



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA – UNILAB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA -
CNeM**

ALEXANDRINO MOREIRA LOPES

**FÍSICA NO *TRAPITXI*: ETNOCIÊNCIA E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA
UMA NOVA ABORDAGEM NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM**

ACARAPE-CE

2017

ALEXANDRINO MOREIRA LOPES

FÍSICA NO *TRAPITXI*: ETNOCIÊNCIA E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA UMA
NOVA ABORDAGEM NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Física, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, sob orientação do professor João Philipe Macedo Braga e Co-orientador Elcimar Simão Martins.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Lopes, Alexandrino Moreira.

A85f

Física no Trapitxi: etnociência e transposição didática para uma nova abordagem no processo de ensino aprendizagem / Alexandrino Moreira Lopes. - Acarape, 2017.

89f: il.

Monografia - Curso de Ciências da Natureza e Matemática, Instituto De Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2017.

Orientador: Prof. Dr João Philipe Macedo Braga.

1. Física. 2. Trapitxia - Física. 3. Etnociência - Transposição didática. I. Braga, João Philipe Macedo. II. Título.

CE/UF/BSCL

CDD 530

ALEXANDRINO MOREIRA LOPES

FÍSICA NO *TRAPITXI*: ETNOCIÊNCIA E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA UMA
NOVA ABORDAGEM NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do
Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza
e Matemática com Habilitação em Física, do
Instituto de Ciências Exatas e da Natureza
(ICEN) da Universidade da Integração
Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira –
UNILAB.

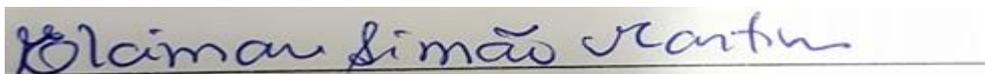
Aprovado em: 19/12/2017

Banca Examinadora



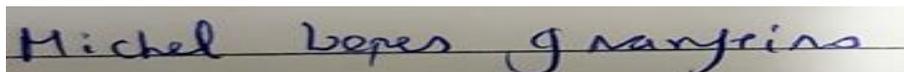
Prof.: Dr. João Philipe Macedo Braga (Orientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB



Prof. Dr. Elcimar Simão Martins - [examinador]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB



Prof. Dr. Michel Lopes Granjeiro [examinador]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Dedico este trabalho a Deus, Ser Supremo sempre presente em todas as minhas realizações, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. A toda a minha família e amigos, mas em especial aos meus pais, Roque e Cristina, pelo apoio e assim serem sempre fontes revigorantes. Por último e não menos importante, quero agradecer todos os homens que morreram na luta pela construção da igualdade entre os homens e na luta pela independência dos países Africano.

AGRADECIMENTO

Nesse momento muito importante e especial na história da minha vida, marcada pela luta, pela busca de sonhos de uma formação acadêmica de nível superior, quero eternizar a minha memória nesse pedaço de papel, marcado pelo reconhecimento de vários agentes facilitadores que me possibilitaram alcançar essa conquista. Agradecer a Deus pai todo poderoso, por ter me concebido a oportunidade a vida e ter me acompanhado em todas as etapas do meu desenvolvimento, assegurando a minha bravura, fé, coragem e determinação pela busca da igualdade entre os homens.

Com muito orgulho agradeço os meus pais (Roque Lopes e Cristina Moreira), que apesar de muitas dificuldades acreditaram na vida, construíram a minha família e zelaram severamente para sua manutenção, nos dando sempre bons exemplos, para construção do meu caráter. Foram eles que não mediram esforços para me ver na universidade, sempre me apoiaram economicamente e emocionalmente para a minha permanência na universidade, enfim, a minha eterna gratidão aos meus pais, por tudo o que eles fizeram por mim, que não tem como descrever, porque é muita coisa.

Quero tornar pública minha eterna gratidão a esse país (Brasil) e esse povo (Brasileiro) que me acolheram nas suas terras muito bem, agradece-lhes do fundo do meu coração por tudo o que me foi proporcionado. Agradeço o governo Brasileiro e toda sua estrutura política, que criaram a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) e criaram condições para minha permanência nela, Agradeço em especial UNILAB e todas as suas estruturas. Agradeço ministério de Educação Brasileira que foi o motor de todo esse processo.

Agradeço todos os meus familiares, na qual destaco a minha irmã Ineida Moreira Lopes, que me ajudou financeiramente durante todo o período da minha formação, não só me apoiou financeiramente, mas também sempre esteve presente na minha vida acompanhando a minha trajetória, me dando suporte a nível emocional, sustentando a minha espiritualidade. Agradeço a minha namorada Saara Madalena Gonçalves da Silva que durante esse tempo sempre foi uma companheira fiel, que sempre cuidou de mim e me apoiou nos momentos mais difíceis da minha vida nesse período.

Agradeço todos os professores da UNILAB que de uma forma direta ou indireta contribuíram para minha formação acadêmica e formação pessoal, na qual destaco nome da minha querida Professora Jacqueline Freire, uma pessoa muito especial para mim, ela me ajudou muito nessa minha trajetória Acadêmica, me deu várias oportunidades para o progresso, foi ela

quem me colocou nesse mundo de pesquisa, por isso fica aqui registrado o meu eterno reconhecimento e gratidão. Agradeço o meu grande mestre Elcimar Martins, meu orientador do Projeto de extensão, por sua capacidade de liderança e tranquilidade na forma como ele conduz o processo e por tudo o que vivemos durante o período que trabalhamos juntos.

Agradeço o meu mestre, professor e orientador do TCC João Philipe Macedo Braga, por ter disponibilizado o seu tempo precioso para me orientar, por ter sido um grande amigo e conselheiro, que durante esse pouco tempo que estivemos juntos, contribuiu muito na minha formação. Agradeço o Professor Michel Lopes Granjeiro meu “Primo”, por ter sido um grande professor, amigo dos estudantes, por ser uma pessoa simples que sempre ajudou os estudantes a compreender os conteúdos da aula por meio das suas didática e abordagem do assunto.

São muitas pessoas queridas que mereçam ser citados aqui, por ter passado pela minha vida e ter contribuído de uma forma muito significativo para o meu crescimento, mas infelizmente não dá para colocar todos esses nomes aqui, por esse motivo quero agradecer todos os meus amigos que durante todo esse tempo me apoiaram e me ajudaram nessa caminhada. Agradeço o grupo de pesquisa e extensão Educação e Cooperação Sul-Sul (ELOSS), por ter contribuído imensamente para a minha formação.

Por fim, não menos importante, quero agradecer todos que colaboraram para realização desse trabalho, em especial Igor Oscar Teixeira, por ter feito a projeção das peças do *Trapitxi* no auto-Cad e o Anderson Assis Ribeiro que me acompanhou na pesquisa do campo.

“A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.”

Isaac Newton

RESUMO

Trapitxi é uma máquina semi-industrial utilizada para moer cana-de-açúcar no processo de fabricação de *grog* (aguardente de cana-de-açúcar) em Cabo Verde. Por seu percurso histórico, que começa com a comercialização de homens escravizados na Ribeira Grande de Santiago, precisamente na Cidade Velha na ilha de Santiago, tornou-se um patrimônio material desse país. Voltado para o estudo da etnociências o presente trabalho tem como objetivo investigar os conceitos físicos no *trapitxi* durante o seu movimento, na perspectiva de fortalecer o processo de ensino e aprendizagem, transpondo a didática eurocêntrica para criar novas possibilidades ao ensino secundário em Cabo Verde. Metodologicamente foi feita uma pesquisa de campo, num espaço com *trapitxi* em Cidade Velha. Todas as peças da máquina foram medidas e analisadas manualmente; foram feitos registros fotográficos e realizada entrevista com o proprietário do espaço. A partir do que foi observado, conseguiu-se elaborar um roteiro para uma aula experimental de Física baseado no comportamento do *trapitxi* durante o seu funcionamento e também se conseguiu catalogar a máquina por completo com a descrição de todas as suas peças. Com aplicação dos conhecimentos físicos pode-se analisar a eficiência da máquina, aumentando o seu desempenho, fazendo com que a mesma realize melhor o seu trabalho. Já no processo de ensino e aprendizagem, ao desenvolver esse pensamento fortalece-se o processo de interdisciplinaridade, além de preservar a história e a cultura do povo cabo-verdiano.

Palavras-chave: *Trapitxi*. Física. Etnociência. Transposição Didática

ABSTRACT

Trapitxi is a semi-industrial machine used to grind sugar cane in the *grogú* manufacturing process in Cape Verde. For its historical route, which began with the commercialization of men enslaved in Ribeira Grande de Santiago, precisely in the Old City on the island of Santiago, became a material patrimony of that country. Aimed at the study of ethnosciences, the present work aims to investigate the physical concepts in *trapitxi* during its movement, with a view to strengthening the teaching and learning process, transposing Eurocentric didactics to create new possibilities for secondary education in Cape Verde. Methodologically, a field survey was carried out in a space with *trapitxi* in Cidade Velha. All machine parts were measured and analyzed manually; were made photographic records and held an interview with the owner of the space. From what was observed, it was possible to elaborate a script for an experimental class of Physics based on the behavior of the *trapitxi* during its operation and also was able to catalog the machine completely with the description of all its pieces. With the application of physical knowledge, it is possible to analyze the efficiency of the machine, increasing its performance, making it perform better its work and in the process of teaching and learning to develop this thinking, it strengthens the process of interdisciplinarity, besides preserve the history and culture of the Cape Verdean people.

Key-words: *Trapitxi*. Physical. Ethnoscience. Didactic Transposition

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da localização geográfica de Cabo Verde no Mundo	14
Figura 2: Mapa geográfica das ilhas de Cabo Verde	15
Figura 3: Mapa dos concelhos da Ilha de Santiago	19
Figura 4: <i>Trapitxi</i> no processo de funcionamento.....	26
Figura 5: Imagem real do <i>Trapitxi</i>	40
Figura 6: <i>Trapitxi</i> numa ilustração computadorizado.....	41
Figura 7: Peça (1) de <i>trapitxi</i> da figura 2.2 (a).....	42
Figura 8: Peças (3) e (14) da figura 2.2 (a).....	43
Figura 9: Peças (2) e (15) da figura 2.2 (a).....	44
Figura 10: Estrutura completa com as peças (2) e (15)	45
Figura 11: Peça (13) da figura 2.2 (a): Os cilindros do <i>trapitxi</i>	45
Figura 12: Peça (11) da figura 2.2 (a): Engrenagens.....	46
Figura 13: Peças (11) e (13): Estrutura única cilindros e engrenagens.....	47
Figura 14: Peça (5) da figura 2.2 (a).....	47
Figura 15: Peças (4), (9) e (10) da figura 2.2 (a): Peças de encaixe.....	48
Figura 16: Peça (8) da figura 2.2.....	48
Figura 17: Peças (6), (7) e (12) da figura 2.2 (a): Braços de <i>Trapitxi</i>	49
Figura 18: Gráfico de um movimento Retilíneo.....	53
Figura 19: Definição de radiano.....	54
Figura 20: Os vetores velocidade e aceleração de uma partícula em movimento circular uniforme.....	56
Figura 21: As forças que atuam sobre um corpo.....	61
Figura 22: Forças com mesmo modulo e sentidos diferentes.....	63
Figura 23: Decomposição das forças numa situação de torque.....	65
Figura 24: Representação de uma barra uniforme.....	66
Figura 25: Definição de momento angular.....	67
Figura 26: Regra da mão direita.....	68
Figura 27: Movimento circular do <i>Trapitxi</i> com representação dos seus componentes.....	72
Figura 28: Representação das forças no boi no <i>trapitxi</i>	75
Figura 29: O animal em movimento.....	76
Figura 30: Engrenagens laterais das peças da figura 2.8 dividido por dois.....	80
Figura 31: Novas combinações de engrenagens do <i>Trapitxi</i> com peças diferentes.....	80

Figura 32: Modelo do novo trapitxi com maior eficiência produtiva.....82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Possíveis anotações feitas para as posições angulares do movimento de trapitxi.....73

Tabela 2: Calculo de experimento sobre a variação de deslocamento, tempo e velocidade media.....74

Tabela 3: Calculo de experimento sobre período e frequência do movimento.....75

Tabela 4: Representação das forças que atuam no boi durante o seu movimento.....76

Tabela 5: Representação dos pares de ação e reação durante o movimento do animal.....77

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DE CABO VERDE E ETNOCIÊNCIA E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA VOLTADO PARA TRAPITXI.

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Ilha de Santiago/Ribeira grande (Cidade Velha)	18
1.2	Estrutura e Organização do Sistema Educativo Cabo-Verdiana.....	23
1.3	<i>Trapitxi</i>	25
1.4	Etnociência.....	29
1.5	Etnofísica.....	33
1.6	Transposição Didática.....	35

CAPÍTULO II - TRAPITXI: DESCRIÇÃO DAS PEÇAS E MONTAGEM.....40

CAPÍTULO III - CONCEITOS FÍSICOS NO TRAPITXI.....50

3.1	Movimento Retilíneo.....	50
3.2	Movimento Circular.....	53
3.3	Mecânica Newtoniana.....	57
3.3.1	A primeira Lei de Newton.....	58
3.3.2	A Segunda Lei de Newton.....	59
3.3.3	A Terceira Lei de Newton.....	62
3.4	Torque.....	63
3.5	Momento Angular.....	67

CAPÍTULO IV - ROTEIRO DE UMA AULA EXPERIMENTAL DE FÍSICA NO TRAPITXI.

4.1	Objetivos.....	71
4.2	Materiais.....	71
4.3	Introdução.....	72
4.4	Procedimentos experimental de Movimento Circular Uniforme.....	72
4.4.1	Procedimento Experimental de Mecânica Newtoniana.....	75
4.4.2	Torque e Momento Angular.....	77

CAPÍTULO V - EFICIÊNCIA NO TRAPITXI: PROPOSTA DE UMA NOVA MAQUINA COM MAIOR CAPACIDADE.....79

CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....83

REFERÊNCIAS.....86

1 INTRODUÇÃO

[...] Mamãe Velha, venha ouvir comigo
O bater da chuva lá no seu portão.
É um bater de amigo
Que vibra dentro do meu coração

[...]. Dizem que o campo se cobriu de verde
Da cor mais bela porque é a cor da esp'rança
Que a terra, agora, é mesmo Cabo Verde.
– É a tempestade que virou bonança...

Regresso, trechos da poesia escrita pelo líder e herói cabo-verdiano, Amílcar Lopes Cabral¹, considerado o patrono da formação do Estado de Cabo Verde. Essa poesia retrata a importância da chuva nas ilhas e a alegria que a mesma traz para esse povo. Cabo Verde, minha terra e lugar onde se realizou esta pesquisa, é um país arquipélago, insular que está situado no Oceano Atlântico, localizado numa distância de 500 km da costa ocidental² africana:

Figura 1.1 – Mapa da localização geográfica de Cabo Verde no Mundo.



Fonte: João Leitão Viagens.³

¹ Nasceu em Bafatá, Guiné-Bissau, em 12 de setembro de 1924 e morreu em Conacri, em 20 de janeiro de 1973. Político, agrônomo e teórico marxista de Guiné-Bissau e de Cabo Verde. Em 1959, juntamente com alguns camaradas, funda o clandestino Partido Africano para a Independência da Guiné e Cabo Verde (PAIGC). Em 23 de janeiro de 1963 tem início a luta armada contra a metrópole colonialista, libertando Guiné e Cabo Verde.

² É uma região do oeste da África. Inclui os países da costa oriental do Oceano Atlântico e alguns que partilham a porção ocidental do deserto do Saara: Benim, Burkina Faso, Cabo Verde, Costa do Marfim, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Mali, Mauritânia, Níger, Nigéria, Senegal, Serra Leoa e Togo.

³ Disponível em: <<http://www.joaoleitao.com/viagens/cabo-verde/>> Acesso em set. 2017.

O arquipélago é constituído geograficamente por dez ilhas e oitos ilhéus, de origens vulcânicas, tendo o fator natureza como centro da sua sustentabilidade. Os ventos sopram de forma que permite diferenciar as ilhas em dois grupos de região, consoante a posição dos ventos alísios do Nordeste. O Barlavento reúne as ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boa Vista; enquanto que o Sotavento reúne as ilhas de Maio, Santiago⁴ (ilha da realização da pesquisa), Fogo e Brava.

Figura 1.2 – Mapa geográfica das ilhas de Cabo Verde.



Fonte: Revista Galp⁵.

A superfície de Cabo Verde está demarcada por uma área total de 4.033 Km² e tem uma população de aproximadamente 600 mil habitantes dentro do seu território terrestre e de quase 1 milhão na diáspora, de acordo com últimos dados estatísticos do país. A língua oficial é o português, mas o dialeto local é o *crioulo*⁶, que é predominantemente falado em todas as ilhas.

O arquipélago de Cabo Verde tem um clima tropical seco, distinto em duas estações do ano: seca e úmida. As chuvas são irregulares e escassas, que na visão de Borges (2017), “condicionadas pela passagem do vento quente e seco do deserto do Saara que aumenta a aridez

⁴ Ilha mais populosa de Cabo verde e é nela que está situada a capital do país, Cidade da Praia.

⁵ Disponível em: <<http://bit.ly/2mcSPsN>> Acesso em: 29. Set. 2017.

⁶ É uma língua originária do Arquipélago de Cabo Verde. A língua crioula é de base lexical portuguesa; é a língua materna de quase todos os cabo-verdianos e é ainda usada como segunda língua por descendentes de cabo-verdianos em outras partes do mundo.

e provoca secas prolongadas, de consequências nefastas tanto para a agricultura como para o equilíbrio ecológico”.

Em um contexto histórico narrado pelos exploradores, que são os próprios colonizadores das ilhas desse arquipélago, os navegadores portugueses, nas expansões marítimas, descobriram Cabo Verde. Segundo análise de Silva (1996), a descoberta das ilhas cabo-verdianas se deu num contexto de navegações exploratórias portuguesas em meados do século XV, cujo objetivo central era o estabelecimento de relações comerciais estáveis e regulares com os reinos do Continente Africano, especialmente por terem vislumbrado oportunidades altamente rentáveis de trocas comerciais tanto com os jalofo do Senegal, como com os mandingas do rio Gâmbia, a Senegâmbia.

Nesse mesmo olhar de dominação, em que as histórias são narradas de acordo com os interesses dos colonos, na tentativa de doutrinar outros povos com ausências das suas verdadeiras histórias, afirmam Carvalho e Madeira (2015, p. 37):

Em 1462 António da Noli e Diogo Afonso, ambos navegadores ao serviço da Coroa Portuguesa, instalaram-se na ilha de Santiago, por determinação do Infante D. Fernando. Os dois formaram as primeiras capitânias, uma localizada na actual Cidade Velha, e outra na cidade da Praia. Luís de Cadamosto, mercador e navegador veneziano, refere que as ilhas do arquipélago foram descobertas nas seguintes circunstâncias (CARVALHO E MADEIRA 2015, p.37).

Contra-pondo os fatos com o avanço e ética da pesquisa, esses mesmos autores referenciam outros estudos, negando a história dos colonizadores, com estudos comprobatórios, camuflados pelos governos de tais países:

Porém, existem algumas objecções à volta desta tese. Alguns historiadores defendem que algumas ilhas, em particular as mais orientais, como a do Sal e a da Boavista, foram frequentadas pelos povos africanos, gregos e árabes, precisamente antes da chegada dos portugueses. É esta a opinião do historiador Jaime Cortesão, que afirma existirem informações comprovativas de geógrafos e cartógrafos, que atestam a presença desses povos em algumas ilhas do arquipélago de Cabo Verde (CARVALHO e MADEIRA 2015, p.37).

As ilhas do arquipélago de Cabo Verde não foram descobertas pelos portugueses, pois quando eles chegaram nesse ponto estratégico do oceano, encontraram navegadores africanos que já habitavam tal espaço e se utilizavam de meio de transporte marítimo. Acredita-se que os homens africanos naquela época já teriam construído vários monumentos nas ilhas, que foram roubados e/ou destruídos pelos navegadores portugueses. Segundo Andrade (1996, p. 34) apud Borges (2007, p.17):

(...) encontram-se referências à presença de grupos humanos em Cabo Verde antes da chegada dos portugueses, nos principais escritos dos finais do século XVIII. Em 1784, um anónimo escrevia que esta ilha (Santiago) foi encontrada habitada por muitos homens negros. Segundo a tradição, foi o rei Jalofo que devido a um levantamento, teve de fugir do seu país com toda a família para se refugiar em Cabo Verde, na costa continental (península do Senegal) (...)

Cabo Verde dispõe de uma posição geográfica muito boa, pois fica no meio do Oceano Atlântico. Em virtude das condições geográficas tornou-se um ponto de parada estratégico para o abastecimento de água e de alimentos e num entreposto comercial, inclusive de homens africanos escravizados. Isso fez com que o país desempenhasse um papel importante para a navegação marítima e aérea porque se situa no cruzamento que liga os três continentes banhados pelo Atlântico: Europa, África e América. Dessas encruzilhadas se forma o povo Cabo-verdiano, que segundo Andrade (1996, p. 34) apud Borges (2007, p.17):

no povoamento das ilhas não houve apenas escravos; também existiam negros livres como os banhuns, cassangas e Brames, que acompanhavam espontaneamente os comerciantes, os mercenários e os capitães de navios; muitos deles falavam a língua portuguesa e alguns iam a Santiago para serem cristianizados (...).

Cabo Verde foi um país que desfrutou de vários privilégios das forças coloniais, posto que sempre foi beneficiado com construção em nível político e socioeconômico em relação às outras colônias do Portugal. Nesse sentido diz Cabral (2012, p. 3): “foi nestas ilhas atlânticas que surgiu o primeiro centro urbano colonial nos trópicos, a vila/cidade da Ribeira Grande, espaço dominado por reinóis, onde a Câmara Municipal exerce o poder local, progressivamente participado pelos ‘filhos da terra’ (mestiços)”.

Cabo Verde é conhecido como um país que não possui riquezas naturais, pois lá anda não foi descoberto ouro, prata, diamante, nenhuma dessas pedras valiosas, mas em compensação é muito rico em homens e mulheres trabalhadores, que lutam para sua soberania e melhores condições de vida. Na pesquisa de Borges (2017) ele segue dizendo que Cabo Verde conseguiu passar para a comunidade internacional a imagem de um país bem administrado politicamente apesar de ter pouco recurso. No entanto, enfrenta o desafio de persuadir seus parceiros a manter os níveis atuais da ajuda econômica e reverter esta tendência de diminuição dos financiamentos atualmente oferecidos. É preciso realçar que esse país é considerado hoje pelas organizações internacionais como um país de desenvolvimento médio.

O povo cabo-verdiano é caracterizado pela *morabeza*⁷, traduzida pela sua harmonia, simplicidade, amizade, hospitalidade, boa convivência e cordialidade, que expressam no seu comportamento. Essa consciência do povo cabo-verdiano se constitui devido as condições econômicas do país, que naquela altura sofria muito com a falta de recursos naturais. Assim, o povo se sentia na obrigação de compartilhar o pouco que conseguia. Na visão de Lopes (1959) apud carvalho e Madeira (2015, p.61.), “as próprias condições da economia de Cabo Verde

⁷ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde.

favorecem e originam uma consciência colectiva tendente a procurar na intelectualidade, na supremacia do espírito, o único meio de superar as condições deficitárias de vida”.

Na análise de Carvalho e Madeira (2017), a *morabeza*, tipicamente cabo-verdiana, demarca-se essencialmente pela espiritualidade cordial dos seus habitantes e pela forma *sui generis* de confraternização social. Que a “*morabeza*”, que os é peculiar, reflete-se no modo de ser e de estar do cabo-verdiano em qualquer parte do mundo e o que engrandece esse povo são três coisas: o trabalho, a honestidade e o amor à terra.

Cabo Verde e Brasil possuem muitas semelhanças, no que diz respeito às vivências culturais, devido ao trânsito na época de tráfico de escravos e comercialização de produtos naturais, explorados pelos colonizadores. Por ser um lugar estratégico, Cabo Verde recebia muitos navegadores que vinham do Brasil e que deixaram muitos traços e influências na cultura local dos povos das ilhas.

