



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF – POLO - 037/UFPA – BELÉM

BRENO FELIPE FERREIRA DA SILVA

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
(UEPS): Leis de Newton nas Canções Conceituais.**

BELÉM - PARÁ

2019



UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): Leis de Newton nas Canções Conceituais.

BRENO FELIPE FERREIRA DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

Belém – Pará

2019





ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

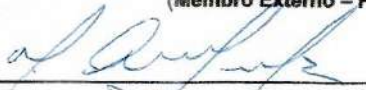
ATA DA 36ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): LEIS DE NEWTON NAS CANÇÕES CONCEITUAIS" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 08:00 HORAS DO DIA 04 DE OUTUBRO DE 2019, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO BRENO FELIPE FERREIRA DA SILVA, MATRÍCULA Nº 201768870003, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: PROF. Dr. RUBENS SILVA (ORIENTADOR), PROF. Dr. JOSÉ ALEXANDRE DA SILVA VALENTE (MEMBRO EXTERNO), PROFa. Dra. MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS (MEMBRO INTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO: Breno Felipe Ferreira da Silva

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. RUBENS SILVA
(Orientador - MNPEF - UFPA)


Prof. Dr. JOSÉ ALEXANDRE DA SILVA VALENTE
(Membro Externo - PPGECM - UFPA)


Profa. Dra. MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

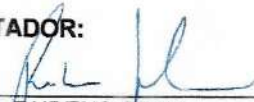
**"UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): LEIS DE
NEWTON NAS CANÇÕES CONCEITUAIS"**

BRENO FELIPE FERREIRA DA SILVA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADOR:




Prof. Dr. RUBENS SILVA
(MNPEF - UFPA)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. JOSÉ ALEXANDRE DA SILVA VALENTE
(PPGECM - UFPA)

MEMBRO INTERNO



Profa. Dra. MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(MNPEF - UFPA)

Belém - PA
Outubro - 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586u Silva, Breno Felipe Ferreira da
UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA (UEPS) : Leis de Newton nas Canções
Conceituais / Breno Felipe Ferreira da Silva. — 2019.
150 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Rubens Silva
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física,
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. UEPS. 2. Canções Conceituais. 3. Aprendizagem
Significativa. 4. Ensino de Física. I. Título.

CDD 530.06082

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a minha avó materna, exemplo de perseverança no alto de seus 95 anos com saúde plena.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por me capacitar e me dar o dom da vida todos os dias.

A Sr.^a Ana Célia da Silva Ferreira (mãe), por confiar sempre em meu potencial e não ter hesitado uma vez sequer de esforços por meus estudos.

Aos meus familiares, por toda base consistente de caráter e honestidade em prol de minha formação como cidadão.

Agradeço ao Prof. Dr. Rubens Silva no importante papel de orientação dado a mim. Sem sua presteza, sabedoria e paciência, não seria possível o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Colégio Seima (direção, coordenação pedagógica, corpo técnico, corpo docente e alunos), instituição que me abriu as portas e agregou valores pessoais e profissionais a minha vida e carreira.

Agradeço as irmãs Brenda e Bruna Diniz, pelo carinho construído ainda quando minhas alunas até as valiosas contribuições para este trabalho.

Agradeço a minha prima Jennifer Ferreira e seu esposo Luciano Aguirre pelas colaborações.

À Bárbara da Silva Chagas, minha namorada, companheira e amiga fiel em bons ou maus momentos.

Aos meus amigos de infância e juventude que até hoje participam de um modo especial do meu dia-a-dia.

À turma MNPEF/2017 da UFPa, onde fiz amigos que permanecerão comigo na caminhada e ficarão guardados em um lugar especial nas minhas lembranças.

À CAPES pelo apoio prestado ao programa.

À SBF pela iniciativa de coordenar o mestrado profissional em ensino de Física

À UFPa por todo suporte necessário para a execução desse projeto.

A todos que colaboraram de alguma forma com a realização desse trabalho.

Muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: esquema da fase inicial da assimilação.....	28
Figura 2: Esquema geral de assimilação obliteradora.....	29
Figura 3: tipos de Átomos e suas qualidades segundo Aristóteles.....	35
Figura 4: desenho ilustrativo do experimento de Galileu na torre de Pisa.....	37
Figura 5: esquema experimental de planos inclinados feito por Galileu.	38
Figura 6: partícula submetida a ação de n forças.	41
Figura 7: situações de partículas em equilíbrio.....	42
Figura 8: simulador <i>Força e Movimento: Noções básicas</i> do PhET Colorado.....	59
Figura 9: pessoa andando em chão de terra.	61
Figura 10: lançamento de um foguete da base.	61
Figura 11: carro em movimento.	62
Figura 12: organização hierárquica das grandezas associadas a Força.	66
Figura 13: esquema das principais concepções sobre o movimento dos corpos.....	70
Figura 14: conceito de Força exposto no quadro magnético.....	72
Figura 15: aula expositiva sobre Força Resultante.....	73
Figura 16: grupos de alunos discutindo as questões das etapas.	75
Figura 17: execução da canção conceitual "Massinércia".	76
Figura 18: utilização do simulador PhET para construção da 2ª lei de Newton.	77
Figura 19: execução da canção conceitual "Arrocha da Segunda Lei".....	79
Figura 20: execução da canção conceitual "Reggae da Dinâmica".	81
Figura 21: alunos concentrados em teste final.	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: resultado da questão 1.	84
Gráfico 2: resultado da questão 2.	85
Gráfico 3: resultado da questão 3.	87
Gráfico 4: resultado da questão 4.	88
Gráfico 5: resultado da questão 5.	89
Gráfico 6: resultado da questão 6.	91
Gráfico 7: resultado da pergunta 1.	93
Gráfico 8: resultado da pergunta 2.	94
Gráfico 9: resultado da pergunta 3.	95
Gráfico 10: resultado da pergunta 6.	97
Gráfico 11: resposta da pergunta 7.	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sequência da UEPS	52
Quadro 2: músicas escolhidas.....	54
Quadro 3: música 1 escolhida.....	55
Quadro 4: música 2 escolhida.....	55
Quadro 5: letra da canção conceitual "Massinércia".....	58
Quadro 6: letra da canção "Arrocha da Segunda Lei".....	60
Quadro 7: letra da canção conceitual "Reggae da Dinâmica".....	63
Quadro 8: perguntas norteadoras da situação-problema inicial.....	69
Quadro 9: perguntas norteadoras das novas situações-problemas.....	74
Quadro 10: perguntas norteadoras das novas situações-problemas (finalização).....	80
Quadro 11: questão 1 da avaliação somativa individual.....	83
Quadro 12: questão 2 da avaliação somativa individual.....	85
Quadro 13: scanner de algumas respostas da questão 2.....	86
Quadro 14: questão 3 da avaliação somativa individual.....	87
Quadro 15: questão 4 da avaliação somativa individual.....	88
Quadro 16: questão 5 da avaliação somativa individual.....	89
Quadro 17: scanner de algumas respostas da questão 5.....	90
Quadro 18: questão 6 da avaliação somativa individual.....	91
Quadro 19: pergunta 1 do questionário de satisfação.....	92
Quadro 20: pergunta 2 do questionário de satisfação.....	93
Quadro 21: pergunta 3 do questionário de satisfação.....	94
Quadro 22: scanner de algumas respostas da pergunta 4.....	95
Quadro 23: scanner da resposta da pergunta 5.....	96
Quadro 24: pergunta 6 do questionário de satisfação.....	97
Quadro 25: pergunta 7 do questionário de satisfação.....	98
Quadro 26: scanner das respostas do item 8.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: valores de grandezas inseridos no simulador PhET.	78
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
MPB	Música Popular Brasileira
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

RESUMO

A sala de aula é o lugar onde o professor de Física tem a oportunidade de fazer com que seus alunos se aprofundem ao mundo científico, capacitando-os a compreender fenômenos presentes no dia a dia, bem como aplicações tecnológicas atuais que modificam e dinamizam a sociedade. Contudo a utilização de uma metodologia predominantemente tradicional, quase sempre, acaba por afastar esses estudantes da disciplina, pois tem enfoque na memorização de fórmulas e estruturas fixas para resolução de problemas em perspectivas descontextualizadas da realidade desses alunos. Diante desse panorama, esta pesquisa busca elaborar uma UEPS, na fundamentação teórica de M.A. Moreira, fazendo uso de “Canções Conceituais” no ensino das Leis de Newton para Educação Básica. O principal objetivo da pesquisa é verificar se a aprendizagem do tópico proposto se deu de forma significativa, na concepção da teoria de David Ausubel. Em busca disso, Canções Conceituais são usadas como recurso potencialmente significativo do processo, investigando-se, posteriormente, sua efetividade nele. A sequência de ensino ocorre seguindo os aspectos sequenciais de Moreira - progenitor do método - compostos de oito fases, dispostas em dez encontros em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Belém do Pará. Durante a aplicação das etapas, foram utilizados outros materiais potencialmente significativos para a construção do conhecimento, além das músicas. Os alunos foram submetidos a atividades individuais e coletivas. Por se tratar de um método pautado na observação de evidências de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos, a pesquisa é de natureza qualitativa, e os registros foram feitos por meio de um diário de bordo e aplicação de teste final. Os resultados coletados foram analisados e mostraram-se satisfatórios quanto ao objetivo da proposta, dando indícios de uma aprendizagem com a captação de significados e capacidade de socialização deles por esses discentes.

Palavras-chave: UEPS, Canções Conceituais, Aprendizagem Significativa, Ensino de Física.

ABSTRACT

The classroom is where the physics teacher has the opportunity to deepen his students to the scientific world, enabling them to understand everyday phenomena, as well as current technological applications that modify and dynamize society. However, the use of a predominantly traditional methodology almost always leads these students away from the discipline, as it focuses on memorizing formulas and fixed structures for problem solving in perspectives decontextualized from the reality of the students. Given this scenario, this research seeks to elaborate a UEPS, in the theoretical foundation of M.A. Moreira, making use of "Conceptual Songs" in the teaching of Newton's Laws for Basic Education. The main objective of the research is to verify if the learning of the proposed topic happened significantly, in the conception of David Ausubel's theory. In pursuit of this, Conceptual Songs are used as a potentially significant resource of the process, investigating their effectiveness in it later. The teaching sequence takes place following the sequential aspects of Moreira - the creator of the method - composed of eight phases, arranged in ten meetings in a first year high school class of a private school in the city of Belém do Pará. During the application of the stages, other potentially significant materials were used for the construction of knowledge, besides the songs. The students were submitted to individual and collective activities. Because it is a method based on the observation of evidence of significant learning by students, the research is qualitative in nature, and the records were made through a logbook and final test application. The results were analyzed and were shown to be satisfactory with respect to the objective of the proposal, giving evidence of a learning process with the capture of meanings and a renewed ability to socialize by these students.

Keywords: UEPS, Conceptual Songs, Meaningful Learning, Physics Teaching.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 CANÇÕES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA	20
1.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	22
1.2.1 Aprendizagem por Recepção e por Descoberta	25
1.2.2 Formas e tipos de aprendizagem	26
1.2.3 Retenção e assimilação na aprendizagem significativa.....	27
1.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	29
CAPÍTULO 2: O MOVIMENTO DOS CORPOS E AS LEIS DE NEWTON.....	34
2.1 AS PRINCIPAIS CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO DOS CORPOS.	34
2.1.1 A visão Aristotélica.....	34
2.1.2 O modelo de Copérnico.....	36
2.1.3 Os experimentos de Galileu	37
2.2 A MECÂNICA CLÁSSICA	39
2.3 PRIMEIRA LEI DE NEWTON (LEI DA INÉRCIA).....	39
2.4 FORÇA	40
2.4.1 Força resultante	41
2.4.2 Forças em equilíbrio.....	42
2.5 MASSA.....	43
2.6 SEGUNDA LEI DE NEWTON (PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA)...	44
2.7 TERCEIRA LEI DE NEWTON (PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO).....	46
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA	48
3.1 NATUREZA DA PESQUISA, COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	48
3.2 LOCAL DA INTERVENÇÃO E PÚBLICO ALVO	50
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	51
3.3.1 Sequência da UEPS.....	53
CAPÍTULO 4: RELATO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	65

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DAS ETAPAS	65
4.2 RESULTADOS E DICUSSÕES DO TESTE FINAL.....	83
4.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.....	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICES.....	105
APÊNDICE A – ATIVIDADE: FORÇA	105
APÊNDICE B – ATIVIDADE: FORÇA RESULTANTE.....	107
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL.	110
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.....	113
APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL.	115

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o processo educativo vem sofrendo bastantes mudanças quanto as suas formas de abordagem. Métodos pautados meramente na exposição de conteúdos vêm dando espaço a novas estratégias de ensino devido a necessidade de uma melhor aprendizagem por parte dos alunos. Diante desse contexto, é proposto neste trabalho a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) das Leis de Newton para o movimento, utilizando Canções Conceituais como recurso facilitador da aprendizagem, onde essa deve se dar de forma significativa, de acordo com os pressupostos teóricos do psicólogo educacional David Paul Ausubel e na visão crítica de Marco Antonio Moreira. Tal recurso trata-se de músicas que abordam teorias, conceitos, equações e/ou exemplos (da Física) no cotidiano.

A pesquisa foi realizada em uma escola privada de um bairro periférico na cidade de Belém do Pará, em uma turma de 1º ano do ensino médio. O assunto tratado é de grande relevância para o cenário científico, haja vista que seu estudo propiciou grandes avanços tecnológicos especialmente nas áreas de engenharia (mecânica, civil, naval, etc.), além da vivência no dia-a-dia dos alunos. Deste modo, buscou-se através da aplicação de uma UEPS capacitar os estudantes¹ para compreenderem alguns tópicos da Mecânica (estudo do movimento dos corpos), conseqüentemente os fenômenos presentes em seu cotidiano, bem como aplicações tecnológicas na área.

A forma de abordagem dos conteúdos de Física desenvolvidos em sala com o que se passa fora dela, é um dos obstáculos para a aprendizagem da mesma, fazendo com que o aluno não dê aplicabilidade aos tópicos ali abordados. O método expositivo contribui ainda mais para tal fato, pois acaba por considerar os estudantes desprovidos de quaisquer concepções prévias e o professor como detentor do conhecimento, sem considerar o que esses alunos trazem de observações empíricas sobre um assunto específico. Darroz *et al* (2015, p.71) argumenta que

Esse ensino, ao tomar por base a transmissão e a recepção de informações, parte do pressuposto de que o aluno não tem experiências e concepções precedentes, sendo capaz apenas de devolver exatamente aquilo que recebeu na sala de aula nas avaliações realizadas. Trata-se, nesse caso, do chamado método tradicional de ensino.

Uma das maneiras para uma reformulação no modo de ensino dos professores de Física seria a busca por novas metodologias. Contudo, Moreira (2018) destaca que as pesquisas desenvolvidas em ensino tem pouca efetividade, pois docentes da educação básica não se

¹ Professores, alunos e estudantes serão considerados de um modo geral, sem referência a gênero.

interessam pelas mesmas, não são incentivados a fazerem pesquisas, não se sentem pesquisadores, o que é paradoxal, pois sem a participação desses professores, pesquisas em ensino de Física podem não chegar no espaço escolar efetivamente.

Diante desse contexto, o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física busca, através de um dos seus objetivos, qualificar os professores de Física da educação básica tanto em desempenho, quanto em técnicas que gerem produto para a aprendizagem de tópicos da disciplina. Sendo uma importante oportunidade de aprimoramento profissional e este trabalho é fruto disso.

Entende-se por UEPS uma sequência didática fundamentada especialmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, e nos aspectos sequenciais de Marco Antônio Moreira, sendo a aqui apresentada como etapa de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), motivada através de reflexões da prática docente em sala de aula que são desenvolvidas em um monólogo, onde o professor é o detentor da narrativa (método de ensino) e o aluno, banco de informações, aprendendo de forma mecânica (método de aprendizagem) aquilo que o professor o transmite (FREIRE, 1996).

Dentre as motivações intrínsecas que envolvem este trabalho, tem-se o fato de o autor, além de graduado em licenciatura em Física, possuir formação musical. Em sua infância/pré-adolescência, estudou teoria musical e violão clássico no Conservatório Carlos Gomes na cidade de Belém do Pará, prestando posteriormente vestibular para o curso Licenciatura em Música na Universidade Estadual do Pará, tendo, porém, de interrompe-lo por não ser permitido a matrícula em duas universidades públicas naquele ano de ingresso (2010).

O objetivo geral deste trabalho é elaborar, aplicar e avaliar uma UEPS utilizando Canções Conceituais como recurso potencialmente significativo na aprendizagem de tópicos de Física. Especificamente, objetiva-se ainda: verificar indícios de uma aprendizagem significativa das Leis de Newton para o movimento dos corpos durante o processo de desenvolvimento da sequência didática; averiguar as percepções dos alunos perante a execução da proposta; identificar a potencialidade no uso de Canções Conceituais no ensino de Física; gerar um produto educacional.

No capítulo 1 dessa dissertação, serão explicitados e debatidos os marcos referenciais e teóricos que embasam este trabalho. Na seção 1, uma breve revisão da literatura será feita sobre a utilização de músicas para o ensino, além de uma perspectiva do uso das canções conceituais no contexto da UEPS aqui construída. A seção 2 abordará sobre a TAS de Ausubel, suas características, formas, tipos e processos. Por último, a seção 3 tratará de conceituar uma UEPS

e explicitar os seus aspectos sequenciais de acordo com os pressupostos de Marco Antonio Moreira.

Em relação ao capítulo 2, será abordado o tema da Física proposto neste trabalho. As principais concepções de movimento durante a história serão discutidas, bem como conceitos de Inércia de um corpo, Força e Força Resultante. Por fim, serão estabelecidas e debatidas as três leis de Newton para o movimento dos corpos.

Os caminhos metodológicos e o delineamento da sequência de ensino constituirão o capítulo 3. A pesquisa será classificada quanto a sua natureza, além explicitadas as formas de coleta e análise dos dados obtidos durante a mesma. Ademais, as etapas da UEPS serão descritas, especificando os materiais utilizados e os meios para promoção da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, bem como utilização das canções conceituais em diferentes panoramas.

No capítulo 4, serão apresentados os resultados obtidos e suas respectivas análises. Um relato da aplicação da intervenção pedagógica é disposto, fator importante para a constituição da avaliação formativa. As questões referentes a avaliação somativa são dispostas em quadros e seus respectivos resultados são plotados em gráficos, sendo analisados e interpretados, bem como as perguntas do questionário de satisfação da proposta.

Por fim, serão retomados os objetivos propostos da pesquisa nas considerações finais, a fim de identificar se foram alcançados, além de verificar confirmação ou refutação da hipótese projetada. Algumas ponderações acerca das vantagens e desvantagens da UEPS serão discutidas e perspectivas futuras esboçadas.

Se encontrarão nos apêndices algumas atividades propostas durante a sequência didática, assim como o teste final e o questionário de satisfação, além do produto educacional gerado por esta pesquisa, sendo dado por um material instrucional para outros docentes que desejarem utilizar a UEPS aqui desenvolvida.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o intuito de embasar essa pesquisa, o presente capítulo foi desenvolvido. No tópico 1 aborda-se o que são canções conceituais e suas formas de abordagem como recurso facilitador da aprendizagem significativa, além de breve revisão literária de trabalhos que corroboram com a proposta. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel será apresentada no tópico 2, sendo destacados os processos facilitadores da aprendizagem significativa, definindo conceitos, classificações e processos dentro da teoria. Por fim, é discutido no tópico 3 sobre o que é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, proposta por Marco Antonio Moreira, destacando seus aspectos sequenciais (passos) para a produção da mesma.

1.1 CANÇÕES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Desde os primórdios, a música é algo que acompanha a humanidade, envolvendo e emocionando pessoas. Ela permeia os campos da ciência e da arte, uma vez que os elementos que a compõe obedecem a relações matemáticas e físicas, e que, na forma em que são combinados e arranjados expressam a arte. Ademais, além de envolver emoções, a música tem poder de potencializar memórias e exercitar o cérebro, de modo a facilitar conexões que evoquem e utilizem o conhecimento.

Jagher e Schimin (2016), apoiadas em bases legislativas como a Lei nº 11.769/08 que tem por obrigatório a inserção da música como componente curricular na educação (BRASIL, 2008), destacam a possibilidade de inúmeros benefícios ao aprendizado e formação dos alunos, além de ferramenta de auxílio a prática pedagógica do professor, trazendo ludicidade ao processo de ensino-aprendizagem.

Ferreira (2008 apud BARROS; ZANELLA; JORGE, 2013) corrobora com os autores acima argumentando que músicas fazem parte do nosso cotidiano, envolvem emoções, traduzem sentimentos e compartilham informações sobre os seres vivos, processos científicos e do espaço que se vive. Por isso, verifica-se que o campo musical é fértil e de simples assimilação, desta forma, se tornando de proveito do professor que busca renovar, dinamizar e fazer eficiente seu modo de explorar o conteúdo e promover a aprendizagem.

A utilização de músicas para o ensino vem crescendo no sistema educacional brasileiro. Relatos experimentais de êxito são encontrados na literatura em diversas áreas do conhecimento como Matemática, Ciências Naturais e Biológicas e na própria Física. Tais trabalhos – a exemplo dos autores já supracitados e outros que ainda serão – passam tanto pela análise de

letras de canções que abordam conceitos ou fenômenos da Física, quanto para a utilização e produção de paródias musicais para o ensino da mesma. Tais métodos trazem ludicidade ao processo pedagógico e tratamento interdisciplinar aos conteúdos propostos.

Nessa perspectiva, propõe-se a utilização de *canções conceituais* como recurso facilitador do processo de aprendizagem em Física. O nome remete-se a músicas que abordam em suas letras conceitos, teorias, fórmulas e exemplos do cotidiano, podendo ser composições já existentes no ramo musical – como por exemplo da MPB - ou obras autorais, com finalidade exclusiva para o ensino. Desta forma, busca-se com a utilização das canções a criação de um ambiente prazeroso em sala de aula dado através da interação entre professor e aluno.

Entretanto, deve-se tomar cuidado ao explorar este recurso, pois dependendo de como seja feita a utilização das canções conceituais, pode se tornar mais um meio de promoção de uma aprendizagem mecânica do conteúdo proposto, o que não é o objetivo deste trabalho. É comum pensar que ao fazer uso desta ferramenta educacional, especificamente no caso das músicas autorais, o professor esteja em uma função de interprete de composições que tem apenas o objetivo de memorização de conceitos e equações, sem atribuição alguma de significados a estes. Tal pensamento surge devido ao fato de muitos desses professores buscarem autopromover-se em cursos de preparação para vestibulares e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) através da utilização deste recurso como meio ensino (SILVA, D., 2018).

No contexto descrito acima, as canções conceituais podem dar ao discente a sensação de uma pseudo-aprendizagem que pode até apresentar resultado a curto prazo em exames de vestibulares e testes escolares, por exemplo, mas que fatalmente será perdida com o tempo.

Buscando fugir dessa forma de abordagem, o presente trabalho propõe a utilização das canções conceituais sob outro viés, ao qual as mesmas possam contribuir efetivamente para aquisição de conceitos, leis, teorias e equações de maneira significativa. As maneiras as quais as canções serão utilizadas são: “(1) material introdutório a discussão do conteúdo novo; (2) ferramenta auxiliadora do processo de atribuição de sentido à matéria já estudada [...]” (SILVA, D., 2018, p.20).

A respeito da primeira maneira com que as músicas serão utilizadas, o professor possui liberdade de escolha para utilizar uma canção já produzida, podendo ser da MPB (Música Popular Brasileira), por exemplo, que traga elementos relevantes sobre o saber a ser ensinado, se encaixando aos objetivos traçados para etapa. Matos (2006 apud MOREIRA & MASSARANI, 2006) destaca que analisar letras pode caracterizar um momento interessante para a prática interdisciplinar, considerando que a música tem componentes motivacionais que

potencializam o despertar do interesse em assuntos ou fatos determinados, em especial com os jovens.

Com respeito a segunda maneira de abordagem, o autor do trabalho em questão buscou elaborar canções próprias para discussão dos tópicos abordados na sequência didática. As letras e áudios serão disponibilizadas no decorrer do texto, mais exatamente no 3º capítulo. As músicas foram produzidas com o objetivo de sintetizar o saber estudado e fortalecer os significados, ou seja, não devendo ser a principal via de aprendizagem, a fim de não promover uma aprendizagem do tipo mecânica nos alunos. Desta forma, busca-se com o momento criar um ambiente prazeroso através da interatividade entre docente e alunos.

Barros, Zanella e Araújo-jorge (2013, p.82) corroboram com o argumento acima quando dizem que

Apesar da música não ilustrar visualmente o conteúdo que pode ser explorado, ela se constitui como um veículo de expressão que é capaz de aproximar mais o aluno do tema a ser estudado. Aproveitando-se da facilidade com que a música é assimilada pelas pessoas, pode-se fazer uso desse recurso, associando-o com o conteúdo disciplinar, de forma prazerosa.

Portanto, acredita-se na potencialidade do recurso aqui proposto, que são as canções conceituais, como ferramenta didática e metodológica para o ensino de Física. Sua maneira de abordagem perpassará por diferentes formas, as quais foram explicitadas acima. Apesar de embrionária, devido a baixos resultados literários propostos nesse contexto, espera-se que o relato de intervenção em sala de aula aqui exposto possa contribuir, de forma inovadora, para a aprendizagem significativa do aluno, no contexto de David Paul Ausubel, que terá tal teoria discutida na seção seguinte.

1.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da Aprendizagem Significativa foi criada em 1963 pelo psicólogo David Ausubel. Ela parte do princípio de que é de suma importância que o aluno já possua um conhecimento prévio sobre determinado assunto, para que o ensino apresente grande eficiência (MOREIRA, 2010). Tal conhecimento prévio serve de base cognitiva para a aprendizagem significativa dos alunos. Por sua vez, entenda-se que aprendizagem significativa é quando novos conceitos, fórmulas, leis, possam realmente significar algo ao aluno. Portanto, quando o aluno consegue de fato explicar fenômenos e situações de forma independente, ele se torna capaz de usar os conceitos ensinados na resolução de novos problemas.

Quando há apropriação de novos conhecimentos na mente do aluno, tem-se uma aprendizagem significativa. Esta teoria tem sua composição com um conjugado de inclusões conceituais hierarquizadas constituídas pelo aluno partindo de suas vivências com o mundo. Portanto, o aglomerado de conhecimentos prévios do aluno se torna único, diferente de pessoa para pessoa, não havendo outro ser com o mesmo aglomerado de conhecimentos que aquele sujeito possui (MOREIRA, 2010).

Um conceito importante da TAS é o de **subsunçor**, que por sua vez pode ser resumido como uma consideração, ideia ou conjectura, que já exista na estrutura cognitiva de qualquer indivíduo e que sirva como base para uma nova informação (MOREIRA, 2012). O subsunçor passar a existir do desenvolvimento de conceitos que serão modificados com contato de conhecimentos novos. Ainda segundo Moreira, os subsunçores são variáveis na vida de uma pessoa. A partir da aprendizagem significativa eles vão se moldando, se alterando por meio de dois procedimentos nomeados: **diferenciação progressiva** e **reconciliação integradora**.

A diferenciação progressiva vem a ser um processo de imputação de novos sentidos a um dado subsunçor, resultando do contínuo emprego desse subsunçor dando significado a nova informação. A reconciliação integradora está relacionada a dinâmica cognitiva, acontecendo simultaneamente a diferenciação progressiva, consistindo na resolução de inconsistências, eliminação das diferenças aparentes, integração de significados e execução de superordenações (MOREIRA, 2010).

Ainda sobre a diferenciação progressiva, Moreira (2010) destaca que tal procedimento parte do princípio de que quando ocorre o processo de ensino de um determinado assunto, os aspectos gerais devem ser ensinados de forma gradativa, sempre tentando relacionar os conhecimentos já existentes nos alunos, até chegar aos mais específicos. A partir disso, será possível questionar definições, sanar dúvidas, superar paradigmas, desta forma, dá-se relevância ao que está se lecionado aos alunos. Vale ressaltar que, em alguns casos, os subsunçores bem consolidados não apresentam característica válida, pois podem advir do senso comum e promover um entrave no ensino, ou seja, causam um empecilho na aprendizagem significativa.

Ausubel destaca dois fatores essenciais para gerar a aprendizagem significativa, de acordo com Moreira e Massini (1982):

- a) o material aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, i.e., relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-litera (substantiva);
- b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva.

O primeiro caso possui dependência de dois outros fatores importantes: a natureza do material e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Em relação a natureza do material, esta deve ser logicamente significativa, não-arbitrária e não aleatória em si, afim de que se relacionem dessa forma, a ideias relevantes ao ser humano dentro de sua capacidade de aprender. Já em questão da estrutura cognitiva do aprendiz, é necessário subsunçores específicos relacionáveis ao novo material (MOREIRA; MASSINI, 1982).

Já o segundo fator demonstra que a aprendizagem se refere predisposição do discente em aprender, para conseguir relacionar seus novos conhecimentos adquiridos em sua construção cognitiva e não simplesmente realizar uma memorização do conteúdo sem qualquer reflexão com seu cotidiano. Não é imprescindível que o aprendiz tenha que “amar” o conteúdo que será ministrado, entretanto é um fator que provavelmente ajuda na constituição do conhecimento. Assim, quando o conteúdo é inserido sem qualquer reflexão, ocorrerá a aprendizagem mecânica, no qual consiste no aluno decorar o conteúdo apenas para realização de um teste ou prova escrita, sem qualquer apego ou interação significativa com o assunto (SILVA, D., 2018).

A aprendizagem mecânica (ou automática) na definição de David Ausubel é aquela que novos conteúdos são aprendidos sem haver qualquer interação com conceitos proeminentes na estrutura cognitiva dos alunos, sem procura por conceitos subsunçores específicos. O novo conteúdo é armazenado de maneira mecânica e aleatória, sem interação com aquela que já existia na estrutura cognitiva e pouco contribuindo para sua elaboração e diferenciação.

Aprendizagem mecânica na física remete a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos. Talvez aquela aprendizagem de "última hora", de véspera de prova, que somente serve para a prova, pois é esquecida logo após a realização da prova, além disso, alunos afirmam que já estudaram o conteúdo e que já “sabem tudo”, entretanto não conseguem relacionar esses conteúdos ao seu cotidiano, ou seja, aprenderam somente para realização da prova.

Como já argumentado anteriormente, para ocorrência de uma aprendizagem significativa, é de suma importância a presença de um subsunçor que sirva de ancoragem para um novo conhecimento. Entretanto, quando não há a detecção desses conhecimentos prévios nos discentes, o professor deve buscar alternativas para construção dos mesmos. Nesse sentido, os organizadores prévios surgem opção para essa problemática, e são definidos segundo Moreira (2012, p.11) da seguinte forma:

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas **a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este** (grifo do autor).

Esses organizadores prévios, ainda segundo Moreira (2012), podem ser classificados de duas maneiras: organizador expositivo e organizador comparativo. O primeiro serve como interligação entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que um material seja potencialmente significativo. O segundo é pertinente quando o novo material não é desconhecido do discente, ajudando a assimilação de novos conhecimentos e discriminando outros diferentes que já estão na sua estrutura, mas que podem causar confusão.

Nessa perspectiva, as canções conceituais podem se encaixar em tal conceito como sendo também organizadores prévios, haja vista que uma de suas características será a de relacionabilidade entre o novo saber a ser ensinado e aquilo que o aluno já tem (ou não) em sua estrutura cognitiva, podendo dar sentido ao conteúdo proposto.

1.2.1 Aprendizagem por Recepção e por Descoberta

Moreira (2012) destaca duas formas em que a aprendizagem significativa pode acontecer: por recepção ou descoberta. As duas coexistem, ou seja, elas não se excluem. A aprendizagem significativa por recepção acontece quando o aprendiz recebe o conhecimento em seu estado final, mas não de forma passiva, remetendo ao ensino tradicional. A leitura de um livro, uma sessão de filme, uma atividade laboratorial são exemplos de recepção de um novo saber ensinado ao aluno. Tal prática requer uma atividade cognitiva demasiada para conseguir fazer a relação entre os novos conhecimentos e os já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Já a aprendizagem por descoberta requer que o aluno primeiramente descubra o que será ensinado, sendo, porém, resguardadas as condições para aprendizagem significativa desse novo conhecimento, que são o material potencialmente significativo e a predisposição do aprendiz. Quando em uma aula experimental um aluno recebe um roteiro, o mesmo está sendo conduzido a uma descoberta do conhecimento que está por trás daquela atividade. Desse jeito, a prática se torna mais dinâmica e o aprendiz tem mais autonomia no processo de ensino.

