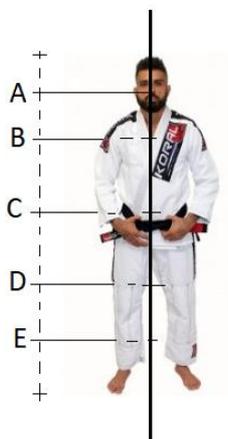
Figura 5 – vassoura



Fonte: <http://professor.bio.br/fisica/comentarios.asp?q=8800&t=>
(figura adaptada)

26) Em que ponto fica, aproximadamente, o centro de massa no corpo deste homem mostrado na Figura 6? Por quê?

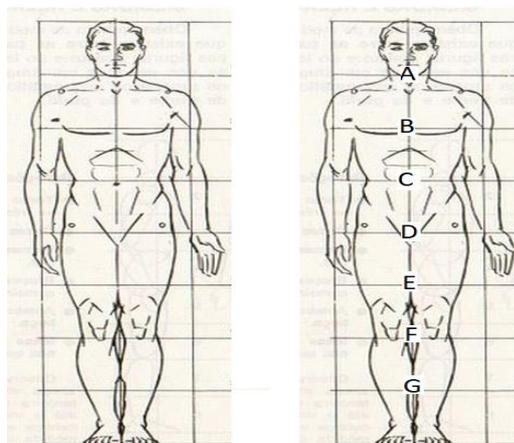
Figura 6 – atleta de judô - figura adaptada



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-701083289-kimono-koral-novo-mkm-competition-branco- JM>

27) Em que ponto (A, B, C, D, E, F ou G) fica, aproximadamente, o centro de massa no corpo deste homem mostrado na Figura 7? Por quê?

Figura 7 – Corpo humano (figura adaptada)



Fonte: <http://profcassinha.blogspot.com.br/2009/05/corpo-humano.html>

28) A Figura 8 mostra o aumento na velocidade de rotação da patinadora, ao fechar os braços no momento do giro. Por que isto acontece?

Figura 8 – ilustração do giro de uma patinadora



Fonte: <http://diadafisicacp2.blogspot.com.br/2010/10/html>

APÊNDICE E

Atividade de atualização conceitual: Força

Tarefa 1

- 01) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie a(s) força(s) atuante(s) em qualquer um dos dançarinos da Figura 1. Justifique sua resposta.



Figura 1: Grupo Polish National Ballet

- 02) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes na dançarina na Figura 2. Justifique sua resposta.



Figura 2: Espetáculo "O tempo não para"

- 03) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes na bailarina da Figura 3. Justifique sua resposta.



Figura 3: Circo de Soleil

- 03) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes na dançarina marcada com um X na saia na Figura 4.



Figura 4: Dança da fita apresentada no festival de folclore de Olímpia / SP

- 05) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes em cada dançarino na Figura 5. Justifique sua resposta.



Figura 5: passo de dança realizado por solistas de companhia de ballet

- 06) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes em cada dançarino na Figura 6. Justifique sua resposta.



Figura 6: Grupo Coletivo Lugar Comum

07) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes no instrutor de yoga suspenso na Figura 7. Justifique sua resposta.



Figura 7: prática de Yoga Suspenso.

08) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes na dançarina da Figura 8. Justifique sua resposta.



Figura 8: Espetáculo "Peso Bruto"

09) Desenhe identificando direção e sentido e nomeie as forças atuantes em qualquer dançarino na Figura 9. Justifique sua resposta.



Figura 9: apresentação do grupo Papantla Flyers

Tarefa 2

10) Vemos na Figura 10 uma cena de uma apresentação feita por duas bailarinas: uma andante e uma cadeirante.

a) Quais são forças de ação na cadeira de roda?

b) Quais os cuidados a serem tomados pelo diretor desta cena para evitar o tombamento da cadeira de roda ao realizar este movimento de dança no palco?



Figura 10: Cena de apresentação do Grupo Giro Livre

11) Usando conceito de força, explique como uma pessoa consegue andar como na Figura 11.



Figura 11: caminhar na praia.

12) Ao realizar um passo de dança como na Figura 12, os dançarinos giram de mãos dadas.



© CanStockPhoto.com - csp49458069

Figura 12: Giro em dupla de mãos dadas

a) Quais forças atuam em cada menina?

b) existe uma força necessária para realizar o movimento de giro?

() sim () não

Se sim, qual?

13) Propõe-se a dois dançarinos que com este aparato, confeccionado com corda e suportes para costas, conforme Figura 13, executem uma sequência giros constantes.



Figura 13: aparato para giros em dupla

a) Quais forças atuam em cada menina?

b) Existe uma força necessária para realizar o movimento de giro?

() sim () não

Se sim, qual?