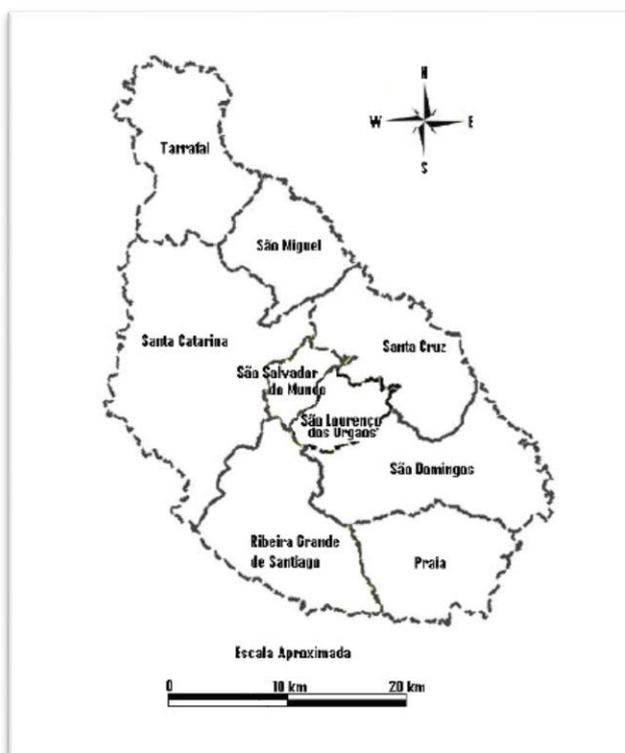
Numas das escrituras do Pereira (2011, p.19) pode-se perceber tais relações, quando ele diz que: “a cana sacarina foi introduzida em Cabo Verde vindo da Madeira e das nossas ilhas foi trazida para o Brasil”. Os escravos ladinos encontravam no Brasil os “negros cabo-verdianos”, como eram conhecidos na capitania de Ilhéus e em Salvador, na Bahia. Estes conheciam a técnica da aguardente, da panificação e outras, artes e ofícios aprendido no cotidiano da cidade de Ribeira Grande de Santiago.

1.1 Ilha de Santiago/Ribeira grande (Cidade Velha)

Santiago é a maior ilha do arquipélago de Cabo Verde, com uma área aproximada de 991 km², com uma população de duzentos e sessenta sete mil habitantes. A Cidade da Praia, capital de Cabo Verde, está localizada nessa ilha, que por sua vez tem a concentração de maior infraestrutura e população do país.

Esta pesquisa foi realizada nessa ilha, especificamente no município de Ribeira Grande de Santiago, que contém uma área de 164 km², com uma população de oito mil e trezentos e vinte cinco habitantes. Dentro desse município, concretamente, a pesquisa se deu na localidade da Cidade Velha, que vai ser o centro da discussão a seguir.

Figura 1.3 – Mapa dos concelhos da Ilha de Santiago.



Fonte: ResearchGate⁸.

Cidade Velha é uma pequena localidade na Ilha de Santiago, que por conta do passado vivido nesse espaço, contempla um amplo significado para a história da humanidade. Atualmente, de acordo com os últimos dados estatísticos do Censo de 2010, a população de Cidade Velha aproxima-se de 1.214 habitantes, entre homens, mulheres e crianças. A maioria dos moradores dessa localidade é enquadrada numa classe juvenil, ou seja, a população de Cidade Velha é jovem. A principal fonte de renda é proveniente da agricultura, pesca, e, em alguns casos, do turismo e de remessas enviadas por parentes que vivem fora do país.

De acordo com a análise de Santos (2014), os jovens dessa localidade buscando novas alternativas de vida vão estudar e trabalhar na Cidade da Praia, enquanto os mais velhos ficam na comunidade, fazendo trabalhos domésticos, cuidando das crianças e das crenças tradicionais, que fazem parte das suas vivências. Muitos moradores utilizam o espaço público para realizar tarefas diárias, como lavar roupas, cozinhar e, até mesmo, tomar banho. Outros preferem ficar sentados na porta das suas casas à espera de uma oportunidade para conversar ou mesmo esperar o tempo passar.

⁸ Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/262413798_fig1_Fig-1-Mapa-dos-concelhos-da-Ilha-de-Santiago-adaptado-de-AMS-2008> Acesso em set. 2017.

Num contexto histórico mais aprofundado, a Cidade velha contempla uma importância enorme pelo fato de ser o primeiro ponto de Cabo Verde visto pelos portugueses e onde se deu o desembarque dos primeiros marinheiros.

A Ribeira Grande, pequena urbe, entalada entre montanhas, teve um papel primordial na História de Cabo Verde: foi o porto onde desembarcaram os primeiros colonos europeus e as primeiras levas de escravos. Foi aí que se iniciaram as interpenetrações étnico-culturais das quais viria a emergir, mais tarde, o homem cabo-verdiano. Foi nessa ribeira que todo esse processo se iniciou (CABRAL, 2012, p. 1).

A abundância de água e as facilidades para a agricultura foram determinantes para a escolha deste sítio como centro do povoamento: “montes e rochedos tão altos que não tem outra vista senão o mar e contava ainda com duas ribeiras, boa enseada e um vale que servia de retaguarda para a população” (BRÁSIO, 1962, p. 49). À época, em uma estratégia de controle do comércio, construíram uma grande fortaleza que ficava em cima das águas do mar. Assim, controlavam toda a região e cobravam impostos dos barcos que chegavam ao porto.

A Cidade Velha teve a sua construção e se expandiu, dando os primeiros passos para o seu povoamento a partir de um porto que permitia o embarque e desembarque das cargas comercializadas pelos colonizadores portugueses. De acordo com Santos (2014, p. 33): “A Cidade Velha, construída a partir do porto, que era o principal centro de interesse dos primeiros habitantes, cresceu à margem direita da ribeira Maria Parda”. Em virtude de um espaço que condicionava o fluxo de transporte marítimo, muitos navegadores do mundo começaram a visitar o local. Com esse porto, porém, o processo de comércio de escravos aumentou:

O arquipélago de Cabo Verde começou a ser ocupado a partir de 1462, em decorrência da expansão marítima portuguesa, desenvolvendo-se lentamente nos primeiros anos de existência. Após a intensificação do comércio de escravos, nas últimas décadas do século XV, a cidade teve um crescimento acelerado. A implantação e o desenvolvimento do núcleo urbano ocorreram juntamente com o tráfico negreiro e as trocas comerciais. Sua implantação ocorreu em momentos distintos que pode ser dividido em duas fases: a primeira compreende os anos de 1462 a 1491, correspondente ao descobrimento e a instituição das capitânicas hereditárias; a segunda compreende os anos de 1492 a 1645 com a ampliação do espaço marítimo no Atlântico e, conseqüentemente, o aumento do comércio de escravos e bens de consumo na cidade, até a perda de entreposto comercial para o porto de Cacheu, na Guiné, e sua total decadência (CABRAL, 2012, p. 1).

Após a ocupação total da região portuária e dos arredores da ribeira, a cidade expandiu-se para um nível mais elevado. Desta forma, conforme aponta Pires (2007) a cidade foi dividida em dois patamares, dando origem à cidade baixa, cujas funções principais eram as atividades portuárias e comerciais, enquanto que na alta as atividades eram religiosas e defensivas. As duas partes eram interligadas por ruas íngremes e tortuosas, que acompanhavam as curvas e os níveis do tecido urbano.

Na análise de Rodrigues (2010) foi através do referido porto que se faziam contatos com o exterior, porque não havia outra alternativa. Realça que aquele porto foi muito importante para a habitação da ilha, explicando que na medida em que recebia grande número de navios, solidificava relações com embarcações que viajavam para Brasil, São Tomé, entre outras partes da Guiné. “Essa importância fez com que a coroa resolvesse criar ali infraestruturas para fiscalizar toda a movimentação. Foi assim que as navegações pagavam impostos à coroa, o que transformou em principal fonte de receita do erário público” (RODRIGUES, 2010, p. 17).

Agregando um conjunto de fatores, Cidade Velha começou a ser vista com outros olhos, ganhando certos privilégios. “Por ser a primeira povoação fundada pelos portugueses em África, desempenhou não só funções administrativas pela região, mas também de cristianização. Ao mesmo tempo que se falava em cristianizar, fez-se também a latinização de escravos” (RODRIGUES, 2010, p. 18).

Já em 1533, Ribeira Grande ganha o estatuto de cidade, passando a ser a primeira cidade oficial, legitimada pelos colonizadores à época, passando a ser sede do bispado da Diocese de Cabo Verde. Segundo Rodrigues (2010, p. 18): “Esta foi uma iniciativa a mando do papa Clemente, criada pela bula papal *Pró Excelentia*, com a jurisdição espiritual sobre as ilhas do arquipélago e sobre a terra firme do continente africano”. Ainda na mesma lógica, segue o autor:

A partir dessa altura, Ribeira Grande passou a ter mais exigência, a ponto de responder as necessidades da cidade. Por isso, iniciou-se a edificação de várias construções opulentas, tanto de carácter religioso quanto civil, como são os casos da Sé Catedral, Paços Episcopal, Igreja da Misericórdia, tudo no mandato do bispo D. Frei Francisco da Cruz, que tinha chegado á ilha após 1552, (RODRIGUES, 2010, p.18).

Com tanto avanço e protagonismo, Cidade Velha começa a carregar importância em nível interacional, tornando-se visível para outros navegadores que viajavam por altos mares a procura de riquezas. Desde então, Cidade Velha começa a sofrer vários atentados e ataques, tanto dos piratas internos como dos piratas internacionais, cobiçando a riqueza da coroa Portuguesa. Tais fatores contribuíram para o seu declínio na época. Rodrigues (2010, p.19) aborda esse assunto dizendo:

Mas também outras razões teriam contribuído, como por exemplo, os frequentes ataques a que foi alvo. Ataques esses, que eram intencionalmente direccionados às armações portuguesas na costa da Guiné e às ilhas de Cabo Verde, apesar de os interesses dos atacantes não fossem com objectivo de ocupação, mas sim, de neutralizar o arquipélago e controlar as forças militares no rio, bem como conseguir tirar-lhes a riqueza cobiçada. Contudo, já no interior da ilha os ataques consecutivos dos piratas - Francis Drake, em 1578 e 1585 respectivamente, e em 1712 por corsários comandados pelo francês Jacques Cassard, acabaram por arruinar a cidade e, dificultar a vida ali, (RODRIGUES, 2010, p.19).

Após esses acontecidos os portugueses passam a ter menos interesse pelo local, começam a traçar outros planos e deixam de investir em Ribeira Grande de Santiago. Foi nesse período que os considerados a segunda elite de Cidade Velha, conhecidos como *mulatos*⁹, dominaram a região:

No início do século XVII os “filhos da terra” (mulatos e pretos) começam a preencher os espaços sociais anteriormente ocupados pelos reinóis, que já não encontram atractivos suficientes para irem viver nesse longínquo arquipélago. Agora podemos encontra-los em todas as camadas sociais santiaguenses: na “nobreza da terra”, nos vários escalões da administração régia e local, na milícia, no campesinato nascente (forros) e em grande parte da camada escrava (CABRAL, 2012, p.5)

Segundo Cabral (2012), nesse contexto de liderança na ilha de Santiago, com o passar do tempo, surge a terceira classe de elites de Ribeira Grande, considerada como os “filhos da terra¹⁰”. Àquela altura, essa classe liderou a ilha com o apoio dos chamados *Vadios*¹¹, que se encontravam em maior número na ilha de Santiago.

Com tamanho acontecimento, que ficou registrado na história da humanidade, Cidade Velha passa a ter o seu protagonismo, não pelos dias atuais, mas por guardar memórias que registram parte da civilização humana e também por guardar monumentos bem preservados, da composição da integração entre os homens que compunham continentes diferentes. Assim:

Cidade Velha é o mais importante da Ilha de Santiago e a principal referência de património cultural do Arquipélago de Cabo Verde, devido à sua história e pelos vestígios do passado glorioso que deu origem ao país, e, cujo título de Património Mundial foi concedido pela UNESCO, em 26 de junho de 2009” (SANTOS, 2014, p.72)

Nos dias de hoje encontram-se bem preservadas a maioria das obras construídas naquela época, em Cidade Velha. Encontra-se, portanto, o Pelourinho¹² do ano de 1520; antiga igreja colonial do mundo, erguida em 1495, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário, em estilo manuelino (gótico português). A Rua Banana, que conduz à igreja e foi a primeira rua de urbanização portuguesa nos trópicos. Encontra-se o Forte Real de São Filipe, que domina a

⁹É um termo que designa a pessoa que é descendente de africanos e europeus. Inicialmente, o termo era também aplicado para designar mestiços. Mulatos podem apresentar os mais variados perfis fenotípicos e culturais. Nesse caso tratava de uma mistura num ato não amoroso, um ato brutal, entre portugueses e negros africanos. Reproduziam meninos castanhos.

¹⁰ Refere-se a uma geração de homens que nasceram em Cabo Verde. Os mulatos possuíam relações amorosas com africanos livres e presos que vinham de Portugal, onde nasceram os donos das Ilhas.

¹¹ Eram homens negros africanos que já se encontravam nas ilhas antes dos Portugueses, que nunca foram dominados pelos colonos. Esses homens sempre viveram nas montanhas e nunca obedeceram. Por esse motivo receberam esse nome e se encontravam em maior número na ilha. Hoje esses homens lideram a ilha de Santiago por completo e são de chamado de “*Badios*”.

¹² Popularmente designado também como Picota, é uma coluna de pedra colocada num lugar público de uma cidade ou vila onde eram punidos e expostos os criminosos. Tinham também direito a pelourinho os grandes donatários, os bispos, os cabidos e os mosteiros, como prova e instrumento da jurisdição feudal.

cidade a 120 metros de altura e foi erguido em 1590, para defesa contra aos ataques de piratas e corsários.

1. 2 Estrutura e Organização do Sistema Educativo Cabo-Verdiano

A educação em Cabo verde teve um percurso histórico longo em relação aos demais países que foram colônia de Portugal no continente Africano. Das colônias Portuguesa, em relação à educação, Cabo Verde foi o mais privilegiado, pois foi nesse arquipélago que foi construída a primeira escola pela colônia Portuguesa. Segundo Silva (1992) apud Furtado (2008, p.8), “a história do ensino em Cabo Verde é uma meada cujo fio condutor parte da Cidade da Ribeira Grande, na ilha de Santiago, hoje chamada Cidade Velha, e, depois, lentamente se estende pelo dédalo do arquipélago, até se generalizar, com o correr dos tempos, por todas as ilhas”.

Na era colonial nos meados do séc. XV época das grandes navegações, sistema educativo cabo-verdiano fazia parte integrante do sistema educativo português, acompanhando as modificações políticas do sistema educacional de Portugal:

Desde início da colonização e mais intensamente a partir de 1533 com a criação do bispado de Cabo Verde (Diocese de Santiago), o primeiro em Africa, sedead na Ribeira Grande em 31 de janeiro de 1933, foi criada a primeira escola da Ribeira grande, por alvará de 12 de março de 19356. Nessa escola professava-se apenas a Moral e a Gramática Latina, ainda que a verdade é que se tinha feito o arranque para eliminação do analfabetismo e melhoramento de formação aos eclesiásticos; (Furtado, 2008, p.11).

No período pós-colonial, o sistema educativo cabo-verdiano conheceu sucessivas modificações, dado a necessidade constante de procura do melhor modelo que sirva às necessidades do país em cada etapa de desenvolvimento. O objetivo na época era definir novos rumos para fazer face às exigências de um país independente, proporcionando aos cidadãos conhecimentos, qualificações e valores sociais e culturais, integrando a sua identidade nacional. “Esta perspectiva da educação encontra-se expressamente traduzida no documento do III congresso do partido no poder, o PAIGC, realizado em 1977”, (Furtado, 2008, p.23).

Na atualidade O sistema educativo, de acordo com a Lei de Bases (Lei nº103/111/90 de 29 de dezembro), compreende os subsistemas de educação pré-escolar, de educação escolar e de educação extraescolar, complementados com atividades de animação cultural e desporto escolar numa perspectiva de integração. A educação escolar abrange o ensino básico, secundário, médio, superior e modalidades especiais de ensino.

A educação pré-escolar visa uma formação complementar ou supletiva das responsabilidades educativas da família. O ensino básico com um total de seis anos de escolaridade é organizado em três fases, cada uma das quais com dois anos de duração. O ensino secundário destina-se a possibilitar a aquisição das bases científico tecnológicas e culturais necessárias ao prosseguimento de estudos e ao ingresso na vida ativa e, em particular, permite pelas vias técnicas e artísticas a aquisição de qualificações profissionais para a inserção no mercado de trabalho.

O ensino médio tem natureza profissionalizante, visando a formação de quadros médios em domínios específicos do conhecimento. O ensino superior compreende o ensino universitário e o ensino politécnico visando assegurar uma preparação científica, cultural e técnica, de nível superior que habilite para o exercício de atividades profissionais e culturais e fomenta o desenvolvimento das capacidades de concepção, de inovação e de análise crítica. Por último a educação extra-escolar desenvolve-se em dois níveis: a educação básica de adultos que abrange a alfabetização, a pós-alfabetização e outras ações de educação permanente.

No ensino secundário, onde se aplica os resultados dessa pesquisa, os conteúdos da Física são abordados no primeiro ciclo, que vai de 7º a 8º ano, segundo ciclo, que vai de 9º a 10º ano, obrigatório para todos os alunos. No terceiro ciclo (último), que vai de 11º a 12º, na área de ciências tecnologias também é abordado os conteúdos da Física. No primeiro ciclo são trabalhados os conteúdos básicos da Física, para familiarizar os alunos com a ciência estudada.

No segundo e terceiro ciclo, já é trabalhado os conceitos físicos na sua essência pura. É ensinado para os alunos os assuntos como: Estudo da Física; Noção e ramos da física; Posição, Ponto material e Trajetória, Repouso, Referencial; Relatividade do movimento; Diferença entre grandeza escalar e vetorial; Noção de vetores; Deslocamento e espaço percorrido; Rapidez média ou celeridade média; Velocidade média; Aceleração média Movimento retilíneo uniforme (M.R.U.); Trajetória, Velocidade e Aceleração; Movimento retilíneo uniformemente variado (M.R.U.V.).

Também é ensinado para os alunos nesses ciclos, movimento retilíneo uniformemente acelerado e retardado, movimento de queda e ascensão de um grave, movimento circular e uniforme, dinâmica, Leis de Newton. Tem outros conceitos Físicos ensinados nesses ciclos, mas o que vamos precisar para esse trabalho é só os que foram citados.

1.3 *Trapitxi*

No ponto de vista mecânico, *Trapitxi*¹³ é uma máquina artesanal ou semi-industrial, que contém certa complexidade construtiva, sob um conhecimento tradicional dos homens cabo-verdianos, que é utilizado para moer a cana de açúcar. Consiste em uma estrutura fixa onde se encontra um conjunto de três cilindros, um recipiente e um braço destinado a fazer rodar os cilindros¹⁴. A máquina é movida à tração animal, geralmente bois. Para o efeito usa-se um animal preso a uma das extremidades do braço, ou dois, podendo o segundo animal estar preso à outra extremidade do braço ou ao lado do primeiro animal.

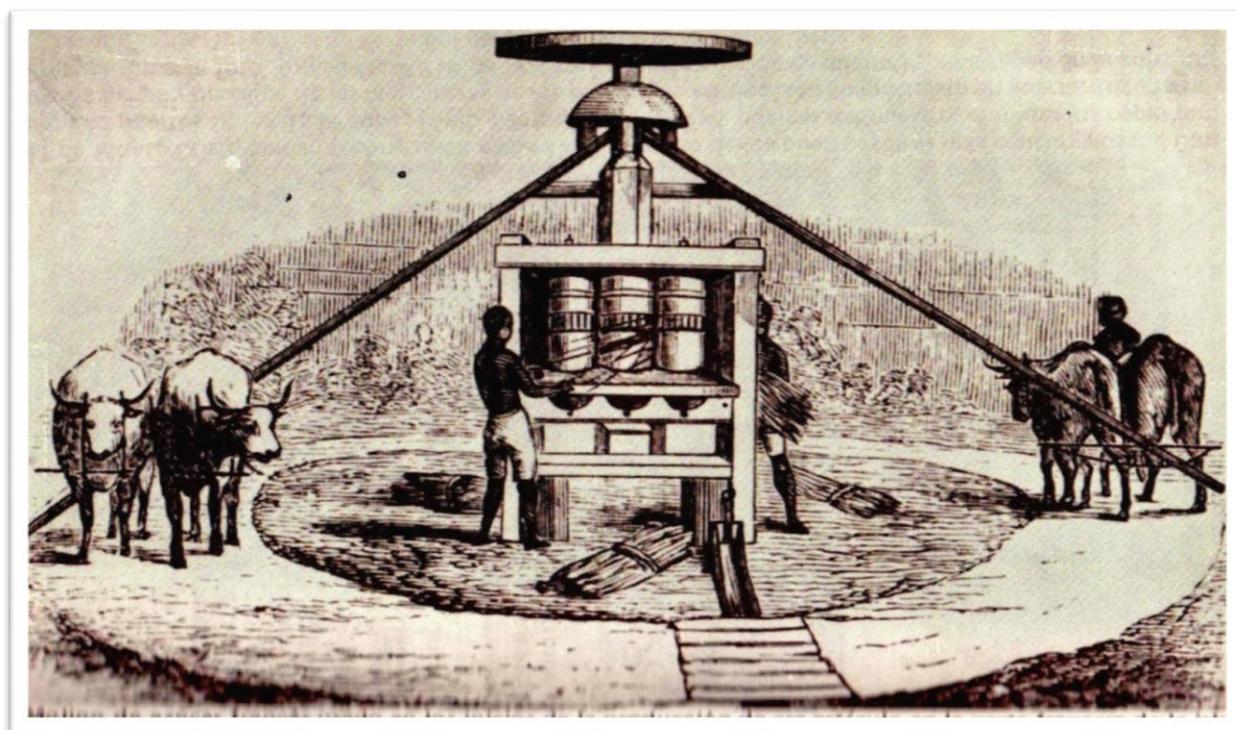
Acerca do trapiche tradicional de Cabo Verde, no que se refere ao pessoal necessário para trabalhar no mesmo, necessita-se de, no mínimo, quatro pessoas; uma para colocar a cana no trapiche, a segunda para redireccionar a cana de maneira que ela passe também entre o segundo e terceiro cilindro, outro indivíduo para acompanhar os animais “o que panta os bois” e por último, um responsável pelo abastecimento a mesa do trapiche com a cana já preparada, o qual deve assumir ainda a função de transportá-la para área de laboração. (SANCHES, 2005, p. 73).

Segundo Armando Monteiro Semedo, proprietário do local onde foi desenvolvida a pesquisa, *trapitxi* não é uma simples máquina. Para ele, *trapitxi* significa muito mais, “*é algo que tem a ver com a questão espiritual, com a memória de nossos antepassados, que lutaram e resgataram a nossa forma de viver e de construir a nossa própria identidade, com o sacrifício dos nossos trabalhos. É parte da minha vida, é aqui, junto com ela que eu vivo. Estando junto com ela me sinto-me feliz. Trapitxi me empodera, me faz acreditar que eu como homem, posso fazer alguma coisa, contribuindo para o desenvolvimento do meu país*” (Trecho da entrevista gravada). A figura abaixo ilustra o *trapitxi*.

¹³ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde, especificamente da ilha de Santiago.

¹⁴ Segue o vídeo da pesquisa feita, ilustrando o trecho da fala acima nos seguintes *links*:
<https://www.youtube.com/watch?v=xs13dRDrhjk&feature=youtu.be>
<https://www.youtube.com/watch?v=m5kLduSfCMU&feature=youtu.be>

Figura 1.4 – *Trapitxi* no processo de funcionamento.



Fonte: Desdelavegard/ub Solis¹⁵.

Segundo estudo de Évora (2006), *trapitxi* é um instrumento que podemos encontrar nas zonas rurais das ilhas, que fica instalado nos currais, dispendo à sua volta as barracas – casa de calda – onde se colocam as pipas para a fermentação da calda, os alambiques de destilação, o local de armazenamento da aguardente, e ainda, os currais para abrigarem os animais (enquanto usavam os trapiches tradicionais).

Normalmente, *trapitxi* faz parte do processo da produção de *grog*¹⁶ da cana de açúcar, na produção de açúcar e na produção de mel de cana de açúcar em Cabo Verde, nas ilhas de Santiago e de São Antão. Nas demais ilhas é raro o uso desses métodos para essas produções. A mais famosa e mais popular dessas produções é o *gropu*, uma das bebidas alcoólicas espirituais mais valorizadas pelo povo cabo-verdiano. Esse processo se dá a partir da cana ser moída pelo *trapitxi*, produzindo uma calda dessa cana, depois essa calda é transportada para outro recipiente, que vai ser bem armazenado por uma semana, até a sua fermentação.

¹⁵ Disponível em: <<http://desdelavegardubsolis.blogspot.com.br/2014/04/azucar-de-trapiche.html>> Acesso em set. 2017.

¹⁶ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo verde, especificamente da ilha de Santiago. Em Cabo Verde a palavra *grogue* (*grog* ou *grog'*, em crioulo) designa a aguardente de cana-de-açúcar simples, ou seja, rum, uma bebida alcoólica quente. Os métodos são fundamentalmente artesanais e quase toda a cana-de-açúcar é usada para a produção de *grogue*.