Em suma, a aprendizagem humana geralmente se dá por recepção, não sendo descartado o processo de descoberta, que é muito importante em procedimentos científicos. Nesse contexto, as canções conceituais se encaixam na aprendizagem por recepção, contudo, nesse trabalho, existe uma etapa de prática experimental que se encaixa de maneira satisfatória no conceito de aprendizagem por descoberta.

1.2.2 Formas e tipos de aprendizagem

A aprendizagem significativa é apresentada em três formas distintas: subordinada; superordenada e combinatória. A *aprendizagem subordinada* é quando surge uma nova consideração e o aluno tem que recorrer a uma compreensão que já existe. Por exemplo, a respeito de energia, que apresenta uma ampla concepção, logo o aluno que possui a mínima ideia sobre energia irá utilizá-lo para aprender novas ramificações como energia potencial utilizada na mecânica; energia térmica e sua transferência conhecida como calor em termodinâmica e energia eletrostática utilizada no estudo da eletricidade. A aprendizagem significativa é subordinada se novas informações significativas obtêm significado para o indivíduo que aprenderá, por uma metodologia de base cognitiva. (MOREIRA, 2016).

Supondo agora o processo inverso, onde o aluno aprende alguns tipos de energia específicas como a energia elétrica, a energia térmica e a energia potencial. O mesmo pode, por um processo indutivo, fazer ligações entre os diferentes tipos de energia, pontuando semelhanças e diferenças, até chegar em uma ideia mais geral sobre energia. A este tipo de aprendizagem, Moreira (2012) denomina de *aprendizagem superordenada*, que resumidamente envolve abstração, indução e síntese que levam a novos conhecimentos, onde estes passam a subordinar outros de origem.

A terceira e menos frequente forma de aprendizagem trata-se da *aprendizagem combinatória*, onde um significado é adquirido não interagindo com um subsunçor, mas sim com uma “base cognitiva” mais abrangente de um determinado campo de conhecimento que o sujeito já possui. Utilizando ainda a ideia de energia, seria como se o aprendiz tivesse que aprender o teorema trabalho-energia, entretanto não é suficiente, para isso, ter o entendimento de trabalho e energia apenas, é necessário entender a relação de um campo conservativo a ação de uma força no processo. Moreira (2012, p.16) define esta forma de aprendizagem mais precisamente como:

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriosais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

A aprendizagem significativa é dividida em três tipos: representacional, conceitual e proposicional. A primeira é mais elementar, entretanto, fundamental, pois as demais dependem dela para ocorrerem. Acontece quando símbolos arbitrários se tornam representação para um objeto ou eventos de uma maneira única, como por exemplo uma criança associa o vocábulo cama a um móvel doméstico que tem na sua casa, sem preocupar-se com o conceito. Moreira (2012) destaca ainda que tal tipo de aprendizagem pode ser confundido com a aprendizagem mecânica, porém difere-se pois, o símbolo tem significação concreta, no tipo mecânica, a relação entre símbolo e objeto/evento é associativa, sem significado.

A segunda é a aprendizagem conceitual, que incide de um progresso da representacional. Por exemplo, quando uma detém o conceito de cama, este será usado para representar uma infinidade de móveis com similaridades, e não apenas um como no caso da aprendizagem representacional. Formalmente, diz-se que

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível (MOREIRA, 2012, p.16).

A terceira é a aprendizagem proposicional. Esta tem como pré-requisito os dois tipos de aprendizagens (representacional e conceitual) anteriores, e acontece quando o indivíduo é capaz de fazer atribuições de significados a novas ideias por intermédio de proposições/asserções.

No tocante a proposta apresentada, crê-se na possibilidade de ocorrência de todas as formas e tipos de aprendizagens aqui citadas. Resguardas as condições para isso, as canções conceituais trazem ludicidade ao ambiente de sala de aula, propiciando uma prática prazerosa ao aluno, conseqüentemente, o engajando no processo.

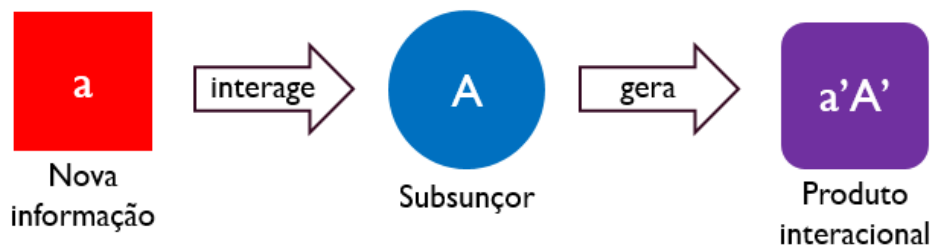
1.2.3 Retenção e assimilação na aprendizagem significativa

A busca por uma aprendizagem de maneira significativa não tem por finalidade fazer com que um indivíduo nunca esqueça um determinado conhecimento, mas sim que o aluno possa recorrer a uma base cognitiva formada através do processo, que propicie uma retomada

de tal conhecimento de maneira mais acessível e menos penosa possível. Por isso, estimular uma aprendizagem significativa em Física, e não mecânica, torna-se fundamental, haja vista a má eficiência da segunda em detrimento da primeira e, conseqüentemente, a desagradável sensação de não ter aprendido efetivamente determinado saber por isso (SILVA, D., 2018).

Nesse sentido, Ausubel (1968 apud MOREIRA, 2006) explica que o resultado da interação entre um novo material e a estrutura cognitiva já existente no indivíduo, causando uma modificação nesta, é uma **assimilação** de antigos e novos significados que contribuiram para esta diferenciação. A isto ele chama de “Princípio da Assimilação” ou “Teoria da Assimilação”. Por conseguinte, mesmo após a aquisição de novos significados, as ideias-âncoras e as assimiladas continuam na estrutura cognitiva do aprendiz. Este princípio possui valor explanatório para aprendizagem e para retenção, e pode ser representado de acordo com a figura 1.

Figura 1: esquema da fase inicial da assimilação.



Fonte: elaborado pelo autor (2019) baseado na mistura de cores de Silva (2018).

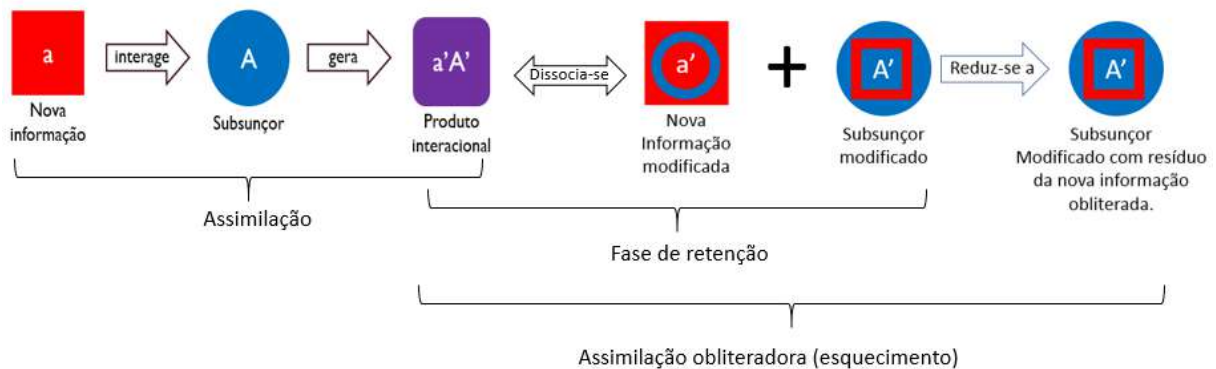
O esquema acima mostra a etapa inicial de um processo de assimilação onde uma nova informação **a** no quadrado vermelho interage com o subsunçor **A** no círculo azul, resultando em um produto interacional final **a'A'** que é violeta, dada pela combinação das cores vermelha e azul.

Ao longo do tempo, o produto interacional poderá sofrer transformações. Desta forma, o processo de assimilação ou ancoragem é um contínuo que pode envolver novas aprendizagens e diminuição na capacidade de reprodução de ideias subordinadas. Portanto, Ausubel (1978, apud MOREIRA, 2006) sugere que a retenção tem sua facilitação provável com o processo de assimilação, onde o produto interacional sofre, por um determinado tempo, dissociação, sendo reproduzidas como entes individuais ($a'A' \leftrightarrow a' + A'$) que de maneira espontânea e progressiva, ficam menos dissociáveis das suas ideias-âncoras ao passar do tempo, assim, resultando um subsunçor modificado por um resíduo do conhecimento obliterado.

Portanto, infere-se que, de maneira imediata após a aprendizagem significativa e a formação do produto interacional, surge a assimilação obliterated. A dissociação dos entes individuais as ideias-âncoras atinge um grau nulo, e $a'A'$ é reduzido de forma simples a A' . Desta forma, “o esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo que facilita a aprendizagem e a retenção de novas informações.” (MOREIRA, 2006, p.30).

Na fase de retenção, o indivíduo consegue ter acesso tanto a a' quando a A' , contudo, sua estrutura cognitiva passa pelo processo de esquecimento, priorizando o ente ao qual possui uma ideia bem elaborada e mais geral. A figura 2 trata de forma geral o processo de assimilação desde sua fase inicial, até a obliterated.

Figura 2: Esquema geral de assimilação obliterated.



Fonte: elaborado pelo próprio autor (2019) baseado na mistura de cores de Silva (2018).

No que tange este trabalho, compreende-se de fundamental importância o processo de assimilação de um conhecimento, pois o que se almeja são evidências de que o material desenvolvido possa, através da retenção de significados, propiciar uma aprendizagem significativa.

Mediante a todos os conceitos desenvolvidos sobre a TAS, busca-se no próximo tópico esclarecer a estratégia de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, assim como detalhar seus passos e suas ideias, a fim de que a sequência desenvolvida neste trabalho tenha suas etapas facilmente compreendidas.

1.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Como discutido no tópico anterior, para ocorrência de uma aprendizagem significativa, é necessário o uso de materiais potencialmente significativos. Dessa forma, Moreira (2011) afirma que o uso desses artifícios desenvolve unidades de ensino potencialmente facilitadoras

da aprendizagem, considerando, portanto, que só haverá o ensino quando a aprendizagem for significativa, sendo este o entendimento de uma UEPS.

Moreira (2011, p.43) conceitua que as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. Ou seja, no processo de criação de uma UEPS tem-se a ideia de que o estudo de um assunto é satisfatório quando se tem uma instigação à aprendizagem significativa do aluno. Diante disso, o ensino deve ser compreendido como uma passagem que ocasione a ampliação da aprendizagem significativa dos alunos e, para que ocorra de forma satisfatória, faz-se o uso de recursos significativos de aprendizagem.

Entende-se que materiais ou recursos potencialmente significativos devem ser bem planejados, tendo como objetivo principal desenvolver a aprendizagem significativa com os alunos. Sendo assim, esses materiais oferecem um segmento lógico, apresentando conceitos, compreendendo a relevância de verificar se os alunos possuem os conhecimentos já pré-estabelecidos que serão de suma importância para o entendimento do mesmo; por fim, na intenção dos alunos em aprender com a atribuição de significados, agrupam os recursos para incentivá-los.

É de responsabilidade do professor fornecer situações potencialmente significativas e agir como intermediário da compreensão de significados na sala de aula. Para isso, o docente, necessita estar em concordância com a ideia proposta por Ausubel de que o conhecimento já estabelecido pelo aluno auxilia de forma altamente relevante na aprendizagem. (MOREIRA, 2011)

Portanto, é importante que exista, do professor, um empenho para utilizar os subsunçores providos pelos estudantes, indispensáveis para compreensão dos assuntos. Além disso, um fator importante para destacar sobre o docente é o dever de procurar formas para verificar se os alunos possuem conhecimentos prévios sobre o assunto, caso, esses alunos não possuam, o professor deve se reorganizar e construir junto a eles, já que o mesmo é principal mediador da captação de significados.

Quando um docente possui um conteúdo novo a ser ensinado, deve-se produzir um plano de aula. Desta forma, será desenvolvido uma sequência de etapas: a introdução dos assuntos a serem ensinados, um roteiro de aula com as etapas, os objetivos a serem alcançados, a metodologia que será seguida, o método de abordagem e os materiais didáticos que deverão ser usados. Vale ressaltar que o docente também escolhe o melhor método avaliativo para constatar a aprendizagem dos alunos.

Nesse planejamento, o professor consegue então organizar a aula, e partindo dessa premissa desenvolve uma sequência para o estudo de um determinado conteúdo. Diante disso, esse processo de planejamento de aula é imprescindível para que o material didático seja como uma UEPS. Sendo assim, Moreira (2011) promove oito passos para a organização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa:

1. Definir o conteúdo que será trabalhado em sala, reconhecendo seus aspectos declarativos procedimentais no contexto do conteúdo em questão. Nesta etapa fazem-se citações ao conteúdo que deverá ser ministrado, desta forma, promovendo elementos linguísticos que auxiliem na composição cognitiva a partir de suposições e figuras mentais.
2. Construir situações-problemas que sondem o aprendiz mostrando o conhecimento que o mesmo já possui do assunto que se deseja lecionar, ou seja, desenvolvendo circunstâncias que induzam o estudante a expor seu conhecimento precedente, relevante ou irrelevante no que se diz respeito ao conteúdo de ensino.
3. Mostrar situações-problema em concordância com os conhecimentos que os discentes já possuem em um nível básico no que está pretendido a ensinar. Esta iniciação deve ser simples e também ser realizada pelo uso de simulações, vídeos, experimentos, texto, etc. Sendo assim, tais situações-problema devem estar de acordo ao nível intelectual que o aluno já possui sobre o conteúdo exposto, além disso, as mesmas devem ter o objetivo de dar prosseguimento ao surgimento de novos conteúdos.
4. Depois de realizada a abordagem da situação-problema inicial, deve-se começar a introdução do saber a ser ensinado em grau mais complexo, ou seja, especificar mais o conteúdo, iniciando dos aspectos mais gerais (inclusivos) para os mais específicos, promovendo a diferenciação progressiva. As formas de abordagem podem acontecer através de breve aula expositiva, em seguida atividade em grupo e socialização das respostas a classe, promovendo discussão acerca do tema.
5. Dando seguimento ao estudo do conteúdo mostrar situações-problema com ampliação progressiva de complexidade, ou seja, aumentando a dificuldade, retomando quando for preciso aos aspectos iniciais, desta forma, promovendo uma reconciliação integradora.

Após essa apresentação, deve-se propor algum tipo de exercício colaborativo para que os estudantes se ajustem com a significação entre eles e com o docente - o professor se torna intermediário do processo. Essa atividade deve ser realizada de várias formas como resolução de problemas comuns, desenvolvimento de um mapa conceitual, um experimento científico, entre outros, mas deve, essencialmente, abranger a transação de significados e intervenção do professor.

6. A finalização do estudo do assunto em questão deve ocorrer dando prosseguimento ao procedimento de diferenciação progressiva, contudo, de forma a recuperar as características mais relevantes com uma visão mais integradora, realizando uma inovação na demonstração dos significativos com subsídios e estratégias que julgar coerente. Novas situações-problema devem ser propostas e cogitadas com um nível maior ainda de dificuldade que as do passo anterior. Dessa maneira, a solução deve acontecer a partir de atividades colaborativas e depois devem ser socializadas pela turma. O professor nessa etapa assume a atitude de intermediador da socialização do conhecimento.
7. A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS necessita ocorrer ao longo do tempo de sua implementação, partindo do diagnóstico da performance do aluno nas etapas, caracterizando uma avaliação formativa. Além disso, é necessária uma avaliação somativa após o sexto passo, com questões que busquem evidenciar a captação e capacidade de transferência de significados, onde tais problemas passem por avaliação de professores mais experientes da disciplina. As avaliações (formativa e somativa) devem constituir mesmo peso no resultado final.
8. A avaliação da UEPS será exitosa mediante a constatação da aprendizagem significativa após análise do desempenho dos alunos. Se os mesmos evidenciaram, nas avaliações, a captação de significados, compreensão, capacidade de explicar e relacionar, em diversas situações, o conhecimento proposto, a sequência tem sucesso. Portanto, é necessário frisar na averiguação de evidências, não resultados finais, haja vista que a aprendizagem significativa é progressiva.

Nesse sentido a UEPS é de suma importância no que se diz respeito à aprendizagem significativa, visto que ela funciona como manual a ser seguido a respeito dessa metodologia,

para que ela possa ocorrer de forma satisfatória e o professor obtenha êxito na sua busca em promover uma aprendizagem diferenciada e eficaz para seus alunos.

No tocante a UEPS produzida neste trabalho, várias situações-problema são propostas a partir de diferentes recursos como: vídeos, práticas experimentais, textos de apoio, simuladores, imagens e etc. Essas situações confrontam o aluno na busca de uma resolução que não necessita de uma única resposta, mas abre horizontes para ponderações, previsões e conclusões que possuam significação lógica dentro da matéria de ensino. Além disso, como já foi citado anteriormente, letras de canções conceituais são abordadas com intuito de instigar conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, deste modo, diferenciando-o progressivamente.

Por fim, objetivando o cumprimento do primeiro passo de uma UEPS, que é a delimitação conteúdo a ser desenvolvido, será debatido no capítulo seguinte os fundamentos existentes acerca do fenômeno de Movimento dos Corpos e as Leis de Newton. Entende-se de fundamental importância ter propriedade no tratamento do assunto em questão, para que se tenha resultados verdadeiramente satisfatórios no desenvolvimento deste trabalho.

CAPITULO 2: O MOVIMENTO DOS CORPOS E AS LEIS DE NEWTON.

O presente capítulo tem por objetivo expor uma breve revisão sobre a concepção de Movimento dos Corpos e as Leis de Newton para o mesmo. A temática foi escolhida mediante a adequação da divisão do conteúdo programático da disciplina dividida entre os dois docentes, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio a Educação Básica, sendo oportunizado também a riqueza do tópico trabalhado no ponto de vista fenomenológico e conceitual, podendo acrescentar muito a vida desses alunos. Além disso, o assunto em destaque possui grande relevância para a sociedade atual devido as inúmeras tecnologias embasadas no referido conhecimento físico, tendo grande aplicação na área da engenharia civil, por exemplo, entre outras.

2.1 AS PRINCIPAIS CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO DOS CORPOS.

A busca pelo entendimento do movimento dos corpos tem sua gênese há mais de dois milênios, em especial, na Grécia antiga. Filósofos-cientistas buscavam explicar como tal fenômeno em suas diversas formas ocorria. Para estes, era aparente que para pôr um corpo em movimento, era necessária a ação de uma força. Contudo, questionamentos surgiam quando algo já estava em movimento e o que o mantinha, pois não se era visível ação alguma no corpo para tal (AGUILERA - NAVARRO, 2008).

Nessa perspectiva, alguns nomes da ciência contribuíram sensivelmente para o que se entende nos dias atuais sobre o movimento. Aristóteles, Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Isaac Newton são os principais cientistas que desenvolveram estudos - cada um em seu respectivo momento da cronologia – que permitiram a explicação parcial, ou em quase sua totalidade, do referido fenômeno nas suas diversas formas.

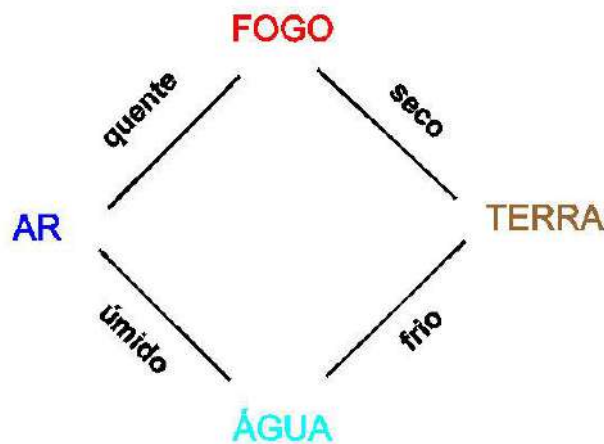
2.1.1 A visão Aristotélica

Aristóteles (384-322 a.C.) foi um dos primeiros pensadores a elaborar uma teoria para o movimento dos corpos. Seu pensamento era torneado pelo contexto da Filosofia e Ciência da época, portanto, sem desfrutar do método científico conhecido nos dias atuais. Diante disso, afim de explicar o fenômeno de movimento, Aristóteles optou por classifica-lo em duas classes: os movimentos naturais e os movimentos violentos (AGUILERA – NAVARRO, 2008).

Entretanto, antes de discorrer sobre as duas classes de movimento de Aristóteles, é importante destacar quais eram as ideias que embasavam sua teoria. Já se havia um estudo sobre a composição da matéria. Antes mesmo de Aristóteles, Demócrito (460-361 a.C.) já considerava que a matéria era composta de pequenos corpúsculos indivisíveis, nomeados pelo mesmo de átomos. Mais tarde, Empédocles (490-430 a.C.) acrescentaria as ideias de Demócrito, afirmando que os átomos podiam ser de quatro tipos: terra, ar, fogo e água, dependendo da propriedade da matéria em questão, haveria predominância de uma espécie de átomo sobre os outros.

Dessa forma, embasado em tais conhecimentos, Aristóteles acrescentou ao modelo de Empédocles qualidades aos átomos que poderiam ser as de: quente, frio, úmido ou seco, podendo cada átomo ser dotado mais precisamente de duas dessas (AGUILERA – NAVARRO, 2008). A figura 3 abaixo mostra a relação entre os átomos e suas respectivas qualidades:

Figura 3: tipos de Átomos e suas qualidades segundo Aristóteles.



Fonte: Aguilera - Navarro, 2008.

Assim então, Aristóteles afirmava que o movimento natural depende da natureza do objeto. Dependendo da combinação entre os tipos de átomos que compõem o corpo, um objeto teria seu lugar apropriado e por isso se esforçaria para ali estar. Por exemplo um jarro de cerâmica, por ser composto basicamente de terra, se não estiver apoiado, procura o chão, assim como uma pena, onde pode se considerar mista de átomos de terra e ar, contudo, mais de terra, por isso cai ao chão também. Com isso, Aristóteles concluiu que quanto mais “pesado” fosse o objeto, mais ele se esforçaria a estar em seu lugar natural, ou seja, quanto mais pesado, mais rapidamente um corpo chegará ao solo (HEWITT, 2015).

Já o movimento violento, outra classificação proposta por Aristóteles, era dado através da ação de forças que empurravam ou puxavam os objetos. Não acontecia de forma natural, era imposto por agentes externos, como por exemplo uma mesa sendo empurrada por uma pessoa ou um barco se movendo através da ação do vento sobre as caravelas. Esse tipo de movimento era concebido pela ação de uma força constante que estava sempre agindo no corpo, mesmo não sendo visível aos olhos, o que ajudou Aristóteles a justificar por exemplo o porquê uma flecha continua a se mover mesmo após deixar o arco, afirmando que o ar comprimido na frente da flecha se deslocava para trás da mesma, sendo responsável assim por manter seu movimento.

Resumidamente, Aristóteles o movimento dos corpos acontecia devido à natureza da matéria que eram compostos ou a empurrões e puxões constantes dados nos mesmos. Portanto, todo objeto se manteria em repouso em seu lugar natural e só passaria a se mover com a ação de um agente externo, com exceção dos corpos celestes (AGUILERA – NAVARRO, 2008).

A teoria Aristotélica sobre o movimento dos corpos trouxe outra importante consequência, como a da Terra estar em repouso (!), portanto, estaria no centro do universo enquanto o Sol e outros corpos celestes se moviam ao seu redor. Tal pensamento perdurou aproximadamente por 2000 mil anos, propagado por seguidores fanáticos de Aristóteles que consideravam seus argumentos irrefutáveis, dando verdades absolutas, até que o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) formulasse sua teoria para o modelo planetário, baseado em várias observações do movimento desses corpos celestes.

2.1.2 O modelo de Copérnico

Cerca de 2 mil anos de prevalência das ideias Aristotélicas sobre a dinâmica de movimento dos objetos, Nicolau Copérnico surge com um importante fator quando formula uma nova teoria para o modelo planetário. Tal estudo foi concebido por Copérnico justificando ser mais simples considerar os movimentos da Terra e dos outros planetas em torno do Sol, ao invés do contrário, como apontava o atual modelo de Cláudio Ptolomeu (que era baseado nos estudos de Aristóteles). Contudo, Copérnico tinha receio de retaliações da igreja Católica Medieval, haja vista que o modelo atual era fator importante na doutrina da mesma, e que punia severamente aquele que fosse contra os ideais da instituição (HEWITT, 2015).

A teoria copernicana levantou questionamentos sensíveis as concepções de movimento que perduravam até então. Com o Sol sendo considerado no centro do sistema, a Terra não estaria mais em repouso como se foi concluído das ideias de Aristóteles, ou seja, um novo momento pra ciência se iniciava. Novas ideias seriam introduzidas, e as conclusões que esse

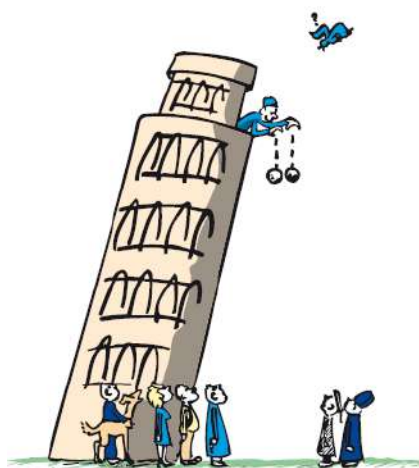
novo estudo traria, revolucionária o que se sabia até então sobre a dinâmica de movimento dos corpos.

2.1.3 Os experimentos de Galileu

Galileu Galilei (1564-1642) foi um dos principais cientistas da história. Seus estudos e contribuições para a ciência no século XVII permitiram o esclarecimento de alguns questionamentos pendentes sobre a dinâmica dos corpos rígidos e a astronomia. Um importante fator para estes acontecimentos feitos por Galileu foi a introdução do método científico baseado na experimentação e observação, sendo intitulado por isso como o “Pai do método científico”. Basicamente, duas práticas experimentais foram suficientes para que ele fizesse “cair por terra” de maneira irrefutável as ideias aristotélicas prevaletentes até aquele momento da história da ciência (AGUILERA – NAVARRO, 2008).

Talvez o relato de experiência mais conhecido de Galileu Galilei tenha sido o da Torre inclinada de Pisa. Conta-se que ele abandonou do alto da torre, simultaneamente, dois corpos de valores de massa diferentes, e observou suas quedas. Foi então que Galileu concluiu que, apesar um leve efeito da resistência do ar, objetos com massas diferentes abandonados de uma mesma altura e ao mesmo instante, chegam ao mesmo tempo ao solo. Com isso, a hipótese de Aristóteles que corpos mais pesados chegam primeiro ao chão (movimento natural) foi facilmente derrubada. Há relatos ainda que, mesmo Galileu provando tal ideia, uma multidão que presenciou o momento desdenhou do fato e continuou sustentando as ideais de Aristóteles (HEWITT, 2015).

Figura 4: desenho ilustrativo do experimento de Galileu na torre de Pisa.

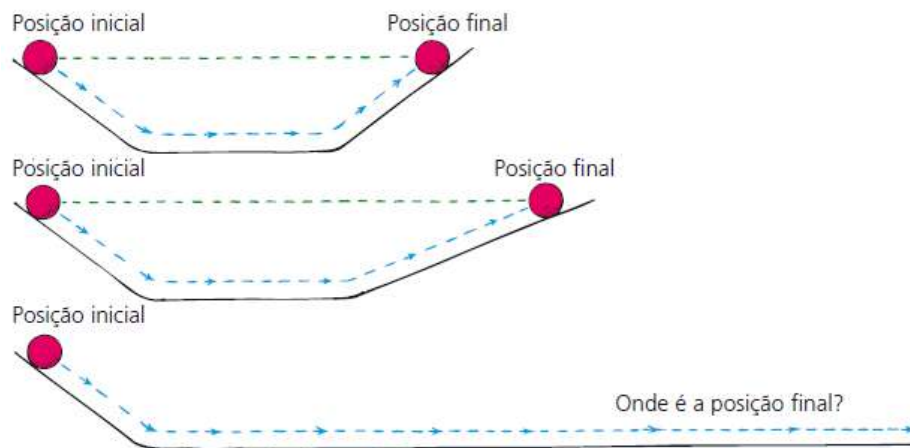


Fonte: Hewitt, 2015.

Um outro importante experimento de Galileu foi o do plano inclinado. O cientista Italiano estava interessado basicamente em entender o como e o porquê das coisas se moverem. Para isso, ele supôs que sem a interferência resistiva sobre um objeto móvel, este deveria continuar seu movimento em linha reta eternamente, sem precisar de uma força qualquer para isso como a teoria aristotélica afirmava.

Para comprovar sua suposição, Galileu montou o seguinte arranjo experimental, de acordo com a figura 5 esquemática abaixo:

Figura 5: esquema experimental de planos inclinados feito por Galileu.



Fonte: Hewitt, 2015.

De maneira resumida, que Galileu percebeu que ao pôr um corpo pra descer um plano inclinado, o mesmo subiu outro plano inclinado a frente até a mesma altura de onde foi abandonado no anterior aproximadamente. Em seguida, diminuiu o ângulo de inclinação do plano de subida e constatou que o corpo percorreu uma distância ainda maior, alcançando mesma altura de onde foi abandonado, apesar do leve atrito da superfície lisa. Finalmente, reduziu o ângulo da rampa de subida a 0° (zero graus) e percebeu o corpo alcançar distância ainda maior, concluindo que se não houvesse a ação resistiva do atrito, o corpo manteria seu movimento indefinidamente com velocidade constante. A essa propriedade dos corpos manterem a sua tendência de movimento ele chamou de **inércia** (HEWITT, 2015).

As contribuições de Galileu para o movimento derrubaram as ideias de Aristóteles, que por sua vez, em suas observações, não tinha a percepção da inércia ao não desconsiderar o atrito, fato que atrasou o andamento da Física por mais de 2 mil anos. Posteriormente a morte de Galileu, nasce Isaac Newton, que aos 23 anos de idade, baseado nas contribuições do Físico

italiano, desenvolveu suas três e tão famosas leis para o movimento, que findaram de vez a visão aristotélica sobre o fenômeno, e serão descritas nos tópicos seguintes.

2.2 A MECÂNICA CLÁSSICA

Após longo período de pouca evolução em relação ao estudo do movimento dos corpos, ao final do século XVII Galileu Galilei e Isaac Newton (1642-1727) desenvolveram novas concepções para analisar este fenômeno, intitulada como “mecânica clássica”. Em 1687, Newton apresentou suas três leis de movimento em sua obra chamada *Principia*. Tais leis são a base do entendimento para o movimento dos corpos no mundo macroscópico e de baixas velocidades.

O principal interesse da mecânica clássica “está no movimento de um objeto particular que, ao interagir com os objetos à sua volta (de sua vizinhança), tem sua velocidade alterada – e uma aceleração produzida” (RESNICK, 2008 p.47). A análise de um problema se dará sob as seguintes perspectivas: (1) condições iniciais de um objeto de propriedades físicas conhecidas; (2) o conhecimento das influências nas redondezas do corpo; (3) a possibilidade de se calcular posição e velocidade em qualquer instante de tempo.

O presente estudo limitar-se-á a análise do movimento de objetos considerando-os partículas, ou seja, descartando suas dimensões. É conveniente tal consideração pois o que se busca estudar é o efeito resultante de todas as interações da partícula com a redondeza, e não onde essas interações estão atuando (ou agem). Essas interações de um corpo com sua vizinhança se dão por intermédio de uma Força, que por sua vez representa a ação de empurrar ou puxar esse corpo.

2.3 PRIMEIRA LEI DE NEWTON (LEI DA INÉRCIA)

Os experimentos dos planos inclinados de Galileu foram os que de fato conseguiram explicar o porquê de um corpo manter-se movimento mesmo após o cessar de uma força impulsora. Como dito em parágrafos anteriores, esta propriedade dos corpos de manter seu estado de movimento, ele chamou de inércia. Para Nussenzveig (2002, p.67), esta foi a primeira formulação da lei da inércia, como destacado no trecho abaixo:

Temos aqui formulada pela primeira vez a *lei da inércia*: na situação ideal contemplada por Galileu, com uma esfera lançada pelo plano horizontal perfeitamente polido (sem atrito), desprezando a resistência do ar. O movimento não seria acelerado

nem desacelerado: não havendo forças na direção horizontal, teríamos um *movimento retilíneo uniforme*. Ao contrário do que dizia Aristóteles, não necessitamos de forças para manter um movimento retilíneo uniforme: pelo contrário, uma aceleração nula ($v = \text{constante}$) está necessariamente associada a ausência de força resultante sobre a partícula ($F = 0$)

A seguinte fala é corroborada ainda por Resnick (2008, p.48) quando diz que

Uma força externa é necessária para colocar um corpo em movimento, mas nenhuma força externa é necessária para manter um corpo em movimento com velocidade constante. [...] não há distinção entre um corpo sobre o qual nenhuma força externa atua e um corpo sobre o qual a soma ou a resultante de todas as forças externas é nula.