Tarefa 3

14) Em sua apresentação de patinação no gelo, visando patinar em círculos, a patinadora pede aos fiscais que, antes de sua entrada, verifiquem se a pista de gelo não contem poças de água, para que possa executar em segurança movimento mostrado na Figura 14.



Figura 14: patinação artística no gelo

a) No movimento de giro, caso ela encontre uma poça d'água, qual a tendência de seu movimento? Justifique sua resposta.

b) Qual o nome da força atuante em cada menina, permite a execução deste passo?

c) Qual o agente causador desta força? Como é possível criar esta força?

15) Buscando desenvolver altas velocidades em movimentos circulares em sua apresentação de patinação no gelo, e considerando que a pista não está totalmente seca, qual a manobra corporal um patinador pode fazer para auxiliar na execução do movimento planejado, como apresentado na Figura 14? Justifique sua resposta.

16) Na Figura 15 é registrada uma cena de uma apresentação de dança inclusiva realizada pela Candoco Dance Company.

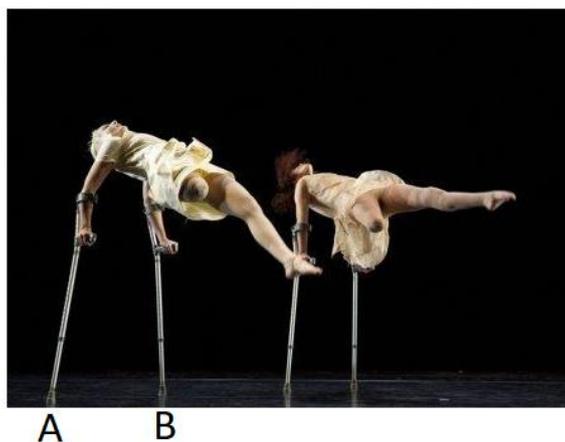


Figura 15: Grupo Candoco Dance Company

a) Quais as forças que agem sobre as muletas A e B?

b) A reação do piso na muleta A é menor, igual ou maior que na muleta B? Justifique sua resposta

APÊNDICE F

Atividade para atualização: Pressão

Tarefa 1

No ballet usa-se como calçado a sapatilha, que existem nos modelos meia ponta (figura 1), pré-ponta (figura 2) e ponta (figura 3), parecidas visualmente, mas diferentes em sua estrutura.



Figura 1: sapatilha Meia Ponta

Fonte: <https://sapatilhasetutus.wordpress.com/2012/12/15/meia-ponta-pre-ponta-ponta/>



Figura 2: sapatilha Ponta

Fonte: <https://sapatilhasetutus.wordpress.com/2012/12/15/meia-ponta-pre-ponta-ponta/>

01) Considere a situação em que a mesma bailarina esteja testando os três tipos de sapatilhas. Quanto às posições apresentadas no quadro 2 de cada figura, em qual das figuras a bailarina exerce uma força maior sobre o solo? Justifique sua resposta.

02) Considere a situação em que a mesma bailarina esteja testando os três tipos de sapatilhas. Quanto às posições apresentadas no quadro 2 de cada figura, em qual das figuras a bailarina exerce uma pressão maior sobre o solo? Justifique sua resposta.

Tarefa 2

03) Um passo de dança de uma coreografia, exigirá que os dançarinos executem uma posição na qual a mulher deve apoiar-se nas duas coxas de seu parceiro, como apresentado na Figura 4.



Figura 4: apoiando os pés sobre a coxa do partner

Fonte: http://nalu-surf.com/images/lift/knee-stand_lift_02.jpg

Como o figurino da apresentação exigirá o uso de sapatos de salto alto, qual deverá ser a o sapato escolhido da Figura 5 pelas dançarinas, atentando para não machucar a coxa de seu parceiro? Justifique sua resposta.



Figura 5: calçados para dança de salão.

Fonte:

<https://www.lojamzq.com.br/sapato-feminino-retro-sophia-nude-chocolate-5967>

<https://www.enjoei.com.br/p/sapato-feminino-importado-preto-pronta-entrega-1346621>

<https://pt.aliexpress.com/item/women-shoes-wedding-high-heels-woman-sapato-feminino-chaussure-femme-scarpe-donna-pumps-heel-sexy-scarpin/32711494365.html>

04) Em um espetáculo de dança sobre “Superação Humana”, um dos números propõe que um dançarino dance sobre uma cama de pregos, como na Figura 6. Alguns números artísticos apresentam pessoas deitadas (como na Figura 7) ou sentadas (como na Figura 8) sobre placas com pregos. Para se dançar em segurança sobre a cama de pregos, usando sapatilhas meia ponta, observando-se conceitos de Física envolvidos, como os bailarinos podem executar esta sequência de dança?