Tendo a calda bem preparada pelo processo anterior, levam esse material para o *lambiki*¹⁷ (Alambique) ou *fornadja*¹⁸, e vai ser produzida a bebida num processo altamente químico.

Na análise de Évora (2006), temos dois tipos de *trapitxi*, um de quatro pés e outro de dois pés. O de quatro pés é feito de madeira de amendoeira, mangueira, laranjeira, ou mogno e é formado por 24 peças, entre as quais se destacam os bilros, os varais de cima, a madre, o varal de espiga e a base, fechados por meio de chavetas de madeira e assentam os bilros em coches de pedra vermelha. É de salientar que nesse processo a principal fonte de força para fazer a máquina entrar em movimento era o homem, ou seja, na época que utilizavam esse tipo de *trapitxi*, os homens negros escravizados que faziam a força animal para fazer a máquina mover.

Nesse mesmo contexto, Évora segue explicando sobre o *trapitxe* de dois pés, que é a máquina foco da pesquisa, dizendo que:

No que diz respeito ao trapiche de dois pés, pode-se dizer que é mais simples que o de 4 pés, na medida em que, é formado por apenas onze peças (ver anexo). Para a trituração da cana temos dois homens sentados num banco de trapiche (um de cada lado) de forma a fazer a cana passar entre os cilindros que vão triturar a cana, espremendo a calda, que cai na celha através de um canal denominado cuba ou cubra, que depois vai ser transportado em baldes de 20 litros para a casa de calda, onde vai ser depositado nas pipas para a fermentação. Mas nos dias de hoje, com a substituição dos trapiches tradicionais pelos trapiches motorizados, a calda é transportada através de um tubo, da celha para a pipa (ÉVORA, 2006. p.20).

Em relação à origem e idade do uso desse instrumento em Cabo Verde, os homens mais velhos contam que se trata de um grande mistério, não permitindo que eles tenham resposta concreta. “Segundo o proprietário, o Sr. Ildo Benrós, descendente de judeus, este trapiche (máquina de triturar cana-de-açúcar) tem cerca de quatrocentos anos, e ainda funciona em pleno, mantendo-se a tradição da tração de bois, conforme atesta uma fotografia antiga” (DIRECÇÃO GERAL DO TURISMO, 2014, p. 33).

Num estudo científico mais aprofundado, baseado nos fatos históricos, sabe-se da origem do *trapitxi* e como ele foi parar em Cabo Verde. Assim, essa prática foi levada para as ilhas por homens escravizados, que detinham conhecimentos trabalhistas de outros lugares do mundo: “Cabe reforçar que o trapiche ou moenda da cana-de-açúcar, como é chamado o engenho em Cabo Verde, tem origem no Brasil” (AGOSTINHO ROCHA, 1990, apud SANCHES, 2005, p. 68).

¹⁷Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde, especificamente da ilha de Santiago. É um equipamento usado na destilação de várias bebidas alcoólicas, incluindo a aguardente vínica, o bagaço e a cachaça, onde eles colocam a calda de cana para fermentar. O alambique é formado por uma caldeira conectada por um tubo a uma serpentina de resfriamento, ao fundo da qual se recolhe o destilado.

¹⁸ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde, especificamente da ilha de Santiago.

Num contexto mitológico, os antigos homens cabo-verdianos detentores desse conhecimento defendem que ninguém pode explicar a origem do *trapitxi*, porque a mesma teve a sua origem num ritual espiritual muito forte, ligado a obra de maçonaria.

Segundo o Sr. José M. Pires Ferreira, na entrevista que nos concedeu, há histórias da tradição oral que contam que maçons tentaram implantar trapiches em determinadas zonas da ilha de Santo Antão. Isto porque da noite para o dia apareceu instalado esse trapiche no sítio onde se encontra até os dias de hoje. Isso era para confundir os espíritos das pessoas daquela altura para tentar desenfrear, a fiscalização aduaneira, mas há notícias também que um navio pairou na baía do Paul altas horas da madrugada, durante dias, para deixar o trapiche, numa altura em que era proibido movimentar equipamentos para destilação (ÉVORA, 2006.p.21).

Existem muita tradição e mitos que giram em volta da origem do *trapitxi*. Contam os mais velhos que para fazer a máquina funcionar a partir da força animal, era necessário cantar algumas cantigas por determinados homens que tinham tal permissão. O mais famoso desses cânticos é nominado “*kola boi*”¹⁹. “Os animais que movem o trapiche são comandados por um homem denominado de colador de boi e é também acompanhado pelas cantigas de trabalho, as chamadas “*kola boi*”, mais populares na ilha de Santo Antão” (ÉVORA, 2006, p. 20).

Geralmente, o lugar que é realizado todo esse processo, tem um grande significado para aqueles que entendem o tal espaço como um lugar de sobrevivência. Os homens cabo-verdianos são caracterizados pelas suas formas de brincar e de celebrar os momentos diários da vida, que num bom crioulo é chamado de homens de *sabura*²⁰. Nesse contexto de lazer, o espaço onde se encontra o *trapitxi*, não é apenas um lugar de trabalho, é um lugar onde acontece muitas festas e brincadeiras.

Normalmente, no último dia do trapiche, é considerado dia de festa, porque há muitas actividades nos currais, onde todas os trabalhadores e alguns vizinhos juntam-se à volta do trapiche. É costume amarrar junto ao trapiche uma cana sacarina enfeitada com flores e outros frutos, uma garrafa de mel e uma de aguardente. Faz-se uma caldeirada de peixe, ou na ausência deste, galinha, juntando-se todo o tipo de verdura: banana, mandioca, fruta-pão, inhame, e oferecem a todos os presentes. Para a despedida entoam a cantiga de kola-boi, (ÉVORA, 2006.p.20 a 21).

Segundo Almeida (2012), pretende-se preservar o trapiche tradicional, que já é considerado um património cultural material nacional de Cabo Verde, abarcando atração turística e de promoção da qualidade do produto, porque a sua existência permitirá às gerações mais novas inteirar-se com o passado característico da sua comunidade. Acrescenta que o mesmo é ainda pouco conhecido em Cidade Velha, embora o produto final seja bastante conhecido.

¹⁹ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde. É um gênero musical e de dança de Cabo Verde utilizado pelos agricultores no momento de trabalho para estimular os animais.

²⁰ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo Verde. Significa felicidade, alegria, forma de celebrar sempre com disposição e bom gosto.

Segundo o entrevistado Armando Monteiro Semedo, *trapitxi* é muito mais do que um instrumento para atração dos turistas, é o seu sustento. “Hoje só não conseguimos trabalhar nele por causa das máquinas que trabalham muito mais rápido, mas o meu desejo é que o *trapitxi* nunca se acabe, porque além de nos ajudar a sobreviver, ele preserva a nossa história de geração em geração mantendo a nossa identidade para os nossos filhos. Se tem como vocês nos ajudar a melhorar ele, ficaríamos muito felizes, porque em quando *trapitxi* estiver a funcionar o nosso espírito estará vivo”. O entrevistado revela ainda que através do trapiche muitos homens caboverdianos criaram os seus filhos e outros se tornaram ricos.

1.4 Etnociência

A diversidade dos conhecimentos e saberes detidos por diversos povos, constituem a originalidade e beleza do planeta terra, sustentando a sua perfeição com diversidade que cada um possui. Não se pode entender e nem ver a diversidade como uma ameaça, mas sim, como a maior riqueza que se tem nesse mundo. Dentro desse olhar diversificado de compreender e aceitar diversos tipos de conhecimentos e saberes, vai se abordar nessa secção um estudo que contempla e valoriza a diversidade, abordado no estudo intitulada etnociência.

No final do século XIX já existiam uma corrente forte dos etnográficos debatendo e empregando o termo Etnociências, que eles denominavam de etno mais ciência. Partindo dessa soma entre duas palavras fica mais fácil de entender o significado desse termo. No estudo de Junior (2015), baseado nos teóricos (Alves, Sturtevant, Walter E. Roth), que discutem esse assunto, o autor num análise bibliográfico, mostra a ideia que o prefixo etno, já foi compreendido como uma derivada do termo “etnopornografia”, que era considerado pornografia pelos etnólogos ocidentais.

“O prefixo etno, por sua vez, foi originalmente definido como o que é típico de uma dada cultura ou grupo social” (Pinheiro et Giordan, 2010, pag.360). Etno se refere a Etnia, isto é, a um grupo de pessoas de mesma cultura, língua própria, ritos próprios, etc., ou seja, é um conjunto de expressão, preservado, vivida, que simboliza e representa um determinado povo. Nesse mesmo ideia, centralizado no termo etno, Wiliams e Ortiz-Solorio (1981, apud Alves, 2008, p.3), traz um outro olhar, dizendo que:

...o termo é usado aqui num sentido mais amplo do que usualmente se aplica em etnociência, ou nas denominações etno + disciplina acadêmica (por exemplo: etnoictiologia, etnoornitologia, etnobotânica). Assim, para eles, “etnopedologia” não era apenas a “pedologia do outro”, uma vez que se propõem “comparações entre os saberes ‘folk’ e técnicos sobre solos”, numa abordagem nitidamente “cross-cultural”. Seguindo este raciocínio, o prefixo “etno-” associado ao nome de alguma disciplina

acadêmica pode indicar algo como tentativas de comunicar-se com e sobre o outro em relação a algum tema – geralmente se trata de algum tema anteriormente discutido no meio acadêmico. (WILIAMS E ORTZ-SOLORIO, 1981 APUD ALVES, 2008, p.3)

Num olhar justo, baseada no respeito, entende-se que cada etnia constrói a sua Etnociência no seu processo de leitura do mundo. A construção desse conhecimento é para a explicação dos fenômenos, e, logicamente, cada uma dessas leituras é feita de forma bem diferente. Tal prefixo, no entanto, é hoje aceito como sendo mais amplo e inclui considerações como linguagem, jargões, códigos de comportamento, mitos e símbolos próprios de um contexto cultural. Nesses tempos atuais, esse termo também propõe a redescoberta da ciência de outras etnias, que não é o que muito entendem, que a ciência advém da cultura ocidental. Portanto, pode-se dizer que, etno refere-se ao sistema de conhecimentos e cognições típicas de uma certa cultura.

Baseando na contextualização do que já se discutiu, Costa (2008), referência Lévi-Strauss, que no seu livro, definiu que a etnociência é a “ciência do concreto”, a qual abarca todos os saberes sobre a natureza. O autor segue com a sua abordagem contemplado no estudo de outros pensadores dizendo que a etnociência parte da linguística para estudar os saberes das populações humanas sobre os processos naturais, tentando descobrir a lógica subjacente ao conhecimento humano do mundo natural, as taxonomias e as classificações totalizadoras.

Já para Silva e Fraxe (2013), a etnociência questiona os saberes das populações tradicionais que não são codificados pelos cientistas, e que os conhecimentos que determinados povos possuem diferem de acordo com o local em que vivem tanto no aspecto social quanto no cultural. Fortalecendo a discussão, define-se a etnociência, segundo a visão de Paulo César Pinheiro e Marcelo Giordan, dizendo:

Uma visão comum sobre etnociência costuma associá-la ao “conhecimento científico desvendado” nos saberes e práticas de grupos culturais específicos, como os indígenas, por exemplo. Pomeroy, no entanto, segue outra direção. Ela recorre a Ovando (1988, como citado em Pomeroy, 1995, p. 66) e Cajete (1986, como citado em Pomeroy, 1995, p. 66), para dizer que no domínio das etnociências deve haver evidências da existência de práticas científicas entre os povos nativos, seja na astronomia, na ecologia, na agricultura ou nas práticas de caça. Na visão de Cajete, a etnociência foi associada a “métodos, processos de pensamento, operações mentais, valores, conceitos e experiências através das quais os grupos Americanos Nativos compreendem, refletem e obtêm conhecimento empírico sobre o mundo natural” (PINHEIRO ET GIORDAN, 2010, pag360).

Na análise de Junior (2015), ele referencia ao artigo Ubiratan D’Ambrósio (2013), que traz duas definições da etnociência, na qual a primeira diz que a mesma é o ramo de etnologia, que se dedica a comparar os conceitos positivos das sociedades exóticas com os que a ciência ocidental formalizou no quadro das disciplinas constituídas. A segunda diz que é toda e qualquer aplicação das disciplinas científicas ocidentais aos fenômenos naturais que são

apreendidos de outra forma pelo pensamento indígena. O autor parte destas duas definições, para mostrar que em relação à primeira definição do dicionário, vem embutida a ideia positivista que seria a expressão “exótica”, que caracteriza a atitude preconceituosa, uma característica do discurso acerca das sociedades no começo do século passado.

Dentro desse mesmo contexto o autor classifica a segunda definição, como sendo parte da concepção da época colonialista, que se refere à etnomatemática, como sendo a matemática dos povos não letrados relacionando o pensamento matemático. O que se pode perceber nessas afirmações eurocêntricas, é o despreço e o desrespeito pela diversidade, e a forma como os homens ocidentais impõem as suas ideologias, como sendo superior à de outros povos, ou seja, é aquela velha história, que domina a nossa sociedade, na qual se acredita que o conhecimento racional é tudo aquilo que contempla o modelo e o padrão de vida dos homens ocidentais.

Não se pode acreditar e nem aceitar que os conhecimentos e saberes de um povo, é um conhecimento não letrado. Isso é “mentira”, não acreditem. É dessa forma que os homens ocidentais dominam o mundo, tudo tem que ser do jeito deles, é dessa forma que eles desconstroem as identidades de um povo. Segundo Junior (2015, p.33) apud Ubiratan D’Ambrósio (s. d., p.2):

Para mim não existe povos não letrados, pois o conceito de escrita que advogo é muito amplo. Qualquer forma de registrar algum conhecimento, chamo de letramento, assim os Guaranis registram suas vidas em seus cocares, pode-se ler um cocar Guaraní e saber praticamente toda a vida do seu proprietário. Por outro lado as pinturas corporais, habito bem difundido em quase todas tribos indígenas, também é uma forma de escrita, pois cada uma delas tem uma representação bem explícita. Todo artesanato admite um leitura quer no seu desenho, que na sua forma. Isto tudo é comum no saber fazer de quase todos os povos. Não conheço nenhuma etnia que não tenha alguma maneira de representar seus conhecimentos, portanto desconheço povos não-letrados neste meu sentido. (...).

Dentro desse olhar preconceituoso eurocêntrica, alguns pesquisadores matemáticos, acreditam que a matemática só pode ser desenvolvida pela escrita no formalismo ocidental. Mas é de se salientar que a matemática não foi desenvolvida pelos homens ocidentais. A verdade é que os homens do Norte, no processo das suas expansões marítimas, “roubaram” maioria dos conhecimentos intelectual e espiritual dos povos do Sul, especificamente dos homens do continente Africano, colocaram esses conhecimentos num formalismo e modelo eurocêntrico, querendo enganar as pessoas que eles são os detentores de todos os conhecimentos.

Se lembrarmos o quanto a matemática egípcia, portanto oriental, contribuiu para a matemática grega, teríamos que perguntar como esta matemática egípcia não estaria dentro do que para eles seria a matemática ocidental? Isto sem deixarmos também de levarem conta todo conhecimento matemático mesopotâmio, que também foi

fortemente usado na construção da matemática grega, (UBIRATAN D'AMBRÓSIO, s. d., p.2).

Partindo do que já se foi abordado teoricamente, na concepção de alguns teóricos, sobre a etnociência, pode-se fazer algumas analogias voltadas a realidade do homem Africano. Nessa perspectiva a etnociência tem uma forte ligação com o movimento Pan-africanismo²¹, que defende essas questões conceituais, valorizando os princípios morais do homem negro, o orgulho pela identidade e a sua reafirmação, rompendo com as leituras do mundo, feito pelos homens ocidentais. Nesse sentido, percebe-se que nem todos os conceitos ocidentais são verdadeiros, sempre terá alguma distorção que favorece as suas ideologias.

Veja que a partir dessas discussões, pode se entender que a ciência não é só aquilo que é produzido pelos homens ocidentais, mais que a ciência faz parte do conhecimento que pode ser desenvolvido por diversos povos, nas suas próprias formalidades. Intenda melhor agora, o que se quer dizer: os homens Africanos que tem um nível elevado de conhecimentos das plantas, conseguem desenvolver várias combinações químicas com essas plantas e através dos seus próprios métodos, conseguem fazer vários remédios e porção dita “mágica”, cujo os efeitos é desconhecido por muitos estudiosos da área.

Mas esses homens Africanos, detentores desses saberes, é considerado pelos homens ocidentais: bruxos, feiticeiros, macumbeiro, satanás, homens que fazem mal, etc., mas a verdade é que esses homens Africanos são grandes sábios, pesquisadores, que de acordo as percepções da etnociência é entendida como cientista. O único problema, é que a forma que eles produzem a ciência não contempla formalismo eurocêntrica. Dentro desse mesmo pensamento, pode-se entender que afrocentrismo²², não é nenhuma ciência de oposição a Eurocentrismo, pelo contrário, é uma necessidade, é a única forma que os homens negros Africanos encontraram de se reafirmar, autovalorizar, e viver de acordo com as suas próprias ideologias e conhecimentos. Então perceba, que o mundo não é globalizado, o mundo é ocidentalizado.

No que tange, a uma metodologia para o ensino, dentro desse análise contextualizado nos estudos da etnociência, é de se pensar que diante dessa realidade, deve se fazer considerações sobre o processo de ensino e a aprendizagem, pautadas nas questões que se refere ao significado de ensinar ciências para a vida de estudantes que habitam um mundo de

²¹ É uma ideologia que propõe a união de todos os povos da África como forma de potencializar a voz do continente no contexto internacional. Relativamente popular entre as elites africanas ao longo das lutas pela independência da segunda metade do século XX, em parte responsável pelo surgimento da Organização de Unidade Africana, o pan-africanismo tem sido mais defendido fora de África, entre os descendentes dos escravos africanos que foram levados para as Américas até ao século XIX e dos emigrantes mais recentes.

²² É uma ideologia dedicada ao estudo da história africana. Sua principal finalidade é buscar a autodeterminação e uma ideologia pan-africana na cultura, filosofia e história. De divulgar e incentivar o nacionalismo e o orgulho étnico entre os afro-americanos como uma arma de efeito psicológico contra o racismo global.

enorme diversidade cultural. “Desenvolver atividades científicas que não violem as crenças dos estudantes” (GONDIM ET MÓL, 2008, p.3). Segue o autor referenciando (p. 65, tradução e grifo nossos), para dizer que nessa abordagem tem que se “explorar as crenças, os métodos, os critérios de validade e sistemas de racionalidade sobre os quais o conhecimento do mundo natural de outras culturas é construído”.

Nesse mesmo estudo, Gondim e Mól, avançam com algumas abordagens sobre esse processo de ensino aprendizagem dizendo:

Nessa perspectiva, desenvolvemos uma proposta de ensino que possa servir de orientação a professores, principalmente os de Química, na realização de práticas pedagógicas que busquem a inter-relação entre os saberes populares e os saberes formais ensinados na escola. Em nosso caso, escolhemos como cultura popular a tecelagem mineira no tear de quatro pedais. A proposta de ensino foi desenvolvida como um material paradidático que inter-relaciona os saberes populares de artesãs da região do Triângulo Mineiro sobre a tecelagem manual em quatro pedais, a partir de suas falas e de outros conhecimentos que podem ser abordados nessa relação, (Gondim et Mól, 2008, p.3).

De acordo com o estudo de Pinheiro e Giordan (2010), baseada na analogia de Perneroy (1994), segue dizendo que dentro de uma proposta que engloba a diversidade cultural para as práticas do ensino das ciências, terá que ser enfatizado e levado em consideração o “conhecimento popular” e as “tecnologias nativas”. Segue os autores afirmando que não é necessário que as práticas e tecnologias populares tenham o status de etnociência para serem investigadas na escola. Dessas questões levantadas, os professores deveram repensar as suas práticas e didática, para a promoção e proliferação do ensino das ciências, de forma a não excluïrem e nem oprimir os alunos que constitui culturas diferentes da forma que é abordado a ciência nas escolas nos dias atual.

Nas pesquisas de Bárbara da Silva Anacleto, sobre Etnofísica na lavoura de arroz, autora discute justamente essa questão de ensino e como tal assunto deve ser considerado dentro do currículo formativo do aluno. Segundo Silva (1999) apud Anacleto (2007, p.14):

O ensino das disciplinas científicas tem se revelado, desde há muito tempo, como uma prática pedagógica fragmentária, fundamentada em pressupostos de segmentação entre os diversos campos das Ciências Naturais e Exatas, os quais são transpostos para os currículos escolares, consolidando-se desde o Primeiro Grau de ensino (...).

1.5 Etnofísica

Baseando nas discussões da sessão anterior fica mais fácil entender o que é a Etnofísica. De uma maneira muito prático podemos defini-la como um estudo que tem intenção de investigar os conhecimentos Físico desenvolvidas pelas práticas trabalhistas nas produções diárias de um determinado povo. De maneira mais formalizada, podemos classificar Etnofísica

como saberes populares acerca do conhecimento físico. Mas para falarmos da Etnofísica, primeiramente temos que entender a etnomatemática, que segundo Souza (2016), apud (D'AMBROSIO, 2008, pg. 08):

A definição de etnomatemática é muito difícil, por isso uso uma explicação de caráter etimológico. A palavra etnomatemática, como eu a concebo, é composta de três raízes: etno, e por etno entendo os diversos ambientes (o social, o cultural, a natureza, e todo mais); matema significando explicar, entender, ensinar, lidar com; tica, que lembra a palavra grega tecné, que se refere a artes, técnicas, maneiras. Portanto, sintetizando essas três raízes, temos etno+matema+tica, ou etnomatemática, que, portanto, significa o conjunto de artes, técnicas de explicar e de entender, de lidar com o ambiente social, cultural e natural, desenvolvido por distintos grupos culturais (...).

É claro que etnomatemática e etnofísica não são mesma coisa, embora possuem inúmeras características em comum que podem facilitar as suas relações, mas são ciências diferentes que tem campo de atuações diferentes, que vai ser interpretado de acordo com a prática da produção de uma determinada etnia. “Assim, em analogia à etnomatemática, um olhar etnofísica significa considerar ontologicamente o modo de ver, de interpretar, de compreender, de explicar, de compartilhar, de trabalhar, de lidar, de sentir os fenômenos físicos” (SOUZA, 2016, PG.101).

O Trabalho pedagógico com Etnofísica requer algumas técnicas, para apropriação da memória cultural do sujeito pesquisado, de seus códigos e símbolos, de seu universo micro social. Numa contextualização com o trabalho proposto, vamos entender a etnofísica na realidade de vida dos camponeses cabo-verdianos, produtores de Aguardente de cana, que passa pelo processo maquinário de *trapitxi*.

Lembro-me muito bem ainda, quando eu era criança, fui visitar o meu tio camponês que trabalha a terra e produz *grogu* (aguardente de cana), no interior da ilha de Santiago, onde eu e ele se encontrava no seu campo agrícola de trabalho. Ele me falou, que eu era inteligente, porque frequentava uma escola e que ele é um homem “burro” porque nunca foi para escola. Naquele momento parei por uns 10 minutos pensando sobre aquilo e disse para ele, estou numa escola, mas não sei quase nada, mas você sim sabe muitas coisas, disse ainda para ele, fico impressionado com a sua inteligência como o senhor produz as coisas aqui, afirmei que ele é muito inteligente, que é o sistema do nosso país que valoriza o seu conhecimento.

Baseando nesse trecho de história da minha vida, podemos entender como os homens Africanos foram dominados a ponto de se desvalorizar e acreditar que não sabem de nada. Naquela altura eu não tinha maturidade suficiente e nem conhecimento a altura, para dizer para o meu tio que ele é cientista e que ele estava produzindo ciência quando ele produzia *grogu*. *Trapitxi* é uma máquina que requer muita inteligência e engenharia para ser montado, e os camponeses cabo-verdiano não tenham nenhum ensinamento e nem conhecimento

formalizado sobre a engenheira para fazer a montagem da máquina, mas, no entanto, eles produzem a engenharia e física sem terem a clareza do que eles estão fazendo. Portanto é com convicção e propriedade baseados nos estudos aqui apresentado que vou dizer que os camponeses cabo-verdianos e não só, são cientistas, são homens produtores da ciência.

Dentro desse contexto vamos analisar e verificar todos os conceitos físicos encontrado na *trapitxi*, que vai ser discutido teoricamente no capítulo III. Dentro dessa analogia, podemos trabalhar os conceitos da velocidade angular, torque, as leis de Newton, velocidade tangencial, Força de atrito, em fim são muitas coisas que pode ser discutida fisicamente dentro dessa lógica.