O físico inglês Isaac Newton então, posteriormente, aprimorou a ideia de Galileu e formulou a sua 1ª lei para o movimento dos corpos, descrevendo que **“todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de rapidez uniforme em uma linha reta a menos que uma força resultante não nula seja exercida sobre ele”** (HEWITT, 2015, p.26 grifo do autor).

É importante ressaltar que tal lei é validada mediante a sua verificação por meio de um sistema de referência especial. “Um sistema de referência demanda um sistema de coordenadas e um conjunto de relógios, os quais permitem que o observador meça posições, velocidades e acelerações no seu sistema de referência particular” (RESNICK, 2008, p.49).

Portanto, os referenciais que validam a 1ª lei de Newton são chamados de referenciais inerciais. Tais sistemas são classificados assim quando os mesmos não estão acelerados, ou seja, estão em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. E para fazer a verificação se um referencial é ou não inercial, pode-se colocar um corpo de prova em repouso nele, assegurando que nenhuma força resultante agirá no mesmo. Se o corpo permanecer em repouso, conclui-se que este referencial é inercial pois foi verificada a 1ª lei de Newton no sistema.

2.4 FORÇA

O conceito de Força pode ser descrito de maneira simplificada como sendo o agente físico cujo o efeito dinâmico é a aceleração (DOCA, 2012, p.135), que por sua vez será capaz de alterar as características do movimento de um corpo – intensidade, direção e sentido. A força pode acontecer por meio de um contato (força de reação normal, elástica ou de atrito) ou uma interação a distância (força gravitacional, elétrica e magnética). Tais forças citadas em parênteses como exemplo não serão abordadas de maneira mais profunda mediante ao fato de

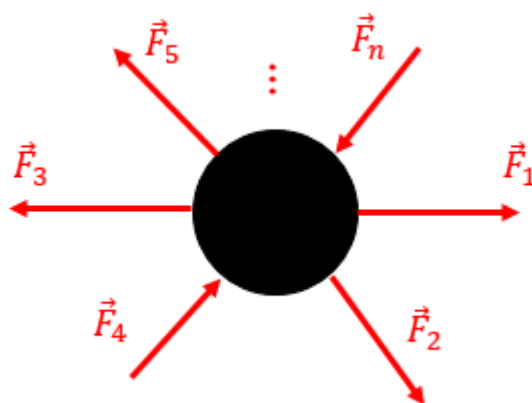
este trabalho ter foco na aprendizagem das leis de Newton, sendo trabalhado posteriormente o componente curricular que as aborde (RESNICK, 2008).

O processo de medição de Força se dá, na maioria dos casos, por um sistema constituído por uma mola (sistema elástico) chamado dinamômetro. Experimentalmente é verificado que a força é diretamente proporcional a distensão de uma mola de determinada rigidez. Um outro aparelho responsável por este processo é o transdutor eletrônico. O aparato é conectado a um computador onde a força executa uma deflexão em um dispositivo mecânico ou eletromagnético, sendo verificada tal deflexão eletronicamente e calibrada contra uma mola “padrão” (RESNICK, 2008).

2.4.1 Força resultante

Matematicamente, uma força tem sua representação dada por um vetor². Também é pertinente salientar que um corpo (ou objeto) pode estar sujeito a ação de várias forças simultaneamente, como mostra a figura 6 abaixo:

Figura 6: partícula submetida a ação de n forças.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Desta forma, pode-se representar a ação de todas as forças na partícula acima, substituindo-as apenas por uma única força resultante que terá o mesmo efeito dinâmico de todas as outras juntas agindo na partícula, sendo dada através da soma vetorial dessas forças, de acordo com a equação (1) abaixo (DOCA, 2012):

² Geometricamente, um vetor é definido como um segmento de reta orientado (STEINBRUCH; WINTERLE, 2008, p.1)

$$\vec{F}_r = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \dots + \vec{F}_n. \quad (1)$$

Importante ressaltar que a resultante não se trata de uma nova força agindo na partícula, mas sim a representação de uma adição vetorial.

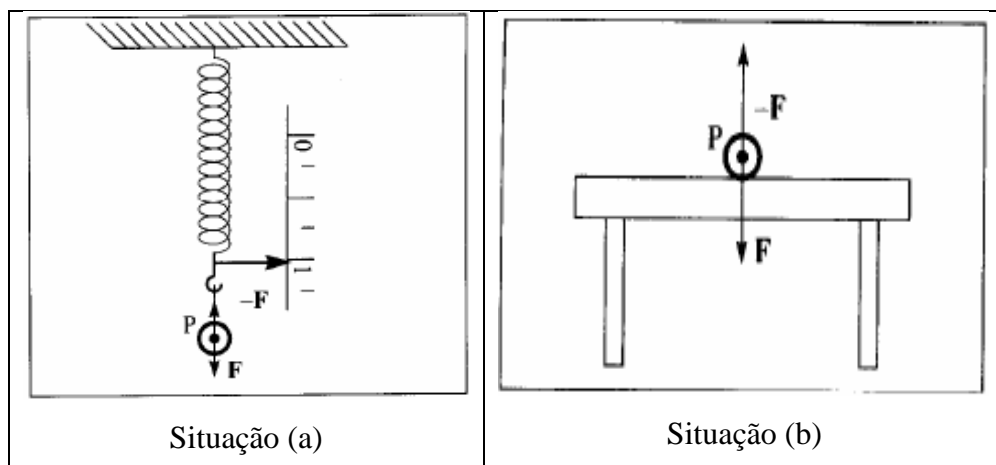
2.4.2 Forças em equilíbrio

Quando uma partícula está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em um dado referencial e seu estado de movimento se conserva, dizemos que esta partícula está em equilíbrio neste referencial. Como já foi abordado anteriormente, este referencial então é considerado inercial. Desta forma, a soma vetorial de todas as forças que agem na partícula será nula, ou seja:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \dots + \vec{F}_n = 0. \quad (2)$$

Para exemplificar, são propostas duas situações para análise das forças que agem em cada partícula em um dado referencial inercial, como na figura 7 abaixo:

Figura 7: situações de partículas em equilíbrio



Fonte: Nussenzveig, 2002.

Na situação (a), observa-se forças F e $-F$ que possuem mesma direção e sentidos opostos, atuando em na partícula P de modo a deixa-la em equilíbrio. A força $-F$ é devido a

mola, enquanto a força F decorre da atração gravitacional da terra representada pela força peso. Nesta situação, pode-se concluir que as intensidades das forças são iguais. Na situação (b) percebe-se agora o equilíbrio da força peso com a reação normal, que surge devido a deformação elástica sofrida pela superfície da mesa ao entrar em contato com a partícula (NUSSENZVEIG, 2002).

2.5 MASSA

Intuitivamente, tem-se a noção de que quando dois corpos de massas distintas sofrem a ação de uma mesma força, esta terá efeito resultante maior no corpo de menor massa. Afinal, uma pessoa consegue empurrar mais facilmente uma bicicleta (menor massa), do que um carro convencional (maior massa), óbvio! Desta forma, Resnick (2008, p.52) define massa como a “*propriedade de um corpo que determina sua resistência a uma mudança no seu movimento*” (grifo do autor).

Hewitt (2015, p.61) conceitua ainda massa sob outros vieses como sendo “[...] *a quantidade de matéria num objeto. É também a medida da inércia ou lentidão com que um objeto responde a qualquer esforço feito para movê-lo, pará-lo ou alterar de algum modo o seu estado de movimento*” (grifo do autor). Tal definição mostra importante relação entre massa e inércia, sendo ambas, portanto, estritamente ligadas.

Experimentalmente, é verificada a relação de inversão de proporcionalidade entre massa e aceleração quando uma mesma força atua em corpos de massas distintas. Sendo assim:

$$\text{aceleração} \sim \frac{1}{\text{massa}}.$$

Da relação acima, considerando ainda uma mesma força atuando nos corpos, conclui-se que razão entre essas massas, aqui chamadas de m_1 e m_2 , é igual a razão inversa das suas respectivas acelerações a_1 e a_2 (Resnick, 2008):

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{a_1}{a_2}. \quad (3)$$

A equação 3 acima permite calcular a massa de um corpo em relação ao outro sem necessariamente saber o valor da força que age nos mesmos, bastando somente saber a relação

entre as suas respectivas acelerações. Se a aceleração do corpo 1 é a metade da aceleração do corpo 2, tem-se que a massa do corpo 1 é o dobro da massa do corpo 2. Esta relação independe dos valores de forças aplicadas, desde que seja o mesmo valor, obedecendo a proporção invertida.

2.6 SEGUNDA LEI DE NEWTON (PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA)

A 1ª lei de Newton traz importantes consequências sobre o estado de movimento de um corpo. Se um corpo sofre uma variação em sua velocidade \mathbf{v} (em módulo e direção), em um sistema dito inercial, esta aceleração (variação da velocidade) deve estar ligada a ação de forças (NUSSENZVEIG, 2002).

Desta forma, a fim de estabelecer relação entre força e aceleração, considera-se inicialmente um corpo de massa m , com determinada velocidade \mathbf{v} . Newton denominou *quantidade de movimento* \vec{p} (ou momento linear) o produto entre essas grandezas, de acordo com a equação 4 abaixo:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (4)$$

A quantidade de movimento e a velocidade possuem a mesma direção e mesmo sentido, diferenciados em módulo por uma constante, neste caso, a massa do corpo. É importante ressaltar que a quantidade de movimento depende do referencial, sendo necessário, portanto, especificá-lo.

Assim, Isaac Newton expressou a sua segunda lei para o movimento em seu livro *Principia* da seguinte maneira: “a taxa de variação da quantidade de movimento de um corpo é igual à força resultante que age sobre o corpo e tem direção e o sentido desta força” (RESNICK, 2008, p.136). Matematicamente:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}. \quad (5)$$

Desenvolvendo equação 5, obtêm-se:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}).$$

Como a massa m trata-se de uma constante, pode-se:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m \frac{d\vec{v}}{dt}.$$

Considerando ainda que a aceleração é igual a taxa da variação da velocidade no tempo ($\vec{a} = d\vec{v}/dt$), conclui-se que (RESNICK, 2008):

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Ou seja,

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (6)$$

Como já abordado anteriormente, da equação 6 acima constata-se que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional (em módulo) a resultante das forças que nele atuam, além de ter a mesma direção e sentido dessa resultante também. Já em relação a massa, a aceleração possui inversão de proporcionalidade, como foi abordado já anteriormente também, na seção 2.5 deste capítulo.

Para casos em que $\sum \vec{F} = 0$, tem-se $\vec{a} = 0$, ou seja, o corpo está em repouso o movimento retilíneo uniforme, como definido na primeira Lei de Newton, sendo esta portanto um caso particular da segunda Lei. Contudo, vale ressaltar que é necessário a escolha de um referencial para analisar a 1ª lei, ao qual este deve ser inercial, e sem tal definição, não é possível escolher sistemas para aplicar a 2ª lei (RESNICK, 2008).

Analisando a equação 6 em termos dimensionais, temos a seguinte configuração:

$$[F] = ML/T^2.$$

Onde no Sistema Internacional (SI) de medidas a dimensão de massa de um corpo padrão [M] é em quilograma (kg), e a aceleração [a] é dada em m/s^2 . Sendo assim, para promover uma aceleração de $1 m/s^2$ em um corpo padrão de $1 kg$, é necessária uma força de

1 kg m/s^2 . Portanto, define-se que força tem unidade em homenagem ao físico Isaac Newton da seguinte forma

$$1 \text{ kg m/s}^2 = 1 \text{ Newton} = 1 \text{ N}.$$

Ressalta-se também que existem outras unidades de medida da grandeza força, contudo, não sendo necessário explorá-la no contexto desse trabalho.

2.7 TERCEIRA LEI DE NEWTON (PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO)

Para o promover o desenvolvimento dessa lei, supõe-se o a seguinte situação: dois corpos (a) e (b) de massas idênticas ($m_a = m_b$) interagem entre si em um sistema livre da ação de forças externas (sistema isolado). Nesse contexto, considera-se ainda que ambos corpos viajem com mesma intensidade de velocidade, na mesma direção, porém em oposição de sentidos ($v_a = -v_b$), de modo a colidirem em um determinado ponto, por um determinado intervalo de tempo. Antes de colidirem, o momento linear total dos corpos era dado por:

$$P = p_a + p_b = mv_a + m(-v_b) = mv_a - mv_b = 0. \quad (7)$$

Após o choque, há uma troca simultânea de velocidade entre os corpos, de modo que $-v_a' = v_b'$. Sendo assim, o momento linear total após o choque fica:

$$P' = p_a' + p_b' = m(-v_a') + mv_b' = -mv_a' + mv_b' = 0. \quad (8)$$

Verifica-se então que o momento linear total antes da colisão é igual ao momento linear total depois da colisão. Este princípio é denominado *Princípio da Conservação do Momento Linear (ou da quantidade de movimento)*, um dos principais princípios da Física, que pode naturalmente ser aplicado para corpos de massas diferentes, assim como velocidades distintas também, desde se esteja considerando um sistema livre de ações externas (NUSSENZVEIG, 2002).

Tal princípio também pode ser estendido para as variações das quantidades de movimento dos corpos. Sendo assim:

$$\Delta P_a = -\Delta P_b \quad (9)$$

Considerando que o intervalo de tempo que ocorre choque entre corpos e seja muito curto ($\Delta t \rightarrow dt$), tem-se ainda:

$$\frac{dP_a}{dt} = -\frac{dP_b}{dt} \quad (10)$$

Da equação 5 pode-se inferir então que:

$$F_{ab} = -F_{ba} \quad (11)$$

Ou seja, entende-se que a variação do momento linear do corpo a foi devido a uma interação com o corpo b , resultando em uma força F_{ab} ³ no corpo a . Da mesma forma acontece para o corpo b , entretanto, a força F_{ba} ⁴ que age no mesmo acontece em sentido oposto a que o mesmo exerce em a .

Desta forma, as forças F_{ab} e F_{ba} constituem um par ação-reação que surgem devido ao choque entre as mesmas. Isaac Newton enuncia desta forma a sua terceira e última lei para o movimento, também conhecida como “Princípio da Ação e Reação”, da seguinte forma: “a toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja, as ações mutuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos” (NUSSENZVEIG, 2002, p.76).

Por fim, ressalta-se que o par ação-reação age sempre em corpos diferentes, ou seja, nunca em um único corpo. Além disso, apesar de iguais em módulo, o efeito resultante das forças (a aceleração) vai depender da medida da resistência de um corpo a mudança do seu estado de movimento, conhecida como massa, (novamente) conceito trabalho na seção 2.5 deste capítulo.

A discussão feita neste capítulo a respeito dos conceitos sobre o movimento dos corpos compõe importante parte dessa pesquisa. Todos os pontos abordados farão parte da UEPS, constituindo seu objetivo, como por exemplo, o desenvolvimento das três leis de Newton para o movimento. O capítulo a seguir detalha a metodologia que resulta neste trabalho, assim como o encaixe do conteúdo aqui abordado dentro de uma UEPS.

³ Lê-se força que o corpo a recebe devido ao corpo b .

⁴ Lê-se força que o corpo b recebe devido ao corpo a .

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

Sabe-se da importância da adoção de um método para o desenvolvimento de uma pesquisa, onde se tem por objetivo o estudo de determinado fato, objeto ou fenômeno, sendo utilizado uma sequência de procedimentos intelectuais e técnicos para isto (ZANELLA, 2013). Por isso, neste capítulo serão explicitados e/ou detalhados alguns aspectos metodológicos da pesquisa inserida neste trabalho, além de descrever a sequência da UEPS para o estudo do Movimento dos Corpos e as Leis de Newton.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA, COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O método, no que tange a sua forma de abordagem, pode ser classificado em uma pesquisa quantitativa ou qualitativa. A primeira baseia-se em medir como as variáveis se relacionam por intermédio de instrumentos estatísticos para a recolhimento e tratamento de dados. A segunda, por sua vez, pauta-se em análises qualitativas, tendo embasamento em conhecimentos teórico-empíricos que agregam em termos científicos a pesquisa, lançando mão, em princípio, da forma estatística para analisar dados (VIERA, 1996 apud ZANELLA, 2013).

No contexto deste trabalho, a natureza da pesquisa se adequa a forma qualitativa, uma vez que há de se prezar pela verificação da aprendizagem significativa nos alunos através de evidências dadas durante a realização da prática pedagógica, como enfatiza Moreira (2011) na seção 1.3 deste trabalho.

Sendo assim, o professor deve assumir papel de pesquisador dentro do ambiente de sala aula, tendo por principal objetivo observar, compreender e interpretar como está se dando o processo de captação de significados pelos alunos. No tocante a pesquisa aqui proposta, o docente tem como alvo de investigação a utilização de canções conceituais como possibilidade de recurso facilitador da aprendizagem significativa e a compreensão dos discentes quando inseridos a metodologia proposta.

Quanto a coleta dos dados, os registros das observações foram feitos em um diário de bordo e questionários aos discentes. Em cada etapa, observou-se o comportamento do aluno mediante a interação com outros alunos, com o professor e com o conhecimento, buscando-se fatos que explicitem a aprendizagem significativa no mesmo.

Para a captação dos conhecimentos prévios, propôs-se que os estudantes dissertassem sobre um mapa hierárquico do assunto proposto (Força e Movimento), criado em parceria com o professor. É imprescindível tal investigação, haja vista que o processo de captação de novos

significados por esses alunos advém do que eles já possuem de entendimento sobre o tema abordado, os chamados subsunçores (MOREIRA, 2011).

A partir de então, buscou-se adaptar as etapas da sequência de ensino de modo a promover a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, agora possuindo um parâmetro para isso, que são os subsunçores dos alunos. Com base nisso, os registros foram feitos de modo a constituir o que Moreira (2011) chama de avaliação formativa, considerando aspectos como a pré-disposição do aluno em aprender, frequência as etapas, execução das atividades propostas (situações-problemas), envolvimento e interação nos debates e tarefas de grupos.

Além da avaliação formativa, foi proposto um teste final de avaliação da aprendizagem, denominada por Moreira (2011) como avaliação somativa, no qual ambas conjuntamente constituem o resultado final do aluno, e se dão em igualdade de peso. Tal questionário foi elaborado priorizando questões subjetivas (abertas) que sinalizassem a compreensão, captação e capacidade de transferência dos significados, e revisado pela orientação desse trabalho, alguém com maior experiência e vivência dentro da Física.

Por fim, em busca de entender a compreensão dos alunos mediante ao método proposto, um questionário de satisfação foi elaborado. Neste, foram priorizadas questões objetivas (fechadas), pautadas em “sim ou não”, contudo, houveram questões abertas para que os estudantes expressassem de forma livre suas opiniões diante dos questionamentos. Objetivou-se saber o que os estudantes pontuariam sobre a UEPS em questão e a proposta de utilização de canções para no ensino de Física, bem como a potencialidade da prática.

A coleta de informações pelos meios descritos acima possui grande relevância pois apoiam o processo de análise em busca da resolução dos questionamentos propostos nesta pesquisa. Desta forma, ao analisar tais informações, pode-se verificar se os resultados das mesmas se enquadram aos objetivos propostos, se auxiliam na resolução da problemática da investigação e se os dispositivos empregados contribuíram suficientemente para fazer inferências sobre o estudo. Todos instrumentos de coleta poderão ser acessados na seção 3.3 deste capítulo.

Minayo (2012, p.621) destaca que “[...] uma análise para ser fidedigna precisa conter os termos estruturantes da investigação qualitativa que são os verbos: compreender e interpretar; e os substantivos: experiência, vivência, senso comum e ação social’. Quanto a compreender, a autora argumenta sobre a necessidade de se pôr no lugar do outro para isso, buscando entender um conjunto de fatores histórico-culturais por trás do indivíduo, no grupo ao qual ele se insere.

A partir disso, interpretar tais fatores, em um processo de coexistência com a compreensão, contudo sendo o ato de interpretar subordinado ao de compreender.

Nesse sentido, buscou-se durante a execução da intervenção pedagógica considerar os termos estruturantes citados acima pela autora, onde o professor adotou a estratégia de acompanhamento mais próximo aos alunos em determinados momentos, buscando de alguma forma auxiliá-lo em suas dificuldades, considerando suas especificidades e maneiras de assimilar o conteúdo diante do processo ali proposto.

Para melhor dialogicidade, alguns dados coletados nesta pesquisa são tratados através de ferramentas estatísticas, porém, não serão resumidos a números apenas, como em uma pesquisa quantitativa. Moreira (2003) realça que o pesquisador qualitativo pode fazer o uso de tais dispositivos (tabela, gráficos, sumário, classificações), mas a estatística usada é predominantemente descritiva, não se atendo a explanação e a predição, e sim a interpretação.

Portanto, através das formas expostas acima, buscou-se nesse trabalho a verificação de indícios de sucesso quanto ao objetivo pretendido nesta proposta didática, que é o de contribuir para uma aprendizagem com captação de significados, ou seja, significativa. Além disso, através da descrição do processo, identificar a UEPS proposta como recurso viabilizador do objetivo pretendido.

3.2 LOCAL DA INTERVENÇÃO E PÚBLICO ALVO

A instituição ao qual foi desenvolvida a proposta foi o Colégio Seima, uma escola privada localizada no bairro do Tapanã, região periférica do município de Belém, estado do Pará. Seu funcionamento se dá pela manhã, 07:30 às 12:20, com a educação infantil e fundamental séries iniciais, no turno da tarde com o fundamental séries finais e médio, entre os horários de 13:30 às 19:35, tendo 50 minutos para cada tempo de aula e 15 minutos de intervalo entre o 3º e 4º horários no turno da tarde, ao qual a turma onde foi realizada a intervenção pertencia. No turno da noite, funciona um cursinho pré-vestibular na mesma.

O prédio conta com aproximadamente 22 salas, sendo 16 para aulas, todas climatizadas, quadros magnéticos em bom estado, estrutura de mídia como datashow e som nas turmas de ensino médio, podendo cada sala suportar em média 25 alunos. Além disso, possui também um pequeno espaço de recreação para a prática de atividade Física e uma cantina. A escola passa por um processo de expansão predial, chegando ao seu 3º andar, onde terá a aquisição de um auditório, biblioteca, novas salas de aula e possivelmente um laboratório de ciências.

A escola possui neste ano de 2019 três turmas de ensino médio, uma para cada série. É importante destacar que a mesma iniciou com a modalidade há pouco mais de 3 anos, sendo referência nas redondezas, até então, em educação infantil e ensino fundamental, mas aos poucos conquistando espaço no oferecimento de formação de pré-adolescentes no ensino médio.

Para a aplicação da proposta, foi-se escolhido o 1º ano, devido a adequação do tópico a matriz curricular da série. A turma era composta de 15 alunos entre meninos e meninas. O número baixo de alunos possibilitou um melhor acompanhamento individual dos mesmos por parte do professor, fator importante para a busca dos objetivos traçados para as etapas da pesquisa.

O projeto foi submetido a avaliação da direção da escola e a coordenação pedagógica, sendo aprovado e disponibilizado total apoio para intervenção. Tal postura foi de fundamental importância, pois denotou confiança na prática proposta, o que propiciou ao professor/pesquisador tranquilidade para desenvolver seu trabalho, sendo descritas as etapas do mesmo na seção seguinte.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Considerando-se os referenciais teóricos e metodológicos abordados anteriormente é que esta UEPS foi construída, e tem por objetivo principal o ensino das Leis de Newton para o movimento dos corpos. O desenvolvimento do trabalho aconteceu em etapas. Primeiramente delimitou-se o conteúdo a ser trabalhado e realizou-se um estudo dos referenciais embasadores. Por conseguinte, elaborou-se a sequência didática considerando os aspectos sequenciais propostos por Moreira (2011). As etapas seguintes foram referentes a aplicação da intervenção e avaliação da proposta.

O período de aplicação da sequência de ensino se deu no ano de 2019, entre os meses de Maio e Junho, dispostos em 10 encontros, totalizando carga horária igual a 16 horas-aulas. Ressalta-se que os componentes curriculares da disciplina eram divididos com outro docente, sendo o responsável por esta pesquisa o que detinha menor carga-horária na turma, de apenas 1 hora-aula semanal. Desta forma, solicitou-se a direção horários alternativos para execução das etapas que demandavam mais tempo de aula, sendo atendida solicitação por parte da direção e coordenação pedagógica. A solicitação foi estendida também aos alunos, que demonstraram presteza e compreensão, sendo elaborado um documento para que fosse enviado aos pais dos mesmos para que tivessem cientes do motivo do horário alternativo.

O Quadro 1 a seguir mostra uma visão geral do trabalho desenvolvido quanto as etapas, número de semanas e aulas, o tópico do conteúdo abordado, as atividades planejadas, bem como os recursos instrucionais utilizados, podendo sofrer alterações/adaptações mediante ao cenário ao qual for aplicada a proposta por intermédio do produto educacional gerado nesta dissertação, e que se encontra no apêndice E.

Quadro 1: Sequência da UEPS

Etapas	Semana	Nº de aulas	Conteúdo abordado	Atividades planejadas	Recursos instrucionais
<i>Planejamento</i>	-----	-----	-----	- Selecionar e organizar conteúdo; - Delimitar recursos didáticos;	-----
	0	1	Contrato didático	- Apresentar a proposta; - Expor critérios de avaliação	-----
<i>Situação inicial</i>	1 ^a	1	Noções de Força e Movimento	Debater com a turma	Mapa hierárquico
<i>Situação-problema inicial</i>	1 ^a	2	Força e Movimento	- Levantar conhecimentos prévios; - Evolução histórica	- Músicas: “Dança de tudo” e “Força”; - Texto: Uma pequena história do movimento.
<i>Aprofundando conhecimento</i>	2 ^a	1	Força	Conceituar força	- Experimento: deslocando a massa; - Texto Gref: Onde estão as forças?
	2 ^a	2	Força Resultante	Calcular a resultante das forças em um corpo	Quadro magnético
<i>Novas situações-problemas</i>	3 ^a	2	1 ^a Lei de Newton: Inércia	Construir o conceito de inércia/1 ^a Lei de Newton	- Vídeos: laboratório e cinto de segurança; - Canção Conceitual: “Massinércia”.
	4 ^a	2	2 ^a Lei de Newton: Princípio	Relacionar força e aceleração/massa e	- Simulador Computacional: PhET;

			fundamental da Dinâmica	aceleração (2ª Lei de Newton)	- Canção Conceitual: Arrocha da segunda lei.
	5ª	2	3ª Lei de Newton: Ação e Reação	Destacar a interação entre os corpos	- Imagens: Pessoa, foguete e carro em movimento; Canção Conceitual: Reggae da dinâmica.
<i>Avaliação somativa individual</i>	5ª	2	-----	Avaliar a aprendizagem	Questionário: subjetivo e objetivo
<i>Encontro final integrador</i>	6ª	1	-----	- Revisar e sintetizar conteúdo - Avaliar a Metodologia	Questionário de satisfação: subjetivo e objetivo.
<i>Avaliação da UEPS</i>	-----	-----	-----	Verificar indícios de aprendizagem significativa	-----

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

3.3.1 Sequência da UEPS

A sequência foi elaborada considerando os oito passos de Moreira (2011), onde algumas das etapas foram desenvolvidas em mais de um momento, sendo descritas a seguir.


1. Planejamento: selecionar o conteúdo a ser trabalhado, organizando-o e traçando estratégias de ensino para alcançar a aprendizagem. Ou seja, escolher fontes embasadoras para apoiar a aula, ordenar abordagem dos conceitos e as formas de apresentá-los, elaborar atividades individuais ou em grupo e delimitar os recursos didáticos. Após isso, levar a proposta aos alunos fazendo uma apresentação geral sobre a mesma, gerando um contrato didático com eles e expondo os critérios de avaliação na perspectiva de uma UEPS.

2. Situação inicial: elaborar um mapa conceitual sobre “força” em conjunto com os alunos, indagando de modo inicial sobre como ela surge e a sua consequência, recolhendo as palavras ditas por eles e anotando-as no quadro. Em seguida, faz-se a construção hierárquica destacando as principais palavras mencionadas, gerando o mapa hierárquico. Finalmente, pede-se para que cada aluno expresse, de maneira particular, seu entendimento sobre o mapa criado e entregue

posteriormente ao professor⁵ para verificação dos conhecimentos prévios. Esta etapa constituirá uma hora-aula.

3. *Situação-problema inicial*: neste encontro pretende-se envolver os alunos de maneira introdutória na temática *Força e Movimento* levando-se, em conta os conhecimentos prévios acerca do assunto. Para Nascimento (2007 apud MOREIRA e MASSARANI, 2012) a exploração de letras de canções, apesar de embrionária, tem o intuito de demonstração e exemplificação da presença da Física nestas, utilizando-as como recurso didático para delimitar os objetivos e forma de atividade de ensino. Com isso, serão utilizadas sugestivamente duas canções como organizadores prévios, a fim de instigar e externalizar suas ideias, propondo assim um debate em torno do tema. No quadro 2 encontram-se links para o acesso as canções.

Quadro 2: músicas escolhidas.

	<p>Música 1: <i>Dança de tudo</i> – Nilson Chaves. Esta canção trata da ideia de movimento. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rxkdgPaiJOW</p> <p>Música 2: <i>Força</i> – Suely Mendonça/Rodrigo Campello. Canção que trata da ideia de Força. Disponível em: https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1h22o8l3LN5WA6F5</p>
<p>Imagem disponível em: Google imagens</p>	

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Em seguida, as letras de cada uma delas (Quadro 3 e 4), considerando-as pertinentes por abordarem conceitos importantes a esta sequência. As letras das canções 1 e 2 estão disponíveis, respectivamente, em: <https://www.letras.mus.br/nilson-chaves/897783/> e <https://www.letras.mus.br/suely-mesquita/389397/>.

⁵ Além de “professor”, outros adjetivos serão utilizados durante o texto para representar a mesma pessoa, como: facilitador, orientador, professor-tutor, intermediador, etc.

Quadro 3: música 1 escolhida.

Dança de tudo
(Nilson Chaves)

‘Nas ondas do mar são grandes movimentos,
A espuma no ar é um belo movimento,
O leito do fundo do rio é o verde alto do mar,
É a mágica dança das águas e seus mistérios
O vento na mata é um grande movimento
As nuvens no ar são leves movimentos
No corpo esse ato de amor explode uma dança no ar,
É o grande momento da terra em seus movimentos
A força do fogo é som, é movimento
O canto do nogo é som, é movimento
É a mente na sua explosão
É o vento no ar da emoção
Desse fogo com a água e a terra no mesmo momento.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Quadro 4: música 2 escolhida.

Força
(Suely Mesquita/Rodrigo Campello)

<p>A força é frágil A força é frágil A força é um evento momentâneo Em equilíbrio dinâmico A força é flexível Falível Vulnerável</p> <p>A força é frágil A força é frágil Aguenta o choque Vê perdida uma inocência Mitos ocios Ilusões sem conteúdo A força é pura Não mistura Não pendura Não segura em coisa alguma A força é dura Como um soco em pleno voo Como um salto no vazio A força é frágil A força é frágil</p>	<p>A força é frágil A força é frágil A força é frágil Em movimento a gente passa uns pelos outros Cruza olhares de desejo Sente o curso da viagem perturbado A força é frágil A força é frágil A força sente A força sente tudo E absorve a informação mais contundente</p> <p>A força viva pulsa tensa é uma delícia Cria mitos Pula muros Crê nos novos movimentos Olha o mundo com surpresa A força é frágil A força é uma beleza A força é frágil A força é uma beleza A força é frágil A força é uma beleza</p>
--	--

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Após apresentação das músicas e suas respectivas letras, propõem-se uma discussão entre os estudantes, em duplas, sobre os conceitos de movimento e força, abordados nas canções. Para fomentar o debate, indica-se a utilização de perguntas norteadoras que serão apresentadas a seguir:

- 1) Na *música 1*, utiliza-se a palavra *movimento* em diversos momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 2) Ainda na *música 1*, o que faz com que os elementos citados estejam em movimento e não em repouso?
- 3) Referente a *música 2*, é utilizada a palavra *força* em vários momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 4) Ainda na *música 2*, pode-se considerar que uma *força* sempre ocasionará movimento?

Ao final, solicita-se a socialização das respostas das duplas, promovendo a discussão entre a turma.