Figura 6: Cama de pregos

Fonte: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-cama-de-pregos-image89803390>



Figura 7: número artístico realizado em cama de pregos

Fonte: <http://comunidademib.blogspot.com/2016/03/as-famosas-camas-de-prego-como-o-faquir.html>



Figura 8: faquir sentado sobre cama de pregos

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Faquir-pt.jpg>

APÊNDICE G

Atividade para atualização do saber: Centro de Massa

Tarefa 1

01) Seu grupo está recebendo 03 lápis como na Figura 9 e massinha de modelar. Construa duas bolinhas com massas diferentes e coloque cada uma delas na ponta de um lápis. Usando o dedo indicador como apoio, apresente a situação de equilíbrio para cada um dos diferentes lápis, os quais deverão ficar paralelos ao chão.



Figura 9: lápis sem ponta

Fonte: <https://www.artecamargo.com.br/lapis-dermatografico-koh-i-noor/>

a) Como encontrar o ponto de apoio em cada um dos diferentes lápis, que permite a situação de equilíbrio no qual os lápis ficam inteiramente na horizontal, paralelos ao chão?

b) Como chama esse ponto que deslocou quando os lápis receberam as diferentes massinhas na ponta.

02) Seu grupo recebeu um cabo de vassoura, como na Figura 10. Apoiando-o sobre dois dedos juntos, localize o ponto de equilíbrio do corpo, deixando-o paralelo e imóvel em relação ao chão. Como vocês determinaram este ponto de equilíbrio? Justifique sua resposta.



Figura 10: cabo de vassoura

Fonte: <https://domuscatore.com/wp-content/uploads/2016/12/Cabo-De-Madeira-Para-Rodo-Ou-Vassoura-12m.jpg>

- 04) Seu grupo recebeu uma vassoura completa, como na Figura 11. Apoiando-o sobre dois dedos juntos, localize o ponto de equilíbrio do corpo, deixando-o paralelo ao chão. Como vocês determinaram este ponto de equilíbrio? Justifique sua resposta.



Figura 11: vassoura

Fonte:

https://cdn.leroymerlin.com.br/products/vassoura_piso_ceramico_jeitosa_bettanin_89410671_0001_600x600.jpg

Tarefa 2

- 04) Seu grupo recebeu um lápis com ponta, como na Figura 12. Explique como pode ser localizado o ponto de equilíbrio deste lápis.



Figura 12: lápis com ponta

Fonte: https://www.artcamargo.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/L/a/Lapis_de_Cor_Jumbo_Multicolorido_Tropical.jpg

- 05) Seu grupo recebeu um colchão infantil, como o da Figura 12, feito de espuma. Localize o centro de massa dele. Como vocês localizaram este ponto?



Figura 12: colchão infantil

Fonte: https://d296pbmv9m7q8v.cloudfront.net/Custom/Content/Products/99/03/990325_colchao-infantil-ortobom-baby-benoit-60x130x10-d18-10001710_l13_636661476523687258

06) Apresente, usando um braço como suporte, o equilíbrio do colchão infantil (figura 12), deixando toda sua superfície paralela ao chão. Sua demonstração deu certo? Justifique sua resposta.

07) Nas Figuras 13 e 14 são apresentadas dois passos de pegadas aéreas, nas quais cada dançarina é equilibrada e sustentada no ombro de seu partner. Faça uma análise da forma de sustentação, destacando o ponto apoiado do corpo dela no ombro dele. Na Figura 13, qual o motivo da aplicação de força da mão dele no abdômen dela?



Figura 13: Passo de dança: equilibrado a dançarina sobre os ombros do dançarino

Fonte: <http://culture-se.com/noticias/551/sao-paulo-companhia-de-danca-estreia-trabalhos-no-sesc-pinheiros>

08) Da Figura 14, faça uma análise, a partir da localização do centro de massa do corpo dela, explicando onde se dá o apoio da bailarina no ombro de seu parceiro. Qual o motivo da aplicação de força da mão dele nos braços dela?



Figura 14: Passo de dança: pegada aérea na dança de salão

Fonte: http://site.dancaempauta.com.br/wp-content/uploads/2011/05/aba_voar.jpg

APÊNDICE H

Atividade para atualização saber: Quantidade de Movimento (Momento Linear)

Tarefa 1

Suponha a seguinte situação. Um pêndulo de Newton, facilmente encontrado em lojas de brinquedos, composto por 5 esferas iguais (em massa, material de confecção e tamanho). Numa colisão entre 2 esferas, uma em movimento e a outra em repouso. Assim, a velocidade de uma delas antes da colisão será a velocidade da outra após a colisão.



Figura 1: Pêndulo de Newton

Fonte: https://mediaserver1.portodemagia.com/9015-thickbox_default/pendulo-de-newton.jpg

Descreva o movimento das esferas do Pêndulo de Newton após a primeira colisão em cada um dos seguintes casos.