O mais importante de se comentar aqui nesse caso, é que a Etnofísica tem um papel crucial para preservação do *trapitxi* em Cabo Verde, tendo em conta que a mesma está no seu processo de extinção. Mas o *trapitxi* não pode simplesmente deixar de existir nas ilhas de Cabo Verde, porque ela tem muito significado para os homens desse país que lutaram muito e construíram a soberania desse povo. Deixar *trapitxi* desaparecer nas ilhas é deixar acabar a memória dos homens Cabo-verdiano. A Etnofísica nesse sentido tem muito mais significa para o povo desse país, ele vai garantir que a memória e a história do povo Cabo-verdiano, sejam preservadas através do *trapitxi*, aumentando a sua eficiência e capacidade de produção, garantindo mais oportunidade de trabalho para os camponeses das ilhas de Cabo verde.

1. 6 Transposição Didática

O conhecer é uma necessidade histórica do homem que desde o seu início do processo de domínio e transformação da natureza garantiu a sua reprodução social, que vem sendo apropriados pelas novas gerações os seus conhecimentos, habilidade, valores, hábitos das gerações anteriores através da atividade educativa. Esse funcionamento que se dá por didática, formado por uma relação entre professor – Saber – Aluno, estabelecido por “dito” conhecimento científico e conhecimento escolar, mediada pela realização da transposição didática, responsável pela modelagem e adaptação do conhecimento científico, o saber em conhecimento escolar, o saber a ensinar.

Para entendermos a transposição didática, primeiramente temos que compreender a natureza dessa palavra, que se deu a partir de outra palavra, ou seja, esse conceito da transposição didática emergiu de outro conceito, para satisfazer necessidades visualizadas nos processos de ensino e aprendizagem. Partindo desse primeiro ponto fica mais fácil de entender

que a transposição didática deriva da própria didática, ou seja, como o próprio sentido da palavra, é transpor a aquele método tradicional da didática.

Nesse sentido a didático comporta como um conceito eurocêntrico de base, fundado pelos europeus, na perspectiva de moldar os seus homens dentro de uma metodologia que contemple suas realidades de vida, enquadrada num conjunto de interesses, que pelo processo de ensino vai domesticando os seus homens.

O termo foi introduzido em 1975 pelo sociólogo Michel Verret e rediscutido por Yves Chevallard em 1985 em seu livro *La Transposition Didactique*, onde mostra as transposições que um saber sofre quando passa do campo científico para o campo escolar. Chevallard conceitua “Transposição Didática” como o trabalho de fabricar um objeto de ensino, ou seja, fazer um objeto de saber produzido pelo “sábio” (o cientista) ser objeto do saber escolar, (POLIDORO E STIGAR, 2010, p.154).

Num ponto de vista mais ampla, a didática está sempre presente em práticas corriqueiras de ensino dos homens, quase tudo o que fazemos se encaixa dentro de um real conceito da didática. “A didática é uma das responsáveis por fornecer os princípios, métodos e técnicas aplicáveis em todas as áreas do conhecimento a fim tornar mais eficaz o processo de ensino-aprendizagem”, (DOMINGUINI, 2008, pg.8).

Já D’Amore (2007), baseia em estudo de material de alguns discutindo várias definições de Didática, para centralizar na Didática da Matemática, afirmando, inicialmente, que essa é uma disciplina autônoma, que não depende nem da Didática geral, nem da matemática. O autor considera que hoje a Didática da Matemática pode ser vista de duas maneiras: como divulgação de ideias, fixando a atenção na fase do ensino, que ele chama de didática A, e como pesquisa empírica, fixando a atenção na fase de aprendizagem, que ele chama Didática B.

Nessa primeira tentativa sem muito embasamento teórico podemos tentar definir a Transposição Didática, dizendo que ela pode ser novos conhecimentos capazes de responder a dois domínios epistemológicos diferentes: ciência e sala de aula.

A Transposição Didática é um “instrumento” pelo qual analisamos o movimento do saber sábio (aquele que os cientistas descobrem) para o saber a ensinar (aquele que está nos livros didáticos) e, por este, ao saber ensinado (aquele que realmente acontece em sala de aula), (POLIDORO E STIGAR, 2010, pg. 154).

É o Instrumento através do qual transforma-se o conhecimento científico em conhecimento escolar, para que possa ser ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos, ou seja, significa analisar, selecionar e inter-relacionar o conhecimento científico, dando a ele uma relevância e um julgamento de valor, adequando-o às reais possibilidades cognitivas dos estudantes. É notório dentro desse análise uma passagem do saber científico ao saber ensinado,

mas é importante frisar aqui que tal passagem, entretanto não deve ser compreendida como a transposição do saber no sentido restrito do termo, é apenas uma mudança de lugar.

Para ficar mais clara ainda pode se intender essa passagem como um processo de transformação do saber, que se torna outro em relação ao saber destinado a ensinar. No que já foi apresentado pode considerar esses elementos como base do processo discutido e compreender de fato a transformação do conhecimento científico com fins de ensino e divulgação não consiste simplesmente na adaptação ou numa simplificação do conhecimento. Compete um procedimento muito mais avançado, podendo ser analisada, então, na perspectiva de compreender a produção de novos saberes.

Segundo Polidoro e Stigar (2010), referenciado pela teoria de Chevallard, considera que o termo Transposição Didática tem uma diferenciação entre saber acadêmico e saber escolar, contemplando natureza e funções distintas, acrescentando que nem sempre são evidentes nas análises sobre a dimensão cognitiva do processo de ensino e aprendizagem. Segue autor dizendo que quando definimos a Transposição Didática como o processo de transformação de objetos de conhecimento em objetos de ensino e aprendizagem, devemos repensar os mecanismos e os interesses dos participantes desse processo – professor e aluno.

Dentro dessa mesma perspectiva de descrever o significado da transposição Didática, Simone Moura Queiroz no seu estudo junto com outros pesquisadores, analisam o estudo de Chevallard (1991), para fazer a seguinte reflexão:

[...] Transposição Didática é feita por uma Instituição ‘invisível’, uma ‘esfera pensante’ que ele nomeou de Noosfera. Tal instituição é formada por pesquisadores, técnicos, professores, especialistas, enfim, por aqueles que ligados a outras Instituições: Universidades, Ministérios de Educação, Redes de Ensino; que irão definir que saberes devem ser ensinados e com que roupagem eles devem chegar à sala de aula. No Brasil, o resultado do trabalho da Noosfera aparece nos Referenciais Curriculares (MEC, 1997, 2006), nos documentos que trazem as diretrizes curriculares e orientam o ensino de uma determinada disciplina científica. (QUEIROZ, S.D., P.1192).

Em outros análise teórico, enquadra-se transposição Didática dentro um parâmetro determinado pelos saberes, classificados em três etapas: “Transformação do saber, a transposição didática, estabelece a existência de três estatutos, patamares ou níveis para o saber: (a) o saber sábio (savoir savant); (b) saber a ensinar (savoir à enseigner) e (c) saber ensinado (savoir enseigné)”, (ALVES FILHO, 2000, pg.176).

Num contexto mais real, fixada no coletivo, pode-se entender o assunto dentro de um parâmetro mais complexo que pode fugir das discussões teóricas discutidas por maior parte dos estudiosos citados. Nessa perspectiva José Carlos Pinto Leivas e Helena Noronha Cury, num trecho das discussões das suas pesquisas, ultrapassam os conceitos teorizado, dizendo:

“Não poderíamos pensar, talvez, em mostrar ao professor o saber em “estado bruto” e solicitar que ele faça a transposição de acordo com as necessidades e possibilidades de seus alunos? Em um primeiro momento, esta proposta pode parecer complicada, pois há saberes sábios que, se não forem transpostos para uma linguagem mais acessível, ficam restritos a uma minoria de especialistas, em geral, professores universitários. No entanto, talvez possamos fazer com que o professor seja responsável pelas transposições, ainda que o objeto de ensino, no fim das contas, apresente-se um pouco diferente do que os autores dos livros texto apresentam”, (LEIVAS E CURY, 2009, p..8).

Agora numa analogia pessoal contemplada numa visão igualitária, respeitando a diversidade na sua totalidade, descordo de alguns pontos discutida nessas teorias. Primeiramente vamos analisar onde se deu a origem desse conceito, para entendermos que a mesma foi criada dentro de uma limitação que contempla o modelo e formalismo de ensino eurocêntrico, nas suas mais puras necessidades de contextualizar os seus conhecimentos para facilitar os seus processos de ensino e aprendizagem.

Nesse estudo vimos que o conhecimento científico, não é só aquilo que está dentro de modelo e formalismo eurocêntrico, entendermos que todos os povos têm as suas práticas e metodologias para produzir o conhecimento, que sim, pode ser considerado como a ciência. Agora com essa visão, se formos analisar a Transposição Didática, vamos intender que ela é centralizada e dominado num conhecimento científico que está configurada dentro do formalismo e códigos da comunicação dos Países ocidentais que dominam o mundo, logo vai perceber que para transpormos a Didática temos que utilizar aquele “velho” método tradicional dos homens ocidentais, que intende a ciência, como aquele conhecimento produzido por eles.

Nesse sentido podemos entender que esse conceito (Transposição Didática) não satisfaz todas as necessidades, ou seja, esse conceito não se aplica em todas os casos, ela é muito limitado e não satisfaz outras formas de proliferar os processos de ensino aprendizagem desenvolvido dentro de sistema educativo de diferentes povos. Esse processo concebe de diferentes formas, que segundo o “Profeta africano” Muammar Abu Minyar al-Gaddafi:

“O ensino ou aprendizagem não é necessariamente aquele “currículum” metodológico e aqueles matérias classificadas nos livros escolares que os jovens são forçados a aprender, durante as horas intermináveis que passam sentados em filas nas suas secretarias escolares. Esse tipo de ensino, agora dominante em todo mundo, é contra a liberdade humana. A educação obrigatória a que os países do mundo forçam os jovens, sempre que podem, é um dos métodos de suprimir a liberdade. Constitui uma obliteração compulsiva dos talentos do ser humano e funciona como uma direção imposta as escolas do ser humano”, (GADDAFI, 1975, p.113).

Entenda o que eu quero dizer, não podemos nos limitar a esses conceitos eurocêntricos que nos oprimi, não nos deixar viver de acordo com as nossas realidades. “É um ditatorial prejudicial à liberdade porque priva o homem da possibilidade de escolher e encontrar livremente o seu talento e o seu campo de criatividade preferido”, (Gaddafi, 1975, pg.113). Que

fique bem claro esses conceitos não são benéficos para homens negros africanos, nessa lógica, vamos transpor essa Didática velha eurocêntrica, aplicar um real conceito para a Transposição Didática segundo as nossas necessidades.

Entretanto dentro dessa concepção vamos aplicar esse conceito de uma forma real, contemplando a realidade desse trabalho. A ideia é ensinar a física a partir de uma possível contextualização com o *trapitxi*, ou seja, vamos transpor a didática, vamos utilizar uma forma muito mais prático e claro de fazer os alunos Cabo verdiano entender os conceitos físicos, a partir de uma contextualização que contempla sua realidade de vida.

Além do mais ao fazer essa pratica, automaticamente está se fazer um exercício de interdisciplinaridade, onde vai ser abordado não só os conhecimentos físicos, também vai se abordar uma parte da história da cultura Cabo Verdiana, deixando a memória e as práticas dos antigos homens das ilhas viva. É muito importante utilizar a Transposição Didática nesse sentido em Cabo Verde, porque é necessário, como se diz num bom crioulo “*nu tem ki finka nos raiz*”²³.

²³ Grafia de acordo com o vocabulário crioulo de Cabo verde, especificamente da ilha de Santiago, que significa lutar para afirmar a sua identidade.

CAPITULO II *TRAPITXI: DESCRIÇÃO DAS PEÇAS E MONTAGEM.*

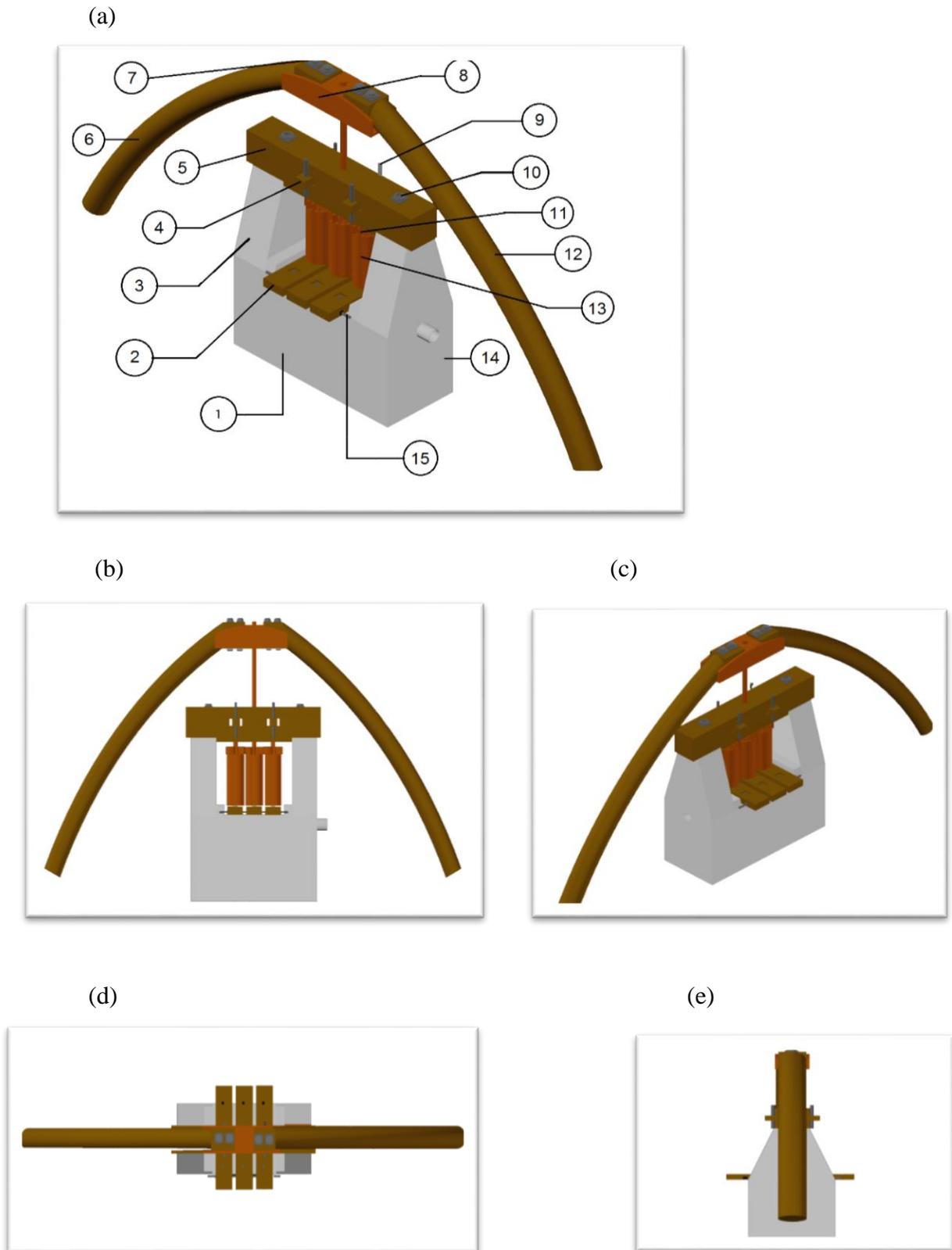
Figura 2.1 – Imagem real do *Trapitxi*.



Fonte: Foto feito pelo pesquisador.

A figura 2.1 apresenta uma imagem real do *Trapitxi*, no lugar onde foi realizada essa pesquisa. A imagem foi feita a partir de uma máquina fotográfica, que mostra o nosso objeto de estudo, no seu tempo de atuação. É importante destacar que a máquina presente na figura 2.1, segundo o proprietário do espaço onde ela se encontra, tem aproximadamente quatrocentos anos de existência e passou de geração em geração num ciclo familiar. A máquina ainda se encontra ativa, fazendo o seu trabalho normalmente. Nesse capítulo, vamos apresentar toda a mecânica do *trapitxi*, caracterizado pela sua estrutura física e descrita pela sua finalidade e utilidade.

Figura 2.2 - *Trapitxi* numa ilustração computadorizada.



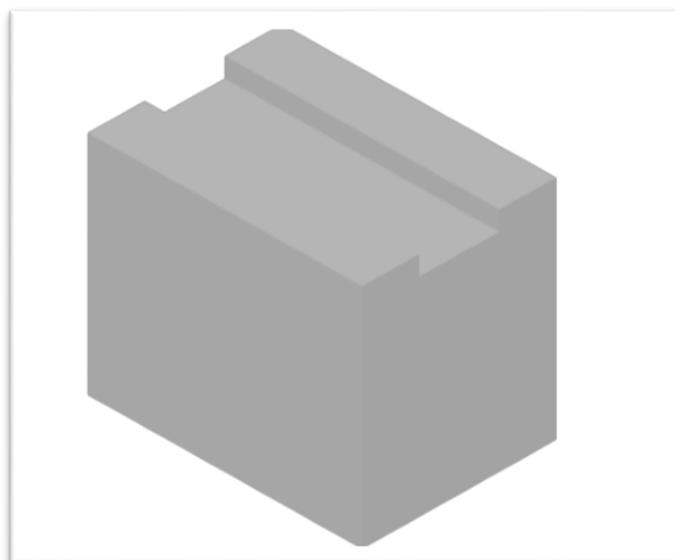
Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A figura 2.2 (a), apresenta o *trapitxi* numa forma computadorizada com todas as suas peças enumeradas, criada a partir do programa autocad²⁴, pelo estudante Cabo verdiano residente no Brasil, Igor Oscar Teixeira. Essa ilustração foi construída a partir das medidas reais da máquina

Como podemos ver na figura 2.2 (b), temos a imagem da máquina numa posição frontal à vista do observador num formato 2D. Já na figura 2.2 (c), a máquina está num formato 3D, apresentando a sua posição frontal e a posição lateral esquerda. Essa última posição é chamada parte trás da máquina, pelos agricultores Cabo-verdianos. Também nesse formato podemos ver a parte de cima da máquina em detalhes.

Na figura 2.2 (d) vamos ver o *trapitxi* num formato 2D, mostrando a máquina numa visão posicionada verticalmente de cima para baixo podemos ver toda a estrutura de parte de cima do *trapitxi*. A figura 2.2 (e) por sua vez apresenta a parte lateral da máquina num formato 2D.

Figura 2.3 – Peça (1) do *trapitxi* da figura 2.2 (a).

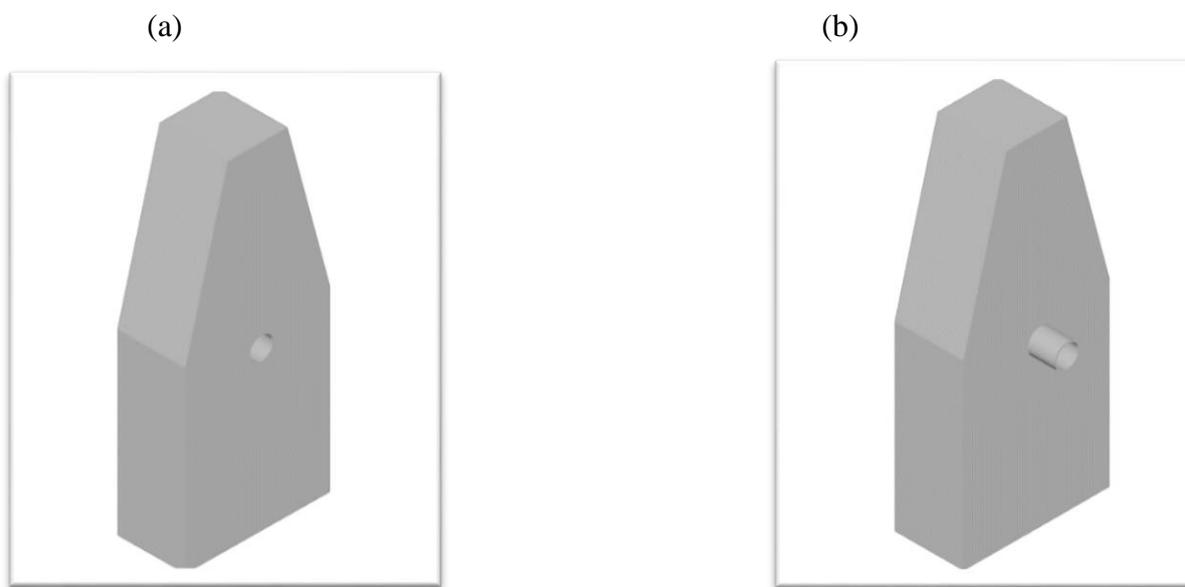


Fonte: Igor Oscar Teixeira.

²⁴ É um software do tipo CAD — computer aided design ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o software vem disponibilizando, em suas versões mais recentes, vários recursos para visualização em diversos formatos.

A figura 2.3 ilustra a peça (1) da figura 2.2 (a), que se encontra num formato 3D, na sua formação real essa peça é construída pela mão de obra de um pedreiro, sendo constituída por uma estrutura sólida de concreto. Essa é uma das peças da base do *trapitxi*, é considerado como o corpo inferior da máquina. É importante também lembrar aqui sobre um detalhe que tem nessa peça, na parte de cima da peça podemos observar um corredor central, essa parte é um tipo ~~um~~ de recipiente onde a calda de cana se derrama, para logo em seguida sair no orifício da peça (14) que é preso na peça (1).

Figura 2.4 – Peças (3) e (14) da figura 2.2 (a).

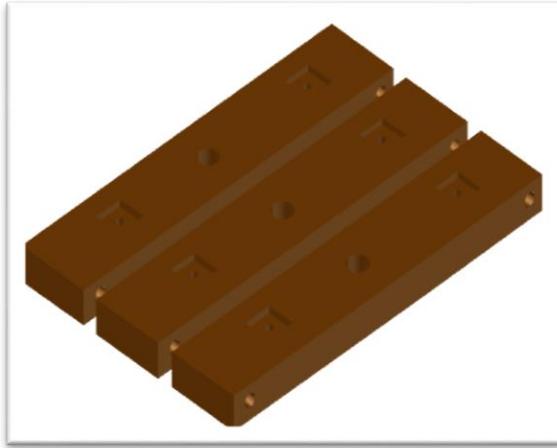


Fonte: Igor Oscar Teixeira

A figura 2.4 (a) destaca a peça (3) da figura 2.2 (a) e (b), e a peça (14), ambas se encontram num formato 3D e, nas suas formas reais, são construídas pela mão de obra de um pedreiro, sendo constituídas por uma estrutura sólida de concreto. A figura 2.4 (a) representa a parte lateral esquerda do corpo inferior do *trapitxi* e a figura 2.4 (b) representa a parte direita do corpo inferior da máquina. Elas ficam encaixadas na peça (1), formando uma peça única como mostra a figura 2.2 (a). É importante destacar alguns detalhes que tem nesses duas peças laterais. Na peça (3), podemos notar um buraco bem no meio objeto. Esse buraco serve para meter as mãos e limpar o recipiente que armazena a calda de cana, que fica na peça (1). Na peça (14), podemos observar um buraco central com um pequeno cano para fora, que serve como um canal de passagem da calda de cana.

Figura 2.5 – Peças (2) e (15) da figura 2.2 (a).

(a)



(b)



Fonte: Igor Oscar Teixeira

A figura 2.5 mostra as peças (2), (10) e (15) da figura 2.2 (a), num formato 3D. A figura 2.5 (a) representa a peça (2) da máquina, que tem o formato geométrico de um paralelepípedo, com quatros orifícios nas suas partes laterais e três orifícios na parte superior. Na sua parte lateral esquerda possui dois orifícios, na lateral direita também possui mais dois orifícios como ilustra a figura, na parte superior dessa peça tem três orifícios, dois nas suas extremidades e um bem no centro. O orifício central é a parte onde as bases dos cilindros (Peça 13) se encaixam para fazer o movimento circular. Já os dois orifícios das pontas da parte de cima, é onde serão inseridos os parafusos, que se encontram na figura 2.5 (b) para prender a peça (2) na peça (1).

A peça (2) é feita de um pedaço de madeira e são três peças semelhantes, ela serve como uma base de suporte para a peça (13). Para juntar esses três pedaços de madeira, é utilizado a peça (15), que se encontra na figura 2.5 (b). Ela é uma haste metálica reta cilíndrica, que vai ser colocada nos orifícios das extremidades laterais da peça (2), para encaixar os três pedaços da madeira. Existem, ainda, duas porcas que servem para manter a peça (2) e (15) fixadas, formando uma única estrutura.