Finalizando esta etapa, solicita-se a leitura do texto “*Uma pequena história do movimento*”⁶ do físico-pesquisador Valdir Aguilera. O texto trata sobre a construção do entendimento do movimento dos corpos, cronologicamente, de Aristóteles à Galileu, promovendo uma visão mais detalhada sobre esse conceito aos alunos, destacando sua concepção mais antiga até ao que concebemos atualmente. Discute-se com a turma o texto, elaborando-se um quadro-resumo com a participação dos alunos e intermediação do facilitador.

4. Aprofundando conhecimento: nesta etapa pretende-se desenvolver o conceito de força. Para isso, uma pequena prática experimental é proposta, a fim de fazer os estudantes pensarem sobre a ideia. Entregam-se pequenos corpos de determinada massa aos alunos e, inicialmente, pede-se para que eles busquem uma forma simples de deslocar estes de um ponto ao outro, que é empurrando-os. Em seguida, propõe-se que eles façam isso novamente sem ter contato com a massa (o corpo), instigando-os a busca da força como também por interação à distância, além de haver por contato. Posteriormente, discute-se em grupo sobre as conclusões retiradas sobre a prática e estabelece-se o conceito físico de força em conjunto.

⁶Texto disponível em: <<http://www.valdiraguilera.net/historia-do-movimento.html>>. Visto em: 04/04/2019 às 11:49.

Por fim, apresenta-se parte do texto “*Onde estão as forças?*”⁷ do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) para leitura e análise dos tipos de força mais comum em nosso cotidiano, seguida de uma atividade complementar (apêndice A) para identificar as forças, sinalizando sua direção e sentido em diferentes contextos. As respostas dos alunos são discutidas e corrigidas pelo orientador no grande grupo. Este momento constituirá 2 (duas) horas-aula.

5. *Aprofundando conhecimento (continuação)*: o intermediador iniciará o novo encontro retomando o conceito anterior e esclarecendo possíveis dúvidas dos alunos. Em seguida, desenvolverá de forma expositiva o tópico do cálculo de força resultante. Para efetivar a consolidação do conteúdo ministrado, uma bateria de exercícios em diferentes graus de complexidade é disponibilizada nos apêndices (apêndice B), abordando o tópico em diversas situações, exigindo habilidade de aplicação deste dos alunos. Ao término da atividade, deverá se socializar as respostas dos alunos a fim de obter diferentes formas possíveis de abordagem de solução para uma situação-problema. Esta etapa tem duração de 2 (duas) horas-aula.

6. *Novas situações-problema 1*: nesta etapa tem-se por objetivo a aprendizagem do conceito de Inércia e, conseqüentemente, a Primeira Lei de Newton. Para isso, serão exibidos dois vídeos de maneira inicial de modo a nortear a discussão em torno do tema. O primeiro vídeo é o “*Laboratório Virtual | Mecânica – Inércia 02*”⁸ e em seguida exibe-se o vídeo “*Veja a importância do cinto de segurança no banco traseiro*”⁹. Após a apresentação dos vídeos, algumas perguntas são feitas para serem debatidas e respondidas em grupos formados pelos estudantes, e estão a seguir:

- 1) Por que a garrafa pet não se move quando está deitada ao ser empurrado apenas o carrinho de rolimã?
- 2) Por que ela não para quando o carrinho rolimã para, após ser empurrada juntamente com ele?
- 3) Se diminuir a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.

⁷ Texto disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44

⁸ Vídeo disponível em: <https://youtu.be/y_Vqujv_20A>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44.

⁹ Vídeo disponível em: <<https://youtu.be/E664H6ZMUe8>>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44.

- 4) Se aumentar a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.
- 5) Por que uma pessoa dentro de um carro é lançada para frente ao este colidir com algo?
- 6) Qual justificativa você daria para o uso do cinto de segurança?

Deixa-se que analisem as perguntas e entrem em consenso sobre as respostas. Passado o tempo, o facilitador em uma roda de debate, solicita que cada grupo responda a uma das perguntas e que os demais grupos discutam se estão em consonância ou não com as respostas, até se estabelecer a ideia do conceito de Inércia de um corpo, a sua relação com a massa dele e ao entendimento da primeira Lei de Newton, tudo se dando sempre com a intermediação do professor-tutor.

Finalizando esta etapa, faz-se a revisão do conceito e da lei estabelecida através da execução da música de título “*Massinércia*”¹⁰, composta pelo próprio autor desta sequência, podendo ser executada em mídia digital (.mp3) com a voz ou só playback, ou pelo próprio professor se no caso for músico, promovendo um momento de interação entre ele e a turma com este recurso facilitador para a aprendizagem. No quadro 5 a seguir é disposta a letra da canção para análise, identificação dos conceitos e discussão dos principais pontos após sua execução. O tempo de duração desta aula é de 2 (duas) horas-aula.

Quadro 5: letra da canção conceitual "Massinércia".

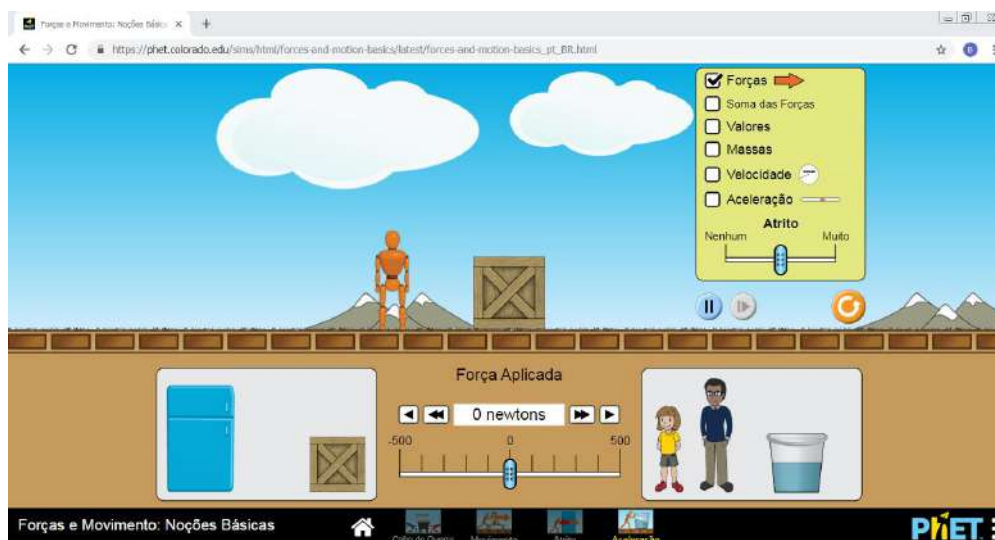
Massinércia (Breno Silva)	
<p>Hoje eu vou contar uma história e você vai aprender Conheci uma garota curiosa de entender</p> <p>Ela tem uma tendência em manter-se parada Mas se entra em movimento tende a continuar</p> <p><i>“Massinércia”, “Massinércia” Tá parada, não se move. Tá andando, não para.</i></p>	<p><i>“Massinércia”, “Massinércia” Quanto maior sua inércia maior sua massa</i></p> <p>Mas se alguém imprimir uma força em “Massinércia” Ela tende a mover-se a parar ou desviar</p> <p><i>“Massinércia foi pra frente quando ônibus freou E moveu-se para trás quando ele arrancou</i></p>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

¹⁰ Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gcLPHMdX1sJv0at>.
Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gjqX6R86YVJeo1L>.

6. *Novas situações-problema 2*: objetiva-se por esta etapa estabelecer relação entre força, aceleração e massa, desenvolvendo o Princípio Fundamental da Dinâmica, mais conhecido como a Segunda Lei de Newton. Para isso, com o recurso de um notebook e Datashow, sugere-se a utilização do simulador PhET, da universidade do Colorado, denominado *Força e Movimento: Noções básicas*, de acordo com a figura 8.

Figura 8: simulador *Força e Movimento: Noções básicas* do PhET Colorado.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/forces-and-motion-basics.

Visto em: 13/04/2019 às 17:43.

Inicialmente, busca-se estabelecer a relação de proporcionalidade entre força e aceleração. Faz-se o simulador aplicar uma força constante, de intensidade a critério do manipulador do software, em um caixote de 50 kg (cinquenta quilogramas), de modo a pô-lo em movimento em uma superfície com atrito e observa-se em consequência disso o desenvolvimento de uma aceleração constante no caixote através da marcação em sua aba. Aumenta-se a força para que os estudantes observem acontecer o aumento da aceleração de maneira diretamente proporcional a esta, e se estabelece a relação:

$$\text{Força} \sim \text{Aceleração}$$

Em seguida, procura-se constatar a ligação inversamente proporcional entre aceleração e massa. Para isso, o manipulador deve dobrar o valor da massa do sistema pondo um segundo caixote de massa igual ao primeiro sobreposto a este. Aplica-se a força do cenário anterior em um caixote apenas e verifica-se o valor da intensidade da aceleração, depois aplica-se a mesma

força com a massa do sistema dobrada e constata-se o novo valor reduzido proporcionalmente da aceleração, estabelecendo-se a nova relação:

$$\frac{\text{Força}}{\text{Massa}} \sim \text{Aceleração}$$

A proporcionalidade acima pode ser expressa como uma equação exata, que é conhecida como a Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica, de acordo com a equação 11 abaixo:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (11)$$

Desenvolvida a equação, deve-se propor, a fim de exemplificar, situações-problemas com diferentes níveis de aprofundamento e complexidade sobre esta lei no quadro magnético, onde os alunos as resolverão individualmente, sendo posteriormente exposto os resultados e debatidos no grande grupo sob intermédio do facilitador.

Por fim, a etapa é complementada com a exposição da canção conceitual “*Arrocha da Segunda Lei*”¹¹, de composição do próprio elaborador desta UEPS, podendo ser executada em arquivo digital (.mp3) ou pelo próprio professor no caso deste ser músico também. No quadro 6 abaixo se encontra a letra da música e tem-se por objetivo desta o mesmo da etapa anterior. Este momento constituirá 2 (duas) horas-aulas.

Quadro 6: letra da canção "Arrocha da Segunda Lei".

<p>Arrocha da Segunda Lei (Breno Silva)</p> <p>Quando uma força resultante em um corpo agir Ela vai altera a velocidade A consequência disso é uma aceleração Que sempre vai estar na mesma direção E sentido da força, elas são proporcionais Agora a Segunda Lei de Newton eu vou cantar </p> <p><i>Força Resultante é massa vezes aceleração O corpo muda a intensidade ou a direção Da velocidade que está a executar</i></p>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

¹¹ Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1g1QINDYcSxw-YnS>.
Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gzK-VSFmO-bq7fo>.

7. *Novas situações-problema 3*: para o desenvolver desta etapa, ao qual objetiva-se destacar a interação entre os corpos e a relação de forças entre eles chamada Terceira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Ação e Reação, uma sequência de imagens com situações cotidianas é apresentada, seguida de um questionário sobre estas, a fim de instigar e provocar um debate em torno delas. A seguir a sequência com as imagens, sucedida do questionário:

Figura 9: pessoa andando em chão de terra.



Fonte: Google imagens.

Figura 10: lançamento de um foguete da base.



Fonte: Google imagens.

Figura 11: carro em movimento.



Fonte: Google imagens.

- 1) Em ambos os casos nas imagens vistas, percebemos a pessoa, o foguete e o carro em movimento. Entretanto, não vemos alguém necessariamente empurrando esses corpos. O que explica seus movimentos?
- 2) Quais são as forças que agem nos corpos? Desenhe.
- 3) Os corpos exercem força em algo? Exemplifique em cada caso.
- 4) Na pergunta anterior, em caso de resposta positiva, faça um simples desenho de cada situação indicando as forças que agem no sistema.

São separados os grupos de alunos para que novamente discutam as questões e entrem em consenso sobre as possíveis soluções dos questionamentos. Após certo tempo, pede-se para que cada grupo exponha sua respectiva resposta da pergunta 1, onde o professor promove o debate entre estas, organizando na lousa a melhor interpretação para a questão, de modo a firmar a interação entre os corpos. O processo é repetido na pergunta 2, destacando as forças associadas em cada contexto e onde são aplicadas, na pergunta 3 evidenciando as forças de reação nas distintas situações e na pergunta 4 esquematizando as forças nos momentos propostos a fim de ressaltar o par ação-reação e sua relação de dependência.

Após a prática, o intermediador enuncia a Terceira Lei de Newton para o movimento dos corpos, fazendo breve exposição oral para complementação da lei, elucidando que o par ação-reação ocorre em corpos diferentes, não em um único corpo, e tratando a lei ainda em termos das diferentes massas dos corpos e seus efeitos nos respectivos movimentos, mostrando o porquê de um corpo de menor massa acelerar mais que um corpo de maior massa.

Em termos finais da etapa, deve-se novamente propor problemas como exemplo no quadro magnético para que os alunos, ainda em pares, a resolvam e compartilhem suas prováveis dúvidas e soluções com o professor-tutor a fim de se chegar a um consenso sobre as resoluções das questões. Em seguida, propõe-se a execução da canção conceitual de título “*Reggae da Dinâmica*”¹² referente ao estágio, sob mesma intenção das duas últimas etapas. A autoria da música é do próprio autor desta sequência, e que tem sua letra disposta conforme o quadro 7:

Quadro 7: letra da canção conceitual "Reggae da Dinâmica".

Reggae da Dinâmica (Breno Silva)	
<p><i>Este é o Reggae da Dinâmica Que agora eu vou cantar Você vai aprender as Leis de Newton Pra saber o movimento interpretar (bis)</i></p>	<p>Segunda Lei de Newton também é conhecida Como Princípio Fundamental da Dinâmica Pois revela a relação entre força, massa e aceleração $F = m \cdot a$</p>
<p>Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia Diz todo corpo tende a permanecer Em repouso ou movimento retilíneo uniforme A não ser que uma força externa aja sobre ele</p>	<p>Terceira Lei de Newton ou também Lei da Ação e Reação Diz que toda força impressa em um corpo Este corpo responde na mesma direção Com uma força de igual intensidade e oposta à da ação</p>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

A duração desta etapa será de 2 (duas) horas-aula.

8. *Avaliação somativa individual:* será proposto um teste (ver em apêndice C) - previamente anunciado aos estudantes - com questões abertas e fechadas sobre o tema *Leis de Newton* para que os mesmos possam expressar de forma livre seu entendimento sobre o assunto. Em termos de composição de nota, medida obrigatória procedimental da instituição, esta etapa constituirá 50% da nota e os outros 50% serão atribuídos a avaliação continuada no decorrer das etapas. A avaliação necessitará de 1 (uma) hora-aula.

9. *Encontro final integrador:* promover a discussão das questões aplicadas na etapa anterior, de modo a perpassar pelos tópicos da UEPS, ressaltando os principais pontos do conteúdo e suas contribuições para o desenvolvimento dos estudos na área. Além disso, aplicar um questionário

¹² Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gpYpSxrfz12BqPl>.
Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1glAPhAn1y2-nWDC>.

de satisfação sobre a metodologia desenvolvida com os alunos (ver apêndice D), para que os mesmos expressem espontaneamente suas considerações em relação a sequência, sendo importante ao professor para a análise desta na próxima etapa. O encontro deverá acontecer em 1 (uma) hora-aula.

10. Avaliação da UEPS: a partir da avaliação continuada dos estudantes nas etapas, juntamente com a avaliação individual somativa, o professor deve constatar se há ou não evidências de uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados na sequência, só sendo considerada exitosa em retorno positivo da análise.

Da sequência exposta acima, gerou o produto educacional deste trabalho, que por sua vez é um material de apoio para outros docentes de Física que desejam aplicar a metodologia em outras instituições de ensino. Desenvolvido ao longo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, este produto tem por objetivo mostrar um “passo a passo” para o desenvolvimento das Leis de Newton para o movimento por intermédio de uma UEPS, utilizando canções conceituais como recursos facilitadores de uma aprendizagem de forma significativa. Os efeitos resultantes da aplicação do mesmo serão discutidos no próximo e último capítulo.

CAPÍTULO 4: RELATO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, será feito o relato da intervenção pedagógica na turma do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Seima descrevendo cada etapa, como requer uma pesquisa de natureza qualitativa, com o propósito de buscar evidências da aprendizagem significativa. Além disso, serão expostos os resultados da avaliação somativa (teste final), promovendo uma discussão acerca dos mesmos, interpretando-os considerando as possíveis variáveis envolvidas na análise. As opiniões dadas no questionário de satisfação também serão explicitadas e debatidas, tendo relevância nessa pesquisa por se tratar dos atores que a compõem, os alunos. Por se tratar de uma descrição de experiência pessoal, será utilizada a 1ª pessoa do plural no tempo verbal pretérito perfeito.

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DAS ETAPAS

Planejamento

O trabalho teve sua gênese quando delimitamos o conteúdo a ser desenvolvido na UEPS, levando em consideração os aspectos declarativos e procedimentais, os conhecimentos prévios necessários para a ocorrência de uma aprendizagem significativa; elencando os recursos necessários para serem utilizados, as situações-problemas para serem desenvolvidas individual ou coletivamente (grupos), os materiais potencialmente significativos, o tempo necessário (estimativa) para o cumprimento de cada etapa e pesquisa de referenciais.

Paralelamente, fomos construindo as melodias e letras das canções conceituais a serem utilizadas como uma das formas de compreensão do saber a ser ensinado. Primeiramente a canção “*Reggae da Dinâmica*” foi composta, em seguida a música “*Massinércia*”, e por fim, o “*Arrocha da Segunda Lei*”. Cada uma das composições foi destinada a uma das Leis de Newton, não necessariamente na ordem disposta acima.

Ressaltamos que, evidentemente, todas as fases do processo foram planejadas de acordo com o espaço físico e a disposição de materiais na escola selecionada para utilização dos recursos didáticos escolhidos. A sala de aula possui projetor e caixa de som, dispositivos essenciais para execução dos vídeos, imagens e das canções da situação inicial, além de internet para execução simulador PhET.

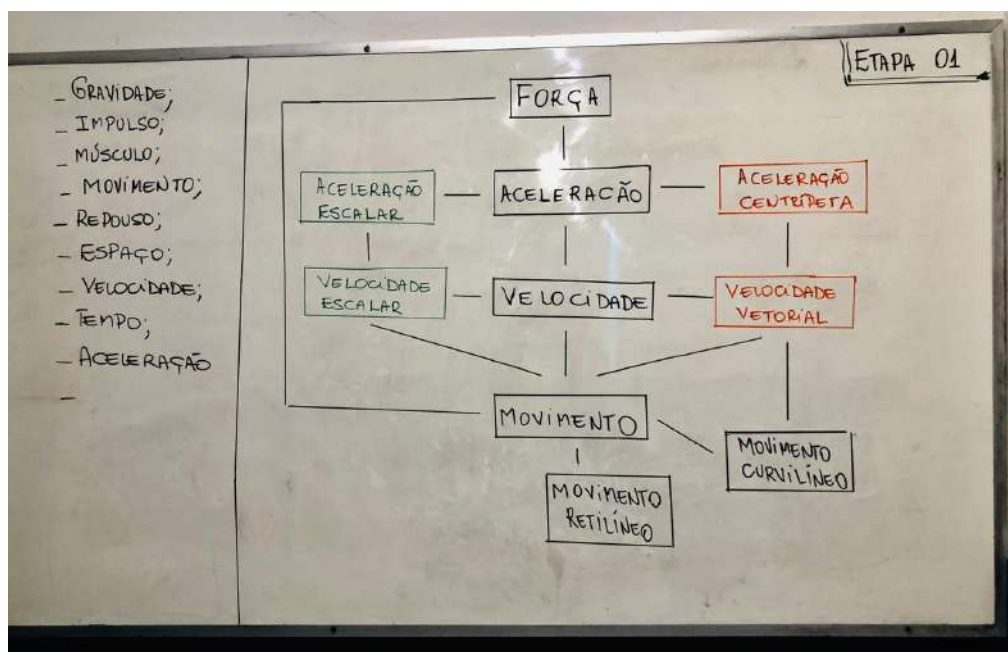
Finalizamos o momento fazendo a exposição do produto educacional, com sua estrutura já definida, a turma selecionada, no dia 06 de maio. Um cronograma de aplicação lhes foi apresentado, assim como as etapas do processo de maneira geral. O contrato didático foi estabelecido com a classe, detalhando o processo avaliativo através das avaliações formativa e somativa, sendo a primeira responsável por 50% da composição final de nota e a última 50% por sua vez.

Situação inicial

Iniciamos a metodologia no dia 13 de maio com a aplicação da estratégia inicial, objetivando a externalização dos conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos de força e movimento. Colocamos a palavra força no quadro magnético, solicitando que eles expusessem outras que remetiam a ela. Foram elencadas, inicialmente, palavras dissociadas do contexto pretendido, mas logo foram entornando para a ideia de movimento, através de grandezas associadas ao conceito.

Com isso, organizamos os principais termos acrescentando alguns outros de forma hierárquica em um mapa hierárquico de acordo com a figura 12 a seguir, solicitando que cada aluno explicasse com suas próprias palavras o mesmo e logo após entregasse ao professor.

Figura 12: organização hierárquica das grandezas associadas a Força.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Resgatamos algumas respostas para análise dos subsunçores dos alunos, a partir do mapa conceitual construído conjuntamente. De antemão, constatamos uma ligeira dificuldade com a escrita da nossa língua materna. Problemas de organização dos conectivos, concordância e pontuação foram os mais recorrentes. Esses fatores são relevantes para análise, e podem decorrer do fato que nosso método tradicional de busca do entendimento do saber dos alunos se dá através de testes objetivos, onde os mesmos só precisam escolher a alternativa que melhor representa a resposta para a questão em si, não sendo, portanto, solicitados a expressar por via de suas próprias palavras isso.

Selecionamos 3 (três) alunos para exposição das respostas de forma literal, tendo cada um algo interessante a se destacar. O aluno [1]¹³ descreveu seu entendimento da seguinte forma:

A força é uma grandeza que usamos diariamente, quando nos movimentamos ou quando empurramos uma caixa, a aceleração deriva da força, conseqüentemente com a aceleração vem a velocidade, e tudo isso resulta no movimento, onde age a força, sendo que existem mais dois tipos de velocidade e aceleração, a velocidade escalar e vetorial e a aceleração escalar e centrípeta (ALUNO [1], 2019).

O aluno [2] por sua vez, expressou sua compreensão do mapa hierárquico com uma logicidade um pouco mais considerável que o aluno [1], e que segue abaixo:

A força vai resultar na variação do movimento de um determinado corpo adquirindo uma aceleração ao decorrer do tempo, no qual vai obter uma ideia proporcional da velocidade feita por um corpo, assim estabelecendo por meio de um movimento. Através desses múltiplos elementos vão estabelecer uma definição mais ampla perante o espaço definido (ALUNO [2], 2019).

Por último, destacamos a resposta do aluno [3], que teve pontos de conversão próximos as respostas dos alunos [1] e [2], de acordo com o trecho a seguir:

A velocidade está relacionada ao movimento pois é a velocidade que determina de certa forma como vai ser o movimento. A aceleração em relação a velocidade é porque conforme for a aceleração vai se ter uma velocidade grande ou pequena. O movimento pode ser retilíneo em uma reta ou curvilíneo em uma curva, tanto um quanto o outro tem velocidades e acelerações diferentes ou iguais dependendo da situação (ALUNO [3], 2019)

¹³ As numerações dadas aqui aos alunos correspondem apenas a uma hierarquia de falas, não representando o mesmo estudante sempre em cada situação.

Dentre os pontos comuns nas três respostas, tem o fato de a força estar atrelada a aceleração, mostrando um subsunçor resgatado de potencial interessante para ancoragem de uma nova informação. Entretanto, percebemos naturalmente momentos que tendem para a ideia do senso comum sobre o movimento, como a de força, aceleração e velocidade sempre se darem nas mesmas direções e sentidos, quando isso é remetido apenas para as grandezas de força e aceleração, que por sua vez podem acontecer em direção e sentido diferente da velocidade em certos momentos.

Por fim, constatamos as respostas dos demais alunos com relevantes conhecimentos prévios, assim como os citados acima. Tal fato pode ser explicado sob diferentes óticas, como por exemplo uma formação inicial no conteúdo no período da educação infantil, do ensino fundamental, ou até mesmo através de observações empíricas do cotidiano, pois consideramos que o conhecimento científico pode acontecer também fora do ambiente escolar e/ou acadêmico. Ressalta-se também que nenhum aluno deixou de expor seu entendimento sobre o mapa conceitual.

Situação-problema inicial

Em 15 de maio demos continuidade ao momento inicial com a proposta de problemáticas envolvendo o conteúdo aventado. O objetivo foi introduzir a discussão como preparação ao conhecimento que se pretende ensinar, contudo, não ensinando-o de fato, investigando ainda seus conhecimentos prévios. Para isso, utilizamos dois tipos de organizadores prévios: músicas e texto. Inicialmente, entregamos as letras das canções aos alunos que estavam dispostos em duplas. Em seguida, reproduzimos a canção 1 (um) de título “*Dança de tudo*” composta e interpretada por Nilson Chaves, e logo após a canção 2 (dois) de título “*Força*” composta por Suely Mesquita e Rodrigo Campello, interpretada por Suely Mesquita, de direitos garantidos e reservados a Setembro Edições – DC consultoria.

Após escutarem as músicas, solicitamos aos alunos que discutissem com sua respectiva dupla, as questões propostas de acordo com o quadro 8 a seguir. Depois de determinado tempo, abrimos o debate em grande grupo, e pedimos para que cada dupla expusesse suas respostas sobre cada questão. Selecionamos alguns pontos destacados mais importante para análise.

Quadro 8: perguntas norteadoras da situação-problema inicial.

- 1) Na *música 1*, utiliza-se a palavra *movimento* em diversos momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 2) Ainda na *música 1*, o que faz com que os elementos citados estejam em movimento e não em repouso?
- 3) Referente a *música 2*, é utilizada a palavra *força* em vários momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 4) Ainda na *música 2*, pode-se considerar que uma *força* sempre ocasionará movimento?

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

No tocante a letra da canção 1, temos a ideia de movimento sendo abordada de diversas formas na natureza, nas ondas do mar, no vento na mata, nas nuvens do céu, etc. Indagamos na questão 1 qual o entendimento das duplas sobre a palavra “movimento” e percebemos nas respostas, em sua maioria, uma visão empírica sobre o conceito, isto é, ligada a observação particular dos alunos, emparelhada as ideias de Aristóteles, onde para acontecer o movimento de um corpo, deve estar agindo necessariamente uma força neste.

Ainda sobre a canção 1, no problema 2, questionamos o que faz com que os elementos citados na letra estejam em movimento. Sobre essa questão, constatamos uma divisão de opiniões. Parte da turma associou o movimento dos elementos através da ação da força gravitacional, entretanto, a maior parte do grupo por sua vez relacionou o movimento desses elementos por intermédio da ação da força do ar. Por mais que sejam distintas a natureza das ações, tem-se o consenso da turma que o movimento dos personagens da natureza acontece pela ação de uma força.

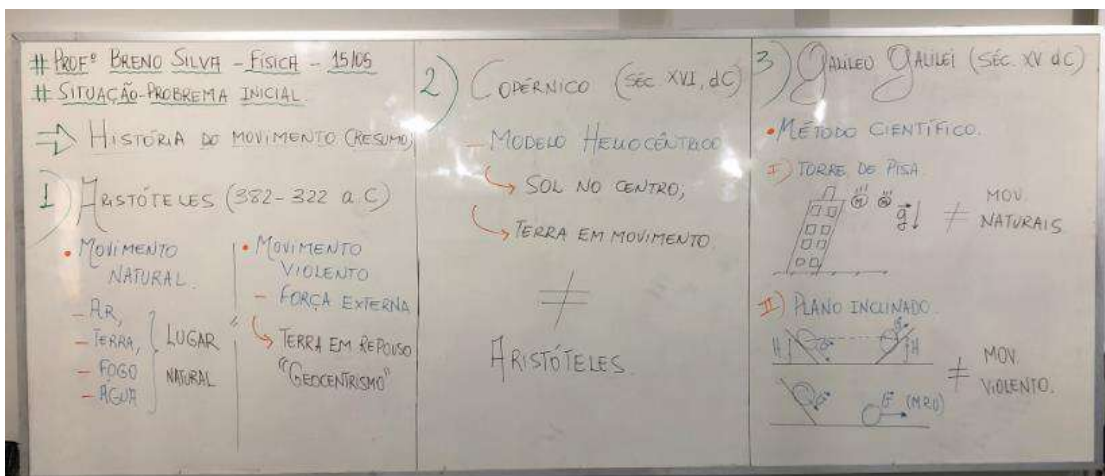
Com relação a canção 2, a palavra força permeia a letra da música em momentos mais próximo do contexto da Física, e em outros mais literais (de maneira subjetiva). Contudo, vimos potencial para resgatar os subsunçores sobre o conceito de força, e indagamos na pergunta 3 qual o entendimento das duplas sobre. Em geral, as duplas convergiram, mais uma vez, para pontos similares, onde a ideia que prevaleceu foi de força como uma ação que age em um corpo causando movimento, não fugindo das ideias anteriores sobre movimento dos corpos.

Por fim, ainda sobre a canção 2, questionamos se uma força sempre implicará em um movimento. Apenas uma dupla respondeu positivo, que sempre ocasionará movimento. As outras duplas, por sua vez, disseram que dependerá de uma “combinação de forças” e da

intensidade da força aplicada no corpo. Vemos algo interessante na resposta dita pela maioria, que é a ideia sobre força resultante, dada pela ação de duas ou mais forças em um corpo.

Demos continuidade ao encontro com a proposta de leitura do texto “Uma pequena história do movimento”, do físico Valdir Aguilera. Solicitamos aos que os alunos destacassem as partes mais relevantes para eles. Ao final, destacamos os pontos essenciais dos principais pensadores sobre a concepção de movimento, de acordo com a figura 13 abaixo:

Figura 13: esquema das principais concepções sobre o movimento dos corpos.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Na conversa após leitura, percebemos que os alunos detectaram as ideias de Aristóteles sobre o movimento. Souberam destacar movimentos naturais e violentos e o que implicava a ideia, chegando ao modelo planetário Geocêntrico. Pontuamos em seguida as contribuições de Nicolau Copérnico sobre o modelo Heliocêntrico e o que acarretaria sobre a concepção de movimento de Aristóteles, com a Terra não mais em estado de repouso e sim em movimento em torno do Sol, gerando um grande impacto no contexto científico da época. Por fim, debatemos as ideias de Galileu Galilei, a introdução do método científico e as experimentações que fizeram cair de vez a concepção Aristotélica sobre o movimento dos corpos.

Aprofundando conhecimento

Dando continuidade à aplicação da metodologia, começamos o momento no dia 20 de Maio, distribuindo carrinhos aos alunos e instruindo-os para execução de passos com estes, a fim de construir através da prática o conceito formal de Força, buscando a diferenciação

progressiva. Pudemos perceber uma leve animação ao entregar os carros, evidenciando que o método lúdico-experimental afetou positivamente o momento.

Com o decorrer da etapa, a cada passo, os alunos constatavam o resultado das ações solicitadas nos carrinhos. Ao final do cumprimento das fases, solicitamos a eles que pudessem chegar ao conceito de Força com as próprias palavras, destinando um curto tempo para isso. Findado tempo, trouxemos as conclusões para o debate em grande grupo, destacando algumas respostas dos alunos, como a resposta do aluno [1] que disse que *“A força é uma grandeza que age sobre alguns corpos, dependendo da intensidade que esta força é aplicada ela pode botar um corpo em movimento, alterar sua trajetória e sentido.”*. Percebe-se alguns pontos importantes nesta conclusão como a mudança de trajetória e a capacidade de botar um corpo em movimento, ou seja, mudar a intensidade da velocidade do mesmo.