- 1) Faça as esferas A e B, unidas e em movimento, colidirem com C, D e E, unidas e em repouso. O que se observa após a colisão?
- 2) Faça as esferas A, B e C, unidas e em movimento, colidirem com D e E, unidas e em repouso. O que se observa após a colisão?
- 3) Faça as esferas A, B, C e D, unidas e em movimento, colidirem com a esfera E, mantida em repouso. O que se observa após a colisão?
- 4) Faça as esferas A e E, soltas a partir de mesma altura, colidirem com C, D e E, unidas e mantidas em repouso. O que se observa após a colisão?

5) Faça as esferas A e B, unidas e em movimento, e a esfera E, em movimento, soltas a partir de uma mesma altura, colidirem com as esferas C e D, unidas e mantidas em repouso. O que se observa após a colisão?

6) Faça as esferas A e B, unidas e em movimento, e a esfera D e E, unidas e em movimento, soltas a partir de uma mesma altura, colidirem com a esfera C, mantida em repouso. O que se observa após a colisão?

7) Faça as esferas A, B e C, unidas e em movimento, colidirem com as esferas D e E, unidas e em movimento, soltas a partir de uma mesma altura. O que se observa após a colisão?

8) Faça as esferas A, B, C e D, unidas e em movimento, colidirem com a esfera E, em movimento, soltas a partir de uma mesma altura. O que se observa após a colisão?

9) Por que em todas as situações analisadas, as esferas reduzem gradativamente a altura atingida após as colisões?

Tarefa 2

11) Seu grupo deverá elaborar uma representação de possíveis trajetórias de dois corpos, antes e depois de uma colisão. Vocês deverão explicar, utilizando conceitos de Física, toda a sequência de movimentos apresentados.

Tarefa 3

12) Seu grupo deverá elaborar uma representação de possíveis trajetórias de três corpos, inicialmente formando um corpo somente, e em repouso, que sofre uma explosão dividindo-se por igual em três partes. Vocês deverão explicar, utilizando conceitos de Física, toda a sequência de movimentos apresentados, detalhando a justificativa para a direção e sentido da trajetória realizada por cada corpo.

APÊNDICE I

Atividade de atualização saber: Impulso

Tarefa 1

01) Num salto, quando o dançarino estiver em ascensão, como na Figura 1, qual a força que age no bailarino?



Figura 1: Grand Jete

Fonte: <http://nextews.com/images/f5/8c/f58cdf7701a0ea3.jpg>

02) Seu grupo deverá explicar, utilizando conceitos de Física, como é possível saltar. Descreva a interação ocorrida entre o saltador e o chão.

03) Qual a diferença entre a força que permite o giro de uma bailarina e a que permite o salto da bailarina?

Tarefa 2

Seu grupo deverá apresentar a seguinte sequência de dança.

Importante: A força aplicada pelo dançarino 1 deverá ser aproximadamente igual em todas as simulações.

1) Dois dançarinos, 1 e 2, ficam frente a frente. O dançarino 2 ficará parado. O dançarino 1 tentará erguê-lo verticalmente, segurando em sua cintura.

2) Neste movimento o dançarino 2 dá pequenos saltos no lugar, tentando por ele mesmo, saltar verticalmente. No momento em que o seu corpo estiver descendo, o dançarino 1, tentará erguê-lo verticalmente, segurando em sua cintura.

APÊNDICE J

Atividade de atualização saber: Momento Angular

Tarefa 1

Música: Dança Dos Movimentos

Cantora: Bia Bedran

Álbum: Dona Árvore

São dois os movimentos
Que ao mesmo tempo eu faço
Seguindo o compasso
Desse meu coração
Eu danço danço danço
Eu danço sem parar
Levo a vida fazendo piruetas no ar
O meu nome é Terra
Eu gosto de girar
Em volta de mim mesma
Pra me apreciar
Eu danço um dia inteiro e não me canso não
E a esse movimento chamam rotação
Eu tenho um namorado
Que vivo a rodear
O nome dele é Sol me dá luz e calor
Pra ele eu danço um ano e trago as estações
E não me canso não
E a esse movimento, chamam translação.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21380>

O texto aborda movimentos de um bailado realizado pela Terra em volta de si mesma e de seu amado, o Sol.

Movimentos de rotação são muito presentes em dança. Neste encontro estudaremos os movimentos de giro, muito presentes em dança e apresentações esportivas como patinação artística e ginástica rítmica.

Tarefa 01

Seu grupo está recebendo uma cadeira giratória, fita adesiva, dois massores iguais. Trabalhe coletivamente, organizando-se de tal maneira que:

- Fixe os pés da cadeira no chão com fita adesiva
- 01 aluno sentará na cadeira e será rotacionado com ela
- 01 aluno dará o giro inicial necessário à rotação da cadeira e do aluno nela sentado.