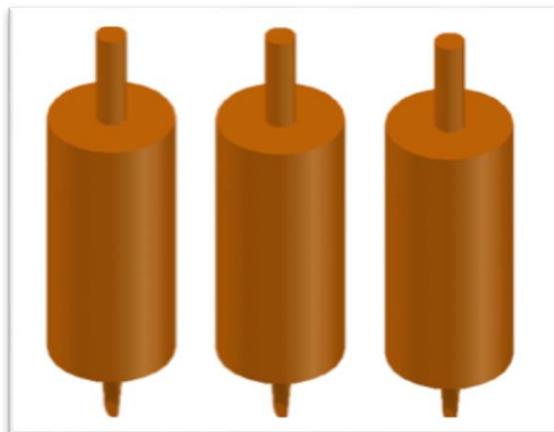
Figura 2.6 – Estrutura completa com as peças (2) e (15).



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A figura 2.6 representa a junção das peças (2) e (15), formando uma estrutura maior. É importante lembrar que essa nova estrutura leva seis parafusos, quatro porcas e quatro placas planas com buracos no meio. Além disso, é importante ressaltar que, entre esses três pedaços de madeira, existe um vão possibilitando um pequeno espaço entre elas.

Figura 2.7 – Peça (13) da figura 2.2 (a): Os cilindros do trapitxi.



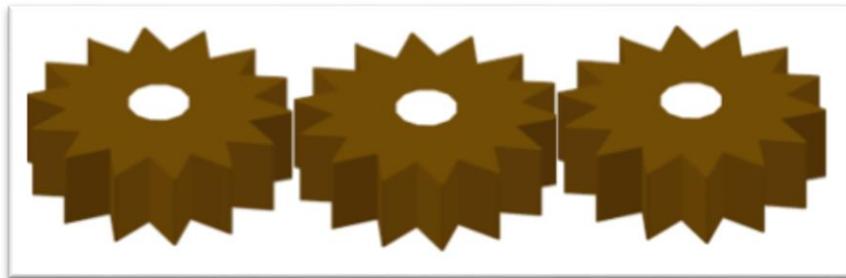
Fonte: Igor Oscar Teixeira

A figura 2.7 mostra a peça (13) da figura 2.2 (a) e as três peças cilíndricas, que ficam entre as peças (1), (3), (14). Na sua forma real, ela é uma estrutura cilíndrica sólida formada por um material metálico muito duro. Podemos observar ainda na figura, as partes superior e inferior da peça, onde vamos notar dois cabos de encaixe. O cabo da parte superior tem característica de um pequeno tubo, que vai ser encaixado na peça (11). Ao juntar essas peças, esse vai sobrar um pedaço de cabo que vai encaixar na peça (5). Além disso, é preciso lembrar que o cilindro do meio tem o cabo superior maior que as outras, que vai ultrapassar a peça (11)

e encaixar na peça (8). Na sua parte inferior, vamos ter um cabo com a característica de um cone, que vai entrar dentro do buraco do meio da parte cima da peça (2).

Essas três peças são simétricas, e são fundamentais no *trapitxi*, podemos considerá-las como o coração da máquina. Essas três peças fazem um movimento circular conjunto. Devido a posição das engrenagens, o sentido de o movimento circular dos cilindros das extremidades é oposto ao do cilindro do meio.

Figura 2.8 – Peça (11) da figura 2.2 (a): Engrenagens.

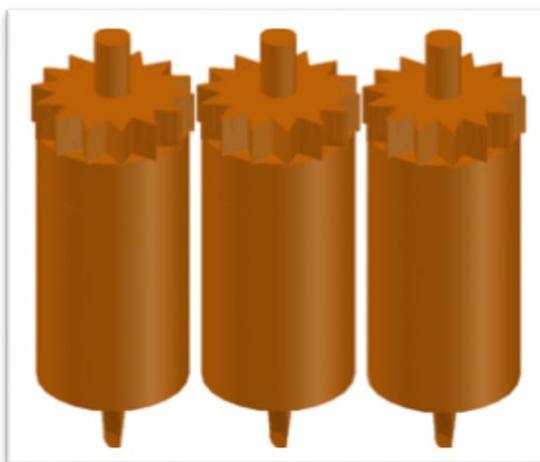


Fonte: Igor Oscar Teixeira

A figura 2.8 mostra a peça (11) da figura 2.2 (a), são três peças fundamentais do *trapitxi* para que a máquina realize o seu trabalho de maneira satisfatória. Cada uma dessas engrenagens tem catorze dentes. É através desses dentes que se dá o movimento das peças (13). Observe que a peça tem um orifício central, que serve para se conectar ao cabo da parte superior da peça (13). Essas peças vão ficar presas umas às outras formando uma peça única. Na sua forma real essa peça é chamada de engrenagem, tem uma estrutura sólida de um material metálico bem duro.

Toda engenheira do *trapitxi* centraliza nessas peças, a do meio é a fundamental para a realização do movimento das outras peças, ao entrar em movimento, como ela vai estar ligado com as peças laterais, automaticamente essas peças vão entrar em movimento. Toda engenheira do *trapitxi* centraliza nessas peças, a do meio é fundamental para a realização do movimento das outras peças, estando ligada às mesmas através de engrenagens.

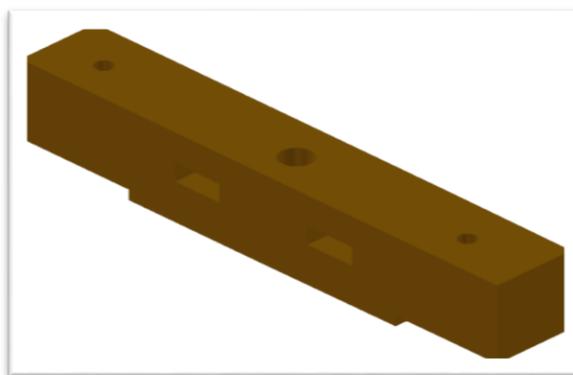
Figura 2.9 – Peças (11) e (13): Estrutura única cilindros e engrenagens.



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A Figura 2.9 representa a estrutura única da junção das peças (11) e (13). Ela se constitui como uma das peças mais importantes da máquina, pois é a partir do seu movimento que a cana de açúcar vai ser moída, para extrair o seu suco. Também é relevante dizer que a peça (11) fica fixa na peça (13) por meio das técnicas do metalúrgico.

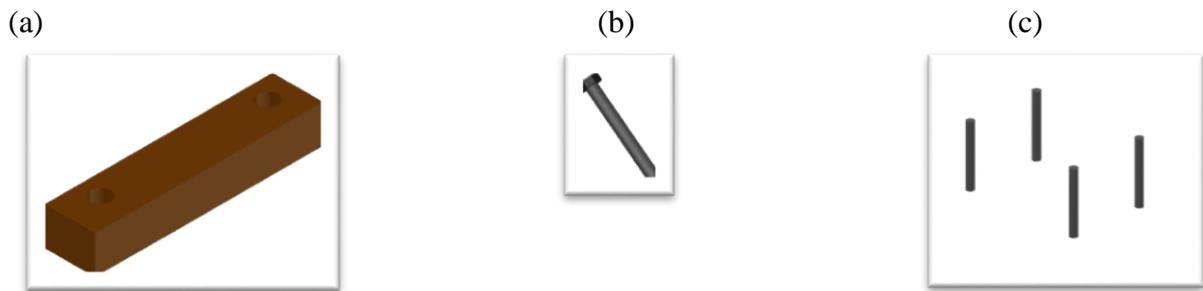
Figura 2.10 – Peça (5) da figura 2.2 (a).



Fonte: Igor Teixeira.

A figura 2.10 representa a peça (5) da figura 2.2 (a), ela tem a característica geométrica de um paralelepípedo, no seu formato real a peça é um pedaço de madeira, ela fica encaixada em cima das peças (3) e (14). É importância registrar alguns detalhes que existem na peça, podemos observar a partir da figura que a peça tem dois buracos quadrados na sua parte frontal, e esse buraco perfura a madeira até o limite da sua outra parte. Na sua parte de cima vamos perceber que existem três buracos circulares, dois nas suas extremidades e um bem no meio da peça.

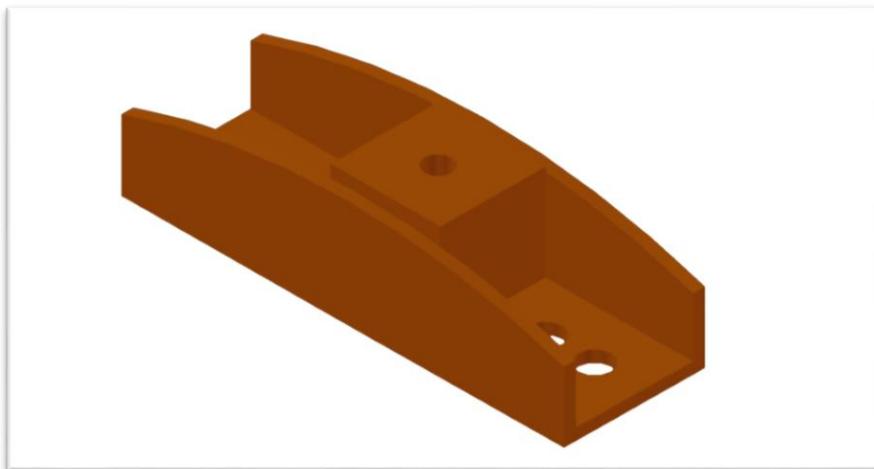
Figura 2.11 – Peças (4), (9) e (10) da figura 2.2 (a): Peças de encaixe.



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A figura 2.11 representa as peças (4), (9) e (10) da figura 2.2 (a), elas são as pecinhas de encaixes da peça (5). A figura 2.10 (a) é a peça (4), a (b) é a peça (10) e a (c) é a peça (9). A peça (4) é o um encaixe que vai entrar em um dos buracos quadrados da parte frontal da peça (5). Na sua formação real, é um pedaço de madeira com dois buracos nas suas extremidades. Esses buracos servem para entrar os encaixes, que é peça (9). A peça (10) é um parafuso, que vai entrar nos dois buracos das extremidades da parte de cima da peça (5), fazendo com que essa peça fique presa nas peças (3) e (14).

Figura 2.12 – Peça (8) da figura 2.2.

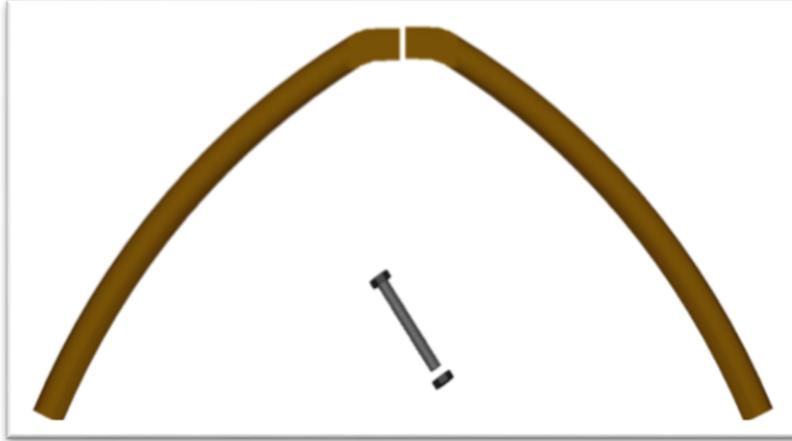


Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A figura 2.12 representa a peça (8) da figura 2.2 (a), na sua forma real o objeto é composto por um material metálico sólido muito duro, essa peça fica na parte mais alta do *trapitxe*, e é através dela que os cilindros e engrenagens entram em movimento. Ela tem um buraco circular bem no centro da sua parte superior, que serve para encaixar o cabo mais longo do cilindro do meio. Essa peça fica fixa no cabo do cilindro central, fazendo a mesma girar. Ela tem dois encaixes, uma no lado esquerdo da peça e outra no lado direita, que servem para

encaixar as peças (6) e (12). Se observarmos na figura, podemos ver que essa peça tem dois buracos circulares que ficam na parte interna dos encaixes do lado esquerdo e direito.

Figura 2.13 – Peças (6), (7) e (12) da figura 2.2: Braços de *Trapitxi*



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

A figura 2.13 representa as peças (6), (7) e (12) da figura 2.2 (a), na sua forma real as peças (6) e (12) são feitas por um material de madeira, normalmente dois troncos de arvores que se encaixam na peça (8). Também é de se registrar que a peça (6) para encaixar na peça (8), é necessário utilizar a peça (7). É através dessa peça que é aplicada a fonte da força (força animal), para fazer a máquina entrar em movimento.

CAPÍTULO III CONCEITOS FÍSICOS NO *TRAPITXI*.

O presente capítulo, tem como objetivo discutir alguns conceitos físicos presente no *Trapitxi*, como, por exemplo, Movimento Retilíneo, Movimento circular, Leis de Newton, Torque e Momento Angular. Ao falarmos dos movimentos, temos que voltar para sua base da explicação, fundamentada no estudo da cinemática. Esse estudo tem como base do seu conceito, referencial, movimento, repouso e trajetória, parte da Física que estuda os movimentos. É a parte da Mecânica que estuda os movimentos sem que haja preocupação com suas origens.

O referencial é o corpo a partir do qual as observações dos fenômenos são feitas, utilizado para se medir e registrar as grandezas físicas, como por exemplo posição, velocidade, aceleração, campos eletromagnéticos ou gravitacionais etc. Para entendermos melhor imaginemos os passageiros dentro de um carro, tomando o veículo por referencial, estarão em repouso, mas tomando um ponto fixo fora do carro, todos os passageiros estarão em movimento. Podemos entender que movimento e repouso são conceitos relativos, pois o que está em movimento para um observador em determinado referencial pode estar em repouso para outro observador e vice-versa. Trajetória é o caminho feito por um corpo que se movimenta em relação a um referencial. Esse conceito também é relativo, pois dois referenciais diferentes podem ter visões diferentes de um mesmo movimento.

3.1 Movimento Retilíneo

Para entendermos o movimento retilíneo, primeiramente, temos que entender o que é movimento. É fácil observar o movimento, praticamente tudo está em movimento, o mundo e tudo que existe nele, está sempre em movimento, basta escolher um referencial adequado. Numa linguagem física, o movimento é a variação de posição espacial de um objeto ou ponto material em relação a um referencial com o decorrer do tempo.

- Posição e Deslocamento

“Localizar um objeto significa determinar a posição do objeto em reação a um ponto de referência, frequentemente a origem (ou ponto zero) de um eixo”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.13). O seu sentido é positivo, quando os sentidos dos números indicam

que a posição dos objetos aumenta. O sentido é negativo, quando os sentidos dos números indicam que a posição dos objetos diminui.

Se temos a mudança de uma posição X_1 , para uma posição X_2 , logo elas vão ser associadas ao deslocamento, que é dado por:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (3.1)$$

- Velocidade Média e velocidade Escalar Média

A velocidade média é a razão entre o deslocamento de uma partícula e o intervalo de tempo para que o deslocamento aconteça. A sua forma geral é dada por:

$$V_{\text{méd}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (3.2)$$

Essa notação significa que a “posição é x_1 no instante t_1 e x_2 no instante t_2 . A unidade de $V_{\text{méd}}$ no Sistema Internacional de Unidades (SI) é metro por segundo (m/s)”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.15). Na sua representação gráfica de uma função $x(t)$, a velocidade média representa a inclinação da reta que liga dois pontos particulares da curva dessa função. A velocidade média possui um módulo, uma direção e um sentido, por ser uma grandeza vetorial.

A velocidade escalar média (V_m) de um móvel é, por definição, a razão entre o deslocamento escalar (ΔS) e o intervalo de tempo (Δt) gasto para percorrê-lo, ou seja, é uma forma de descrever com que rapidez a partícula está se movendo. A sua forma geral é dada por:

$$S_{\text{méd}} = \frac{\text{distancia total}}{\Delta t} \quad (3.3)$$

- Velocidade Instantânea e Velocidade Escalar Instantânea

“A velocidade em um dado instante é obtida a partir da velocidade média reduzindo o intervalo de tempo Δt até torna-lo próximo de zero. Quando Δt diminui, a velocidade média se aproxima cada vez mais de um valor limite, que é velocidade instantânea”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.18). Ela é dada por:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (3.4)$$

onde V é a taxa com o qual a posição x varia com o tempo em um dado instante t , que significa, que a derivada de x em relação a t . Em qualquer instante V é a inclinação da curva que representa a posição em função do tempo no instante considerado. Ela também é uma grandeza vetorial.

- Aceleração

“Quando a velocidade de uma partícula varia, diz-se que a partícula sofreu uma aceleração (ou foi acelerado)”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.18). Quando o movimento for ao longo de um eixo, a aceleração média a_m em um intervalo de tempo Δt é dada por:

$$a_{\text{méd}} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3.5)$$

em que a partícula se encontra numa posição, com velocidade v_1 no instante t_1 e uma velocidade v_2 no instante t_2 . A aceleração instantânea, é dada por:

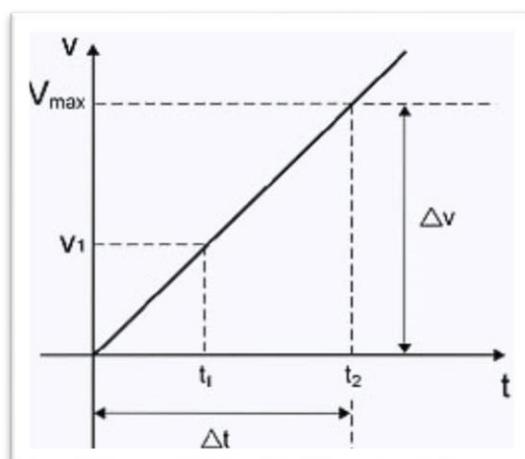
$$a = \frac{dv}{dt} \quad (3.6)$$

Essa forma representa a aceleração de uma partícula em dado instante, que é a taxa com qual a velocidade está variando num determinado instante. “Graficamente, a aceleração em qualquer ponto é a inclinação de curva de $v(t)$ nesse ponto”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.18). Se combinarmos a equação 3.6 com a equação 3.4, temos que:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2}. \quad (3.7)$$

Isso significa que a aceleração de uma partícula em um dado instante é a derivada segunda da posição $x(t)$, em relação ao tempo nesse instante. A sua unidade de medida no Sistema Internacional é m/s^2 , possui modulo, direção e sentido, por ser uma grandeza vetorial. O sinal algébrico representa o sentido em relação ao eixo, ou seja, quando o valor de aceleração é positivo tem sentido positiva, e assim vise versa.

Figura 3.1 – Gráfico de um movimento Retilíneo



Fonte: *e* – Física²⁵

A figura 3.1 mostra a representação gráfica de um movimento retilíneo, que se discutiu na seção. Nesse caso $V > 0$, o gráfico da função é uma reta crescente, portanto, o movimento é progressivo, ou seja, o móvel caminha na mesma direção e sentido da orientação da trajetória.

3.2 Movimento Circular

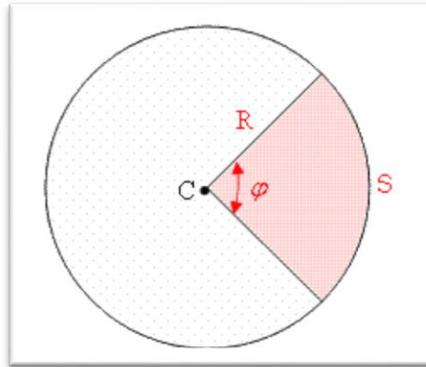
Um movimento circular, na Mecânica Clássica, é aquele em que o objeto ou ponto material se desloca numa circunferência. Uma força centrípeta muda de direção o vetor velocidade, sendo continuamente aplicada para o centro do círculo. No estudo de movimentos circulares, surgem algumas grandezas denominadas de angulares. Conhecê-las e saber compará-las com as grandezas lineares é muito importante para a compreensão total dos fenômenos que envolvem trajetórias curvas.

- Grandezas Angulares

São utilizados o deslocamento/espço angular, φ , a velocidade angular, ω , e a aceleração angular, α .

²⁵ Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/mruv/intro/>

Figura 3.2 - Definição de radiano.



Fonte: Só Física²⁶.

Da definição de radiano temos:

$$\varphi' = \frac{S}{R} \quad (3.8)$$

Desta definição é possível obter a relação:

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ. \quad (3.9)$$

O arco correspondente a 1rad é o ângulo formado quando seu arco S tem o mesmo comprimento do raio R. Chama-se espaço angular, φ , o espaço do arco formado, quando um móvel se encontra a uma abertura de ângulo φ qualquer em relação ao ponto denominado origem. E é dado por:

$$\varphi = \frac{S}{R} \quad (3.10)$$

Vamos ter um deslocamento angular, $\Delta\varphi$, quando calcularmos a diferença entre a posição angular final φ e a posição angular inicial φ_0 :

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 \quad (3.11)$$

sendo:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta s}{R} \quad (3.12)$$

Tomando que no sentido anti-horário o deslocamento angular é positivo e sentido horário o deslocamento angular é negativo. A razão entre o deslocamento angular $\Delta\varphi$ pelo intervalo de tempo Δt do movimento é a velocidade angular ω .

²⁶ Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/mc.php>> Acesso in out. de 2017

$$\Delta\omega = \frac{\Delta\varphi}{t} \quad (3.13)$$

Sua unidade no Sistema Internacional é o rad/s e podemos também definir a velocidade angular instantânea como o limite da velocidade angular média quando o intervalo de tempo tender a zero:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \omega_m = \omega \quad (3.14)$$

A aceleração angular α é a variação da velocidade angular no tempo. Ela é definida por:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (3.15)$$

Período (T) é o intervalo de tempo mínimo para que um fenômeno cíclico se repita. A sua unidade é segundos (s). Frequência (f) é o número de vezes que um fenômeno ocorre em certa unidade de tempo dada por Hertz no SI. No movimento circular a frequência angular equivale ao número de rotações por segundo sendo equivalente a velocidade angular. Agora vamos converter rotação por segundo para rad/s, vamos ter:

$$\frac{1 \text{ rotação}}{s} \quad (3.16)$$

sabendo que 1rotação = 2π rad, vamos ter que:

$$\frac{2\pi \text{ rad}}{s} \quad (3.17)$$

Então a partir daqui podemos o nosso período como sendo:

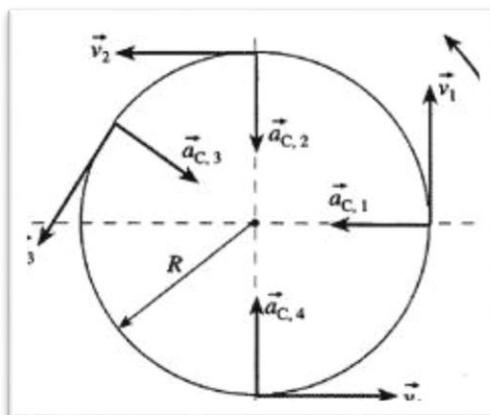
$$T = \frac{2\pi R}{s} \quad (3.18)$$

e a frequência e dada pela seguinte relação:

$$F = \frac{1}{T} \quad (3.19)$$

Segundo Halliday e Resnick (2012), uma partícula em um movimento circular uniforme descreve uma circunferência ou um arco de circunferência com velocidade escalar uniforme. A velocidade escalar não varia nesse movimento, mas a partícula se encontra acelerada, porque a direção da velocidade está mudando (ver na figura 3.3).

Figura 3.3. Os vetores velocidade e aceleração de uma partícula em movimento circular uniforme.



Fonte: Cai não cai²⁷.

A partir da figura 3.3, podemos observar a relação entre os vetores velocidades e aceleração em várias posições durante esse tipo de movimento. “A aceleração está sempre na direção radial e aponta para o centro da circunferência. Por essa razão, a aceleração associada ao movimento circular uniforme é chamada de aceleração centrípeta”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.73). Ela é dada por:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \quad (3.20)$$

Para provarmos a Eq (3.20), vamos fazer as devidas decomposições das forças na figura 3. 3. Portanto os componentes escalares do vetor \vec{v} em termos dos seus componentes, vamos ter que a velocidade \vec{v} que vai ser escrito como:

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} = (-v \sin \theta \hat{i}) + (v \cos \theta) \hat{j} \quad (3.21)$$

agora de acordo com a decomposição das forças na figura 3.3, podemos considerar que $\sin \theta = y_p / r$, e $\cos \theta = x_p / r$. A partir desses resultados vamos reescrever a Eq. 3.21:

$$\vec{v} = \left[\left(-\frac{v y_p}{r} \right) \hat{i} + \left(\frac{v x_p}{r} \right) \hat{j} \right] \quad (3.22)$$

Agora, para calcularmos a aceleração \vec{a} de partícula p, devemos calcular a derivada da Eq. 3.22, em relação ao tempo. Mas que a velocidade v e o raio r não variam com o tempo, logo temos:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \left[\left(-\frac{v}{r} \frac{dy_p}{dt} \right) \hat{i} + \left(\frac{v}{r} \frac{dx_p}{dt} \right) \hat{j} \right] \quad (3.23)$$

²⁷ Disponível em: <<http://cainaocai.pbworks.com/w/page/8722056/Movimento%20Circular%20e%20Uniforme>> Acesso em out. de 2017.

