



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG)
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO (PROPESP)
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA (IMEF)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA-MNPEF POLO 21

JANKIEL ROBERT LOPES PIRES

A ESTUFA ESCOLAR COMO ESPAÇO DE ENSINO DE FÍSICA

Rio Grande, RS

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG)
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO (PROPESP)
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA (IMEF)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA-MNPEF POLO 21

JANKIEL ROBERT LOPES PIRES

A ESTUFA ESCOLAR COMO ESPAÇO DE ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Física à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF/ Polo 21/FURG.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Aline Guerra Dytz

Rio Grande
Setembro 2019

Ficha catalográfica

P667e Pires, Jankiel Robert Lopes.
A estufa escolar como espaço de ensino de física / Jankiel Robert
Lopes Pires. – 2019.
128 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Física, Rio Grande/RS,
2019.
Orientadora: Dra. Aline Guerra Dytz.

1. Estufa Escolar 2. Espaço de Ensino de Física 3. Tema Gerador
4. Interdisciplinaridade I. Dytz, Aline Guerra II. Título.

CDU 37:53

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

A Estufa Escolar como Espaço de Ensino de Física

Jankiel Robert Lopes Pires

Orientadora:

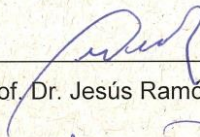
Prof^ª. Dr^ª. Aline Guerra Dytz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

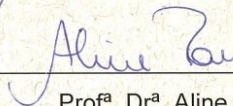
Aprovada por:



Prof^ª. Dr^ª. Aline Guerra Dytz



Prof. Dr. Jesús Ramon Briceño Barrios



Prof^ª. Dr^ª. Aline Cristiane Pan

Rio Grande

Setembro de 2019

Aprovado pela Banca Examinadora em 03 de setembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho,

a minha esposa, companheira desta caminhada terrena, que apesar de discordar das minhas concepções de vida em várias situações, tem estado sempre ao meu lado, num labor constante, com o objetivo de alcançar a melhor forma de atravessar este difícil processo de burilamento interior;

a minha orientadora Prof. Dr.^a Aline Guerra Dytz, que muito pacientemente tem me guiado, motivado, além de respirado e vivido, de forma conjunta, este projeto, praticamente desde o seu alvorecer;

ao coordenador do Programa de Pós-graduação do MNPEF Prof. Dr. Everaldo Arashiro, pela sua paciência, equilíbrio e capacidade de mediação. Que com trabalho constante, tem, conjuntamente com seu corpo docente, buscado pela excelência do programa;

aos educandos, da escola pública onde o produto foi aplicado, extensivo a todos os estudantes de escola pública que buscam com muita garra e determinação aprender, mesmo com todas as necessidades que frequentemente se passa nesses ambientes;

aos colegas professores que trabalham duramente, não raras vezes, sob condições que poderiam ser classificadas como desumanas e, apesar disso, não desistem, nunca, jamais, da obra de suas vidas. Ensinam, aprendem e vivem numa labuta constante na esperança (do verbo esperar) por dias melhores, por salários melhores, por condições de trabalho melhores. Vivem buscando e trabalhando por uma sociedade mais igualitária, solidária, justa e plural;

mais uma vez, meus agradecimentos à minha esposa, que muito pacientemente esteve sempre do meu lado e que de maneira muito compreensiva soube entender a minha ausência durante todo este tempo – este trabalho também é seu e que ele te sirva de estímulo rumo a objetivos mais altos;

aos meus pais, meus avós (inclusive os que já partiram deste mundo) e parentes que me acompanharam, mesmo de longe, e que torceram por mim, também acalentando meu coração nos momentos necessários;

a todos que não citei, mas que de alguma forma contribuíram ao longo do caminho. Muito obrigado!

aos verdadeiros heróis do País, os Professores, principalmente aos da Educação Básica, que tiram “leite de pedra”. Rogo ao Grande espírito que não desistam jamais. Lutar pacificamente ao lado de vocês, apesar das muitas batalhas e várias derrotas, tem sido a maior honra da minha vida! É preciso ter paciência e persistência, pois esta é a única forma de atingirmos os objetivos! Eles podem ter as armas, mas, nós, temos os “números”...

à CAPES que apoiou a realização deste trabalho;

e, finalmente, mas não menos importante, ao Grande Espírito, a Presença, ao Todo que está em Tudo, ao Grande Arquiteto do Universo, a Mãe Divina, ao Pai Divino, pais Internos que, constante e secretamente, me impulsionam ao moksha;

Obrigado Mãe Divina, por me carregar no colo nas horas de angústia as quais meu corpo cansado não mais se sustentava sozinho, principalmente, naqueles momentos de noites frias e gélidas em que sentado em meditação, pelas tuas bênçãos tranquilizastes e acalentastes meu coração tirando-me do mundo das angústias e agitações e colocando-me num mundo de divina e bendita calma e bem-aventurança!