01) Ao sentar na cadeira, o aluno receberá dois massores, segurando-os cada um em uma mão. Com os braços totalmente abertos em forma de cruz, o sistema formado pelo aluno com a cadeira deverá ser rotacionado. Quantos giros foram dados até cessar o movimento de rotação?

Repita a operação, imprimindo o mesmo valor de impulso na rotação inicial. O aluno que está sentado na cadeira, após o início da rotação, encolherá os braços, aproximando os massores do seu peito.

02) o que se observa quanto à velocidade de rotação do sistema formado pela cadeira, o aluno e os massores?

03) nesta nova situação, a quantidade de giros ocorridos até parar novamente, é a mesma, maior ou menor que na situação 1?

Tarefa 2

04) Em Física, como se chama a lei que trata da tendência que um corpo tem de manter seu estado de movimento?

05) Defina conceito físico Momento Linear.

06) Em Física, como se chama o conceito físico relacionado à rotação realizada por um corpo ao redor de um eixo de referência?

07) Em Física, como se chama a lei que trata da tendência de um corpo manter seu estado de rotação ao longo do tempo?

Tarefa 3

Seu grupo está recebendo um pião, brinquedo infantil que gira, como mostrado na Figura 1.



Figura 1: brincando com pião

Fonte https://image.freepik.com/vetores-gratis/piao-criancas_6460-234.jpg

08) Por que o pião não para na vertical quando não está rodando?

09) Por que ele para em pé quando está rodando?

10) À medida que o pião vai perdendo velocidade, começa a oscilar e girar inclinado ao redor eixo vertical. Como se chama esse movimento? Por que esse movimento ocorre?

Tarefa 4

15) Um dos passos mais difíceis de serem executados no ballet é executar com perfeição 32 fouettés, giros sem parar e sem sair do lugar. Essa expressão em francês significa “chicoteado”. Quando aparentemente um giro da bailarina está acabando ela “chicoteia” seu giro, abrindo uma perna paralelamente ao chão e depois a recolhendo-a rapidamente para perto da outra perna, usada como eixo de rotação. Elabore uma explicação que descreva toda a ação corporal da bailarina e os conceitos de Física envolvidos na execução dos fouettés.

Vídeo “Swan Lake - 30 turns on point shoes”:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=Jt2dGlfE4Z0

Vídeo: “Viengsay Valdés cisne negro variación y fouettés”

<https://www.youtube.com/watch?v=Ooj4OWeBdb4>

página: “Como Fazer um Fouette no Balé” <https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Fouette-no-Bal%C3%A9>

“Vídeo “A física do "passo mais difícil" do balé - Arleen Sugano”:

<https://www.youtube.com/watch?v=l5VgOdgptRg>

Em Física, chama-se Momento Angular “é uma quantidade física fundamental e importante no estudo da rotação de um corpo. A quantidade de movimento de um corpo pode ser nula (o que significa que ele não está em movimento de translação) e ainda assim ter momento angular total diferente de zero. O momento angular total está para o movimento de rotação assim como a quantidade de movimento total está para o movimento de translação. Pode-se, portanto, dizer que, se o corpo está em rotação, ele tem momento angular e vice-versa. Pode ser definida como $L = Q \cdot r$

Fonte: http://efisica.if.usp.br/mecanica/universitario/momento_angular/mom_angular/

APÊNDICE K

Entrevista final individual

- 01) O que a dança representava para você antes de sua participação neste projeto?
- 02) Participar deste projeto mudou sua relação com a dança? Justifique
- 03) Participar deste projeto mudou sua relação com a Física? Justifique.
- 04) O que você achou do uso da Dança para abordagem de conceitos de Física em sala de aula?
- 05) O que te motivou a participar deste projeto: a Dança, a Física, ou as duas? Justifique.
- 06) Analise a possível mascote para esta pesquisa sobre Física e Dança mostrada na Figura 1. Quais conceitos de Física você reconhece a essa imagem?
É uma boa imagem para representar um projeto sobre Dança?
() sim () não
Por quê?



Figura 1: Mascote do projeto “Física e Dança”

Fonte: https://st3.depositphotos.com/12220922/15747/i/1600/depositphotos_157477658-stock-photo-ballet-hypopotamus-animal-hippo.jpg

- 07) De um nome para a Mascote? Justifique.
- 08) O que achou da carga horária do projeto?
- 09) Do que você mais gostou no projeto?
- 10) Do que você menos gostou no projeto?
- 11) Algum acontecimento foi inesperado no projeto?
- 12) Teve algum encontro que você mais gostou? Justifique.
- 13) Teve algum encontro que você menos gostou? Justifique.
- 14) A dança facilitou seu entendimento de conceitos de Física?
- 15) Quais estilos de dança são mais indicados para serem usados em atividades em sala de aula? Justifique.
- 16) Cite dicas para melhorar as atividades na próxima aplicação deste projeto.