Note que a taxa de variação com o tempo de y_p , dy_p/dt , é igual a componente y da velocidade, v_y . Analogamente, $dx_p/dt = v_x$, e, de acordo com decomposição das forças vamos ter que $v_x = v \cos \theta$ e $v_y = v \sin \theta$. Substituindo esses resultados na Eq. 3.23 teremos:

$$\vec{a} = \left[\left(-\frac{v^2}{r} \cos \theta \right) \hat{i} + \left(\frac{v^2}{r} \sin \theta \right) \hat{j} \right]. \quad (3.24)$$

Agora sim podemos ver o vetor aceleração e os seus componentes. De acordo com a Eq. 3.21 temos:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \frac{v^2}{r} \sqrt{(\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2} = \frac{v^2}{r}.$$

Dessa forma demostramos o que queríamos. Agora para determinar a orientação de \vec{a} , vamos calcular o ângulo ϕ , que de acordo com a decomposição das forças, vai ficar:

$$\tan \phi = \frac{a_x}{a_y} = \frac{-\left(\frac{v^2}{r}\right) \sin \theta}{-\left(\frac{v^2}{r}\right) \cos \theta} = \tan \theta \quad (3.25)$$

Desse modo vamos ter que $\phi = \theta$, o que significa que \vec{a} aponta na direção do raio, no sentido do centro da circunferência, como foi demonstrado.

3.3 Mecânica Newtoniana

A mecânica newtoniana é uma das três formulações da Mecânica Clássica que visam o estudo de fenômenos baseados na dinâmica de um sistema conservativo ou não. Isaac Newton foi quem descobriu a relação existente entre uma força aplicada a aceleração e produzida, por isso o termo newtoniano. A mecânica newtoniana tem algumas restrições e não pode ser aplicada em todas as situações.

Se as velocidades dos corpos envolvidos são muito elevadas, comparáveis a velocidade da luz, a mecânica newtoniana deve ser substituída pela teoria de relatividade restrita de Einstein, que é válida para qualquer velocidade. Se os corpos envolvidos são muito pequenos, de dimensões atômicas ou subatômicas (como, por exemplo, os elétrons de um átomo), a mecânica newtoniana deve ser substituída pela mecânica quântica, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.91).

Nessa seção, vamos nos concentrar nas três leis básicas dos movimentos da mecânica newtoniana, conhecidas como primeira, segunda e terceira lei de Newton.

- A primeira Lei de Newton

Inércia é a propriedade da matéria que indica resistência à mudança, motivo pelo qual é também chamada de força de inatividade. O princípio da inércia indica a tendência de manter em repouso um corpo que está em repouso. A primeira Lei de Newton, ou a lei da inercia, diz que diz que a tendência dos corpos, quando nenhuma força é exercida sobre eles, é permanecer em seu estado natural, ou melhor ainda, todo corpo permanece parado ou em movimento retilíneo uniforme (MRU) a menos que uma força seja aplicada nele. “Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.92). Se nenhuma força resultante atuar sobre um corpo, nesse caso a \vec{F}_{res} é igual a zero, a velocidade não pode mudar, ou melhor o corpo não pode sofrer uma aceleração.

Para ficar mais claro ainda pensa o seguinte, se o corpo está em repouso, ela permanecera em repouso, e se está em movimento, continuará com a mesma velocidade, módulo, sentido e direção. A força nesse caso não é necessária para manter um corpo em movimento, a força está relacionada a mudança da velocidade.

Exemplos real da primeira lei de Newton, podemos imaginar quando uma pessoa está dentro de um ônibus em movimento e de repente o ônibus dá uma freada brusca, o que acontece com a pessoa? Com certeza ela irá ser “empurrada” para a direção em que o ônibus estava andando.

A força não é necessária para manter um corpo em movimento, a força está relacionada a mudar uma velocidade, precisamos da força quando queremos sair do repouso ou quando queremos que a velocidade não seja constante, ou seja, precisamos da força para mudar uma velocidade não para que ela continua existindo. Lembrando que a mudança de velocidade não é necessariamente andar mais rápido ou mais devagar, quando se fala na mudança da velocidade estamos falando de mudar o valor do seu módulo, ou podemos estar falando que quando ela faz uma curva, que é mudar a direção da velocidade.

Referencial inercial é um referencial no qual as leis de Newton são válidas. A inércia é a tendência de manter em repouso ou MRU, se eu quero sair desse estado eu preciso de uma situação forçada, onde vai ser necessário aplicar uma força para tal. Então veja que a inércia está relacionada com a dificuldade de mudar um movimento. Agora perceba que temos um novo fator nesse caso, que poderia nos levar a fazer seguintes questionamentos: o que vai determinar o quanto de inércia que um corpo tem? o que torna difícil modificar o movimento de um corpo?

Esse fator é a massa do corpo. É fácil entender isso, suponha que você dá um empurrão num elefante e numa formiga, qual deles vai se mover menos? Lógico que é o elefante, isso significa que o elefante tem mais inércia, é mais difícil mudar o movimento dele, por causa da sua massa.

O que seria exatamente a massa? Halliday e Resnick, (2012), montam uma situação para explicar melhor o que seria a massa, na qual eles propõem o seguinte problema: Supondo que exercemos uma força sobre um corpo padrão com uma massa $m_0 = 1,0 \text{ kg}$, com uma aceleração de $1,0 \text{ m/s}^2$ e a força que atua sobre ela é de $1,0 \text{ N}$. Ele surge aplica a mesma força a um segundo corpo, denominado x cuja massa é desconhecida, que sofre uma aceleração de $0,25 \text{ m/s}^2$. Para sabermos a massa do corpo x, vamos a razão entre as massas desses dois corpos e igualar a inverso da razão entre as acelerações. Para o corpo x e o corpo padrão, temos que:

$$\frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x} \quad (3.26)$$

Isolando m_x vamos obter:

$$m_x = m_0 \frac{a_0}{a_x} = (1,0 \text{ kg}) \frac{1,0 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m/s}^2} = 4,0 \text{ kg}. \quad (3.27)$$

O exemplo mostra que a massa é uma propriedade intrínseca de um corpo, ou melhor dizendo, é uma característica natural de um corpo. Ela é uma grandeza escalar, mas concretamente não teria uma resposta para definir o que realmente é uma massa. Uma das definições mais adequadas para massa seria dizer que “a massa de um corpo é a propriedade que relaciona uma força que age sobre o corpo à aceleração resultante”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.95).

- A Segunda Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton é conhecida como o Princípio Fundamental da Dinâmica e mostra que a força resultante que atua sobre um corpo é resultado da multiplicação da massa do corpo por sua aceleração. “A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.95). Matematicamente temos que:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \quad (3.28)$$

Onde \vec{F}_{res} é a força resultante, m é a massa e \vec{a} , aceleração. A força resultante nesse caso é a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre tal corpo. É de suma importância lembrar que apenas as forças que atuam em um corpo, devem ser incluídas como a soma

vetorial, e não os corpos que agem sobre outros corpos envolvidos na mesma situação. Por Eq. 3.28, ser uma equação vetorial, podemos transformá-la em três equações, de acordo com os componentes envolvidos, para cada eixo de sistema coordenada xyz.

$$F_{res,x} = ma_x ; F_{res,y} = ma_y ; F_{res,z} = ma_z. \quad (3.29)$$

“A componente da aceleração em relação a um dado eixo é causada apenas pela soma das componentes das forças em relação a esse eixo e não por componentes de forças em relação a qualquer outro eixo”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.95). Um exemplo, podemos imaginar, se o carrinho do supermercado estiver vazio, é muito fácil fazê-lo correr. Mas se o carrinho estiver cheio, você tem que se esforçar muito para fazê-lo andar. A partir da Segunda Lei de Newton, chegamos à outras importantes definições na Física, as forças especiais (força gravitacional, peso, força normal, atrito e tração).

Força Gravitacional é a força que surge a partir da interação mútua entre dois corpos. “A força gravitacional \vec{F}_g exercida sobre um corpo é um tipo especial de atração que um segundo corpo exerce sobre o primeiro”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.95). Ao nos referirmos a força gravitacional \vec{F}_g , estamos falando de uma força que atrai na direção de centro da Terra, melhor ainda, é dizer que é uma força que aponta verticalmente para baixo. A sua forma geral é dada por:

$$F_g = mg \quad (3.30)$$

Na sua representação vetorial podemos escrever a Segunda Lei de Newton para forças gravitacionais, levando em conta que a sua direção se encontra na posição vertical. Isso implica que ela vai ter componente somente na direção vertical.

$$\vec{F}_g = -F_g \hat{J} = -mg \hat{J} = m\vec{g}. \quad (3.31)$$

Onde \hat{J} é o vetor unitário que aponta para cima ao longo do eixo y perpendicular ao solo, e \vec{g} é a aceleração.

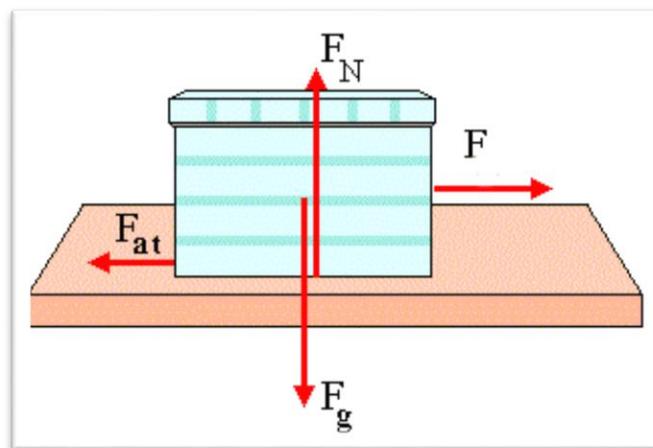
Peso é a força exercida por um corpo sobre qualquer superfície que se oponha à sua queda. “O peso P de um corpo é o modulo da força necessária para impedir que o corpo caia livremente, medida em relação ao solo”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.99). O peso P é igual ao modulo F_g da força gravitacional que age sobre o corpo. A sua forma geral é dada por:

$$P = mg. \quad (3.32)$$

A partir da Eq. 3.32, vamos entender melhor as definições de peso e da massa. Agora vai ficar claro que peso e a massa não é a mesma coisa, existe uma relação entre elas mais elas não são iguais.

Força normal é a uma força de reação que a superfície faz em um corpo que esteja em contato com ela, ou seja, é um tipo de força de contato exercida por um corpo sob uma superfície. “O empurrão exercido pelo um colchão ou pelo piso é uma força normal \vec{F}_N . O nome vem do termo matemático normal, que significa perpendicular. A força que o piso exerce sobre você é perpendicular ao piso” (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.100).

Figura 3.4 As forças que atuam sobre um corpo



Fonte: Ebah²⁸

A figura 3.4 mostra um exemplo, de uma caixa de massa m em cima de uma mesa pressionando-a para baixo, deformando a mesma por causa da força gravitacional \vec{F}_g que o bloco está sujeito. A mesa empurra o bloco para cima com uma força normal \vec{F}_N . Nesse caso estamos a desprezar as forças que atuam no sentido horizontal, de acordo com a figura 3.4. Pegando essa situação e aplicar a segunda lei de Newton, tomando um eixo y com o sentido positivo para cima ($F_{res, y} = ma_y$), assumindo a forma:

$$F_n - F_g = ma_y. \quad (3.33)$$

Substituindo F_g por mg (Eq. 3.29), vamos ter,

$$F_n - mg = ma_y,$$

Isolando F_n , vamos ter:

$$F_n = ma_y + mg = m(g + a_y) \quad (3.34)$$

²⁸ Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA_JsAB/forca-atrito> Acesso em out. de 2017.

para qualquer aceleração vertical da mesa e do bloco. Agora se a mesa e o bloco não estão acelerados, vamos ter:

$$F_N = mg. \quad (3.35)$$

Força de Atrito é a força de contato que atua sempre que dois corpos entram em choque e há tendência ao movimento. Vamos supor que temos um corpo sobre uma superfície, ao empurrar esse corpo para entrar em movimento, vai haver uma interação entre os átomos do corpo empurrado e os átomos da superfície e faz com que haja uma resistência ao movimento. Essa que é considerado como força de atrito, ela aponta sempre na posição contrário do deslocamento do corpo, como ilustra a figura 3.4, que é dado pelo F_{at} . A sua formula é dada por:

$$F_{at} = \mu \cdot N, \quad (3.36)$$

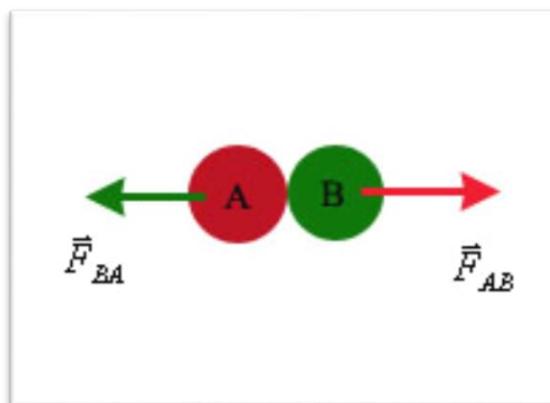
onde μ é o coeficiente de atrito (adimensional) e N é a força normal.

A força de tração é uma força aplicada sobre cordas ou fios. Quando puxamos um objeto por meio de uma corda, estamos, na verdade, transmitindo força ao longo dessa corda até a extremidade oposta. Podemos dizer que cada pedaço dessa corda sofre uma tração, que pode ser representada por um par de forças iguais e contrárias que atuam no sentido do alongar da corda. Denominamos de tração na corda o módulo dessas forças que formam um par. Podemos medir a tração em qualquer ponto de uma corda por meio de um dinamômetro

- A Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton descreve o resultado da interação entre duas forças. “quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre a outra são iguais em modulo e tem sentidos opostos”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.102).

Figura 3.5 forças com mesmo módulo e sentidos diferentes



Fonte: uol educação pesquisa escolar²⁹

Nas suas relações escalares com os módulos iguais a lei pode ser escrita como:

$$F_{BA} = F_{AB}. \quad (3.37)$$

e na sua relação vetorial, onde os módulos são iguais e sentidos opostos, vamos ter:

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}. \quad (3.38)$$

O sinal negativo quer dizer que as duas forças têm sentidos opostos. “Podemos chamar as forças entre dois corpos que interagem de par de forças de terceira lei de. Sempre que dois corpos interagem, um par de forças da terceira lei está presente”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.102).

Exemplos da terceira lei de Newton, podemos imaginar, prende-se dois ímãs a dois carrinhos e a seguir coloca-se os dois carrinhos sobre uma superfície plana a horizontal de uma forma tal que os polos nortes dos dois ímãs fiquem voltados um para o outro. Largando-se a seguir os dois carrinhos observa-se que eles passam a se mover, com movimentos acelerados, afastando-se um do outro. Tal facto ocorre porque o ímã 1 exerce sobre o ímã 2 uma força, enquanto que o ímã 2 exerce também uma outra força sobre o ímã 1, tais forças tendo sentidos opostos.

3.4 Torque

Para explicar esse conceito físico vamos citar uma situação que Halliday e Resnick, (2012), traz para explicar o torque, onde o autor refere à maçaneta de uma porta e dobradiças, para explicar por qual motivos essas peças se encontra nessas posições. Explica o autor dizendo

²⁹ Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/dinamica-as-leis-de-newton.htm>> Acesso em out.2017.

que a maçaneta de uma porta fica mais longe possível das dobradiças porque fica mais fácil aplicar uma força na aquela posição para abrir a porta, ou seja, quando mais longe a maçaneta estiver das dobradiças da porta, menos força é aplicada para fazer a porta movimentar e quanto mais próximo a maçanetas estiver das dobradiças mais força será aplicado para fazer a porta entrar em movimento.

Partindo desse raciocínio podemos dizer que torque é uma grandeza Física vetorial físico, que é definido a partir da componente perpendicular ao eixo de rotação da força aplicada sobre um objeto que é efetivamente utilizada para fazê-lo girar em torno de um eixo ou ponto central conhecido como ponto pivô ou ponto de rotação. Ela é definida matematicamente como:

$$\tau = (r)(F \sin\phi) \quad (3.39)$$

Também existem duas formas equivalentes que podemos calcular o torque, que é dada por:

$$\tau = (r) (F \sin\phi) = rF_t \quad (3.40)$$

e

$$\tau = (r \sin\phi)(F) = r_{\perp}F \quad (3.41)$$

onde ϕ é o ângulo entre os vetores \vec{F} e \vec{r} . Pelas leis de Newton sabemos que $F_t = F \sin\phi$, onde F é o modulo da força aplicada, r é o raio que sai do centro de eixo até a extremidade tomada, r_{\perp} é a distância perpendicular entre o eixo de rotação que passa por um ponto e uma reta que coincide com a direção de vetor \vec{F} . “Essa reta é chamada de linha de ação de \vec{F} e r_{\perp} é o braço de alavanca de \vec{F} ”, (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.102).

Agora fica claro entender o conceito de torque, é ação de girar ou torcer uma força \vec{F} . A sua unidade de medida no SI é o newton-metro (N . m), a partir da sua forma podemos perceber que torque é proporcional ao raio, ou seja, quando maior for raio maior será o torque (menos força será aplicada para fazer o giro).

Se relacionamos o torque resultante τ_{res} aplicado a um corpo rígido à aceleração angular α produzido pelo torque, analogamente vamos cair na Segunda Lei de Newton ($F_{res} = ma$). Substituindo F_{res} por τ_{res} , m por I e a por α , vamos ter o seguinte:

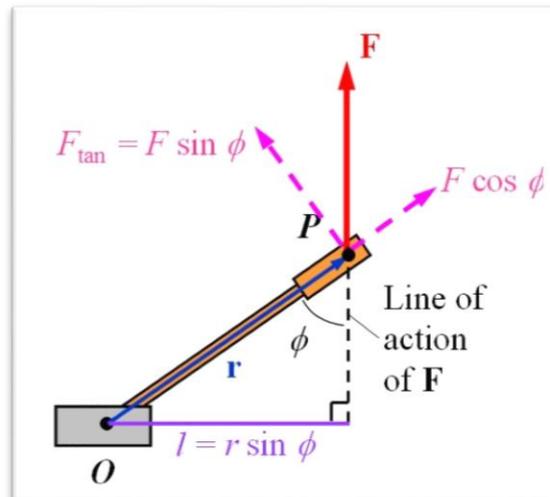
$$\tau_{res} = I\alpha . \quad (3.42)$$

A Eq. 3.42 mostra a Segunda Lei de Newton para rotações. Para demostramos a seguinte equação, vamos supor um corpo rígido constituído por uma partícula com massa m na extremidade de uma barra de massa desprezável de comprimento r e a partícula move pode se mover apenas em uma trajetória com o centro no eixo de rotação, como ilustra a figura 3.7.

Agora vamos imaginar que uma força \vec{F} atua sobre a partícula, como o movimento é circular, ao decomposmos a força, vamos ter apenas componentes tangencial da força F_t . Relacionado F_t com aceleração tangencial a_t da partícula ao longo da trajetória através da Segunda Lei de Newton, vamos ter:

$$F_t = ma_t. \quad (3.43)$$

Figura 3.6 Decomposição das forças numa situação de torque.



Fonte: Mini Physics³⁰

De acordo com a Eq. 3.40, o torque que age sobre uma partícula é dado por:

$$\tau = F_t r = ma_t r. \quad (3.44)$$

Agora de acordo com a Eq. 10-22 de Halliday e Resnick (2012) sabemos que $a_t = \varphi r$. Substituindo Eq. 3.43, Eq. 10-22 do livro na nossa Eq. 3.44, vamos ter:

$$\tau = m(\varphi r)r = (mr^2) \varphi. \quad (3.45)$$

Segundo a Eq. 10-33 de Halliday e Resnick (2012), vamos ter que $(mr^2) = I$ que é o momento da inercia. Com isso podemos reduzir a nossa Eq. 3.45, vamos ter:

$$\tau = I\varphi. \quad (3.46)$$

A Eq. 3.46 representa um ângulo em radianos. Agora se a partícula estiver submetida a várias forças, podemos generalizar a nossa Eq. 3.46, escrevendo seguinte:

$$\tau_{\text{res}} = I\varphi. \quad (3.47)$$

³⁰ Disponível em: <<https://www.miniphysics.com/uy1-torque-angular-acceleration.html>> Acesso em out. de 2017.

Para o nosso estudo é muito importante calcularmos o momento de inércia de uma barra, que será muito útil para explicação no capítulo 4. Para isso vamos entender a sua base. Para um sistema discretos de corpos continua temos que a inercia é:

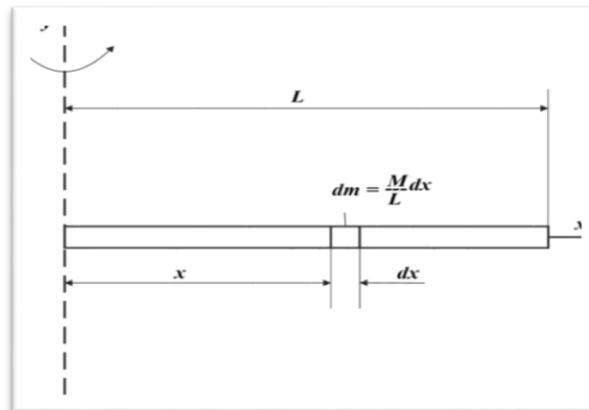
$$I = \sum(m_i r_i^2), \quad (3.48)$$

se subdividirmos o corpo em pequenas porções, no limite quando a massa de cada porção vai a zero, a somatória acima se transforma na integral:

$$I = \int r^2 dm . \quad (3.49)$$

Onde r é a distância ao eixo, de cada parcela dm do corpo, mas o queremos é calcular é momento de inercia numa barra. De acordo com a figura 3.7, vamos calcular o que queremos.

Figura 3.7 Representação de uma barra uniforme



Fonte: Ebah³¹

A figura representa uma barra fina de comprimento L e massa M , em relação ao eixo que passa por sua extremidade. Vamos utilizar a seguinte equação 3.49 para calcularmos o que queremos:

$$I = \int r^2 dm. \quad (3.50)$$

Temos um pedaço dm da barra, situado na posição x , ocupa uma extensão dx da barra. Supondo que a densidade linear de massa λ .

$$dm = \lambda dx, \quad (3.51)$$

nesse caso sabemos que:

$$\lambda = \frac{M}{L}, \quad (3.52)$$

³¹ Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABQLcAD/relatorio-momento-inercia?part=2>> Acesso em out. de 2017

logo,

$$dm = \frac{M}{L} dx, \quad (3.53)$$

como mostra a figura 3.7, também pela figura podemos notar que, $r^2 = x^2$. Substituindo Eq.3.53 na Eq. 3.50, vamos obter:

$$\begin{aligned} I &= \int_0^L x^2 \frac{M}{L} dx = \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx \\ I &= \frac{M}{L} \frac{x^3}{3} \Big|_0^L = \frac{M}{L} \frac{L^3}{3} \\ I &= \frac{ML^2}{3}. \end{aligned} \quad (3.54)$$

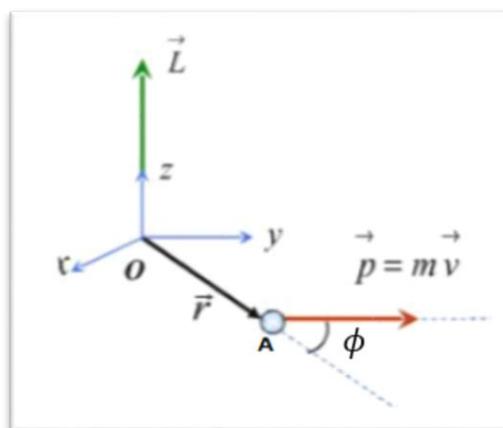
É muito importante registrar aqui, que também podemos definir o torque como sendo:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (3.55)$$

3.5 Momento Angular

Momento angular é uma grandeza física que também está associado a rotação ou giro de um determinado corpo. Ela é muito importante, porque na ausência de torques um corpo vai preservar o seu momento angular. Para entendermos melhor, vamos compará-la com o momento linear \vec{p} . O momento angular é o correspondente a momentos linear para movimentos de rotação.

Figura 3.8 Definição de momento angular.