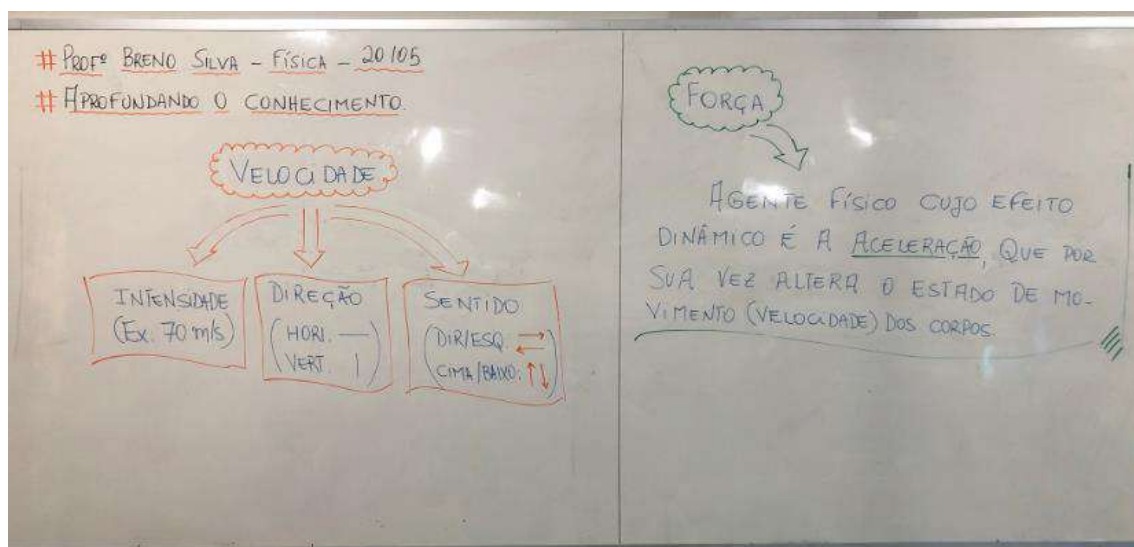
O aluno [2] por sua vez, externalizou suas observações da seguinte forma *“A força consiste em uma grandeza que, a partir dela, é possível ter movimentos e uma velocidade aplicada. A força é necessária para que haja movimento.”*. Destaque para a última frase, ressaltando que para haver movimento, é necessária uma força, mas não dando a entender que para manter este movimento deve haver uma força agindo no corpo.

A última resposta que destacamos é do aluno [3], que explicou o conceito de força como *“Força é uma ação que é aplicada sobre algo e que faz com que esse objeto tenha um movimento em um determinado sentido e uma direção e com uma determinada velocidade, pode se dar por contato ou interação a distância.”*. Ressalta-se na resposta a ideia de força acontecer também por uma interação a distância, além de por contato, detalhe este que apenas este aluno ressaltou.

De modo geral, as respostas dos alunos convergiram para pontos interessantes como o da força alterar as características do movimento de um corpo, ou seja, do estado da velocidade vetorial do mesmo. Entretanto, alguns equívocos de senso comum ainda permanecem como o não estabelecimento do conceito de aceleração, muitas vezes confundido com a velocidade de um corpo, além de que para manter o movimento de um corpo seja necessário a ação efetiva neste, resquícios de um pensamento Aristotélico que ressalta ainda mais a importância desta sequência para uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados (MOREIRA, 2011).

Após a exposição das respostas no grande grupo, fizemos a formalização do conceito de força no quadro magnético para que os alunos pudessem comparar suas respostas, destacando-se proximidades e divergências, de acordo com a figura 14 abaixo:

Figura 14: conceito de Força exposto no quadro magnético.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Em prosseguimento ao momento no dia 20 de maio de 2019, entregamos o texto adaptado do GREF “Onde estão as forças” para leitura. Nele, os alunos tiveram conhecimento dos vários tipos de forças que um corpo pode estar sujeito. Após a leitura, comentamos cada umas das modalidades e entregamos uma pequena atividade com corpos em diferentes situações para que fossem desenhadas e nomeadas as forças que agem em cada caso.

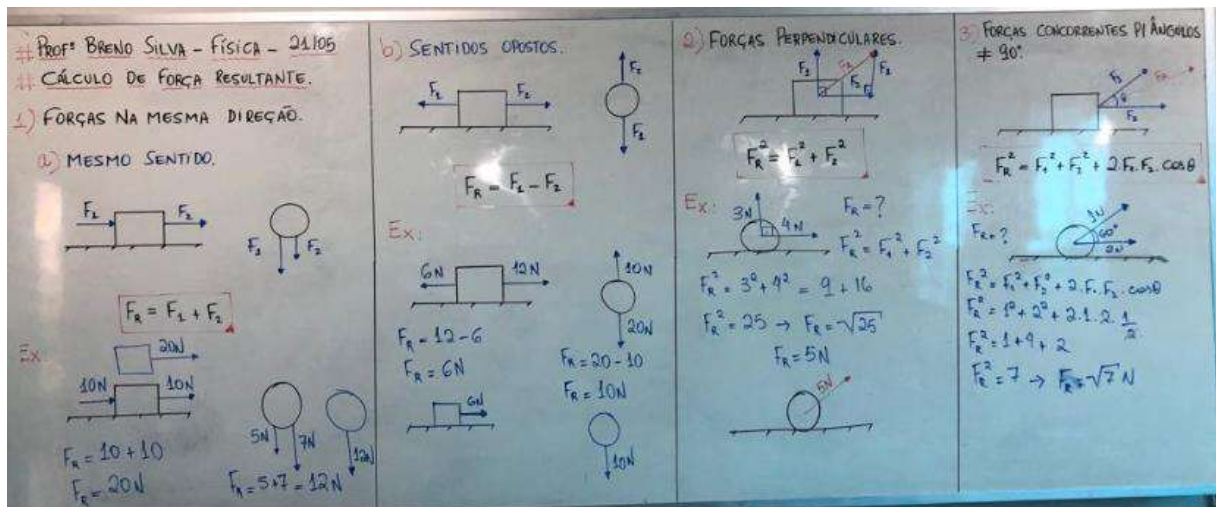
Dessa prática de encerramento da etapa, recortamos uma indagação aleatória de um dos alunos posta da seguinte maneira: “professor, pode agir mais de uma força em um corpo?”. A pergunta nos mostrou algo interessante e que pode naturalmente ser a dúvida de outros alunos, que é o fato de não se ter a concepção de ser possível mais de uma força atuar em um corpo. De modo simples, foi se convencendo o aluno através de reflexões, indagações e da própria atividade que sim, é possível.

Por fim, fizemos a correção em conjunto das forças que agem nos corpos em cada situação. Grande parte dos alunos identificaram com facilidade as forças de empuxo hidrostático, sustentação (ou força normal) e gravitacional (força peso), desenhando os vetores correspondentes a elas corretamente em cada situação proposta. A dificuldade por sua vez passou pela identificação das forças de resistência, especificamente as de atrito e de resistência do ar, havendo uma discussão mais detalhada sobre a natureza delas e como se dispõem os vetores nos diferentes casos.

Aprofundando conhecimento (continuação)

No dia 22 de maio de 2019, continuamos a próxima etapa recorrendo a modelo tradicional de aula, o expositivo. Iniciamos com uma breve revisão dos conceitos abordados no momento anterior e, logo em seguida, o conteúdo a ser trabalhado no momento foi organizado no quadro magnético de acordo com a figura 15. Tratamos das maneiras de se calcular força resultante nos corpos, como: forças na mesma direção (mesmos sentidos e sentidos opostos), forças perpendiculares e forças concorrentes em ângulos diferentes de noventa graus.

Figura 15: aula expositiva sobre Força Resultante.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Em seguida, entregamos uma ficha de exercícios sobre o tópico com diferentes níveis de complexidade. A turma em sua maioria conseguiu resolver as atividades, porém, encontraram dificuldades para a execução do cálculo da resultante quando as forças eram concorrentes não perpendiculares, o que evidencia um pequeno déficit matemático no grupo. Em especial, acompanhamos mais de perto dois alunos que demonstraram dificuldades um pouco mais evidentes que outros da turma, pois não conseguiam organizar e executar os cálculos até nas questões de nível mais simples. Contudo, com intermediação nossa, ambos conseguiram chegar aos resultados previstos e mostraram empolgação notória com o fato, processo que consideramos importante para manter a empatia deles pela prática.

Novas situações problemas

Adentrando a fase principal da nossa metodologia, no dia 29 de maio iniciamos de fato no conteúdo a ser ensinado: as Leis de Newton. O objetivo deste momento foi estabelecer o

conceito de inércia, assim como a primeira lei de Newton, dando continuidade a diferenciação progressivamente sob uma perspectiva integradora (reconciliação integrativa). Começamos o momento com apresentação de dois vídeos: o laboratório virtual de Física e uma campanha de conscientização sobre o uso do cinto de segurança.

Após a exposição do recurso audiovisual, as novas situações problemas foram propostas, de acordo com o quadro 9 abaixo. Dividimos os alunos em grupos para que pudessem discutir as questões (ver figura 16). Em relação ao primeiro vídeo, questionamos sobre o estado de movimento de uma garrafa cheia de água, em cima de um carrinho de rolimã. Nossa intenção era fazer com que os alunos pudessem perceber a inércia da garrafa com água agindo em cada momento.

Quadro 9: perguntas norteadoras das novas situações-problemas.

- 1) Por que a garrafa pet não se move quando está deitada ao ser empurrado apenas o carrinho de rolimã?
- 2) Por que ela não para quando o carrinho rolimã para, após ser empurrada juntamente com ele?
- 3) Se diminuir a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.
- 4) Se aumentar a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.
- 5) Por que uma pessoa dentro de um carro é lançada para frente ao este colidir com algo?
- 6) Qual justificativa você daria para o uso do cinto de segurança?

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Sobre a pergunta 1, uma frase no vídeo influenciou a resposta de 3 grupos, pois para responde-la, eles basicamente transcreveram o que estava no vídeo, ao qual dizia que a garrafa não se movia com o carrinho por causa da inércia. Apenas um grupo deu resposta diferente, justificando através da existência de uma força atrito para explicação o não movimento da garrafa com o carrinho.

Já em relação a pergunta 2, três grupos reconheceram a inércia agindo na garrafa, porém de maneiras diferentes. Um dos grupos relatou que a garrafa continuou seu “próprio movimento”. Outro grupo, por sua vez, explicou que a garrafa “absorveu” a velocidade do carrinho quando este parou. A garrafa ainda teria seu movimento continuado pois recebeu um impulso do carrinho, de acordo com o terceiro grupo. Já o grupo que teve resposta diferente

relatou que ao parar o carrinho, a inércia deixou de agir na garrafa e esta teria continuado o movimento através de uma força de atrito.

As perguntas 3 e 4 questionavam sobre a influência da massa de água na garrafa nas questões anteriores. Na resposta da pergunta 3, foi consenso entre os grupos que se houver menor massa, haverá maior movimento por isso, pois o “peso” seria menor. Enquanto a resposta da pergunta 4, três grupos seguiram a lógica da resposta anterior, portanto maior massa, menor movimento. Entretanto, um dos grupos respondeu que se houver acréscimo de massa, maior será a tendência em manter o movimento.

Figura 16: grupos de alunos discutindo as questões das etapas.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Após os grupos responderem as questões iniciais, as respostas foram socializadas e o debate foi estabelecido. Definimos o conceito de Inércia, a relacionamos com a massa do corpo e permitimos que os alunos pudessem reelaborar suas respostas, promovendo a recursividade.

Dando continuidade, as perguntas 5 e 6 foram referentes ao segundo vídeo. Na pergunta 5, que indagava sobre o movimento de um corpo sem estar com cinto de segurança em uma colisão, os grupos convergiram para a mesma ideia: o corpo tende a manter seu movimento. Já na pergunta 6, que indagava sobre a importância do cinto de segurança, as respostas se encaminharam para o fato de conter o movimento do corpo, algo relevante ao que pretendemos

com as perguntas. Por fim, a primeira lei de Newton foi construída em cima da discussão sobre as respostas dos grupos, permitindo a reelaboração das mesmas nesta perspectiva.

Ao final desta aula, fizemos a aplicação da primeira canção conceitual denominada “*Massinércia*” (figura 17). Como citado no capítulo 1, o propósito deste recurso não é ser a principal via de ensino, mas sim um meio que promova a síntese e o fortalecimento dos conceitos desenvolvidos na etapa, além de tornar o ambiente de sala de aula mais prazeroso através da interação entre os alunos e o professor.

Figura 17: execução da canção conceitual "Massinércia".



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Começamos ensinando a canção parte a parte. Projetamos a letra da música no anteparo através do Datashow e cantamos a primeira estrofe. Aos poucos fomos percebendo sinais positivos dos alunos ao ouvirem a música, assimilando letra e melodia de maneira bastante rápida até. Em cada ponto da letra, íamos associando aos momentos desenvolvidos em sala de aula, para que eles pudessem conectar os conceitos de inércia e da primeira lei de Newton a canção. Por fim, depois de alguns minutos de treino, a música foi executada em sua integralidade e a etapa foi finalizada de maneira muito produtiva e prazerosa.

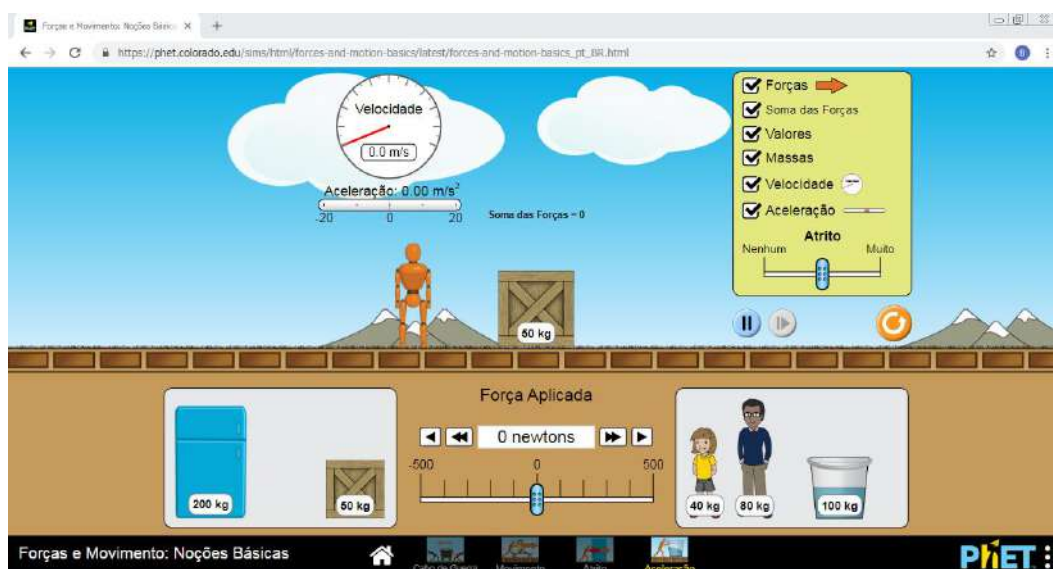
Novas situações-problemas (continuação)

Em andamento a aplicação das etapas, realizamos no dia 03 de junho a segunda fase das novas situações-problemas, em nível maior de complexidade, objetivando o estabelecimento da

relação entre as grandezas força-aceleração e massa-aceleração, enfatizando a relação de proporcionalidade direta e inversa, respectivamente, chegando ao Princípio Fundamental da Dinâmica, também conhecido como a segunda lei de Newton.

Para isso, fizemos a utilização do simulador interativo gratuito para ciências e matemática da Universidade do Colorado, o PhET. No site do simulador, fomos a área da nossa disciplina, buscamos as simulações referentes a mecânica, e chegamos à aba de simulações para explorar conceitos básicos de Força e Movimento. Selecionamos a opção em que se destaca a aceleração do sistema, demarcando as caixas de valores das grandezas para que os alunos pudessem visualizar, de acordo com a figura 18 abaixo:

Figura 18: utilização do simulador PhET para construção da 2ª lei de Newton.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/forces-and-motion-basics.

Visto em: 03/06/2019 às 13:45.

Em seguida, aplicamos uma força de 100 N e ajustamos os valores da força de atrito de modo que a sua intensidade fosse igual a 50 N, para um caixote cuja massa era fixa de 50 kg. Uma força resultante igual a 50 N se instaurou no caixote, produzindo uma aceleração de 1 m/s^2 no mesmo. Pedimos para que os alunos observassem os valores e registrassem.

Após registro e observação, aumentamos o valor da força aplicada para 150 N permanecendo fixos os valores da força de atrito e da massa do bloco, produzindo assim uma resultante que foi dobro do valor anterior, ou seja, 100 N. Nesse momento, pedimos aos alunos que analisassem o valor da aceleração, constatando se houve aumento ou diminuição da mesma devido a variação da força resultante no bloco. Todos puderam verificar o aumento da aceleração, e não apenas isso, mas um aumento proporcional, dobrando seu valor da mesma

forma que a resultante das ações. Organizamos os valores na tabela 1 abaixo para melhor visualização:

Tabela 1: valores de grandezas inseridos no simulador PhET.

Grandezas	Situação 1	Situação 2
<i>Massa (em kg)</i>	50	50
<i>Força de Atrito (em N)</i>	50	50
<i>Força aplicada (em N)</i>	100	150
<i>Força Resultante (em N)</i>	50	100
<i>Aceleração (em m/s²)</i>	1	2

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Por fim, estabelecemos então a relação de proporcionalidade direta entre as grandezas no quadro magnético.

Em prosseguimento, dobramos o valor da massa para que os alunos pudessem constatar o que acontece com a aceleração, e assim estabelecer a relação entre as grandezas. Naturalmente, eles perceberam que a força de atrito aumentou e que para se produzir a mesma resultante da situação 1, era necessário aplicar uma força de 150 N e não mais de 100 N. Sendo assim, a aceleração resultante agora não era mais de 1 m/s², e sim de 0,50 m/s², havendo uma redução à metade devido a duplicação da massa do corpo. Foi-se estabelecida a relação de inversão de proporcionalidade entre as grandezas, registrada no quadro magnético.

Após as práticas no simulador, enunciamos então a Segunda Lei de Newton, equacionando as grandezas força, massa e aceleração através das constatações observadas e registradas. Consideramos que este momento de fundamental importância pois, no contexto da série escolar e dos subsunçores matemáticos dos alunos, as relações de proporção eram de um nível de abstração considerável quando expostas apenas de maneira verbal, e puderam ser assimiladas de forma significativa com o método desenvolvido.

Finalizando o momento, tivemos como estratégia de revisão e síntese do tópico abordado novamente uma canção conceitual, de título “*Arrocha da Segunda Lei*”. Projetou-se a letra da música e ao mesmo tempo que se ensinava a melodia, analisava-se a letra destacando os seus principais pontos, de acordo com a figura 19.

Figura 19: execução da canção conceitual “Arrocha da Segunda Lei”.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

No momento, através da canção, fortalecemos mais uma vez o conceito dinâmico de força na parte inicial da letra (estrofe). Já no refrão, enfatizou-se a relação entre as grandezas envolvida nesta etapa, que culminam na Segunda Lei de Newton para o movimento. Em seguida, alguns exemplos foram propostos no quadro magnético, dando aplicabilidade a equação. Dessa forma criou-se mais uma vez um ambiente prazeroso no término da prática pedagógica.

Novas situações-problemas (finalização)

Para cumprirmos com o objetivo de desenvolver as três leis de Newton para o movimento, iniciamos o terceiro momento em 10 de junho com a pretensão de estabelecer a lei que elucida a interação entre os corpos: a terceira Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação. Entregamos o material impresso com as novas situações-problemas a serem debatidas. As questões encontram-se no quadro 10 a seguir. Separamos os alunos em duplas novamente para que houvesse a interação entre os mesmos em torno das questões. Depois de determinado tempo, pedimos a socialização das repostas das duplas para discussão em grande grupo.

Quadro 10: perguntas norteadoras das novas situações-problemas (finalização).

- 1) Em ambos os casos nas imagens vistas, percebemos a pessoa, o foguete e o carro em movimento. Entretanto, não vemos alguém necessariamente empurrando esses corpos. O que explica seus movimentos?
- 2) Quais são as forças que agem nos corpos? Desenhe.
- 3) Os corpos exercem força em algo? Exemplifique em cada caso.
- 4) Na pergunta anterior, em caso de resposta positiva, faça um simples desenho de cada situação indicando as forças que agem no sistema.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Com relação a pergunta 1, obtivemos respostas distintas. A maioria das duplas responderam que o movimento dos corpos postos na situação se dava devido a força de atrito, o que mostra que não houve a aprendizagem por completa do referido conceito, sendo apenas a situação da pessoa e do carro dada pelo atrito, e não a do foguete. Uma outra dupla respondeu que uma força interna seria a causa do movimento por gerar uma força em um agente externo como o chão, por exemplo. Com respeito a resposta dada pela última dupla, percebemos um subsunçor de potencial mais avançado em relação as duplas anteriores, sobre a interação entre corpos.

Apenas uma dupla respondeu à questão 1 satisfatoriamente e destacou a interação entre os corpos em cada caso, o que remete a um conhecimento já embasado sobre. Tal conceito pode ter sido construído dentro do ambiente escolar, em séries anteriores, ou por observações empíricas que fugiram ao senso-comum.

Com respeito a questão 2, as duplas tiveram dificuldades latentes em organizar as forças que agem nos corpos em cada situação, em especial as forças de resistências. A força de mais fácil entendimento e que não houve dificuldade para identificá-la pelas duplas foi a gravitacional (força peso). Quanto a força de contato ou reação normal, as duplas empregaram incorretamente no caso do foguete em pleno voo, havendo mediação nossa para correção. Entretanto, não foi destacado por nenhuma dupla a reação externa nos corpos, causada pela ação dos mesmos.

A pergunta 3 indagava se os corpos por sua vez exerciam força em algo. Todas as duplas responderam positivamente, relatando a ação a um agente externo, contudo, não expuseram quais agentes externos seriam. Como consequência das respostas a pergunta anterior, a questão 4 não foi respondida satisfatoriamente por nenhuma dupla, pois as mesmas não conseguiram destacar de maneira clara as interações entre os corpos.

Findado o tempo para discussão entre as duplas, propomos o debate em grande grupo ouvindo as respostas de cada um dos pares. Intermediamos cada situação afim de se chegar a um denominador comum para as divergências nas respostas. Destacamos o processo de interação entre os corpos em cada situação e enunciamos a Terceira Lei de Newton, transcrevendo-a no quadro magnético, permitindo que após os esclarecimentos, as duplas pudessem reelaborar suas concepções a luz da lei, fazendo uso da recursividade.

Finalizando a prática, buscamos mais uma vez a estratégia através das canções conceituais, agora com a música de título “*Reggae da Dinâmica*” (figura 20). A canção em destaque nesta etapa consegue abarcar as 3 (três) leis de Newton, sendo considerada, desta forma, de grande potencial para o momento pedagógico. Com isso, percebemos novamente as evidências tidas nas etapas anteriores, fortalecendo ainda mais a ideia da potencialidade do material. Alguns exemplos foram expostos no quadro magnético e debatidos também.

Figura 20: execução da canção conceitual "Reggae da Dinâmica".



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Avaliação somativa individual

O teste e o questionário foram aplicados no dia 19 de junho, pela parte da manhã, sem registro de falta de nenhum aluno.

A avaliação somativa era composta de 6 questões, sendo cinco delas abertas (subjctivas) e apenas uma fechada (objetiva). Já o questionário de satisfação era composto de oito questões,

sendo elas mais objetivas (pautadas em sim ou não) do que abertas, permitindo com que os alunos exprimissem suas opiniões acerca da metodologia aplicada. Primeiramente os testes foram entregues e, após finalização do mesmo, entregamos os questionários para que os alunos pudessem responder.

Não houveram registros significativos durante as aplicações do teste e questionário, como: situações de indisciplina, tentativas de fraude e etc. Os alunos demonstraram-se bastante concentrados e um pouco nervosos, haja vista que a proposta aplicada fugiu ao que eles já estavam acostumados, que são provas pautadas em questões fechadas de testes de vestibulares.

Figura 21: alunos concentrados em teste final.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Encontro integrador final

No dia 26 de Junho realizamos nosso último momento da proposta. Entregamos os resultados das avaliações formativa e somativa, constituindo o resultado final individual dos alunos. Em seguida, promovemos a discussão das questões aplicadas no teste, fazendo uma recapitulação de cada etapa desenvolvida durante a UEPS. Mostramos as principais áreas de aplicação e tecnologias que envolvem os conceitos abordados, como no âmbito das engenharias (mecânica, civil, elétrica, etc.), destacando a relevância do estudo para nossa sociedade. E finalizamos em um clima agradável lembrando e cantando as canções conceituais propostas nas etapas.

Na seção seguinte, faremos a exposição dos resultados obtidos na avaliação somativa individual, analisando os dados obtidos em cada questão, buscando indícios de uma

aprendizagem significativa e da capacidade de socialização dos significados por partes dos alunos. Sendo, portanto, postergada a avaliação da UEPS para as considerações finais.

4.2 RESULTADOS E DICUSSÕES DO TESTE FINAL


Antes iniciar a análise dos resultados obtidos no exame final, é novamente frisado que uma UEPS busca avaliar todo o processo, não apenas o teste final para mensurar a aprendizagem dos alunos, bem como a busca por respostas 100% corretas. Portanto, as questões propostas na avaliação tinham o objetivo de saber como o conhecimento foi internalizado por esses estudantes, se aconteceu de modo não-literal, e se houve a capacidade de adaptação desse saber a variadas situações. Lembra-se ainda que este teste constitui valor máximo de 50% do resultado final, tendo a avaliação formativa igual peso no mesmo. A seguir, serão expostas as questões em quadros, acompanhadas dos resultados em gráficos de colunas, sendo realizados posteriormente os devidos diagnósticos.

A questão 1 tinha por objetivo verificar se os alunos identificariam as forças que agem em um corpo que se encontra em movimento, de acordo com o quadro 11 abaixo:

Quadro 11: questão 1 da avaliação somativa individual.

Questão 1

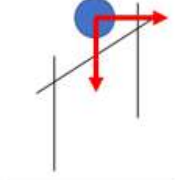
Salto em altura uma modalidade bastante disputada nos jogos olímpicos de 4 em 4 anos. No desenho abaixo, é representado o momento em que o saltador está ultrapassando a barreira proposta:



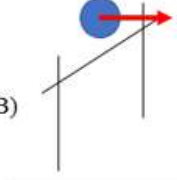
Fonte: google imagens.

Desconsiderando a resistência do ar, a alternativa que melhor representa a(s) força(s) que age(m) no corpo no momento que ele ultrapassa a barreira é:

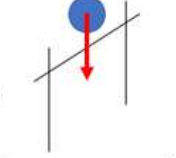
A)



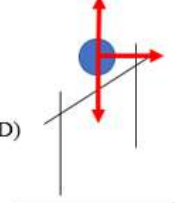
B)



C)



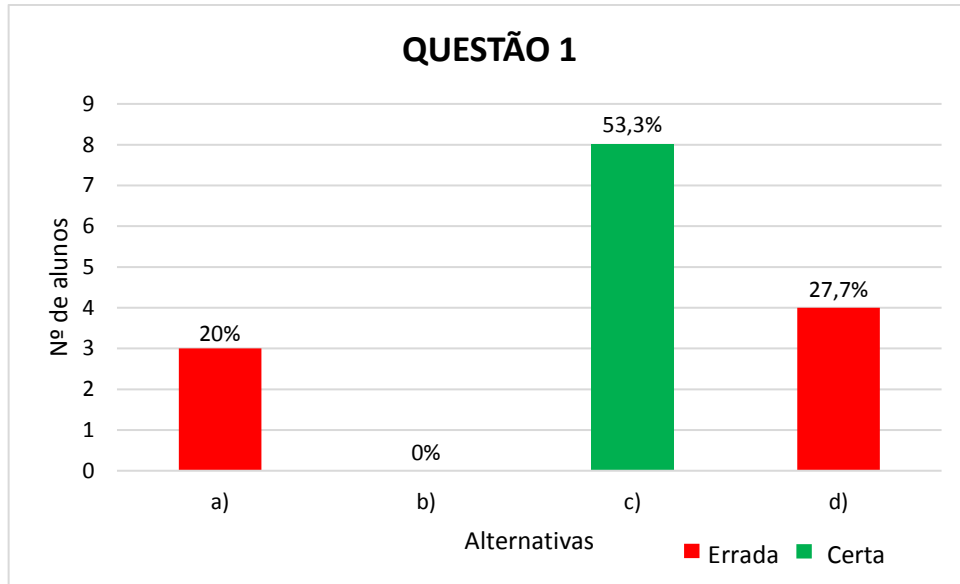
D)



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os resultados obtidos das respostas foram dados pelo número de alunos que assinalaram as alternativas, representado por colunas, de acordo com o gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1: resultado da questão 1.

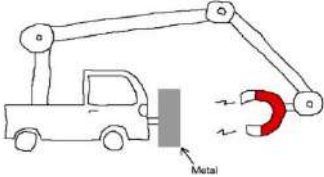


Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

O gráfico acima mostra que apenas 8 alunos (o que corresponde a 53,3% da turma, aproximadamente) responderam corretamente a primeira questão, enquanto os outros 7 alunos (47,7% da classe) assinalaram alternativas erradas, evidenciando tímida evolução acerca de um senso-comum sobre o movimento dos corpos embasado pela teoria Aristotélica, o que leva a reflexão dos motivos aos quais o objetivo de desconstruir tal concepção não se deu em maior efetividade, podendo ser elencados diversos fatores como: tempo de discussão do conceito na etapa, o potencial dos recursos utilizados ou até mesmo o número de alunos presente no dia da abordagem do conceito.

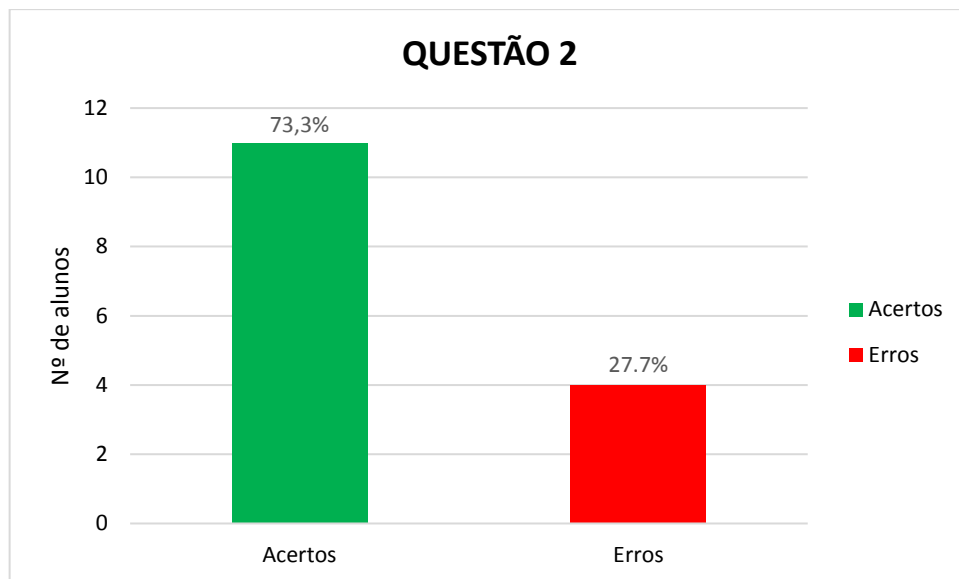
A questão 2 do teste tinha por objetivo investigar a compreensão dos alunos sobre a 1ª lei de Newton para o movimento (lei da inércia), sendo disposta no quadro 12 a seguir:

Quadro 12: questão 2 da avaliação somativa individual.

Questão 2	CARRO DE MOTOR ETERNO VOCÊ NUNCA MAIS VAI PRECISAR COMPRAR GASOLINA!
Observe a propaganda ao lado e julgue de acordo com as leis da Física se tal situação é possível:	

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

O resultado das respostas da questão 2 é dado no gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: resultado da questão 2.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Verifica-se que houve um sensível aumento no número de acertos neste problema em relação ao anterior. Tal dado corrobora com as observações feitas durante a aplicação da etapa referente ao conceito abordado. O gráfico mostra um percentual de acerto de aproximadamente 73,3%, o que corresponde a 11 alunos, enquanto 27,7%, ou seja, 4 alunos, responderam de forma insatisfatória. O quadro 13 a seguir contém algumas respostas dos alunos que foram scaneadas.

Quadro 13: scanner de algumas respostas da questão 2.

<p style="text-align: center;">Aluno [1]</p> <p>Não é possível, pois só se tem movimento se for uma força externa.</p>	<p style="text-align: center;">Aluno [2]</p> <p>NÃO, POIS UM CORPO NÃO PODE EXERCER FORÇA SOBRE ELE MESMO.</p>
<p style="text-align: center;">Aluno [3]</p> <p>NÃO, POIS ALGO NÃO PODE MOVER A SI PRÓPRIO. ELE PRECISARIA DE UMA FORÇA EXTERNA AGINDO SOBRE.</p>	<p style="text-align: center;">Aluno [4]</p> <p>NÃO POIS UM CORPO AO EXERCER UMA DETERMINADA FORÇA NESTE MESMO NÃO GERARIA MOVIMENTO ALGUM COMO EXALICA A 1ª LEI DE NEWTON.</p>
<p style="text-align: center;">Aluno [5]</p> <p>Tal situação é considerada impossível a partir da análise das leis físicas, visto que um corpo necessita de um fator externo, para que sobre ele, atue o fenômeno da deslocação. (Os corpos não exercem força sobre si mesmos).</p>	<p style="text-align: center;">Aluno [6]</p> <p>Nesta situação, tem-se presente o magnetismo, que atrai o metal, então, com o ímã e o metal, o carro sempre andará.</p>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.