APÊNDICE L

Segundo teste diagnóstico (para levantamento do saber a ser atualizado)

- 1) Na tirinha 1 vemos a Mônica girando o Sansão. Qual é a força que faz o papel da força centrípeta no coelho, neste momento?



Tirinha 1

- 2) Na Figura 1,,vemos pessoas se divertindo em um brinquedo de parque de diversão chamado “chapéu mexicano”, constituído por uma plataforma com um disco em cima que gira, e os participantes ficam sentados em cadeiras ao redor desse disco. Na Figura 2, é mostrado um esquema gráfico simplificado deste brinquedo em funcionamento.



Figura 1

- a) desenhe as forças que agem em cada pessoa na Figura 2.

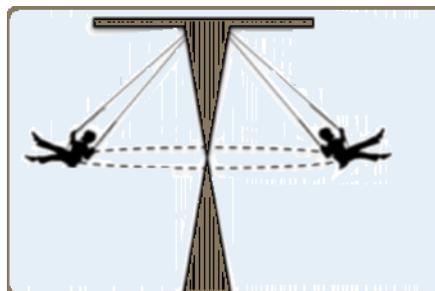


Figura 2

b) qual a direção da força resultante em cada pessoa da foto?

c) qual é a força que faz o papel da força centrípeta no movimento mostrado na Figura 2?

d) qual seria a tendência do movimento se todos os cabos que sustentam a cadeirinha se rompessem ao mesmo tempo, como mostrado na Figura 2?

3) Desenhe e nomeie as forças que agem no Cascão no último quadro da Tirinha 2, considerando que ele se move com velocidade constante.



Tirinha 2

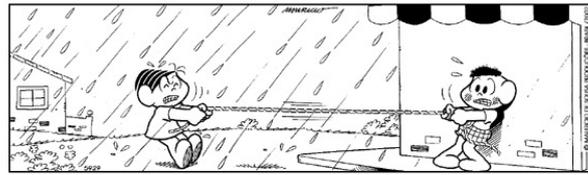


4) Desenhe e nomeie as forças que agem no Zé Lelé nesta situação que, mesmo puxado pela corda, continua parado, na tirinha 3.



Tirinha 3

5) Desenhe e nomeie as forças que agem no Cascão, indicando direção e sentido, na situação apresentada na tirinha 4.



Copyright © 2002 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5929

Tirinha 4

6) Desenhe e nomeie, com direção e sentido, quais são as forças que agem sobre a Magali como mostrado no quadro A da tirinha 5?



A

B

Tirinha 5

7) A pressão exercida pelo Cascão no galho no quadro C é menor, igual ou maior que no quadro A da tirinha 6? Justifique sua resposta.



A

B

C

Tirinha 6

Fonte: <https://www.tudodesenhos.com/d/tirinha-engracada-do-cascao>

8) A Figura 3 apresenta um número de circo tendo o elefante como atração principal.



Figura 3

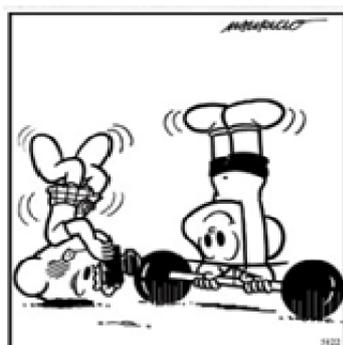
- a) Quando o elefante fica em pé, a força exercida por ele sobre o solo ficou menor, igual ou maior, comparado com o momento em que estava apoiado nas quatro patas? Justifique sua resposta.
- b) Quando o elefante fica em pé, a pressão exercida por ele sobre o solo, ficou menor, igual ou maior, comparado com o momento em que estava apoiado nas quatro patas? Justifique sua resposta.

9) Onde está localizado o centro de massa do sistema formado pelo Cebolinha e barra com pesos, no quadro D da tirinha 7? Justifique sua resposta.



A B C D

Tirinha 7



Fonte: <http://liberato-b14.blogspot.com/2011/06/vamos-produzir-uma-historia.html>

10) Utilizando conceito de Centro de Massa explique por que ocorreu a situação apresentado na tirinha 8.



Tirinha 8

11) A quantidade de movimento do carro, depois da colisão com a placa é menor, igual ou maior que no instante anterior à colisão, conforme tirinha 9? Justifique sua resposta



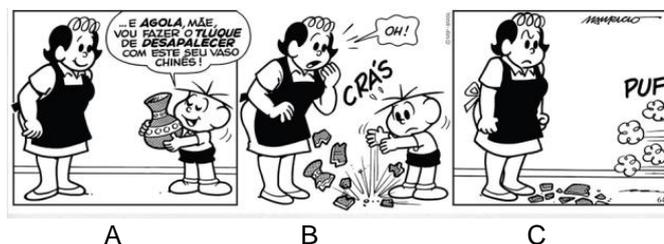
Tirinha 9

12) Analizando a charge da tirinha 10, a quantidade de movimento do homem que corre sozinho, com a língua para fora, tem menor, igual ou maior quantidade de movimento que o sistema formado pelo homem barbudo carregando a mulher nos ombros? Justifique sua resposta.