Fonte: Plataforma Instituto Andino³²

³² Disponível em: < <https://bachilleratoenlinea.com/educar/mod/lesson/view.php?id=3701> > Acesso em out. de 2017

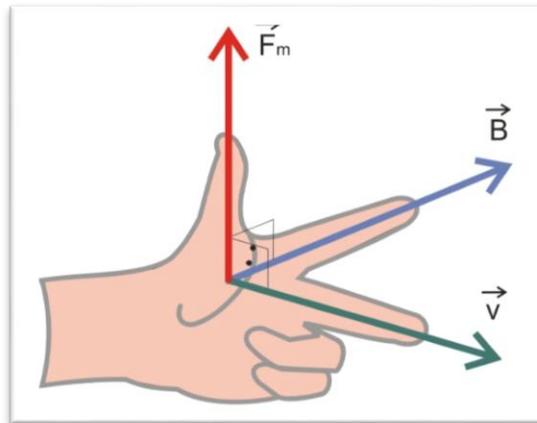
A figura 3.8 representa “uma partícula de massa m e momento linear \vec{p} ($m\vec{v}$) que está passando pelo ponto A de um eixo xy . O momento angular $\vec{\ell}$ da partícula em relação a origem O é uma grandeza vetorial definida através da equação”: (HALLIDAY e RESNICK, 2012, pg.102).

$$\vec{\ell} = \vec{r} \times \vec{p} = m (\vec{r} \times \vec{v}) \quad (3.56)$$

onde \vec{r} é o vetor posição da partícula em relação a O. A grande diferença nesse caso é que para termos o momento angular em relação à O, a partícula não precisa estar girando em torno de O. Agora se formos comparar a Eq. 3.55 e Eq. 3.56, vamos ver que a relação entre o momento angular e momento linear é a mesma entre o torque e a força. A unidade de medida do momento angular no SI é dada por quilograma metro quadrado por segundo ($\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$), que equivale ao joule-segundo (J .s).

É de suma importante registrar o uso da regra de mão direita (ver figura 3.8) nesse caso. O dedo polegar vai representar qual o sentido do $\vec{\ell}$ nos eixos, onde o sentido positivo corresponde a uma rotação do vetor posição \vec{r} no sentido anti-horário em torno do eixo z, associado ao movimento da partícula e o sentido negativo de $\vec{\ell}$ corresponde a uma rotação de \vec{r} em torno do eixo z no sentido horário.

Figura 3.8 Regra da mão direita



Fonte: Aprender Eletricidade³³.

Para calcularmos o módulo de $\vec{\ell}$, vamos utilizar a equação 3-27 do livro de Halliday e Resnick, para escrever o seguinte:

$$\ell = mv \sin \phi \quad (3.57)$$

³³ Disponível em: <http://aprenderelectricidade.com/regra-da-mao-direita-2/>

onde ϕ é o menor ângulo entre \vec{r} e \vec{p} quando os dois vetores têm uma origem comum. Agora de acordo com a figura podemos rescrever a Eq. 3.57 da seguinte maneira:

$$\ell = rp_{\perp} = rmv_{\perp} \quad (3.58)$$

de acordo com a forma vamos ter que p_{\perp} é a componente \vec{p} perpendicular a \vec{r} e v_{\perp} é a componente de \vec{v} perpendicular a \vec{r} . Da mesma forma podemos reescrever a equação 3.57, tornando ela como:

$$\ell = r_{\perp}p = r_{\perp}mv \quad (3.59)$$

onde r_{\perp} é a distância perpendicular entre O e a expansão \vec{p} .

3. 5. 1 Segunda Lei de Newton para Rotações

De acordo com essa lei, podemos escrever para uma partícula isolada:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (3.60)$$

a partir do que já discutimos podemos rescrever a equação 3.58, da seguinte forma:

$$\vec{\tau}_{res} = \frac{d\vec{\ell}}{dt} \quad (3.61)$$

A equação de 3.61, representa a segunda lei de newton aplicado ao movimento de rotação de uma partícula isolada. Para demonstramos essa equação vamos pegar Eq. 3.57,

$$\vec{\ell} = \vec{r} \times \vec{p} = m (\vec{r} \times \vec{v})$$

onde o \vec{r} é o vetor posição da partícula e \vec{v} é o vetor velocidade da partícula. Vamos derivar elas em relação ao tempo, vamos obter:

$$\frac{d\vec{\ell}}{dt} = m \left(\vec{r} \times \frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{v} \right). \quad (3.62)$$

Sabemos que $d\vec{v}/dt$ é a aceleração \vec{a} da partícula e $d\vec{r}/dt$ é a velocidade \vec{v} . Logo vamos ter:

$$\frac{d\vec{\ell}}{dt} = m (\vec{r} \times \vec{a} + \vec{v} \times \vec{v}),$$

sabemos que $\vec{v} \times \vec{v} = 0$, então vamos ter:

$$\frac{d\vec{\ell}}{dt} = m (\vec{r} \times \vec{a}) = \vec{r} \times m\vec{a}.$$

Repare que podemos utilizar a segunda lei de newton aqui nesse caso. vamos substituir $m\vec{a}$ por \vec{F} , teremos:

$$\frac{d\vec{\ell}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}_{res} = \sum(\vec{r} \times \vec{F}). \quad (3.63)$$

Fazendo a soma de produtos vetoriais para todas as forças. De acordo com a equação Eq.3.55, podemos escrever a Eq. 3.63, como sendo:

$$\vec{\tau}_{res} = \frac{d\vec{\ell}}{dt}.$$

Finalmente provamos o que queríamos.

CAPÍTULO IV ROTEIRO DE UMA AULA EXPERIMENTAL DE FÍSICA NO TRAPITXI

Nesse capítulo vamos elaborar um roteiro para uma aula experimental de física, na qual o nosso laboratório vai ser o espaço onde o *trapitxi* está centralizada. Os experimentos vão ser baseada no processo de produção de *grogu* que a máquina é submetida, a partir das observações e anotações necessárias. As discussões teóricas sobre os conceitos físicos utilizados nesse capítulo já foram discutidos no capítulo 3. Por tanto, caso haja necessidade de confirmar as teorias, para relacionar com a discussão feita aqui, sinta-se no direito de rever o capítulo anterior.

Aula experimental

- Movimento Circular Uniforme – MCU;
- Mecânica Newtoniana;
- Torque;
- Momento Angular.

4.1 Objetivos:

- Compreender os conceitos fundamentais do movimento circular uniforme através do Trapitxi;
- Reconhecer as condições nas quais podemos afirmar que um movimento é circular uniforme a partir do Trapitxi;
- Tabela as posições da força animal em uma função de tempo e determinar a frequência e período do movimento;
- Analisar as forças que atuam nesse processo e fazer algumas análises;
- Determinar o torque do Trapitxe pelas duas formas discutida no capítulo 3;
- Determinar o momento de inércia dos braços de Trapitxi;
- Determinar o momento angular no processo de movimentação do Trapitxi.

4.2 Materiais

- Trapitxi;

- Tração animal (boi, cavalo);
- cronômetros;
- Cordas;
- Metro;
- Papel milímetro;

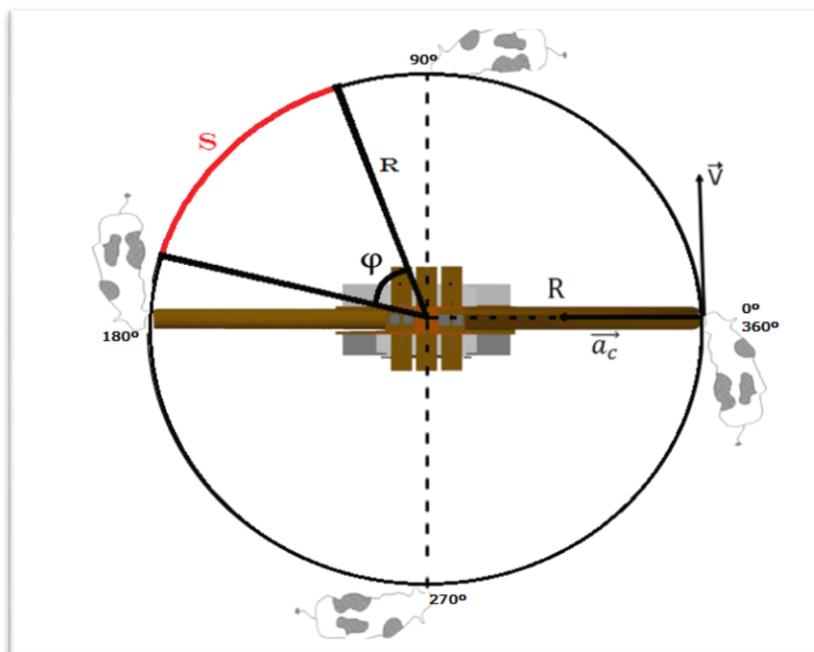
4.3 Introdução Teórica

Essa parte do roteiro já foi discutido no capítulo 3, caso tenha alguma dificuldade em compreender os dados experimentais, veja o capítulo 3, que vai acompanhar toda a discussão teórica sobre os assuntos aqui colocada.

4.4 Procedimentos experimental de Movimento Circular Uniforme.

Coloca o trapitxi numa base circular, onde será dividida em x ângulos de x graus com ajuda de uma corda para marcar esses ângulos, como mostra a figura 4.1.

Figura 4.1 Movimento circular do Trapitxi com representação dos seus componentes



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

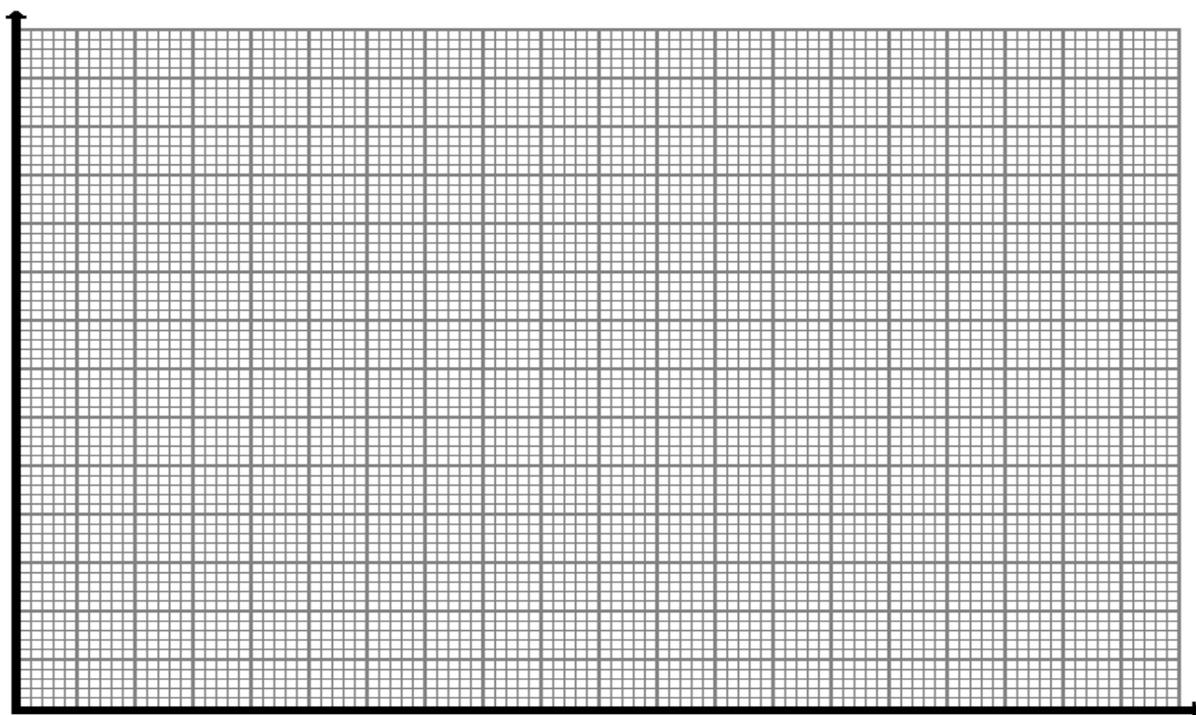
Após iniciar o movimento anote as posições angulares e os respectivos intervalos de tempo durante uma volta completa do boi. Preencha a tabela a baixo.

Tabela 1

Posição Angular (φ)	Medida 1 (s)	Medida 2 (s)	Medida 3 (s)	Média (s)
$\varphi_0 = 0$	$t_0 = 0,000$	$t_0 = 0,000$	$t_0 = 0,000$	$t_0 = 0,000$
$\varphi_1 =$				
$\varphi_2 =$				
$\varphi_3 =$				
$\varphi_4 =$				
$\varphi_5 =$				

Com os dados da Tabela 1, construa o gráfico posição Angular (φ) *versus* instante (t) do movimento. *Instruções para o gráfico:* Escolha escalas apropriadas nos eixos do gráfico, de maneira que todo o espaço milimetrado seja utilizado, marque os pontos experimentais; trace uma reta que se ajuste aos pontos experimentais, ou seja, tenha a mesma quantidade de pontos nos dois lados, se comportando como uma reta mediana.

Gráfico 1



A partir dos dados encontrados em primeiro experimento e observação feita no trapitxi, completa a tabela em baixo de acordo com as equações necessária.

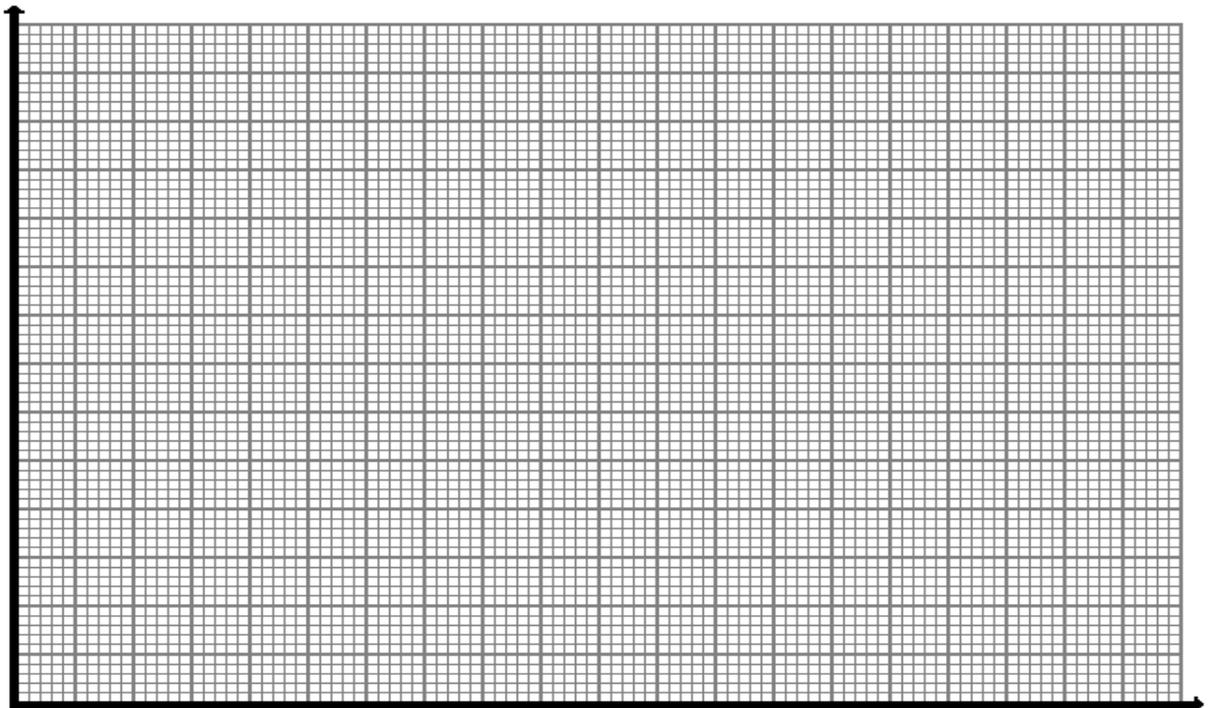
Tabela 2

Posição Angular	Deslocamento $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$	Intervalo de tempo $\Delta t = t - t_0$	Velocidade média $\Delta\omega = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
$\varphi_0 =$			
$\varphi_1 =$			
$\varphi_2 =$			
$\varphi_3 =$			
$\varphi_4 =$			
$\varphi_5 =$			

O movimento é circular uniforme? Justifica a sua resposta.

Agora com base na tabela 2, faça um gráfico da velocidade angular em função do tempo.

Gráfico 2



Com uma fita métrica, meça o comprimento de braço do trapitxi que está encaixado no corpo do animal. Esse valor anotado vai ser o nosso raio, $R = \text{_____}$. Após essa medição coloque o animal na posição inicial zero como mostra a figura 4.1, com um cronometro marca os tempos que ela dá uma volta completa. Anote os tempos que ele finaliza uma volta completa na tabela 3 e calcule a sua frequência e o seu período nesse processo.

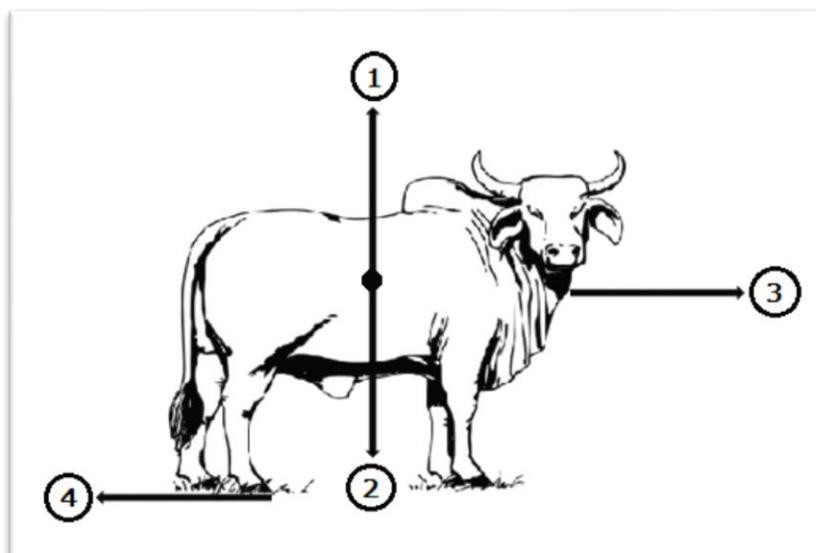
Tabela 3

Nº Rotação	Tempo (s)	Período: $T = \frac{2\pi R}{S}$	Frequência: $F = \frac{1}{T}$
1 Volta			
2 Volta			
3 Volta			
4 Volta			

4. 4. 1 Procedimento Experimental de Mecânica Newtoniana.

A figura 4.2 mostra o boi no seu processo de trabalho na produção de *grogú*, girando o braço de trapitxi fazendo as engrenagens entrarem em movimento, para que o processo da trituração da cana aconteça.

Figura 4.2 Representação das forças no boi no trapitxi.



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

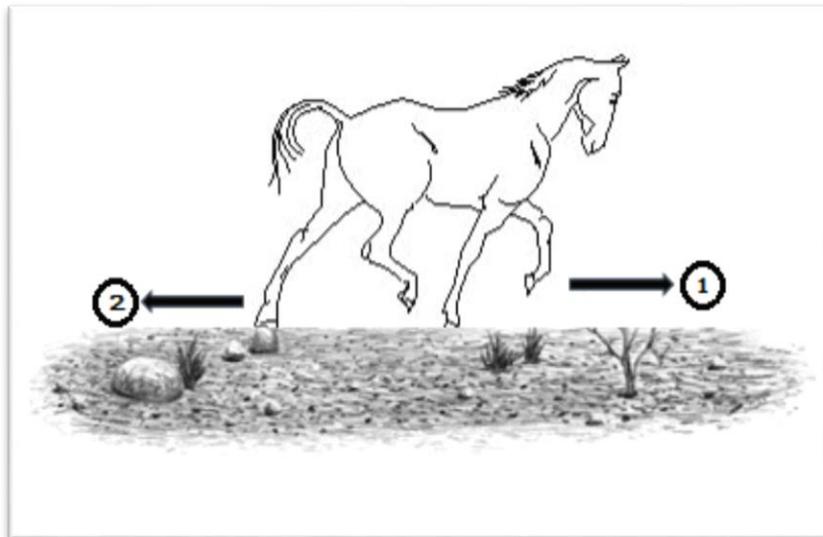
Podemos perceber que nesse processo a fonte da força é o boi. Observe bem o animal no seu movimento, analise quais as forças estão presentes nesse processo. Utilize a figura 4.2 como referência e complete a tabela 4 com os números mostrada na mesma figura, correspondente a sua força.

Tabela 4

Forças	Números
F_g	
F_n	
F_{at}	
F	

Durante o momento em que o boi faz o movimento, segundo a mecânica newtoniana, vamos nos deparar com algumas situações em que teremos pares de ação e reação em todo o processo da trituração da cana. Uma das situações mais fácil de se identificar, é quando o animal está se movimento, como ilustra a figura 4.3

Figura 4.3 O animal em movimento



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

Observe o movimento do animal e identifique como se dá os pares de ação e reação durante o movimento. Tome a figura 4.3 como referência, partindo do que você observou, preencha a tabela 5 com os números, que se encontra na figura.

Tabela 5

Pares de ação e reação	Números
Ação	
Reação	

Explica com suas palavras como acontece esse processo de pares de ação e reação para fazer o animal se deslocar? No processo de trituração da cana por meio do trapitxe, explique como funciona os pares de ação e reação?

Desprezando as forças de atrito, e tomando o tempo já marcado, para que o boi possa atingir a sua velocidade de translação uniforme, qual é a força realizada nesse processo?

4. 4. 2 Torque e Momento Angular

De acordo com os resultados obtidos nos experimentos anteriores e as medidas realizadas, calcule o torque no trapitxi (calcule ela por dois métodos, utilizando a equação 3.39 e 3.55). Discuta a importância do torque para a eficiência da máquina.

Calcule o momento da inércia num dos braços do trapitxi (Dica: Utiliza a equação 3.54 do capítulo 3, substituindo os valores medidos)? Discuta o que significa esse resultado para o trapitxi?

Calcule o momento angular do Trápitxe (dica: utiliza equações 3.56).

CAPÍTULO V EFICIÊNCIA NO *TRAPITXI*: PROPOSTA DE UMA NOVA MÁQUINA COM MAIOR CAPACIDADE

Nesse capítulo vamos apresentar uma proposta para elaboração de um novo *Trapitxi*, a partir de aplicação de alguns conceitos Físicos. Ao elaboramos esse trabalho, percebemos que podíamos melhorar a eficiência da máquina, fazendo com que ela tenha um maior rendimento, possibilitando um aumento na sua capacidade de produção. A ideia de propor um novo *Trapitxi*, surge no momento de pesquisa de campo, quando o proprietário do local onde foi feita a pesquisa nos disse: *“Vocês que estão mais novos e já conhecem outro mundo, nos ajude a preservar a nossa máquina. Hoje quase ninguém utiliza Trapitxi, porque as “máquinas” moi a cana mais rápido, e as pessoas por motivo da grande escala de produção preferem utilizar esse mecanismo, mas o grogu produzida com a calda moída pelo Trapitxi é muito melhor do que as produzidas nas “máquinas”. Mas nós não precisamos de muito, se vocês conseguirem melhorar a nossa máquina, para produzir dois mil litros de calda de cana por dia, ficaríamos muito agradecido, porque o Trapitxi não vai acabar.”*

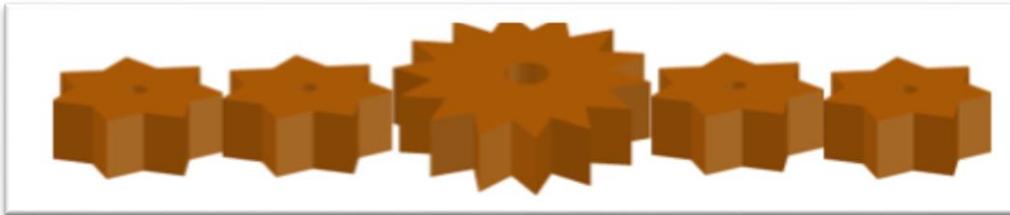
Essas palavras me comoveram, a ponto de pensar na realidade de vida desses homens que vivem no interior produzindo conhecimento, que foi preservado por gerações. Hoje sofrem com os avanços tecnológicos, que roubam os seus mercados de trabalhos dentro das suas próprias terras, sabendo que eles não tiveram como acompanhar esses avanços, devido ao percurso que vivemos na história da humanidade. Foi a partir desse pensamento que surgiu a pergunta, o que fazer para ajudar esses homens?

Primeira coisa a se pensar, é como fazer o *Trapitxi* aumentar a sua capacidade produtiva. Bom, a partir das análises feitas na máquina, percebemos ser possível teoricamente aumentar a sua capacidade produtiva. Nesse capítulo, apresentaremos essas melhorias hipotéticas na máquina. É importante ressaltar que as hipóteses aqui levantadas para a eficiência da máquina não foram comprovadas a partir de nenhum experimento.