As respostas elencadas acima, do aluno [1] ao [5], se dão em estratificação em níveis das respostas menos completa a mais completa, ou seja, mostram a capacidade expressão dos mesmos em torno do saber em questão. Já a resposta do aluno [6] revela o não entendimento da 1ª Lei de Newton, não acontecendo a internalização do conceito por parte do mesmo.

Em seguida, buscou-se na questão de número 3 investigar sobre o entendimento por parte dos discentes do conceito de inércia e sua relação com a massa de corpos distintos. No quadro 14 abaixo encontra-se o comando da questão.

Quadro 14: questão 3 da avaliação somativa individual.

Questão 3

Pedaços de materiais diferentes, A, B, C e D, repousam sobre uma mesa.



Fonte: Hewitt, 2015.

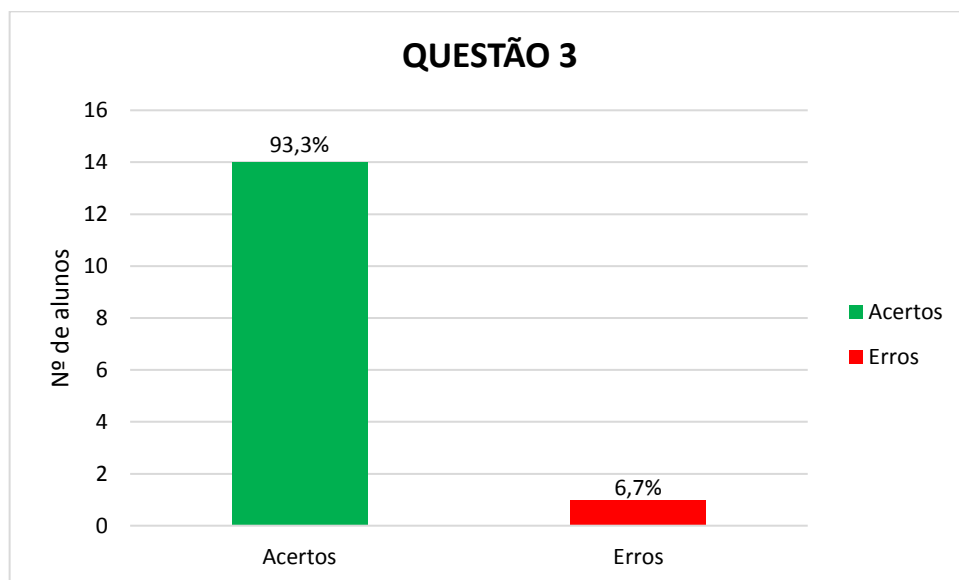
Responda:

a) Qual(is) material(is) possui(em) maior inércia?

b) Qual(is) material(is) possui(em) menor inércia?

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As respostas obtidas são expostas de acordo com o gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3: resultado da questão 3.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Do gráfico, constata-se que 14 alunos (93,3%) acertaram a questão, enquanto apenas 1 aluno (6,7%) não respondeu corretamente. Os valores extraídos revelam-se bastante satisfatórios, pois dão indícios de modificação da estrutura cognitiva através da interação substantiva com as informações abordadas em sala como Moreira (2006) explana.

Dando prosseguimento, abordou-se na questão 4 o cálculo de força resultante, bem como a sua relação com a massa e a aceleração adquirida pelo corpo, dada pela 2ª lei de Newton. A questão encontra-se no quadro 15.

Quadro 15: questão 4 da avaliação somativa individual.

Questão 4

Um corpo de massa igual a 2 kg, inicialmente em repouso em um piso horizontal, é submetido à ação das forças indicadas na figura.

O diagrama mostra um círculo negro representando um corpo. Três setas horizontais partem do centro do círculo. Uma seta aponta para a direita e é rotulada $F_1 = 20\text{N}$. Duas setas apontam para a esquerda: uma rotulada $F_2 = 15\text{N}$ e outra rotulada $F_3 = 5\text{N}$.

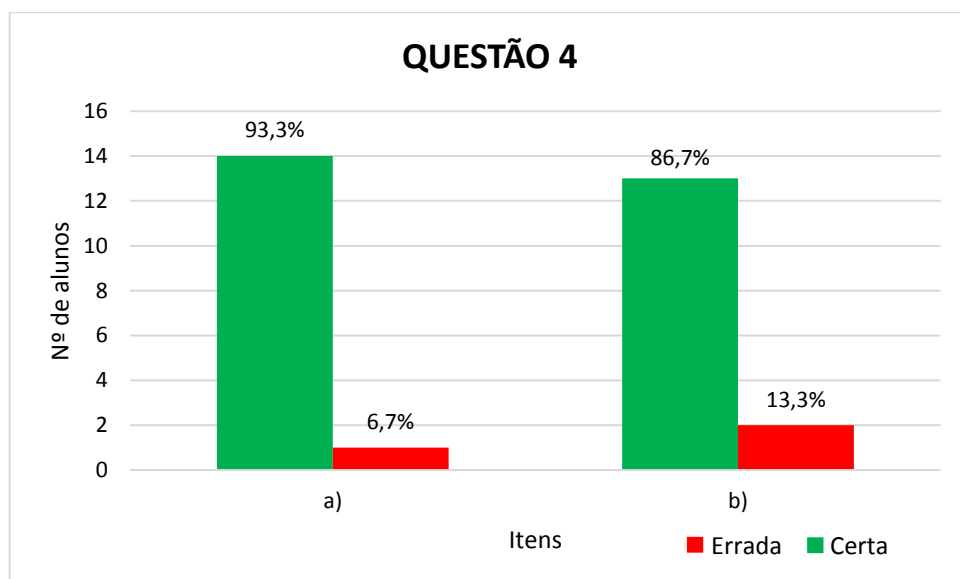
Determine:

- A Força resultante que age no corpo.
- a aceleração que o corpo adquire.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os retornos referentes ao problema foram coletados e organizados no gráfico 4 a seguir:

Gráfico 4: resultado da questão 4.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Igualmente ao problema anterior, os resultados obtidos através do gráfico são bastantes significativos, reforçados ainda mais pela importância dessa lei para o fenômeno estudado nesta UEPS. Novamente 14 alunos (93,3%) conseguiram responder corretamente o item “a” enquanto apenas 1 deles (6,7%) não obteve sucesso. Em relação ao item “b”, houve a redução no número de acertos, passando para 13 alunos (86,7%) que responderam satisfatoriamente, e aumento no número de erros, havendo 2 alunos (13,3%) que não obtiveram êxito no item.

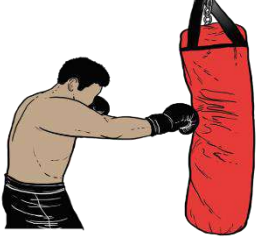
A penúltima questão buscou avaliar a compreensão dos discentes quanto a interação entre corpos dada através da 3ª lei de Newton. A questão 5 se encontra no quadro 16 abaixo:

Quadro 16: questão 5 da avaliação somativa individual.

Questão 5

Um boxeador está se preparando para sua próxima luta aplicando golpes de 80 N em um saco de pancada. De acordo com a imagem ao lado, responda:

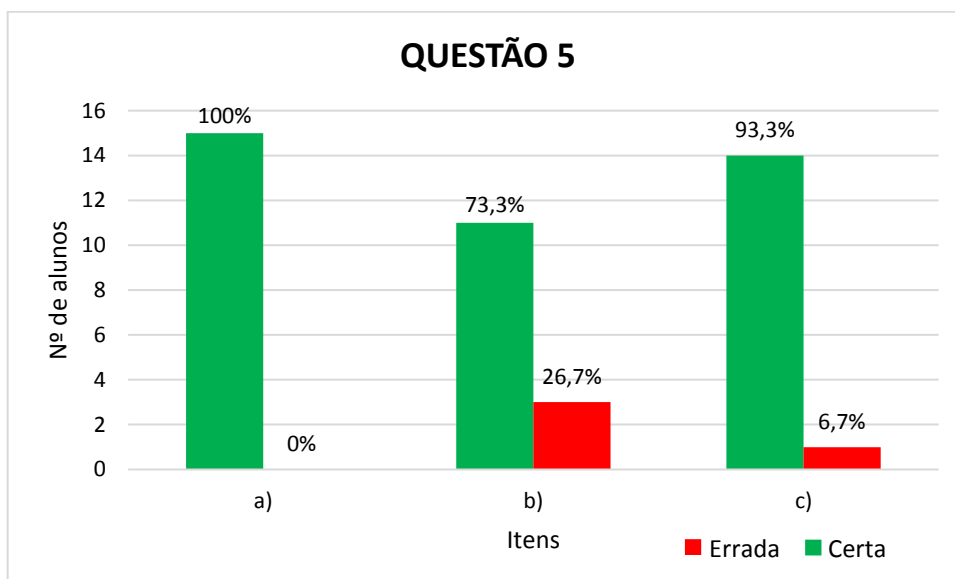
a) Quem exerce e onde é aplicada a força de ação?
 b) Quem exerce e onde é aplicada a força de reação?
 c) Qual o valor da intensidade da força de reação?



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

No gráfico 5 são disponibilizados os resultados alcançados da questão 5.

Gráfico 5: resultado da questão 5.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

É possível verificar aproveitamento de 100% dos alunos no item “a”. Já na opção “b” houve queda no número de acertos, passando de 15 alunos para 13 (73,3%), aumentando evidentemente o número de erros, o qual foi de 3 estudantes (26,7%). O aproveitamento voltou a ser significativo no item “c”, tendo 14 (93,3%) discentes respondido corretamente o valor da força de reação aplicada pelo saco de pancadas no boxeador, onde apenas 1 (6,7%) deles deixou a opção em branco, constando como o erro referente a mesma. Algumas respostas, entre corretas e errôneas são destacadas no quadro 17 a seguir.

Quadro 17: scanner de algumas respostas da questão 5.

<p style="text-align: center;">Aluno [1]</p> <p>O boxeador está exercendo a reação e o saco de pancadas a igual.</p>	<p style="text-align: center;">Aluno [2]</p> <p>O boxeador exerce a força de ação, aplicando-a no saco.</p>
<p style="text-align: center;">Aluno [3]</p> <p>Boxeador aplica a força na mão.</p>	<p style="text-align: center;">Aluno [4]</p> <p>O Boxeador vai exercer uma força de reação na mão, onde encontra-se o saco de pancada.</p>

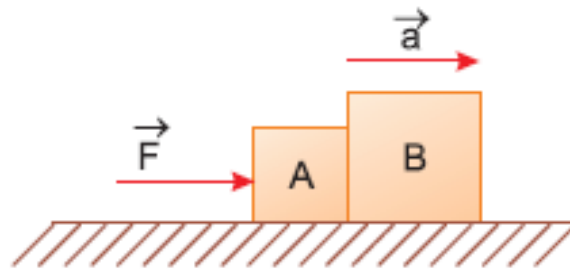
Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As respostas dos alunos [1] e [2] são do item “a”, que teve um aproveitamento de 100%. Já as dos alunos [3] e [4] são do item “b” e que foram respondidas incorretamente, sinalizando uma não compreensão da 3ª lei de Newton e a interação entre os corpos por parte dos discentes. Em especial, a resposta referente ao aluno [3] nesta questão denota o estudante que mais apresentou dificuldades durante a aplicação das etapas, apresentando déficits significativos e incondizentes ao estágio de formação. Contudo, o mesmo fora acompanhado de maneira mais próxima durante o processo, sendo relevadas as dificuldades inerentes ao mesmo, com o intuito de promover, diante desse cenário, a captação de significados de forma efetiva.

A sexta e última questão do teste foi dada em sentido maior de complexidade, explorando em especial as 2ª e 3ª leis de Newton em um sistema de dois corpos, sendo disposta a seguir:

Quadro 18: questão 6 da avaliação somativa individual.**Questão 6**

Considere dois blocos, **A** e **B**, de massas respectivamente iguais a 1,0 kg e 4,0 kg, encostados um no outro em um plano horizontal sem atrito. Uma força horizontal constante, de intensidade F , é aplicada ao bloco **A**, conforme ilustra a figura.



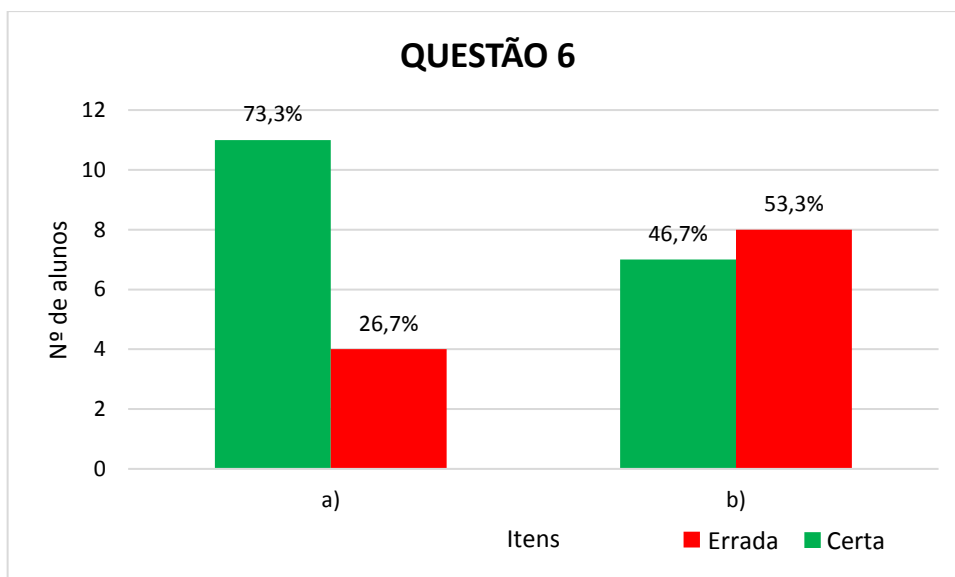
Os blocos têm aceleração de módulo igual a $3,0 \text{ m/s}^2$. Desprezando-se o efeito do ar, determine:

- o valor da força F .
- a intensidade da força do bloco **A** sobre **B**, e de **B** sobre **A**.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os retornos dados pelos alunos foram organizados e plotados no gráfico 6 para que possam ser analisados, sendo disponibilizados abaixo.

Gráfico 6: resultado da questão 6.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

A partir do gráfico 6 acima, constata-se aproveitamento de 11 alunos (73,3%) para o item “a”, enquanto outros 4 alunos (26,7%) não tiveram o mesmo despenho. Percebeu-se neste item que os estudantes que não obtiveram êxito não compreenderam o sistema composto pelos blocos **A** e **B** como se fosse um único corpo, de massa dada pela soma dos dois blocos, aplicando a 2ª lei de Newton para chegar ao valor da força *F* em questão.

Ainda da questão 6, no item “b” teve-se resultado positivo de apenas 7 alunos (46,7%), tendo os outros 8 alunos (53,3%) respondido incorretamente. Tal fato expõe o emprego das leis de Newton de forma errônea para a maioria desses estudantes neste item, revelando uma necessidade de maior exploração acerca da problemática proposta.

Os resultados das questões obtidos através dos gráficos permitem, através de simples média aritmética, obter um percentual de desempenho positivo aproximadamente de 77,7%, em detrimento de 22,3% de desempenho negativo, sendo considerado um bom resultado na perspectiva dessa proposta e do teste, haja vista que os alunos estão acostumados a exames de natureza objetiva e não subjetiva. Vale ressaltar novamente que os valores obtidos aqui não denotam o resultado, sendo considerada em igual peso o desempenho dos alunos durante a aplicação das etapas (avaliação formativa).

Outros resultados serão expostos e discutidos na seção seguinte, referentes ao questionário de satisfação.

4.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Após término da avaliação somativa individual, foram entregues aos estudantes os questionários de satisfação para que os mesmos pudessem expor suas respectivas visões acerca da metodologia utilizada, destacando pontos positivos e negativos do processo ao longo de oito perguntas.

O primeiro questionamento buscou averiguar se os alunos já haviam sido submetidos a uma metodologia que utilizou canções conceituais, sendo dado no quadro 19 abaixo:

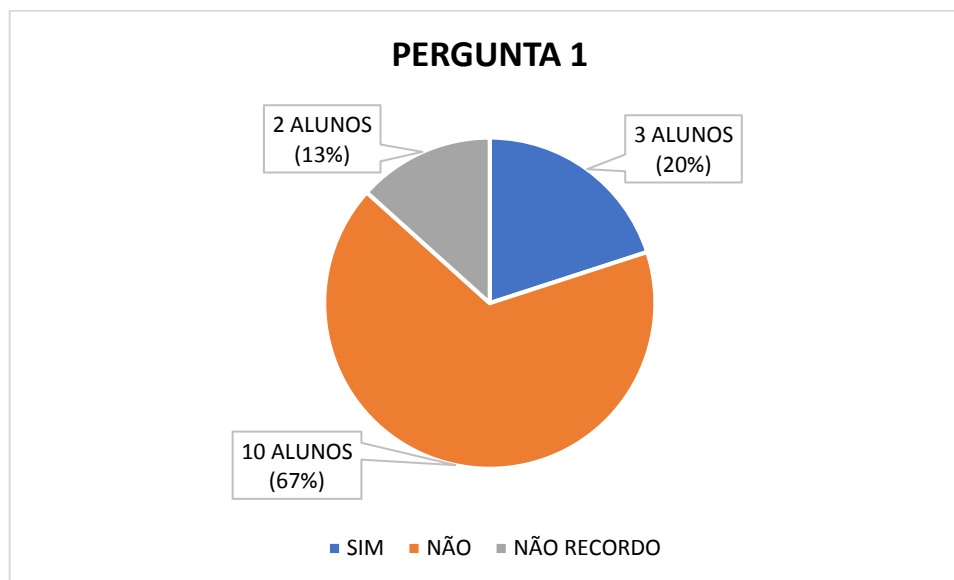
Quadro 19: pergunta 1 do questionário de satisfação.

Pergunta 1		
Você já havia experimentado a utilização de canções conceituais em aulas por algum professor durante sua vida estudantil?		
<input type="checkbox"/> Sim.	<input type="checkbox"/> Não.	<input type="checkbox"/> Não me recordo.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As respostas obtidas foram coletadas e organizadas no gráfico 7 a seguir.

Gráfico 7: resultado da pergunta 1.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os valores alcançados revelam que para praticamente 80% dos alunos (12 estudantes), entre os que afirmam não terem sido submetidos e os que não recordam, houve uma espécie de ineditismo quanto a utilização das canções conceituais como recurso facilitador da aprendizagem, fator interessante pois no contexto científico-tecnológico aos quais os mesmos estão inseridos, a utilização de aplicativos de música em smartphones se dá em massa por esses alunos, dando ao professor armas para explorar esse fato de forma a promover a aprendizagem desses estudantes através de diferentes meios.

Na pergunta de número 2, indagou-se os alunos quanto a relevância da utilização das canções conceituais, disposta no quadro 20 em seguida, e logo após o gráfico 8 com o resultado.

Quadro 20: pergunta 2 do questionário de satisfação.

Pergunta 2		
Você acha interessante o uso de canções conceituais como instrumentos de ensino?		
() Sim.	() Não.	() Indiferente.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Gráfico 8: resultado da pergunta 2.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

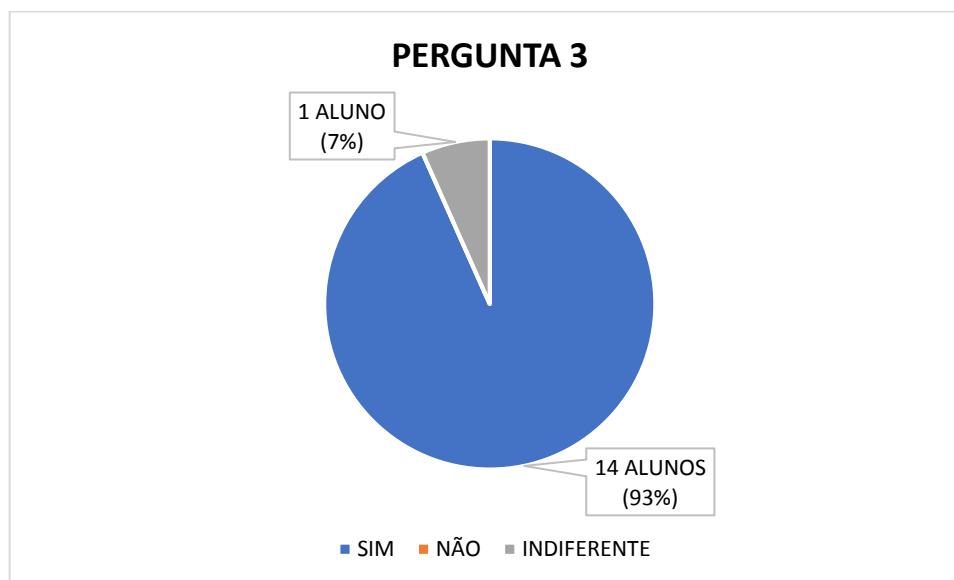
O resultado obtido acima através do gráfico foi de imensa expressão e corrobora com o explorado na análise da pergunta 1, relativo à presença da música na vida desses jovens e a potencialidade por trás desse artifício para a educação.

A terceira pergunta foi em relação à efetividade das canções na aprendizagem, sendo exposta no quadro 21 abaixo, seguido do gráfico 9 com as respostas dadas.

Quadro 21: pergunta 3 do questionário de satisfação

Pergunta 3		
Você considera que as canções produzidas ajudaram seu aprendizado?		
<input type="checkbox"/> Sim.	<input type="checkbox"/> Não.	<input type="checkbox"/> Indiferente.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Gráfico 9: resultado da pergunta 3.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os valores obtidos sinalizaram que 14 alunos (93%) consideraram que as canções auxiliaram em suas aprendizagens, resultado importante para esta pesquisa que tem por objetivo verificar a potencialidade deste recurso. Contudo, 1 dos alunos (6,7%) declarou-se indiferente quanto a proposta.

Em seguida, a pergunta 4 buscou saber dos pontos positivos do uso de canções conceituais para o ensino de Física. Algumas respostas são organizadas no quadro 22 abaixo.

Quadro 22: scanner de algumas respostas da pergunta 4.

Aluno [1]
<p>Fogem do tradicional, aulas onde o Professor dá o conteúdo e os alunos tem que absorver, além que o uso da canções pode produzir o efeito de "música chichite" e isso ajuda a memorizar fórmulas e assuntos propostos, tornando tudo mais divertido.</p>
Aluno [2]
<p>As canções ajudam o aluno a entender melhor o assunto, além de serem um método inovador e divertido.</p>

Aluno [3]
FAZ COM QUE EU POSSA LEMBRAR DO CONTEUDO PASSADO EM SALA DE AULA COM UMA CERTA FACILIDADE.
Aluno [4]
Facilitam a compreensão e a imersão dos alunos sobre o conteúdo ministrado pelo professor

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As respostas selecionadas trazem alguns pontos importantes dados como objetivos da utilização das canções conceituais, como a destacada pelo aluno [1] que relatando a fuga do método tradicional de ensino, destacando ainda uma prática mais prazerosa e divertida. Já a fala do aluno [2] corrobora com os últimos pontos destacados pelo primeiro, e acrescenta que o recurso facilitou na compreensão do assunto proposto. O aluno [3] destacou a facilidade de resgatar o tópico anterior através das canções, e o aluno [4] pontuou sobre a simplicidade de compreender e se aprofundar no assunto abordado pelo professor.

Por sua vez, a pergunta 5 indagou sobre os pontos negativos inerente as canções. Quase 100% das respostas apontaram para a não verificação de tais pontos, a não ser de um aluno apenas, que coincidentemente tem fala no quadro anterior dada pelo aluno [4], e que destacou nesta quinta pergunta o seguinte fato dado no quadro 23 abaixo.

Quadro 23: scanner da resposta da pergunta 5.

São capazes de tornar os indivíduos dependentes de tal técnica. Ou generalizar e banalizar o conhecimento lapidado ao longo dos séculos.
--

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Na fala negativa do aluno quanto a utilização do recurso é destacada uma possível e perigosa dependência da técnica, além de uma preocupação com generalizações e banalizações em torno do conhecimento construído durante os anos. Tal retórica foi considerada bastante importante pois no capítulo 1 deste trabalho, em sua seção 1.1, na página 17, frisou-se sobre a não utilização das canções conceituais como via principal de aprendizagem, e sim que as mesmas pudessem contribuir de acordo com os pontos destacados pelos próprios alunos na pergunta anterior. Por isso, vários outros recursos e materiais potencialmente significativos

foram adotados para fazer com que a aprendizagem se desse de forma significativa por parte desses estudantes, não se restringindo apenas a canção conceitual.

Por conseguinte, fora investigado na pergunta 6 sobre esses outros materiais propostos e se contribuíram para o entendimento do saber em questão, de acordo com o quadro 24 abaixo, seguido do gráfico 8 das respostas obtidas.

Quadro 24: pergunta 6 do questionário de satisfação.

Pergunta 6		
Os outros materiais utilizados durante as etapas (textos, vídeos, simulador, imagens) ajudaram você a compreender os conceitos propostos?		
<input type="checkbox"/> Sim.	<input type="checkbox"/> Não.	<input type="checkbox"/> Indiferente.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Gráfico 10: resultado da pergunta 6.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

O resultado expressivo da aprovação de 100% dos alunos quanto aos materiais utilizados é bastante relevante, pois as escolhas mostram que esses recursos propiciaram aos alunos uma pré-disposição em aprender, sendo estes requisitos essenciais na perspectiva da TAS de Ausubel.

A sétima e última pergunta do questionário indagou sobre a possibilidade da utilização da metodologia aplicada em outros momentos, disposta no quadro 25, seguida do gráfico 10 com as respostas, a seguir.

Quadro 25: pergunta 7 do questionário de satisfação.

Pergunta 7		
Você recomendaria a metodologia aplicada em outros momentos?		
() Sim.	() Não.	() Indiferente

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Gráfico 11: resposta da pergunta 7.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Mais uma vez obteve-se 100% de respostas positivas no questionamento, denotando uma ânsia por mais vezes da utilização dessa metodologia por partes desses alunos.

Por fim, pediu-se para que os estudantes fizessem um breve relato sobre a experiência vivida na proposta de UEPS aplicada pelo professor. Foram coletadas as principais falas e organizadas no quadro 26 abaixo.

Quadro 26: scanner das respostas do item 8.

Aluno [1]
<p>Bom, com esses métodos de canções, vídeos, textos, imagens e experiências isso acaba melhorando a nossa aprendizagem e também melhora o nosso humor quando as aulas se tornam criativas e legais, espero que no próximo semestre continue assim e que até melhore as aulas.</p>

Aluno [2]

Hadui a fácil e rápida compreensão a respeito dos assuntos abordados. As canções facilitaram o entendimento dos conteúdos de maneira prática, além de serem um método eficaz para obter ótimos resultados.

Aluno [3]

As aulas fugiram do tradicional, se tornaram mais divertidas. O uso de simuladores ajudaram para um meio mais comum em minha realidade, assim contribuindo para melhor absorção do assunto. Sobre as canções elas foram muito divertidas, provavelmente usarei elas mais para frente para recordar de forma mais fácil o assunto de Forças e leis de Newton.

Aluno [4]

Achei uma metodologia bastante divertida e interessante, pois foge do modo convencional das aulas normais, além de poder despertar interesse em alunos que não gostam de física. O ponto que mais me chamou atenção foi o uso das canções, pois foram um método mais dinâmico e divertido para entender o assunto.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Todas as respostas acima convergiram para os objetivos propostos neste trabalho, tanto da utilização da UEPS, quanto do recurso facilitador da aprendizagem que foram as canções conceituais. A prática permitiu com que o ambiente em sala de aula fosse mais descontraído, tornando a relação entre professor-aluno mais estreita, fator importante para alcançar o principal propósito com a metodologia escolhida: a aprendizagem significativa das leis de Newton para o movimento. Na seção seguinte, serão feitas as considerações finais deste trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os primeiros passos da intervenção pedagógica mostraram que as concepções dos alunos sobre o fenômeno estudado ainda eram muito pautadas no senso-comum, ou seja, na teoria Aristotélica para o movimento dos corpos. Portanto, houve-se a necessidade de introduzi-los ao estudo da Mecânica, a fim de se estabelecer as leis que regem o movimento, que são as três leis de Newton, de um modo que não estimulasse uma aprendizagem mecânica e que fugisse em sua maior parte do método tradicional de ensino.

Nesse contexto, a pesquisa teve como objetivo geral a elaboração, aplicação e avaliação de uma UEPS utilizando Canções Conceituais como recurso potencialmente significativo na aprendizagem de tópicos de Física. Durante o discorrer do texto, percebeu-se que o mesmo foi atendido. Uma sequência didática foi apresentada embasada nos aspectos declarativos e procedimentais de uma UEPS como Moreira (2011) descreve, e a intervenção pedagógica foi realizada na instituição privada Colégio Seima, localizada na região periférica de Belém, estado do Pará, em uma turma de 1º ano do ensino médio.

Quanto a avaliação da proposta, considera-se exitosa pois os fatos constatados revelaram indícios de uma aprendizagem significativa do fenômeno de movimento dos corpos, onde os alunos, em sua maioria, mostraram compreensão dos conceitos de inércia de um corpo, força e força resultante, além das três leis de Newton para o movimento e souberam aplica-las em diferentes contextos (situações-problemas).

Além disso, pode-se também averiguar as percepções dos alunos mediante a proposta, considerando importante tal constatações por se tratarem dos personagens principais do processo. O resultado obtido foi bastante satisfatório, tanto em desempenho quanto em análise. Os estudantes, por meio de relatos, mostraram que a metodologia proposta fez com que eles se sentissem imersos ao conteúdo, atenuando a aversão que existia à disciplina de Física, onde os materiais propostos foram fundamentais pra isso e mostraram-se potencialmente significativos.

Em especial, a estratégia de uso das canções conceituais foi a de mais efetividade para os alunos, tanto como organizador prévio, quanto estratégia de sintetização do tópico abordado. Os principais pontos destacados pelos estudantes foram o da facilidade de lembrar dos conceitos da mecânica e tornar a prática mais divertida, prazerosa. Contudo, ao trazer essa ferramenta lúdica a sala de aula, é necessário que o professor tome as medidas necessárias para que a prática não perca a sua rigidez e seriedade necessária, desta forma, mantendo o foco na aprendizagem dos conceitos de Física.

Quanto a metodologia escolhida, a mesma mostrou-se satisfatória para compreensão e análise das problemáticas da pesquisa. A UEPS proposta por Moreira, permitiu ao professor um novo caminho de promoção de aprendizagem da Física por parte dos alunos, em especial, das Leis de Newton para o movimento.

A análise da pesquisa foi de forma qualitativa, sendo os dados recolhidos através de diário de bordo (campo) e aplicação de questionários. Desta forma, pode-se fazer interpretações sobre a sequência didática proposta nos moldes de uma UEPS, permitindo pontuar aspectos positivos e negativos da mesma, bem como da utilização das Canções Conceituais.

A proposta foi desenvolvida em uma turma pequena, 15 alunos apenas. O número máximo que comporta as salas da escola por sala era de 25 alunos. Por isso, teve-se facilidade em acompanhar melhor os estudantes, dividir grupos nas atividades coletivas e analisar os dados. Ademais, a instituição forneceu todo o aparato físico necessário para a execução da metodologia como caixas de som, Datashow e computador, artefatos importantes para execução de mídias de áudio e vídeo.

A limitação deu-se em relação a disponibilidade de carga horária do professor na turma, onde era de apenas 1 hora-aula semanal pelo turno da tarde, mas contornada através de um acordo entre o mesmo e os alunos, acontecendo em maior valor no contraturno, pela manhã, com 2 horas-aula, com o consentimento dos pais dos estudantes e da direção da escola.

Apesar das boas condições obtidas nesta proposta, considera-se que existem escolas que fogem ao padrão disponível. Por isso, recomenda-se que ajustes possam ser feitos como uma maior divisão de grupos e possível extensão no tempo de execução da metodologia, para o caso de um número maior de alunos. Se a escola não oferecer aparato tecnológico de mídias, o professor pode reproduzir as canções conceituais em caixas de som pequenas, via bluetooth, sendo que os arquivos foram todos disponibilizados para download no capítulo 3 deste trabalho. Especificamente, as músicas produzidas pelo autor foram cedidas também em playback, não havendo a necessidade do professor que for executar a proposta ser músico ou cantor para utiliza-las.