Tirinha 10

13) Na tirinha 11 vemos alteração das quantidades de movimento do vaso e do próprio Cebolinha. Explique, utilizando conceitos de Física, como se deram essas alterações.



Tirinha 11

- Ocorreu conservação da quantidade de movimento do vaso no quadro B em relação ao quadro A? Justifique sua resposta.
- Ocorreu conservação da quantidade de movimento do Cebolinha no quadro C em relação ao quadro A? Justifique sua resposta.

14) Em relação à tirinha 12, responda:



Tirinha 12

Fonte: http://www.cbpf.br/~eduhq/html/questoes/questoes_mileni.htm

a) Qual o conceito físico que explica a mudança da trajetória da pedra lançada pelo Cascão ao ser rebatida pela Mônica?

b) Explique com conceitos de Física porque acontece a mudança de trajetória da pedra rebatida pela Mônica.

15) Quando o Cebolinha dribla a bola ela é rebatida pelo chão, retornando à sua mão, como apresentado na Figura 4. Explique este movimento realizado pela bola utilizando conceitos de Força, Quantidade de Movimento, Impulso e tempo.

Drible

No basquete o drible é um fundamento com a bola e é a forma pela qual o jogador se desloca pela quadra com a sua posse, sem infringir as regras do jogo. O drible é o ato de bater bola, impulsionando-a contra o solo com uma das mãos.

Fonte: <https://basqueteufvm.wordpress.com/fundamentos-tecnicos/>



Figura 4

17) A Figura 5 mostra um brinquedo chamado gira-gira, muito comuns em parquinhos infantis, composto por uma base onde as crianças sentam e uma base de apoio para as mãos localizada a uma altura maior em relação ao solo.



Figura 5

Imagine a situação apresentado na Figura 6, em que a Mônica e Magali estão sentadas no brinquedo gira-gira. Quando o Cebolinha rotacional o brinquedo pela primeira vez, as meninas rodam com certo valor de velocidade. Cebolinha propõe que as meninas sentem na base superior de apoio para as mãos, segurando firmemente para não cair. Considerando que ele aplicará o mesmo valor de impulso ao brinquedo, o valor da velocidade de rotação das meninas será menor, igual ou maior que na primeira rotação? Justifique sua resposta.

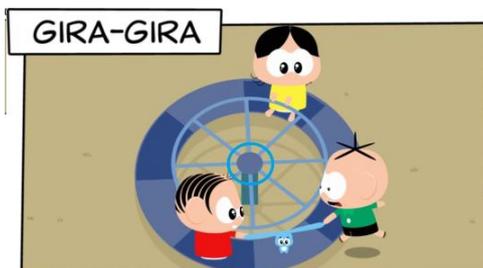


Figura 6

17) A Figura 7 mostra um fouetté passo de ballet, realizado pelo Cebolinha, no momento em que uma de suas pernas “chicoteia” o ar, abrindo e fechando os braços. Um dos passos mais difíceis de serem realizados neste estilo de dança, no qual o dançarino sobe e desce na ponta do pé, girando continuamente por 32 vezes. Usando conceitos de Conservação de Momento Angular, responda:

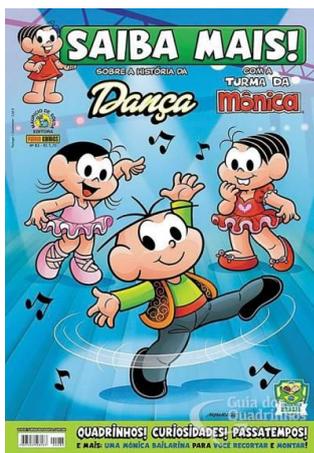


Figura 7

Fonte: <http://www.guiadosquadrinhos.com/edicao/saiba-mais-com-a-turma-da-monica-n-83/sa011101/110994>

- Por que ele precisa inicialmente girar com uma perna aberta neste movimento?
- O que acontece quando ele estiver girando e fechar os braços, aproximando as mãos do seu tórax?

ANEXO A

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul



Carta de anuência

Pelo presente, o *Campus* Campo Grande do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, sediado à Rua Taquari, 831, Bairro Santo Antônio, CEP 79100-510, na cidade de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul, inscrito sob CNPJ 10.673.078/0003-92, representado por seu Diretor-Geral em Exercício Dejahyr Lopes Junior, declara que é favorável à participação de alunos do *campus*, na pesquisa "O ENSINO DE FÍSICA E A PRODUÇÃO DE ROTEIRO DE DANÇA SOB O OLHAR DA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA", que será realizada de 01 de fevereiro de 2019 a 30 de junho de 2019, vinculada ao Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, coordenada e desenvolvida pelo pesquisador Prof. Me. Ronaldo Conceição da Silva, ficando o mesmo responsável por todas as informações prestadas na referida pesquisa.