Pelo capítulo 2, vimos que umas das peças mais importante da máquina, que faz a ela realizar o seu trabalho, moendo a cana é a combinação entra a peça (11) e (13) da figura 2.2 (a), que trata da física de engrenagem. Por esse caminho, se formos analisar a figura 2.6, vamos ver uma combinação de iguais, que dependem do movimento do cilindro do meio para se movimentarem. Os raios da circunferência dos 3 cilindros são iguais, note que se pegamos os dois cilindros laterais da figura 2.6 e dividirmos os raios das suas circunferências por dois, vamos ficar com quatro cilindro com metade do raio do cilindro do meio, ou seja, o cilindro do meio vai ficar com dobro do raio, dos cilindros laterais que foram divididos por dois.

Nessa mesma lógica, vamos analisar a figura 2.7, que mostra a combinação de três engrenagens iguais. Cada uma das engrenagens tem catorze dentes. Da mesma forma que fizemos para o caso anterior, vamos fazer aqui. Vamos dividir as duas engrenagens laterais por dois, vamos ficar com quatros engrenagens nos laterais com metade do raio a o do meio e metade dos dentes, como mostra a figura a figura 5.1.

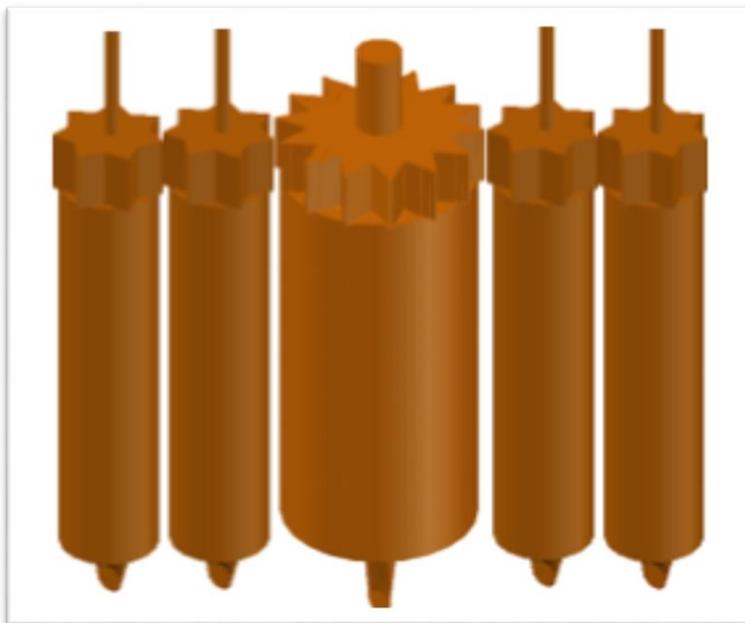
Figura 5.1 – Engrenagens laterais das peças da figura 2.7 dividido por dois.



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

Da mesma forma que fizemos no capítulo dois, vamos fazer aqui, vamos juntar essas peças da figura 5.1 com as da figura 2.6, que também foi dividido as suas peças laterais por dois. Veja a figura 5.2.

Figura 5.2 – Novas combinações de engrenagens do Trapitxi com peças diferentes



Fonte: Igor Oscar Teixeira.

Veja que na figura 5.2 não temos, mas três combinações de cilindros e engrenagens, como o *Trapitxi* original ilustrada na figura 2.8. Mas você poderia perguntar, o que isso

significaria? O que isso tem a ver com a eficiência da máquina? É simples entender o que queremos mostrar, essas combinações das peças da figura 5.2 que vão moer a cana, elas vão passar por meios dos cilindros, duas pessoas trabalham nessa parte de máquina, uma na parte de frente e outra na parte de trás. O da parte de frente coloca a cana num dos espaços que fica entre os cilindros, o que fica de parte de trás da máquina, recebe a cana em partes moída e coloca em outro espaço que que fica entre os cilindros, e vão fazer esses trabalhos sucessivamente.

A grande diferença agora, é que temos cinco combinações de cilindros para moer a cama. Isso significa que nesse novo modelo de *Trapitxi* que vai ser proposto, na parte dos cilindros, onde é moído a cama vamos ter 4 pessoas trabalhando, duas na parte de frente da máquina e duas na parte trás. Com isso o *Trapitxi* passara a moer o dobro de cana. Segundo o proprietário do lugar onde foi feita a pesquisa, a máquina produz mil litros de calda de cana por dia. Com a aplicação dessa nova ideia o *trapitxi* passa a produzir o dobro (dois mil litros por dia).

Dentro desse mesmo ideia que estamos trabalhando, podemos analisar um outro fator que vai contribuir muito para o aumento da produção da máquina. Se fomos analisar a figura 5.2, vamos ver que temos cinco peças, cinco cilindros acompanhados de engrenagens, note que dessas peças a do meio é o dobro das laterais. A engrenagem da peça do meio tem 14 dentes, e o das peças laterais tem sete, e todo o movimento dessas peças se dão a partir do movimento da peça do meio. Significa que quando a peça do meio completar uma volta completa, as peças laterais vão completar duas voltas, diferente do *trapitxi* que temos, por seus cilindros e engrenagens serem iguais, quando a peça do meio completar uma volta completa, as peças laterais vão completar uma volta também.

Com isso vamos aumentar a velocidade com que a cana passa por espaço de cilindro por duas vezes. Como nesse novo *trapitxi* vamos ter duas pares de pessoas trabalhando, sabendo que a velocidade com que a cana aumentou duas vezes mais, vamos ter que, se o *trapitxi* que se tem, produz diariamente mil litros de calda, por esse método passara a produzir quatro mil litros de calda.

Um outro conceito físico que pode ser aplicado nesse novo *Trapitxi* para aumentar a sua capacidade produtiva é o torque. Pela equação 3.38 do capítulo três, temos que torque é dado por:

$$\tau = (r)(F \sin\phi),$$

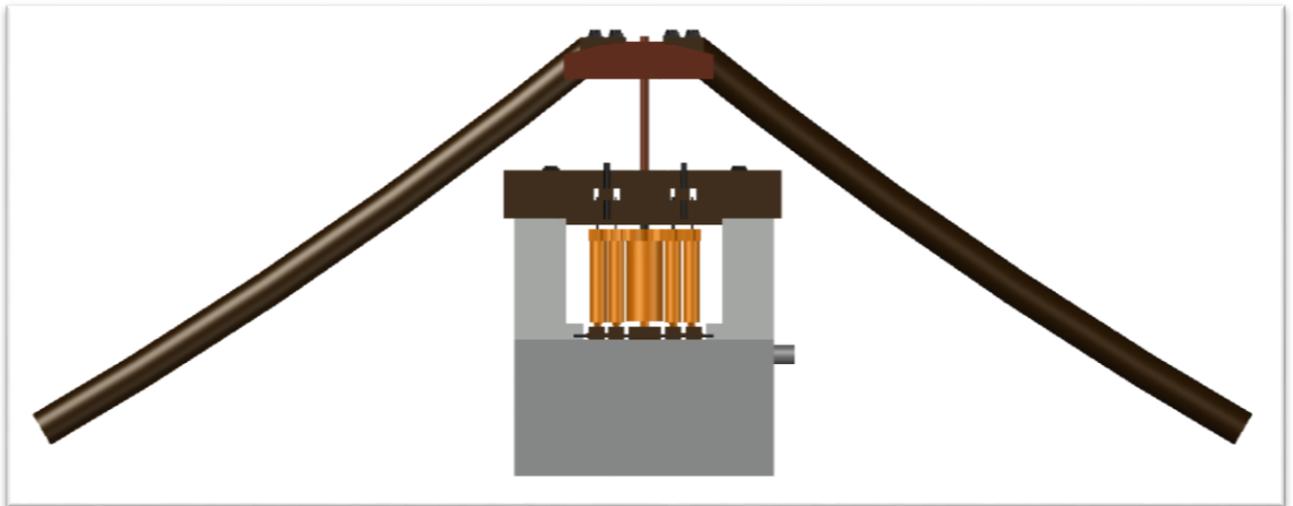
ou pela equação 3.54, que diz que o torque é:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}.$$

Como já foi discutido no capítulo três, sabemos que o torque está relacionado com a capacidade do giro. Pelas seguintes equações, podemos dizer que o torque é proporcional ao raio, quando maior o raio maior o torque, ou seja, quando maior for o raio, menor será a força aplica para fazer o objeto a girar. No trapitxi isso vai funcionar da seguinte maneira, quanto maior for os braços do Trapitxi, menor será a força do boi para fazer a máquina girar. Com essas observações podemos estimar a que a capacidade de produção da máquina, pode aumentar duas vezes mais. Somando com o que tínhamos encontrado, vamos totalizar oito mil litros de calda.

Significa que, teoricamente, esse novo Trapitxi proposto por esse capítulo, tem a capacidade de produzir oito mil litros de calda de cana por dia, ao contrário do que temos na atualidade, produzindo mil por dia. Com isso conseguimos propor uma nova máquina, com maior capacidade de produção, sem mesmo perder a estrutura da máquina anterior. Veja a figura 5.3 o modelo de novo Trapitxi, com maior eficiência produtiva.

Figura 5.3 – Modelo do novo trapitxi com maior eficiência produtiva



Fonte: Igor Oscar Teixeira

CAPÍTULO VI CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, tive oportunidade de conhecer e analisar várias coisas relacionadas com o tema proposto. Foi uma pesquisa de campo realizada em outro país, o que me dificultou muito na colheita de dados para o trabalho, mas as dificuldades não foram maiores que a minha força para alcançar todo aquilo que foi objetivado. Do que foi proposto inicialmente, com grande precisão conseguiu-se ser discutir e apurar resultados consoante os objetivos de trabalho.

No que se refere ao processo de ensino aprendizagem, a partir desse trabalho pude perceber que esse processo pode ser construído de várias formas. O processo de ensino aprendizagem tem o caráter muito mais ampla do que muita das vezes é repassada nas escolas. Por esse trabalho, percebi que esse processo de ensino, tem que ser construído a partir de uma observação profunda do campo, onde vai ser construído tal processo, pois o conhecimento pode ser construído a partir de contextualização de espaço vivenciado, transformando a linguagem científica numa linguagem “popular”, capaz de facilitar a comunicação entre aluno e professor.

Precisamente no ensino das ciências exatas, por esse trabalho, conseguimos transformar um espaço onde é produzido *grogu* de cana, por meio do *Trapitxi*, que é um conhecimento preservado por várias gerações, em um laboratório para uma aula de Física experimental. Com esse resultado, podemos concluir que o ensino de ciências exatas não pode ser limitado somente na metodologia de ensino eurocêntrica, temos como adequar os conhecimentos científicos numa outra metodologia de ensino para facilitarmos o processo de ensino, respeitando o espaço tomado.

Se esse roteiro de aula experimental de física, a partir do *Trapitxi*, for adotado pelos professores Cabo-Verdiano no ensino secundário, em 9º e 10º ano, com certeza poderá ajudar os alunos a compreenderem melhores os conceitos físicos, nela trabalhada. Pois a partir dessa aula o aluno tem como contextualizar o conhecimento científico, trazendo tais conceitos para seu campo de observação. Também a partir dessa aula o imaginário de estudante, passará ser outro, pois permite que o campo de criatividade do aluno seja explorado, por meio da sua própria concepção, fazendo com que a mesmo tenha liberdade de construir o seu próprio conhecimento baseado em aquilo que o traz confiança e conforto.

Essa aula não vai explorar somente os conhecimentos de físicas, por meio dela podemos estar a trabalhar e fazer o exercício de interdisciplinaridade. O *Trapitxi* como sendo um patrimônio material de Cabo verde, fazendo com que, automaticamente quando o professor

trabalha a física por meio dessa aula, está a ensinar a história de Cabo Verde para os alunos, preservando a identidade e a cultura da mesma. Não só a física e história de Cabo Verde, pode ser trabalhado a partir desse roteiro, também pode se trabalhar a química, biologia, enfim, esse é o caminho para abrir vários outros caminhos.

Ao longo desse trabalho, pode perceber, como hoje vivemos sobre o domínio de uma ciência, que muitas das vezes não traz alternativa e nem solução para o homem Africano, pelo contrário, apenas desvaloriza e vandaliza a prática de produção de conhecimento do desses homens. No decorrer de estudo sobre a etnociência, que da sustentabilidade ao meu trabalho, reconhecendo, que o que os homens Cabo Verdianos produzem no *trapitxi* é um conhecimento ciência, que pode ser analisado dentro de ramo da Física, pode concluir que o mundo em que vivemos hoje, ela não é globalizada, mas sim ocidentalizado.

A produção de conhecimento científico se resume nas práticas dos homens ocidentais, imposta em nós, mas a verdade é que todos os povos têm as práticas e metodologias de produzir o conhecimento científico, que me leve a afirmar com certeza que os homens Africanos, não são “bruxos” e nem são “feiticeiros”, são homens que detém dos segredos da natureza com grandes capacidades de produzir conhecimento.

No decorrer do meu trabalho pode ter conhecimento que o *trapitxi* está no seu processo de extinção e corria o risco de num futuro não teríamos mecanismo de construir um *trapitxi* a moda Cabo-verdiana, porque ainda hoje, nos países Africanas as práticas de ensino prevalecem por meio da oralidade. Com isso o que se sabe é que até os dias de hoje não tem nenhum estudioso que catalogou a máquina, pensando que num futuro as novas gerações podem desfrutar do que foi vivido nesse passado por nós, mas por meio desse trabalho foi catalogado a máquina e sabemos agora que essa máquina não vai se perder sem ter um registro na forma de um documento.

De acordo com as pesquisas feita no campo, *Trapitxi* está entrando em extinção, por causa da sua baixa capacidade de produção em relações as maquinas industrial utilizado em Cabo Verde, mas por meio desse trabalho conseguimos melhorar a eficiência, fazendo com que ela tenha uma capacidade maior de produção. Atualmente os *trapitxi* que estão em funcionamento em Cabo Verde produzem geralmente mil litros de calda de cana por dia. No novo *Trapitxi* proposto por esse trabalho, a previsão segundo as alterações propostas, é de uma produção de oito mil litros por dia.

Isso significa que por meio deste trabalho ainda podemos melhorar a eficiência da máquina, melhorando a sua capacidade de produção, quem sabe até trazer o *trapitxi* de volta para o mercado se conseguirmos melhorar a sua capacidade produtiva, a partir dos

conhecimentos físicos e outros conhecimentos interdisciplinar que pode contribuir para elaboração de uma nova máquina, capaz de produzir o necessário para satisfazer as necessidades dos homens Cabo-Verdianos e preservando a sua estrutura de forma que a história e a cultura de Cabo Verde, prevalecem nelas. Essas ideias podem ser trabalhadas num futuro projeto de pesquisa para um programa de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

Alves, Â. G. C. (2008). **Pesquisando Pesquisadores: Aspectos Epistemológicos Na Pesquisa Etnoecológica**. 60ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 13 a 18/07/2008. São Paulo: Unicamp. Campinas.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. REGRAS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA APLICADAS AO LABORATÓRIO DIDÁTICO. **Departamento de Física – Ufsc**, Florianópolis – Sc, v. 17, n. 2, p.174-182, ago. 2000. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9064/9118>>. Acesso em: 09 out. 2017.

ANACLETO, Bárbara da Silva. **ETNOFÍSICA NA LAVOURA DE ARROZ**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2007. Disponível em: <<http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/72>>. Acesso em: 09 set. 2017.

ANDRADE, Elisa Silva. **As ilhas de Cabo Verde da “Descoberta” À Independência Nacional** (1460 – 1975). Paris, L’ Harmattan.

Borges, Margarida Lopes. Panorama histórico, político e sócio-econômico de Cabo Verde. In. _____ **Crianças e adolescentes em situação de rua na cidade de porto novo: cabo verde e suas estratégias de sobrevivência**. 2007. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Serviço Social do Departamento de Serviço Social da PUC - Rio. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=9860@1> Acesso em: 01 set. 2017. p. 15 – 31 (cap. 2).

BRÁSIO, António. **Descobrimento, povoamento, evangelização do arquipélago de Cabo Verde**, in Studio, Lisboa, julho, 1962, n. 14, p.49-97.

CABRAL, Iva Maria de Ataíde Vilhena. **A PRIMEIRA ELITE COLONIAL ATLÂNTICA Dos «homens honrados brancos» de Santiago à «nobreza da terra» (Finais do séc. XV – séc. XVII)**: Elites atlânticas: Ribeira Grande de Cabo Verde (séculos XVI-XVIII). 2013. 286 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Sociais e Humanas, Universidade de Cabo Verde, Praia, 2013. Cap. 3. Disponível em: <http://cvc.instituto-camoes.pt/eaar/coloquio/comunicacoes/iva_cabral.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2017.

Cabral, I., Santos, M.E.M., Soares, M.J., Torrão, M.M.F. (2012) **CABO VERDE, UMA EXPERIÊNCIA COLONIAL ACELERADA (SÉCULOS XVI-XVII)**. In: Portal Do Conhecimento Cabo Verde. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/358/1/Cabo%20Verde%20Uma%20Experi%C3%Aancia%20Colonial%20Acelerada%20%28Sec.XVIXVII%29.pdf>> Acesso em: 31 out. 2017.p. 1 – 27.

Carvalho, P. J., Madeira, B., A GÊNESE DE CABO VERDE - UNIDADE E DIVERSIDADE INSULAR. In _____ **Nação e Identidade: A Singularidade de Cabo Verde**. 2015. Tese (Doutoramento) Instituto superior de ciências social e Político em Ciências Sociais na especialidade de História dos Factos Sociais da Universidade de Lisboa. Lisboa 2015. Disponível em:

<<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/12823/1/Na%C3%A7%C3%A3o%20e%20Identidade%20%20A%20Singularidade%20de%20Cabo%20Verde.pdf>> Acesso em: 31 out. 2017. p. 37 – 65 (cap. 1 e 2).

COSTA, Ronaldo Gonçalves de Andrade. **OS SABERES POPULARES DA ETNOCIÊNCIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Revista Didática Sistemática, v. 8, n. 1809-3108, p.1-11, 08 jun. 2008. Semestral. Disponível em: <<https://www.seer.furg.br/redis/article/view/1303>>. Acesso em: 25 set. 2017.

D'Ambrósio, U. (s.d.). **O que é Etnomatemática**. Acesso em 10 de setembro de 2017, disponível em: http://www.ime.unicamp.br/lem/publica/e_sebast/etno.pdf.

D'AMORE, Bruno. Epistemologia, Didática da Matemática e Práticas de Ensino. **Boletim de Educação Matemática**, [s.i], v. 20, n. 28, p.1-29, out. 2007. Disponível em: <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore/635_Epistemologia_Didattica.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

DOMINGUINI, Lucas. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA COMO INTERMEDIADORA ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO ESCOLAR. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo v. 7, n. 2, p.1-16, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reped/article/view/472>>. Acesso em: 05 out. 2017.

ÉVORA, Ivete Maria Fortes. **A Produção da Aguardente na Ilha de Santo Antão e o seu Contrabando nos meados do século XX: um olhar histórico**. 2006. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ensino de História, Departamento de História e Filosofia, Instituto Superior de Educação, Praia, 2006. Cap. 3. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/simplesearch?query=A+Produção+da+Aguardente+na+Ilha+de+Santo+Antão+e+o+seu+Contrabando+nos+meados+do+século+XX:+um+olhar+histórico>>. Acesso em: 10 set. 2017.

FURTADO, João Paulo Mendes. **Evolução da Educação em Cabo Verde antes e depois da Independência**. 2008. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Supervisão e Orientação Pedagógica, Instituto Superior de Educação, Praia, 2008.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. **Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um trabalho interdisciplinar**. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 30, p. 3-9, nov. 2008a.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. **Saber Popular e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14., 2008b, Curitiba. Anais... Curitiba, 2008b.

HOLLIDAY, David; RESNICK. **Fundamentos da Física**. Rio de Janeiro: Performa, 2012.

LEIVAS, José Carlos Pinto; CURY, Helena Noronha. TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: EXEMPLOS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **Educação Matemática em Revista**, Rs, v. 1, n. 10, p.65-74, jun. 2009. Disponível em: <http://www.unifra.br/professores/13935/Leivas_Cury-EMR.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

LOPES, FRANCISCO, **A importância dos calores espirituais no panorama cabo-verdiano**, in Colóquios Cabo-verdianos, Nº 22, Lisboa, Junta de Investigação do Ultramar, 1959, pp. 131-140.

MATOS FILHO, Maurício A., Saraiva de. MENEZES, Josinalva Estácio., SILVA, Ronald de Santana da., QUEIROZ, Simone Moura., **A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EM CHEVALLARD: AS DEFORMAÇÕES/TRANSFORMAÇÕES SOFRIDAS PELO CONCEITO DE FUNÇÃO EM SALA DE AULA.**, [s.d]. [s.i]. Disponível em:<http://www.pucpr.edu.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/431_246.pdf>. Acesso em: out. 2017.

PEREIRA, Daniel A. **Das Relações Históricas Cabo Verde/Brasil: A Importância De Cabo Verde na formação No Mundo Atlântico.** Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2011. 19 p. Disponível em: <<http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2012/10562.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

PINHEIRO, Paulo César; GIORDAN, Marcelo. **O PREPARO DO SABÃO DE CINZAS EM MINAS GERAIS, BRASIL: DO STATUS DE ETNOCIÊNCIA À SUA MEDIAÇÃO PARA A SALA DE AULA UTILIZANDO UM SISTEMA HIPERMÍDIA ETNOGRÁFICO.** Investigações em Ensino de Ciências, [S.i], v. 15, n. 2, p.355-383, jul.2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/300>>. Acesso em: 03 set. 2017.

PIRES, Fernando de Jesus Monteiro do Reis. **Da Cidade da Ribeira Grande à Cidade Velha em Cabo Verde: Análise Histórico-Formal do Espaço Urbano Séc. XV – Séc. XVIII Câmara Municipal da Praia 2004.** 2004. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de História, Universidade de Cabo Verde, Praia, 2004. Cap. 2. Disponível em: <www.portaldoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/1240/1/Tese_mestrado_FP.pdf>. Acesso em: 06 set. 2017.

POLIDORO, Lurdes de Fátima; STIGAR, Robson. A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar. **Ciber Eologia: Revista de Teologia e Cultura**, [S.i], v. 1, n. 27, p.153-159, jan. 2010. Disponível em: <<http://ciberteologia.paulinas.org.br/ciberteologia/index.php/notas/a-transposicao-didatica-a-passage-m-do-saber-cientifico-para-o-saber-escolar/>>. Acesso em: 17 out. 2017.

QATHAFI, Muammar Al. **O Livro Verde.** [s.i]: Ridendo Castigat Mores, 1975.

RODRIGUES, Avelino Silva. **Gestão do Patrimônio Cultural – O caso do Sítio Histórico da Cidade Velha.** 2010. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Licenciatura em História Ramo-patrimônio, Departamento das Ciências Sociais e Humanas, Universidade de Cabo Verde, Praia, 2010. Cap. 2. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/simplesearch?query=Gestão+do+Patrimônio+Cultural+O+caso+do+Sítio+Histórico+da+Cidade+Velha&submit=Enviar>>. Acesso em: 10 set. 2017.

SANCHES, Celestino Ramos. **A cana-de-açúcar em Cabo Verde: Cultivo, Transformação e Comercialização.** Praia, outubro de 2005, 160 p. (Dissertação de Mestrado em História Contemporânea, Instituto Superior de Educação da Universidade Portucalense).

SANTOS, Iolanda da Silva. **RIBEIRA GRANDE: um lugar de memórias. Análise da Gestão do Patrimônio Cultural em Cabo Verde.** 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território, Universidade Federal do Abc, Santo André, 2014. Cap. 2. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/4760>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

SILVA. A. L. C. e. **Histórias de um Sahel insular.** Spleen – Edições - Praia. 2º ed.1996. Gráfica do Mindelo, Ltda. S. Vicente.

SILVA, Elcio Oliveira da. **Investigações no Ensino de Ciências**. Vol.4. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

SILVA, F.J. P.; FRAXE, T.J. **Saberes de populações tradicionais**: etnociência em processos de bioconservação. Contribuições a las Ciências Sociais, n.8, 2013.

SILVA JÚNIOR, Alcindo Bezerra. **OS ARTESÕES DO ALTO DO MOURA: Uma Investigação Etnomatemática**. 2015. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Sociais, Educação e Administração, Instituto de Educação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2015. Disponível em: <http://recil.grupolusofona.pt/bitstream/handle/10437/6887/Dissertação_Alcindo_final.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 set. 2017.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de. **Etnofísica, modelagem matemática, geometria... tudo no mesmo Manzuá. Amazônia** | Revista de Educação em Ciências e Matemática, [s.i], v. 9, n. 18, p.99-112, jan. 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/ALIXANDRINHO/Downloads/DialnetEtnofisicaModelagemMatematicaGeometriaTudoNoMesmoM-5870434.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

Williams, B. J., & Ortiz-Solorio, C. A. (1981). **Middle American folk soil taxonomy**. *Annals of the Association of American Geographers*, 71(3): 335-358.