Por fim, espera-se que as contribuições dadas neste trabalho possam ser difundidas em outros momentos, por outros docentes, em outras instituições. Apesar de ainda ser uma área pouco explorada, as canções conceituais aplicadas dentro de uma UEPS mostraram um grande potencial de ajuda no processo de construção de uma aprendizagem significativa dos discentes no ensino de Física. Com o tempo, também se buscará o refinamento da prática em outros tópicos da disciplina.

REFERÊNCIAS

AGUILERA - NAVARRO, Valdir Casaca. **Uma pequena história do movimento**. 2008. Disponível em: <http://www.valdiraguilera.net/historia-do-movimento.html>. Acesso em: 09 set. 2019.

BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de; ZANELLA, Priscilla Guimarães; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini de. **A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? analisando concepções de professores da educação básica**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte), [s.l.], v. 15, n. 1, p.81-94, abr. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172013150106>.

DARROZ, L. M.; ROSA, C. W. da; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de Física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de física: volume 1**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 496 p.

FREIRE, Paulo – **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra. Pp.57-76. 1996

HEWITT, Paul G.. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 820 p.

JAGHER, Salete; SCHIMIN, Eliane Strack. A MÚSICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE BIOLOGIA. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uenp_cien_artigo_josiane_terezinha_rodrigues_goncalves.pdf. Acesso em 09/09/19. ISBN 978-85-8015-080-3

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. Ciência & Saúde Coletiva, [s.l.], v. 17, n. 3, p.621-626, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232012000300007>.

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. **(En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira.** Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018. Acesso em: 16 ago. 2016.

Moreira, M.A. (1999). **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora da UnB. Revisado em 2012.

Moreira, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora da UnB. 185p.

Moreira, M.A. (2010). **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Cantauro

Moreira, M.A.; Masini, E.A.F.S. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo, Editora Moraes.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é Afinal Aprendizagem Significativa? (After all, what is meaningful learning?);** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Curriculum, La Laguna, Espanha*, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **PESQUISA EM ENSINO: ASPECTOS METODOLÓGICOS.** 2003. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 32, n. 94, p.73-80, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

MOREIRA, Marco Antônio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS.** *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, N. 2, pp. 43-63, 2011.

NASCIMENTO, Geisa Maria Souza. **Letras da música popular brasileira como recurso didático metodológico alternativo para o ensino de física: perspectivas atuais e sugestões para implementação em aulas do ensino médio.** 2012. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Física, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: <http://www.propostasensinodefisica.net/Materiais/monografias/monografias/monogeisa.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica 1: Mecânica.** 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 324 p.

PINHEIRO, Ederson Donizeti. **A física do esporte - o desenvolvimento e análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS).** São Carlos, 2015. Dissertação (Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos. 89 f.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth S.. **Física 1.** 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2008. 390 p.

SILVA, Francisca Daniela de Jesus. **Paródias conceituais e uma unidade de ensino potencialmente significativa como recursos didáticos para o estudo do movimento ondulatório.** 2018. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Programa de Pós-graduação, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018.

SILVA, Taís Renata. **Uma sequência didática para o estudo das Leis de Newton.** Passo Fundo, 2018. Produto Educacional (Ensino de Física) – Universidade de Passo Fundo-ICEG. 28 p.

ZANELLA, Liane C. H. **Metodologia da pesquisa.** Florianópolis, SEaD/UFSC, 2006.


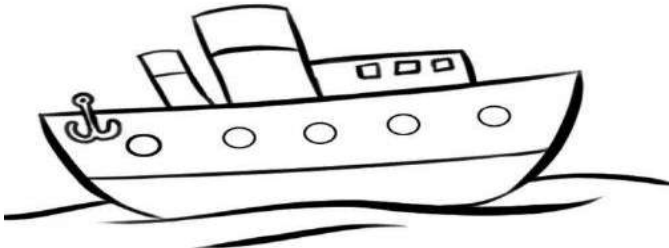


APÊNDICES

APÊNDICE A – ATIVIDADE: FORÇA

	<h1>FÍSICA</h1>		MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
	Prof.: BRENO SILVA		
	Aluno(a): _____		
Turma: _____	Data: ____ / ____ / ____		

ATIVIDADE – APROFUNDANDO CONHECIMENTO

01 – Desenhe nas figuras abaixo os vetores representando as forças que agem em cada situação, se possível nomeando-as.

APÊNDICE B – ATIVIDADE: FORÇA RESULTANTE.



FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a):

Turma:

Data: ___/___/___

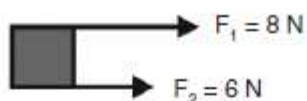


ATIVIDADE – APROFUNDANDO CONHECIMENTO

02 -

Todos os blocos abaixo tem massa igual a 2 kg. Calcule:

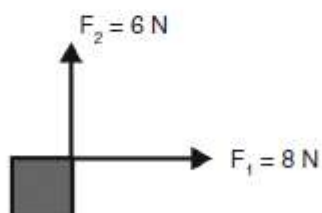
a) a força resultante máxima:



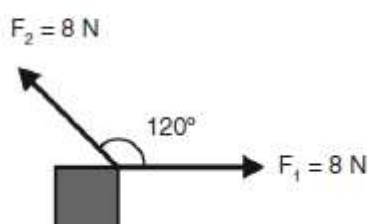
b) a força resultante mínima:



c) a resultante quando as forças são perpendiculares.



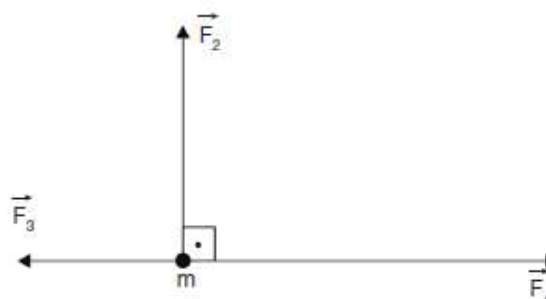
d) a resultante quando as forças formam 120° entre si.



Dados: considere $\cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$

03 -

Um corpo de massa 200 g é submetido à ação das forças F_1 e F_2 , coplanares, de módulos $F_1 = 5,0$ N, $F_2 = 4,0$ N e $F_3 = 2,0$ N, conforme a figura a seguir:



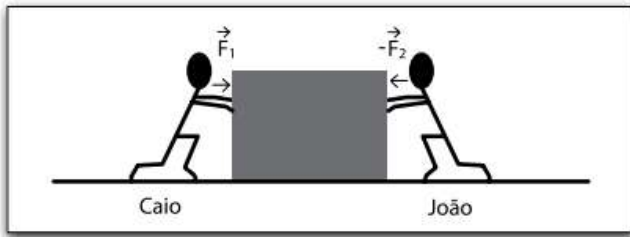
Determine a resultante das forças sobre o corpo, em N:

04 - Num cabo-de-guerra, duas crianças puxam a corda para a direita. A força que cada uma faz é: 70 N, 30 N. Outras duas puxam a corda para a esquerda, com as forças: 80 N, 45 N. Qual o valor, a direção e o sentido da força resultante?



05 - Vinícius observa duas crianças, Caio e João, empurrando uma caixa de brinquedos. Relembrando a aula de Ciências que teve pela manhã, ele observa o

deslocamento da caixa e faz um desenho representando as forças envolvidas nesse processo, conforme a figura.



Considerando que a caixa esteja submetida a duas forças horizontais, nos sentidos representados na figura, de intensidades $F_1 = 100 \text{ N}$ e $F_2 = 75 \text{ N}$, ficou pensando em como poderia evitar o deslocamento da caixa, fazendo com que ela ficasse em equilíbrio (parada).

Concluiu, então, que para isso ocorrer, uma outra criança deveria exercer uma força de intensidade igual a:

- (A) 100 N, junto com Caio.
- (B) 75 N, junto com João.
- (C) 25 N, junto com Caio.
- (D) 25 N, junto com João.

RASCUNHO.

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL.



FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a):

Turma:

Data: ___/___/___



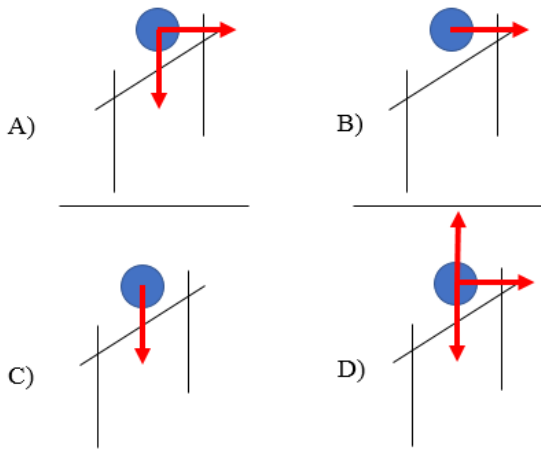
AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

01 – Salto em altura uma modalidade bastante disputada nos jogos olímpicos de 4 em 4 anos. No desenho abaixo, é representado o momento em que o saltador está ultrapassando a barreira proposta:



Fonte: google imagens.

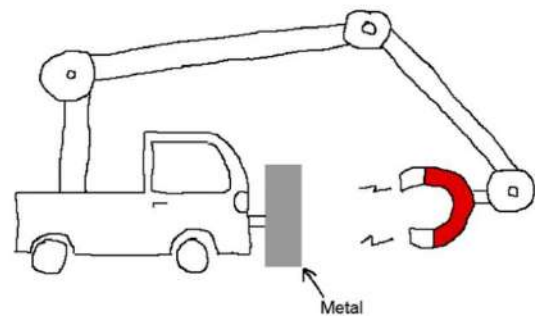
Desconsiderando a resistência do ar, a alternativa que melhor representa a(s) força(s) que age(m) no corpo no momento que ele ultrapassa a barreira é:



02 – Observe a propaganda a seguir e julgue de acordo com as leis da Física se tal situação é possível:

CARRO DE MOTOR ETERNO

**VOCÊ NUNCA MAIS VAI
PRECISAR COMPRAR
GASOLINA!**



Resposta:

03 - Pedacos de materiais diferentes, A, B, C e D, repousam sobre uma mesa.

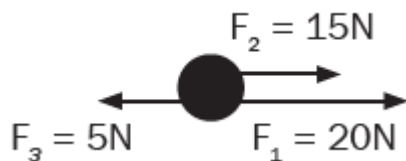


Resposta:

a) Qual(is) material(is) possui(m) maior inércia?

b) Qual(is) material(is) possui(m) menor inércia?

04 – Um corpo de massa igual a 2 kg, inicialmente em repouso em um piso horizontal, é submetido à ação das forças indicadas na figura.



Determine:

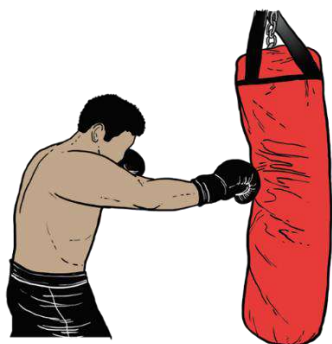
a) A Força resultante que age no corpo.

Resposta:

b) a aceleração que o corpo adquire.

Resposta:

05 – Um boxeador está se preparando para sua próxima luta aplicando golpes de 80 N em um saco de pancada.



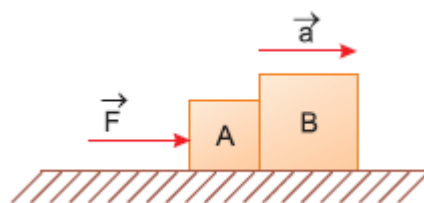
De acordo com a imagem acima, responda:

a) Quem exerce e onde é aplicada a força de ação?

b) Quem exerce e onde é aplicada a força de reação?

c) Qual o valor da intensidade da força de reação?

06 - Considere dois blocos, **A** e **B**, de massas respectivamente iguais a 1,0 kg e 4,0 kg, encostados um no outro em um plano horizontal sem atrito. Uma força horizontal constante, de intensidade F , é aplicada ao bloco **A**, conforme ilustra a figura.



Os blocos têm aceleração de módulo igual a $3,0 \text{ m/s}^2$. Desprezando-se o efeito do ar, determine:

a) o valor da força F .

Resposta:

b) a intensidade da força do bloco **A** sobre **B**, e de **B** sobre **A**

Resposta:

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF – POLO - 037/UFGA – BELÉM

BRENO FELIPE FERREIRA DA SILVA

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): Leis
de Newton nas Canções Conceituais.**

BELÉM - PARÁ

2019

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2 CANÇÕES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	4
3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	6
4 CARACTERIZAÇÃO DA UEPS	10
4.1 SEQUÊNCIA DA UEPS	11
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
5 REFERÊNCIAS	24
APÊNDICES	26
APÊNDICE A – ATIVIDADE: FORÇA	26
APÊNDICE B – ATIVIDADE: FORÇA RESULTANTE	28
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL	31
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.....	34

1. INTRODUÇÃO

Ilustre docente, visando contribuir com a prática de ensino de Física no sistema de educação nacional é que este material foi desenvolvido. São conhecidas as inúmeras dificuldades diárias para isso, contudo, foram levantadas uma série de ferramentas didáticas de simples acesso e que ajudarão na compreensão dos conceitos abordados nesta sequência. Conseqüentemente, este material-guia de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) busca desenvolver as Leis de Newton para o movimento utilizando canções conceituais como recurso facilitador no processo de ensino-aprendizagem.

Entende-se por UEPS uma sequência didática fundamentada especialmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, e nos aspectos sequenciais de Marco Antônio Moreira, sendo a aqui apresentada como etapa de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), motivada através de reflexões da prática docente em sala de aula que são desenvolvidas em um monólogo, onde o professor é o detentor da narrativa (método de ensino) e o aluno, banco de informações, aprendendo de forma mecânica (método de aprendizagem) aquilo que o professor o transmite (FREIRE, 1996).

Dentre as motivações intrínsecas que envolvem este trabalho, tem-se o fato de o autor, além de graduado em licenciatura em Física, possuir formação musical. Em sua infância/pré-adolescência, estudou teoria musical e violão clássico no Conservatório Carlos Gomes na cidade de Belém do Pará, prestando posteriormente vestibular para o curso Licenciatura em Música na Universidade Estadual do Pará, tendo, porém, interrompe-lo por não ser permitido a matrícula em duas universidades públicas naquele ano de ingresso (2010).

Em relação a estrutura do produto educacional, no capítulo 1 (um) detalharemos sobre a escolha do recurso facilitador “canções conceituais”, o por que foi intitulado dessa forma e a sua relevância didática para esta unidade de ensino. Em seguida, no capítulo 2 (dois), são esclarecidos alguns termos que permeiam os passos da sequência didática proposta por Moreira, onde em cada uma dessas etapas são evidenciados esses vocábulos. Posteriormente, o capítulo 3 (três) detalha as etapas do processo de acordo com os aspectos sequenciais de uma UEPS, instruindo os objetivos, atividades e materiais potencialmente significativos em cada uma.

Adentrando a fase final, algumas considerações são feitas sobre o trabalho proposto, como sugestões de mudanças/adaptações, proporcionando ao professor que vir a aplicar a sequência uma flexibilização sem implicar na descaracterização da sua estrutura. Por fim, são catalogados ao referencial bibliográfico os trabalhos que contribuíram para a construção deste

produto educacional, seguido das listas de exercícios propostos nas etapas e dos questionários de avaliação de aprendizagem e da UEPS, que por sua vez são disponibilizados nos anexos.

2 CANÇÕES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Desde os primórdios, a música é algo que acompanha a humanidade, envolvendo e emocionando pessoas. Ela permeia os campos da ciência e da arte, uma vez que os elementos que a compõe obedecem a relações matemáticas e físicas, e que, na forma em que são combinados e arrançados expressam a arte. Ademais, além de envolver emoções, a música tem poder de potencializar memórias e exercitar o cérebro, de modo a facilitar conexões que evoquem e utilizem o conhecimento.

Jagher e Schimin (2016), apoiadas em bases legislativas como a Lei nº 11.769/08 que tem por obrigatório a inserção da música como componente curricular na educação (BRASIL, 2008), destacam a possibilidade de inúmeros benefícios ao aprendizado e formação dos alunos, além de ferramenta de auxílio a prática pedagógica do professor, trazendo ludicidade ao processo de ensino-aprendizagem.

Ferreira (2008 apud BARROS; ZANELLA; JORGE, 2013) corrobora com os autores acima argumentando que músicas fazem parte do nosso cotidiano, envolvem emoções, traduzem sentimentos e compartilham informações sobre os seres vivos, processos científicos e do espaço que se vive. Por isso, verifica-se que o campo musical é fértil e de simples assimilação, desta forma, se tornando de proveito do professor que busca renovar, dinamizar e fazer eficiente seu modo de explorar o conteúdo e promover a aprendizagem.

A utilização de músicas para o ensino vem crescendo no sistema educacional brasileiro. Relatos experimentais de êxito são encontrados na literatura em diversas áreas do conhecimento como Matemática, Ciências Naturais e Biológicas e na própria Física. Tais trabalhos – a exemplo dos autores já supracitados e outros que ainda serão – passam tanto pela análise de letras de canções que abordam conceitos ou fenômenos da Física, quanto para a utilização e produção de paródias musicais para o ensino da mesma. Tais métodos trazem ludicidade ao processo pedagógico e tratamento interdisciplinar aos conteúdos propostos.

Nessa perspectiva, propõe-se a utilização de *canções conceituais* como recurso facilitador do processo de aprendizagem em Física. O nome remete-se a músicas que abordam em suas letras conceitos, teorias, fórmulas e exemplos do cotidiano, podendo ser composições já existentes no ramo musical – como por exemplo da MPB - ou obras autorais, com finalidade

exclusiva para o ensino. Desta forma, busca-se com a utilização das canções a criação de um ambiente prazeroso em sala de aula dado através da interação entre professor e aluno.

Entretanto, deve-se tomar cuidado ao explorar este recurso, pois dependendo de como seja feita a utilização das canções conceituais, pode se tornar mais um meio de promoção de uma aprendizagem mecânica do conteúdo proposto, o que não é o objetivo deste trabalho. É comum pensar que ao fazer uso desta ferramenta educacional, especificamente no caso das músicas autorais, o professor esteja em uma função de interprete de composições que tem apenas o objetivo de memorização de conceitos e equações, sem atribuição alguma de significados a estes. Tal pensamento surge devido ao fato de muitos desses professores buscarem autopromover-se em cursos de preparação para vestibulares e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) através da utilização deste recurso como meio ensino (SILVA, D., 2018).

No contexto descrito acima, as canções conceituais podem dar ao discente a sensação de uma pseudo-aprendizagem que pode até apresentar resultado a curto prazo em exames de vestibulares e testes escolares, por exemplo, mas que fatalmente será perdida com o tempo.

Buscando fugir dessa forma de abordagem, o presente trabalho propõe a utilização das canções conceituais sob outro viés, ao qual as mesmas possam contribuir efetivamente para aquisição de conceitos, leis, teorias e equações de maneira significativa. As maneiras as quais as canções serão utilizadas são: “(1) material introdutório a discussão do conteúdo novo; (2) ferramenta auxiliadora do processo de atribuição de sentido à matéria já estudada [...]” (SILVA, D., 2018, p.20).

A respeito da primeira maneira com que as músicas serão utilizadas, o professor possui liberdade de escolha para utilizar uma canção já produzida, podendo ser da MPB (Música Popular Brasileira), por exemplo, que traga elementos relevantes sobre o saber a ser ensinado, se encaixando aos objetivos traçados para etapa. Matos (2006 apud MOREIRA & MASSARANI, 2006) destaca que analisar letras pode caracterizar um momento interessante para a prática interdisciplinar, considerando que a música tem componentes motivacionais que potencializam o despertar do interesse em assuntos ou fatos determinados, em especial com os jovens.

Com respeito a segunda maneira de abordagem, o autor do trabalho em questão buscou elaborar canções próprias para discussão dos tópicos abordados na sequência didática. As letras e áudios serão disponibilizadas no discorrer do texto, mais exatamente no 3º capítulo. As músicas foram produzidas com o objetivo de sintetizar o saber estudado e fortalecer os significados, ou seja, não devendo ser a principal via de aprendizagem, a fim de não promover

uma aprendizagem do tipo mecânica nos alunos. Desta forma, busca-se com o momento criar um ambiente prazeroso através da interatividade entre docente e alunos.

Barros, Zanella e Araújo-jorge (2013, p.82) corroboram com o argumento acima quando dizem que

Apesar da música não ilustrar visualmente o conteúdo que pode ser explorado, ela se constitui como um veículo de expressão que é capaz de aproximar mais o aluno do tema a ser estudado. Aproveitando-se da facilidade com que a música é assimilada pelas pessoas, pode-se fazer uso desse recurso, associando-o com o conteúdo disciplinar, de forma prazerosa.

Portanto, acredita-se na potencialidade do recurso aqui proposto, que são as canções conceituais, como ferramenta didática e metodológica para o ensino de Física. Sua maneira de abordagem passará por diferentes formas, as quais foram explicitadas acima. Apesar de embrionária, devido a baixos resultados literários propostos nesse contexto, espera-se que o relato de intervenção em sala de aula aqui exposto possa contribuir, de forma inovadora, para a aprendizagem significativa do aluno, no contexto de David Paul Ausubel.

3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Como discutido no tópico anterior, para ocorrência de uma aprendizagem significativa, é necessário o uso de materiais potencialmente significativos. Dessa forma, Moreira (2011) afirma que o uso desses artifícios desenvolve unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem, considerando, portanto, que só haverá o ensino quando a aprendizagem for significativa, sendo este o entendimento de uma UEPS.

Moreira (2011, p.43) conceitua que as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. Ou seja, no processo de criação de uma UEPS tem-se a ideia de que o estudo de um assunto é satisfatório quando se tem uma instigação à aprendizagem significativa do aluno. Diante disso, o ensino deve ser compreendido como uma passagem que ocasione a ampliação da aprendizagem significativa dos alunos e, para que ocorra de forma satisfatória, faz-se o uso de recursos significativos de aprendizagem.

Entende-se que materiais ou recursos potencialmente significativos devem ser bem planejados, tendo como objetivo principal desenvolver a aprendizagem significativa com os alunos. Sendo assim, esses materiais oferecem um segmento lógico, apresentando conceitos,

compreendendo a relevância de verificar se os alunos possuem os conhecimentos já pré-estabelecidos que serão de suma importância para o entendimento do mesmo; por fim, na intenção dos alunos em aprender com a atribuição de significados, agrupam os recursos para incentivá-los.

É de responsabilidade do professor fornecer situações potencialmente significativas e agir como intermediário da compreensão de significados na sala de aula. Para isso, o docente, necessita estar em concordância com a ideia proposta por Ausubel de que o conhecimento já estabelecido pelo aluno auxilia de forma altamente relevante na aprendizagem. (MOREIRA, 2011)

Portanto, é importante que exista, do professor, um empenho para utilizar os subsunçores providos pelos estudantes, indispensáveis para compreensão dos assuntos. Além disso, um fator importante para destacar sobre o docente é o dever de procurar formas para verificar se os alunos possuem conhecimentos prévios sobre o assunto, caso, esses alunos não possuam, o professor deve se reorganizar e construir junto a eles, já que o mesmo é principal mediador da capacitação de significados.

Quando um docente possui um conteúdo novo a ser ensinado, deve-se produzir um plano de aula. Desta forma, será desenvolvido uma sequência de etapas: a introdução dos assuntos a serem ensinados, um roteiro de aula com as etapas, os objetivos a serem alcançados, a metodologia que será seguida, o método de abordagem e os materiais didáticos que deverão ser usados. Vale ressaltar que o docente também escolhe o melhor método avaliativo para constatar a aprendizagem dos alunos.

Nesse planejamento, o professor consegue então organizar a aula, e partindo dessa premissa desenvolve uma sequência para o estudo de um determinado conteúdo. Diante disso, esse processo de planejamento de aula é imprescindível para que o material didático seja como uma UEPS. Sendo assim, Moreira (2011) promove oito passos para a organização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa:

9. Definir o conteúdo que será trabalhado em sala, reconhecendo seus aspectos declarativos procedimentais no contexto do conteúdo em questão. Nesta etapa fazem-se citações ao conteúdo que deverá ser ministrado, desta forma, promovendo elementos linguísticos que auxiliem na composição cognitiva a partir de suposições e figuras mentais.

10. Construir situações-problemas que sondem o aprendiz mostrando o conhecimento que o mesmo já possui do assunto que se deseja lecionar, ou seja, desenvolvendo circunstâncias que induzam o estudante a expor seu conhecimento precedente, relevante ou irrelevante no que se diz respeito ao conteúdo de ensino.
11. Mostrar situações-problema em concordância com os conhecimentos que os discentes já possuem em um nível básico no que está pretendido a ensinar. Esta iniciação deve ser simples e também ser realizada pelo uso de simulações, vídeos, experimentos, texto, etc. Sendo assim, tais situações-problema devem estar de acordo ao nível intelectual que o aluno já possui sobre o conteúdo exposto, além disso, as mesmas devem ter o objetivo de dar prosseguimento ao surgimento de novos conteúdos.
12. Depois de realizada a abordagem da situação-problema inicial, deve-se começar a introdução do saber a ser ensinado em grau mais complexo, ou seja, especificar mais o conteúdo, iniciando dos aspectos mais gerais (inclusivos) para os mais específicos, promovendo a diferenciação progressiva. As formas de abordagem podem acontecer através de breve aula expositiva, em seguida atividade em grupo e socialização das respostas a classe, promovendo discussão acerca do tema.
13. Dando seguimento ao estudo do conteúdo mostrar situações-problema com ampliação progressiva de complexidade, ou seja, aumentando a dificuldade, retomando quando for preciso aos aspectos iniciais, desta forma, promovendo uma reconciliação integradora. Após essa apresentação, deve-se propor algum tipo de exercício colaborativo para que os estudantes se ajustem com a significação entre eles e com o docente - o professor se torna intermediário do processo. Essa atividade deve ser realizada de várias formas como resolução de problemas comuns, desenvolvimento de um mapa conceitual, um experimento científico, entre outros, mas deve, essencialmente, abranger a transação de significados e intervenção do professor.
14. A finalização do estudo do assunto em questão deve ocorrer dando prosseguimento ao procedimento de diferenciação progressiva, contudo, de forma a recuperar as características mais relevantes com uma visão mais integradora, realizando uma inovação na demonstração dos significativos com subsídios e estratégias que julgar coerente. Novas situações-problema devem ser propostas e cogitadas com um nível

maior ainda de dificuldade que as do passo anterior. Dessa maneira, a solução deve acontecer a partir de atividades colaborativas e depois devem ser socializadas pela turma. O professor nessa etapa assume a atitude de intermediador da socialização do conhecimento.

15. A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS necessita ocorrer ao longo do tempo de sua implementação, partindo do diagnóstico da performance do aluno nas etapas, caracterizando uma avaliação formativa. Além disso, é necessária uma avaliação somativa após o sexto passo, com questões que busquem evidenciar a captação e capacidade de transferência de significados, onde tais problemas passem por avaliação de professores mais experientes da disciplina. As avaliações (formativa e somativa) devem constituir mesmo peso no resultado final.

16. A avaliação da UEPS será exitosa mediante a constatação da aprendizagem significativa após análise do desempenho dos alunos. Se os mesmos evidenciaram, nas avaliações, a captação de significados, compreensão, capacidade de explicar e relacionar, em diversas situações, o conhecimento proposto, a sequência tem sucesso. Portanto, é necessário frisar na averiguação de evidências, não resultados finais, haja vista que a aprendizagem significativa é progressiva.

Nesse sentido a UEPS é de suma importância no que se diz respeito à aprendizagem significativa, visto que ela funciona como manual a ser seguido a respeito dessa metodologia, para que ela possa ocorrer de forma satisfatória e o professor obtenha êxito na sua busca em promover uma aprendizagem diferenciada e eficaz para seus alunos.

No tocante a UEPS produzida neste trabalho, várias situações-problema são propostas a partir de diferentes recursos como: vídeos, práticas experimentais, textos de apoio, simuladores, imagens e etc. Essas situações confrontam o aluno na busca de uma resolução que não necessita de uma única resposta, mas abre horizontes para ponderações, previsões e conclusões que possuam significação lógica dentro da matéria de ensino. Além disso, como já foi citado anteriormente, letras de canções conceituais são abordadas com intuito de instigar conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, deste modo, diferenciando-o progressivamente.

4 CARACTERIZAÇÃO DA UEPS

Considerando-se os referenciais teóricos-metodológicos abordados anteriormente é que esta UEPS foi construída, e tem por objetivo principal o ensino das Leis de Newton para o movimento dos corpos. O desenvolvimento do trabalho aconteceu em etapas. Primeiramente delimitou-se o conteúdo a ser trabalhado e realizou-se um estudo dos referenciais embasadores. Por conseguinte, elaborou-se a sequência didática considerando os aspectos sequenciais propostos por Moreira (2011). As etapas seguintes foram referentes a aplicação da intervenção e avaliação da proposta.

O Quadro 1 a seguir mostra uma visão geral do trabalho desenvolvido quanto as etapas, número de semanas e aulas, o tópico do conteúdo abordado, as atividades planejadas, bem como os recursos instrucionais utilizados, podendo sofrer alterações/adaptações mediante ao cenário ao qual for aplicada a proposta.

Quadro 1: Sequência da UEPS

Etapas	Semana	Nº de aulas	Conteúdo abordado	Atividades planejadas	Recursos instrucionais
<i>Planejamento</i>	-----	-----	-----	- Selecionar e organizar conteúdo; - Delimitar recursos didáticos;	-----
	0	1	Contrato didático	- Apresentar a proposta; - Expor critérios de avaliação	-----
<i>Situação inicial</i>	1 ^a	1	Noções de Força e Movimento	Debater em grande grupo	Mapa hierárquico
<i>Situação-problema inicial</i>	1 ^a	2	Força e Movimento	- Levantar conhecimentos prévios; - Evolução histórica	- Músicas: “Dança de tudo” e “Força”; - Texto: Uma pequena história do movimento.
	2 ^a	1	Força	Conceituar força	- Experimento: deslocando a massa;

<i>Aprofundando conhecimento</i>					- Texto Gref: Onde estão as forças?
	2 ^a	2	Força Resultante	Calcular a resultante das forças em um corpo	Quadro magnético
<i>Novas situações-problemas</i>	3 ^a	2	1 ^a Lei de Newton: Inércia	Construir o conceito de inércia/1 ^a Lei de Newton	- Vídeos: laboratório e cinto de segurança; - Canção Conceitual: “Massinércia”.
	4 ^a	2	2 ^a Lei de Newton: Princípio fundamental da Dinâmica	Relacionar força e aceleração/massa e aceleração (2 ^a Lei de Newton)	- Simulador Computacional: PhET; - Canção Conceitual: Arrocha da segunda lei.
	5 ^a	2	3 ^a Lei de Newton: Ação e Reação	Destacar a interação entre os corpos	- Imagens: Pessoa, foguete e carro em movimento; Canção Conceitual: Reggae da dinâmica.
<i>Avaliação somativa individual</i>	5 ^a	2	-----	Avaliar a aprendizagem	Questionário: subjetivo e objetivo
<i>Encontro final integrador</i>	6 ^a	1	-----	- Revisar e sintetizar conteúdo - Avaliar a Metodologia	Questionário de satisfação: subjetivo e objetivo.
<i>Avaliação da UEPS</i>	-----	-----	-----	Verificar indícios de aprendizagem significativa	-----

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

4.1 SEQUÊNCIA DA UEPS

A sequência foi elaborada considerando os oito passos de Moreira (2011), onde algumas das etapas foram desenvolvidas em mais de um momento, sendo descritas a seguir.


1. Planejamento: selecionar o conteúdo a ser trabalhado, organizando-o e traçando estratégias de ensino para alcançar a aprendizagem. Ou seja, escolher fontes embasadoras para apoiar a aula, ordenar abordagem dos conceitos e as formas de apresenta-los, elaborar atividades

individuais ou em grupo e delimitar os recursos didáticos. Após isso, levar a proposta aos alunos fazendo uma apresentação geral sobre a mesma, gerando um contrato didático com eles e expondo os critérios de avaliação na perspectiva de uma UEPS.

2. *Situação inicial*: elaborar um mapa conceitual sobre “força” em conjunto com os alunos, indagando de modo inicial sobre como ela surge e a sua consequência, recolhendo as palavras ditas por eles e anotando-as no quadro. Em seguida, faz-se a construção hierárquica destacando as principais palavras mencionadas, gerando o mapa hierárquico. Finalmente, pede-se para que cada aluno expresse, de maneira particular, seu entendimento sobre o mapa criado e entregue posteriormente ao professor¹⁴ para verificação dos conhecimentos prévios. Esta etapa constituirá uma hora-aula.