Para que sejam produzidos todos os efeitos legais, técnicos e administrativos, deste compromisso, firmo o presente instrumento.

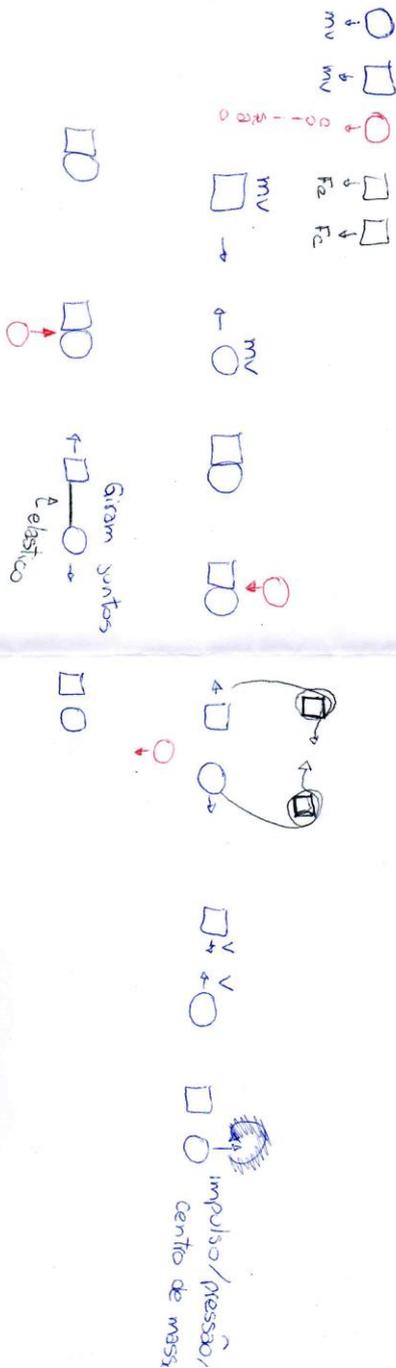
Campo Grande/MS, 13 de julho de 2018.


Dejahyr Lopes Junior
Diretor-geral do *Campus* Campo Grande em Exercício
Portaria/IFMS-CG nº 142/2017

ANEXO B

ROTEIRO INICIAL ELABORADO POR G1

Grupo: Bruna, Jéssica, Lauriqueze, Ludimylla
Roteiro de dança



Lary
 Jéssica
 Ludimylla
 Bruna

ANEXO C
ROTEIRO INICIAL ELABORADO POR G2

Grupo: Larissa e Mathews

- ① Enredo
- ② Figurino
- ③ Cenário
- ④ Estilo de dança
- ⑤ Personagens
- ⑥ Iluminação

①

② Qualquer coisa que não seja lisa demais

③

④ Valsa

⑤ ~~estilo de dança~~
A galera normal

⑥ Tanto Faz

Larissa
Mathews

ANEXO D

ROTEIRO INICIAL ELABORADO POR G3.

Escrita do roteiro

- Enredo: Um viajante sai em sua viagem e pelo caminho encontra alguns conceitos de física, que o ensinam sobre eles (conceitos). Ao final todos esses conceitos começam a seguir ele e no final eles formam a palavra física.
- Estilos de dança: Ginástica, ballet,
- Personagens: Viajante; força; impulso; centro de massa; inércia; movimento circular; aceleração.
- Cenário: viagens e cidades
- Movimentos: Grand Jet; fouetté; giros; movimentos de equilíbrio, como o bailarino seguindo a bailarina.
- Músicas: Grand Jet; fouetté; giros; movimentos de equilíbrio, como o menino → as meninas.
- Músicas: Músicas clássicas
- Iluminação: conforme as pessoas andam a iluminação anda.
- Título:

- 1º - Temos o viajante tentando impular a inércia porém ele não consegue.
 - 2º - chega a força e impula a inércia para dentro do voo
 - 3º Aparece a aceleração e ensina ao viajante o Grand GP
 - 4º O impulso chega e aproveita a deixa de entrada de um GP com um lançamento vertical da força.
 - 5º Continuando a viagem, eles encontram o centro de massa, que os ensina sobre ele com movimentos principalmente de equilíbrio.
 - 6º Um bailarino mostra alguns giros. (mov. circular)
- No final todos os conceitos formam a palavra Física.

PPGEdu

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Educação - Faed
Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGEdu
Cursos de Mestrado e Doutorado em Educação
Avenida Costa e Silva, s/nº - Bairro: Universitário
CEP: 79070-900 | Campo Grande - MS



A NOSSA UNIVERSIDADE