3. *Situação-problema inicial*: neste encontro pretende-se envolver os alunos de maneira introdutória na temática *Força e Movimento* levando-se, em conta os conhecimentos prévios acerca do assunto. Para Nascimento (2007 apud MOREIRA e MASSARANI, 2012) a exploração de letras de canções, apesar de embrionária, tem o intuito de demonstração e exemplificação da presença da Física nestas, utilizando-as como recurso didático para delimitar os objetivos e forma de atividade de ensino. Com isso, serão utilizadas sugestivamente duas canções como organizadores prévios, a fim de instigar e externalizar suas ideias, propondo assim um debate em torno do tema. No quadro 2 encontram-se links para o acesso as canções.

Quadro 2: músicas escolhidas.

	<p>Música 1: <i>Dança de tudo</i> – Nilson Chaves. Esta canção trata da ideia de movimento. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rxkdgPaiJOW</p> <p>Música 2: <i>Força</i> – Suely Mendonça/Rodrigo Campello. Canção que trata da ideia de Força. Disponível em: https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1h22o8l3LN5WA6F5</p>
<p>Imagem disponível em: Google imagens</p>	

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

¹⁴ Além de “professor”, outros adjetivos serão utilizados durante o texto para representar a mesma pessoa, como: facilitador, orientador, professor-tutor, intermediador, etc.

Em seguida, as letras de cada uma delas (Quadro 3 e 4), considerando-as pertinentes por abordarem conceitos importantes a esta sequência. As letras das canções 1 e 2 estão disponíveis, respectivamente, em: <https://www.lettras.mus.br/nilson-chaves/897783/> e <https://www.lettras.mus.br/suely-mesquita/389397/>.

Quadro 3: música 1 escolhida.

**Dança de tudo
(Nilson Chaves)**

‘Nas ondas do mar são grandes movimentos,
A espuma no ar é um belo movimento,
O leito do fundo do rio é o verde alto do mar,
É a mágica dança das águas e seus mistérios
O vento na mata é um grande movimento
As nuvens no ar são leves movimentos
No corpo esse ato de amor explode uma dança no ar,
É o grande momento da terra em seus movimentos
A força do fogo é som, é movimento
O canto do nogo é som, é movimento
É a mente na sua explosão
É o vento no ar da emoção
Desse fogo com a água e a terra no mesmo momento.

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Quadro 4: música 2 escolhida.

Força (Suely Mesquita/Rodrigo Campello)	
A força é frágil	A força é frágil
A força é frágil	A força é frágil
A força é um evento momentâneo	A força é frágil
Em equilíbrio dinâmico	Em movimento a gente passa uns pelos outros
A força é flexível	Cruza olhares de desejo
Falível	Sente o curso da viagem perturbado
Vulnerável	A força é frágil
A força é frágil	A força é frágil
A força é frágil	A força sente
Aguenta o choque	A força sente tudo
Vê perdida uma inocência	E absorve a informação mais contundente
Mitos ociosos	A força viva pulsa tensa é uma delícia
Ilusões sem conteúdo	Cria mitos
A força é pura	Pula muros
Não mistura	Crê nos novos movimentos
Não pendura	Olha o mundo com surpresa
Não segura em coisa alguma	A força é frágil
A força é dura	A força é uma beleza
Como um soco em pleno voo	A força é frágil
Como um salto no vazio	A força é uma beleza
A força é frágil	A força é frágil
A força é frágil	A força é uma beleza

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Após apresentação das músicas e suas respectivas letras, propõem-se uma discussão entre os estudantes, em duplas, sobre os conceitos de movimento e força, abordados nas canções. Para fomentar o debate, indica-se a utilização de perguntas norteadoras que serão apresentadas a seguir:

- 5) Na *música 1*, utiliza-se a palavra *movimento* em diversos momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 6) Ainda na *música 1*, o que faz com que os elementos citados estejam em movimento e não em repouso?
- 7) Referente a *música 2*, é utilizada a palavra *força* em vários momentos da letra. O que você entende sobre este conceito?
- 8) Ainda na *música 2*, pode-se considerar que uma *força* sempre ocasionará movimento?

Ao final, solicita-se a socialização das respostas das duplas, promovendo a discussão entre a turma.

Finalizando esta etapa, solicita-se a leitura do texto “*Uma pequena história do movimento*”¹⁵ do físico-pesquisador Valdir Aguilera. O texto trata sobre a construção do entendimento do movimento dos corpos, cronologicamente, de Aristóteles à Galileu, promovendo uma visão mais detalhada sobre esse conceito aos alunos, destacando sua concepção mais antiga até ao que concebemos atualmente. Discute-se com a turma o texto, elaborando-se um quadro-resumo com a participação dos alunos e intermediação do facilitador.

4. Aprofundando conhecimento: nesta etapa pretende-se desenvolver o conceito de força. Para isso, uma pequena prática experimental é proposta, a fim de fazer os estudantes pensarem sobre a ideia. Entregam-se pequenos corpos de determinada massa aos alunos e, inicialmente, pede-se para que eles busquem uma forma simples de deslocar estes de um ponto ao outro, que é empurrando-os. Em seguida, propõe-se que eles façam isso novamente sem ter contato com a massa (o corpo), instigando-os a busca da força como também por interação à distância, além de haver por contato. Posteriormente, discute-se em grupo sobre as conclusões retiradas sobre a prática e estabelece-se o conceito físico de força em conjunto.

Por fim, apresenta-se parte do texto “*Onde estão as forças?*”¹⁶ do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) para leitura e análise dos tipos de força mais comum em nosso cotidiano, seguida de uma atividade complementar (apêndice A) para identificar as forças, sinalizando sua direção e sentido em diferentes contextos. As respostas dos alunos são discutidas e corrigidas pelo orientador no grande grupo. Este momento constituirá 2 (duas) horas-aula.

5. Aprofundando conhecimento (continuação): o intermediador iniciará o novo encontro retomando o conceito anterior e esclarecendo possíveis dúvidas dos alunos. Em seguida, desenvolverá de forma expositiva o tópico do cálculo de força resultante. Para efetivar a consolidação do conteúdo ministrado, uma bateria de exercícios em diferentes graus de complexidade é disponibilizada nos apêndices (apêndice B), abordando o tópico em diversas situações, exigindo habilidade de aplicação deste dos alunos. Ao término da atividade, deverá

¹⁵Texto disponível em: <<http://www.valdiraguilera.net/historia-do-movimento.html>>. Visto em: 04/04/2019 às 11:49.

¹⁶ Texto disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44

se socializar as respostas dos alunos a fim de obter diferentes formas possíveis de abordagem de solução para uma situação-problema. Esta etapa tem duração de 2 (duas) horas-aula.

6. *Novas situações-problema 1*: nesta etapa tem-se por objetivo a aprendizagem do conceito de Inércia e, conseqüentemente, a Primeira Lei de Newton. Para isso, serão exibidos dois vídeos de maneira inicial de modo a nortear a discussão em torno do tema. O primeiro vídeo é o “Laboratório Virtual | Mecânica – Inércia 02”¹⁷ e em seguida exibe-se o vídeo “Veja a importância do cinto de segurança no banco traseiro”¹⁸. Após a apresentação dos vídeos, algumas perguntas são feitas para serem debatidas e respondidas em grupos formados pelos estudantes, e estão a seguir:

- 7) Por que a garrafa pet não se move quando está deitada ao ser empurrado apenas o carrinho de rolimã?
- 8) Por que ela não para quando o carrinho rolimã para, após ser empurrada juntamente com ele?
- 9) Se diminuir a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.
- 10) Se aumentar a quantidade de água na garrafa, alterará alguma coisa nas situações das perguntas anteriores? Justifique seu pensamento.
- 11) Por que uma pessoa dentro de um carro é lançada para frente ao este colidir com algo?
- 12) Qual justificativa você daria para o uso do cinto de segurança?

Deixa-se que analisem as perguntas e entrem em consenso sobre as respostas. Passado o tempo, o facilitador em uma roda de debate, solicita que cada grupo responda a uma das perguntas e que os demais grupos discutam se estão em consonância ou não com as respostas, até se estabelecer a ideia do conceito de Inércia de um corpo, a sua relação com a massa dele e ao entendimento da primeira Lei de Newton, tudo se dando sempre com a intermediação do professor-tutor.

Finalizando esta etapa, faz-se a revisão do conceito e da lei estabelecida através da execução da música de título “*Massinércia*”¹⁹, composta pelo próprio autor desta sequência,

¹⁷ Vídeo disponível em: <https://youtu.be/y_Vqujv_20A>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44.

¹⁸ Vídeo disponível em: <<https://youtu.be/E664H6ZMUe8>>. Visto em: 11/04/2019 às 17:44.

¹⁹ Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gcLPHMdX1sJv0at>.
 Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gjqX6R86YVJeo1L>.

podendo ser executada em mídia digital (.mp3) com a voz ou só playback, ou pelo próprio professor se no caso for músico, promovendo um momento de interação entre ele e a turma com este recurso facilitador para a aprendizagem. No quadro 5 a seguir é disposta a letra da canção para análise, identificação dos conceitos e discussão dos principais pontos após sua execução. O tempo de duração desta aula é de 2 (duas) horas-aula.

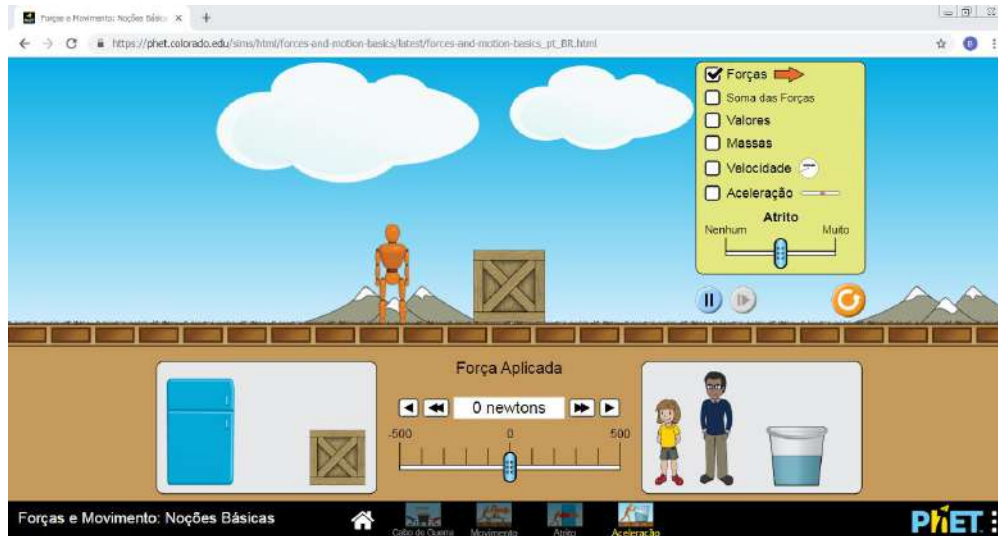
Quadro 5: letra da canção conceitual "Massinércia".

Massinércia (Breno Silva)	
Hoje eu vou contar uma história e você vai aprender Conheci uma garota curiosa de entender	<i>“Massinércia”, “Massinércia” Quanto maior sua inércia maior sua massa</i>
Ela tem uma tendência em manter-se parada Mas se entra em movimento tende a continuar	Mas se alguém imprimir uma força em “Massinércia” Ela tende a mover-se a parar ou desviar
<i>“Massinércia”, “Massinércia” Tá parada, não se move. Tá andando, não para.</i>	<i>“Massinércia foi pra frente quando ônibus freou E moveu-se para trás quando ele arrancou</i>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

6. *Novas situações-problema 2:* objetiva-se por esta etapa estabelecer relação entre força, aceleração e massa, desenvolvendo o Princípio Fundamental da Dinâmica, mais conhecido como a Segunda Lei de Newton. Para isso, com o recurso de um notebook e Datashow, sugere-se a utilização do simulador PhET, da universidade do Colorado, denominado *Força e Movimento: Noções básicas*, de acordo com a figura 1.

Figura 1: simulador *Força e Movimento: Noções básicas* do PhET Colorado.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/forces-and-motion-basics.

Visto em: 13/04/2019 às 17:43.

Inicialmente, busca-se estabelecer a relação de proporcionalidade entre força e aceleração. Faz-se o simulador aplicar uma força constante, de intensidade a critério do manipulador do software, em um caixote de 50 kg (cinquenta quilogramas), de modo a pô-lo em movimento em uma superfície com atrito e observa-se em consequência disso o desenvolvimento de uma aceleração constante no caixote através da marcação em sua aba. Aumenta-se a força para que os estudantes observem acontecer o aumento da aceleração de maneira diretamente proporcional a esta, e se estabelece a relação:

$$\text{Força} \sim \text{Aceleração}$$

Em seguida, procura-se constatar a ligação inversamente proporcional entre aceleração e massa. Para isso, o manipulador deve dobrar o valor da massa do sistema pondo um segundo caixote de massa igual ao primeiro sobreposto a este. Aplica-se a força do cenário anterior em um caixote apenas e verifica-se o valor da intensidade da aceleração, depois aplica-se a mesma força com a massa do sistema dobrada e constata-se o novo valor reduzido proporcionalmente da aceleração, estabelecendo-se a nova relação:

$$\frac{\text{Força}}{\text{Massa}} \sim \text{Aceleração}$$

A proporcionalidade acima pode ser expressa como uma equação exata, que é conhecida como a Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica, de acordo com a equação 1 abaixo:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

Desenvolvida a equação, deve-se propor, a fim de exemplificar, situações-problemas com diferentes níveis de aprofundamento e complexidade sobre esta lei no quadro magnético, onde os alunos as resolverão individualmente, sendo posteriormente exposto os resultados e debatidos no grande grupo sob intermédio do facilitador.

Por fim, a etapa é complementada com a exposição da canção conceitual “*Arrocha da Segunda Lei*”²⁰, de composição do próprio elaborador desta UEPS, podendo ser executada em arquivo digital (.mp3) ou pelo próprio professor no caso deste ser músico também. No quadro 6 abaixo se encontra a letra da música e tem-se por objetivo desta o mesmo da etapa anterior. Este momento constituirá 2 (duas) horas-aulas.

Quadro 6: letra da canção "Arrocha da Segunda Lei".

Arrocha da Segunda Lei
(Breno Silva)

Quando uma força resultante em um corpo agir
Ela vai altera a velocidade
A consequência disso é uma aceleração
Que sempre vai estar na mesma direção
E sentido da força, elas são proporcionais
Agora a Segunda Lei de Newton eu vou cantar

*Força Resultante é massa vezes aceleração
O corpo muda a intensidade ou a direção
Da velocidade que está a executar*

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

7. *Novas situações-problema 3:* para o desenvolver desta etapa, ao qual objetiva-se destacar a interação entre os corpos e a relação de forças entre eles chamada Terceira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Ação e Reação, uma sequência de imagens com situações

²⁰ Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1g1QINDYcSxw-YnS>.
Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gzK-VSFmO-bq7fo>.

cotidianas é apresentada, seguida de um questionário sobre estas, a fim de instigar e provocar um debate em torno delas. A seguir a sequência com as imagens, sucedida do questionário:

Figura 2: pessoa andando em chão de terra.



Fonte: Google imagens.

Figura 3: lançamento de um foguete da base.



Fonte: Google imagens.

Figura 4: carro em movimento.



Fonte: Google imagens.

- 5) Em ambos os casos nas imagens vistas, percebemos a pessoa, o foguete e o carro em movimento. Entretanto, não vemos alguém necessariamente empurrando esses corpos. O que explica seus movimentos?
- 6) Quais são as forças que agem nos corpos? Desenhe.
- 7) Os corpos exercem força em algo? Exemplifique em cada caso.
- 8) Na pergunta anterior, em caso de resposta positiva, faça um simples desenho de cada situação indicando as forças que agem no sistema.

São separados os grupos de alunos para que novamente discutam as questões e entrem em consenso sobre as possíveis soluções dos questionamentos. Após certo tempo, pede-se para que cada grupo exponha sua respectiva resposta da pergunta 1, onde o professor promove o debate entre estas, organizando na lousa a melhor interpretação para a questão, de modo a firmar a interação entre os corpos. O processo é repetido na pergunta 2, destacando as forças associadas em cada contexto e onde são aplicadas, na pergunta 3 evidenciando as forças de reação nas distintas situações e na pergunta 4 esquematizando as forças nos momentos propostos a fim de ressaltar o par ação-reação e sua relação de dependência.

Após a prática, o intermediador enuncia a Terceira Lei de Newton para o movimento dos corpos, fazendo breve exposição oral para complementação da lei, elucidando que o par ação-reação ocorre em corpos diferentes, não em um único corpo, e tratando a lei ainda em termos das diferentes massas dos corpos e seus efeitos nos respectivos movimentos, mostrando o porquê de um corpo de menor massa acelerar mais que um corpo de maior massa.

Em termos finais da etapa, deve-se novamente propor problemas como exemplo no quadro magnético para que os alunos, ainda em pares, a resolvam e compartilhem suas prováveis dúvidas e soluções com o professor-tutor a fim de se chegar a um consenso sobre as resoluções das questões. Em seguida, propõe-se a execução da canção conceitual de título “*Reggae da Dinâmica*”²¹ referente ao estágio, sob mesma intenção das duas últimas etapas. A autoria da música é do próprio autor desta sequência, e que tem sua letra disposta conforme o quadro 7:

Quadro 7: letra da canção conceitual "Reggae da Dinâmica".

Reggae da Dinâmica (Breno Silva)	
<p><i>Este é o Reggae da Dinâmica Que agora eu vou cantar Você vai aprender as Leis de Newton Pra saber o movimento interpretar (bis)</i></p>	<p>Segunda Lei de Newton também é conhecida Como Princípio Fundamental da Dinâmica Pois revela a relação entre força, massa e aceleração $F = m \cdot a$</p>
<p>Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia Diz todo corpo tende a permanecer Em repouso ou movimento retilíneo uniforme A não ser que uma força externa aja sobre ele</p>	<p>Terceira Lei de Newton ou também Lei da Ação e Reação Diz que toda força impressa em um corpo Este corpo responde na mesma direção Com uma força de igual intensidade e oposta à da ação</p>

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

A duração desta etapa será de 2 (duas) horas-aula.

8. *Avaliação somativa individual:* será proposto um teste (ver em apêndice C) - previamente anunciado aos estudantes - com questões abertas e fechadas sobre o tema *Leis de Newton* para que os mesmos possam expressar de forma livre seu entendimento sobre o assunto. Em termos de composição de nota, medida obrigatória procedimental da instituição, esta etapa constituirá 50% da nota e os outros 50% serão atribuídos a avaliação continuada no decorrer das etapas. A avaliação necessitará de 1 (uma) hora-aula.

9. *Encontro final integrador:* promover a discussão das questões aplicadas na etapa anterior, de modo a perpassar pelos tópicos da UEPS, ressaltando os principais pontos do conteúdo e suas contribuições para o desenvolvimento dos estudos na área. Além disso, aplicar um questionário

²¹ Música gravada com voz disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1gpYpSxrfz12BqPl>.
Playback da música disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AlgUm93Px5JE1glAPhAn1y2-nWDC>.

de satisfação sobre a metodologia desenvolvida com os alunos (ver apêndice D), para que os mesmos expressem espontaneamente suas considerações em relação a sequência, sendo importante ao professor para a análise desta na próxima etapa. O encontro deverá acontecer em 1 (uma) hora-aula.

10. Avaliação da UEPS: a partir da avaliação continuada dos estudantes nas etapas, juntamente com a avaliação individual somativa, o professor deve constatar se há ou não evidências de uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados na sequência, só sendo considerada exitosa em retorno positivo da análise.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta foi desenvolvida em uma turma pequena, 15 alunos apenas. O número máximo que comporta as salas da escola por sala era de 25 alunos. Por isso, teve-se facilidade em acompanhar melhor os estudantes, dividir grupos nas atividades coletivas e analisar os dados. Ademais, a instituição forneceu todo o aparato físico necessário para a execução da metodologia como caixas de som, Datashow e computador, artefatos importantes para execução de mídias de áudio e vídeo.

A limitação deu-se em relação a disponibilidade de carga horária do professor na turma, onde era de apenas 1 hora-aula semanal pelo turno da tarde, mas contornada através de um acordo entre o mesmo e os alunos, acontecendo em maior valor no contraturno, pela manhã, com 2 horas-aula, com o consentimento dos pais dos estudantes e da direção da escola.

Apesar das boas condições obtidas nesta proposta, considera-se que existem escolas que fogem ao padrão disponível. Por isso, recomenda-se que ajustes possam ser feitos como uma maior divisão de grupos e possível extensão no tempo de execução da metodologia, para o caso de um número maior de alunos. Se a escola não oferecer aparato tecnológico de mídias, o professor pode reproduzir as canções conceituais em caixas de som pequenas, via bluetooth, sendo que os arquivos foram todos disponibilizados para download no capítulo 3 deste trabalho. Especificamente, as músicas produzidas pelo autor foram cedidas também em playback, não havendo a necessidade do professor que for executar a proposta ser músico ou cantor para utiliza-las.

Por fim, espera-se que as contribuições dadas neste trabalho possam ser difundidas em outros momentos, por outros docentes, em outras instituições. Apesar de ainda ser uma área pouco explorada, as canções conceituais aplicadas dentro de uma UEPS mostraram um grande

potencial de ajuda no processo de construção de uma aprendizagem significativa dos discentes no ensino de Física. Com o tempo, também se buscará o refinamento da prática em outros tópicos da disciplina.

5 REFERÊNCIAS

_____, Marco Antônio, **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, N. 2, pp. 43-63, 2011.

AGUILERA - NAVARRO, Valdir Casaca. **Uma pequena história do movimento**. 2008. Disponível em: <http://www.valdiraguilera.net/historia-do-movimento.html>. Acesso em: 09 set. 2019.

BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de; ZANELLA, Priscilla Guimarães; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini de. **A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? analisando concepções de professores da educação básica**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte), [s.l.], v. 15, n. 1, p.81-94, abr. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172013150106>.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de física: volume 1**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 496 p.

HEWITT, Paul G.. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 820 p.

JAGHER, Salete; SCHIMIN, Eliane Strack. A MÚSICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE BIOLOGIA. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_14_uenp_cien_artigo_josiane_terezinha_rodrigues_goncalves.pdf. Acesso em 09/09/19. ISBN 978-85-8015-080-3

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. **(En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira**. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018. Acesso em: 16 ago. 2016.

NASCIMENTO, Geisa Maria Souza. **Letras da música popular brasileira como recurso didático metodológico alternativo para o ensino de física: perspectivas atuais e sugestões para implementação em aulas do ensino médio**. 2012. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Física, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: <http://www.propostasensinodefisica.net/Materiais/monografias/monografias/monogeisa.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

PINHEIRO, Ederson Donizeti. **A física do esporte - o desenvolvimento e análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS)**. São Carlos, 2015. Dissertação (Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos. 89 f.

SILVA, Francisca Daniela de Jesus. **Paródias conceituais e uma unidade de ensino potencialmente significativa como recursos didáticos para o estudo do movimento ondulatório**. 2018. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Programa de Pós-graduação, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018.

SILVA, Taís Renata. **Uma sequência didática para o estudo das Leis de Newton**. Passo Fundo, 2018. Produto Educacional (Ensino de Física) – Universidade de Passo Fundo-ICEG. 28 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ATIVIDADE: FORÇA



FÍSICA

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a): _____

Turma: _____

Data: ____ / ____ / ____

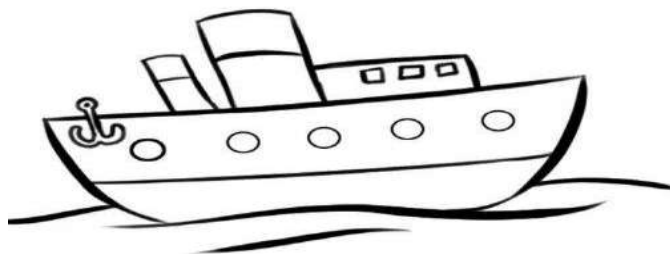
MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



ATIVIDADE – APROFUNDANDO CONHECIMENTO

01 – Desenhe nas figuras abaixo os vetores representando as forças que agem em cada situação, se possível nomeando-as.



APÊNDICE B – ATIVIDADE: FORÇA RESULTANTE



FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a):

Turma:

Data: ___/___/___

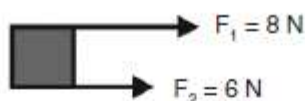


ATIVIDADE – APROFUNDANDO CONHECIMENTO

02 -

Todos os blocos abaixo tem massa igual a 2 kg. Calcule:

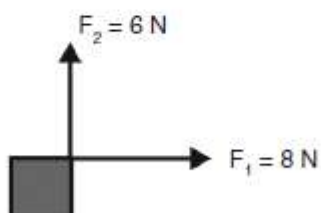
a) a força resultante máxima:



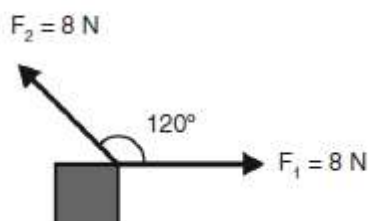
b) a força resultante mínima:



c) a resultante quando as forças são perpendiculares.



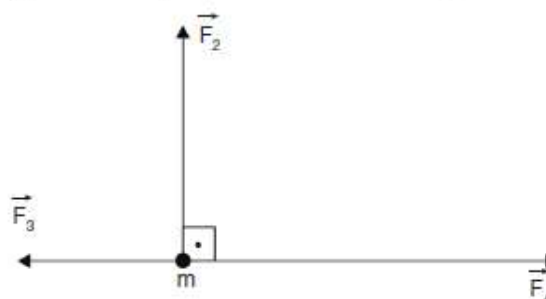
d) a resultante quando as forças formam 120° entre si.



Dados: considere $\cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$

03 -

Um corpo de massa 200 g é submetido à ação das forças F_1 e F_2 , coplanares, de módulos $F_1 = 5,0\text{ N}$, $F_2 = 4,0\text{ N}$ e $F_3 = 2,0\text{ N}$, conforme a figura a seguir:



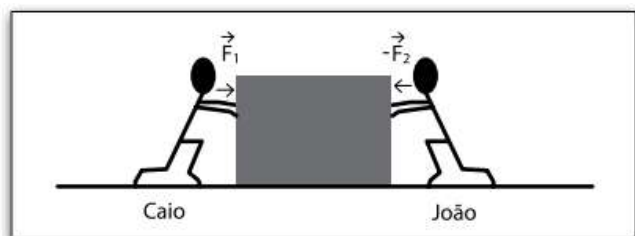
Determine a resultante das forças sobre o corpo, em N:

04 - Num cabo-de-guerra, duas crianças puxam a corda para a direita. A força que cada uma faz é: 70 N, 30 N. Outras duas puxam a corda para a esquerda, com as forças: 80 N, 45 N. Qual o valor, a direção e o sentido da força resultante?



05 - Vinícius observa duas crianças, Caio e João, empurrando uma caixa de brinquedos. Relembrando a aula de Ciências que teve pela manhã, ele observa o

deslocamento da caixa e faz um desenho representando as forças envolvidas nesse processo, conforme a figura.



Considerando que a caixa esteja submetida a duas forças horizontais, nos sentidos representados na figura, de intensidades $F_1 = 100 \text{ N}$ e $F_2 = 75 \text{ N}$, ficou pensando em como poderia evitar o deslocamento da caixa, fazendo com que ela ficasse em equilíbrio (parada).

Concluiu, então, que para isso ocorrer, uma outra criança deveria exercer uma força de intensidade igual a:

- (A) 100 N, junto com Caio.
- (B) 75 N, junto com João.
- (C) 25 N, junto com Caio.
- (D) 25 N, junto com João.

RASCUNHO.

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL



FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a):

Turma:

Data: ___/___/___



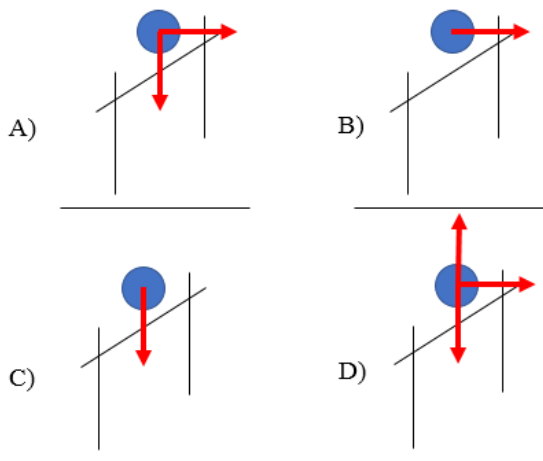
AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

01 – Salto em altura uma modalidade bastante disputada nos jogos olímpicos de 4 em 4 anos. No desenho abaixo, é representado o momento em que o saltador está ultrapassando a barreira proposta:



Fonte: google imagens.

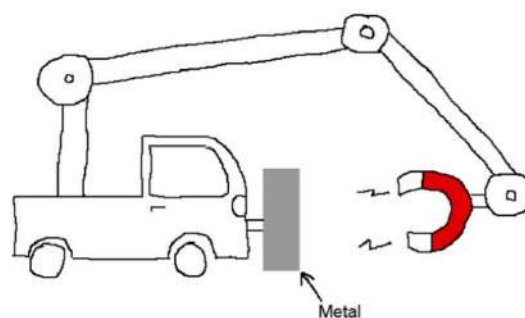
Desconsiderando a resistência do ar, a alternativa que melhor representa a(s) força(s) que age(m) no corpo no momento que ele ultrapassa a barreira é:



02 – Observe a propaganda a seguir e julgue de acordo com as leis da Física se tal situação é possível:

CARRO DE MOTOR ETERNO

**VOCÊ NUNCA MAIS VAI
PRECISAR COMPRAR
GASOLINA!**



Resposta:

03 - Pedacos de materiais diferentes, A, B, C e D, repousam sobre uma mesa.

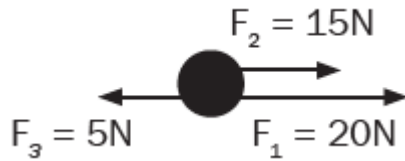


Resposta:

a) Qual(is) material(is) possui(m) maior inércia?

b) Qual(is) material(is) possui(m) menor inércia?

04 – Um corpo de massa igual a 2 kg, inicialmente em repouso em um piso horizontal, é submetido à ação das forças indicadas na figura.



Determine:

a) A Força resultante que age no corpo.

Resposta:

b) a aceleração que o corpo adquire.

Resposta:

05 – Um boxeador está se preparando para sua próxima luta aplicando golpes de 80 N em um saco de pancada.



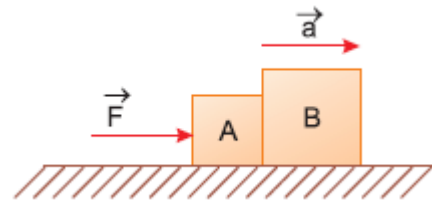
De acordo com a imagem acima, responda:

a) Quem exerce e onde é aplicada a força de ação?

b) Quem exerce e onde é aplicada a força de reação?

c) Qual o valor da intensidade da força de reação?

06 - Considere dois blocos, **A** e **B**, de massas respectivamente iguais a 1,0 kg e 4,0 kg, encostados um no outro em um plano horizontal sem atrito. Uma força horizontal constante, de intensidade F , é aplicada ao bloco **A**, conforme ilustra a figura.



Os blocos têm aceleração de módulo igual a $3,0 \text{ m/s}^2$. Desprezando-se o efeito do ar, determine:

a) o valor da força F .

Resposta:

b) a intensidade da força do bloco **A** sobre **B**, e de **B** sobre **A**

Resposta:

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO



FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Prof.: BRENO SILVA

Aluno(a):

Turma:

Data: ____/____/____



QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

01 – Você já havia experimentado a utilização de canções conceituais em aulas por algum professor durante sua vida estudantil?

() Sim. () Não. () Não me recordo.

02 - Você acha interessante o uso de canções conceituais como instrumentos de ensino?

() Sim. () Não. () Indiferente.

03 – Você considera que as canções produzidas ajudaram seu aprendizado?

() Sim. () Não. () Indiferente.

04 – Quais os pontos positivos do uso de canções conceituais?

05 – Quais os pontos negativos do uso de canções conceituais?

06 – Os outros materiais utilizados durante as etapas (textos, vídeos, simulador, imagens) ajudaram você a compreender os conceitos propostos?

() Sim. () Não. () Indiferente.

07 – Você recomendaria a metodologia aplicada em outros momentos?

() Sim. () Não. () Indiferente.

08 – Faça um breve relato pessoal sobre a experiência vivida durante a aplicação da metodologia, destacando os pontos que mais lhe chamaram atenção positivamente e negativamente.