Obrigado Mãe Divina! Gratidão!

Namastê!

RESUMO

Este trabalho busca algo fundamental na docência: a melhoria da prática daquele que ensina e está sempre aprendendo. Neste sentido, este quis se enveredar por um caminho que se aproximasse o máximo possível da pedagogia freireana, sem que, entretanto, se perdesse a linearidade curricular com a qual se vinha trabalhando, e também, com a qual a comunidade onde esse trabalho se realizou já estava tão acostumada. O objetivo principal foi a busca de uma nova metodologia para ensinar física. E isso foi feito por meio da construção, uso e manutenção de estufas num dos espaços da escola. Buscou-se por associações desta construção, bem como, de sua posterior utilização, com os conceitos comumente vistos no primeiro ano do ensino médio na disciplina de Física. De forma mais específica, foi feita uma sequência didática de cinco planos de aula, onde o primeiro envolveu a associação da construção das estufas com o ato de medir, os tipos de grandezas físicas e o Sistema Internacional de Unidades; o segundo trabalhou e relacionou com as estufas os conceitos de prefixos, múltiplos e submúltiplos, potência de base dez, notação científica e conversão de unidades; o terceiro relaciona o uso das estufas e a medida do crescimento de uma planta com os conceitos preliminares necessários para desenvolver a questão que envolve os movimentos (referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez, velocidade instantânea); o quarto buscou associar alguns tipos de movimentos propriamente ditos como o MRU, o MRUV e a QL com o crescimento de plantas; e o quinto e último buscou trabalhar o conceito de força, Lei de Hooke e Leis de Newton, por meio da construção de um dinamômetro que serviu para medir forças relativas à estabilidade das estruturas.

PALAVRAS-CHAVE: estufa escolar, espaço de ensino de física, tema gerador, interdisciplinaridade

ABSTRACT

This work seeks something fundamental in teaching: the improvement of the practice of those who teach and are always learning. In this sense, he wanted to take a path that was as close as possible to Freire's pedagogy, without, however, losing the curricular linearity with which he had been working, and also, with which the community where this work took place. I was so used to it. The main objective was the search for a new methodology to teach physics. And this was done by building, using and maintaining greenhouses in one of the school spaces. We sought associations of this construction, as well as its subsequent use, with the concepts commonly seen in the first year of high school in the discipline of Physics. More specifically, a didactic sequence of five lesson plans was made, where the first involved the association of the construction of greenhouses with the act of measuring, the types of physical quantities and the International System of Units; the second worked and related to the greenhouses the concepts of prefixes, multiples and submultiples, base ten power, scientific notation and unit conversion; The third relates the use of greenhouses and the measurement of the growth of a plant with the preliminary concepts necessary to develop the question that involves the movements (referential, position, trajectory, displacement, total distance traveled, particle, extended body, average velocity, average speed, instantaneous velocity); the fourth sought to associate some types of movements themselves such as uniform rectilinear motion, uniformly varied rectilinear motion and free-fall with plant growth; and the fifth and last sought to work on the concept of force, Hooke's Law and Newton's Laws, by constructing a dynamometer that served to measure forces relative to the stability of structures.

KEYWORDS: school greenhouse, physics teaching, sustainable school, school greenhouse for physics education

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MOTIVAÇÃO	17
3. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Gerais	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
4.1. À CAMINHO DA LUZ: UMA IDEIA SURGINDO DA PRÁTICA E UMA PRÁTICA SURGINDO DE UMA IDEIA	20
4.1.1 Da esperança à utopia viável	20
4.1.2 A consciência do inacabado	28
4.1.3 A tensão entre o antigo e o novo	33
4.1.4. Em busca de uma perspectiva motivadora e integradora	39
4.2. EM BUSCA DA AUTONOMIA USANDO A PERSPECTIVA FREIREANA E A FÍSICA	43
4.2.1. Um pouco do Pensamento Freireano em Demétrio Delizoicov	43
5. Grandezas Físicas, medidas, conceitos preliminares da cinemática, MRU, MRUV, QL, Força, Lei de Hooke e Leis de Newton	45
5.1 Medidas e Grandezas Físicas	45

5.2 Grandezas Físicas Escalares e Vetoriais	46
5.3 Sistema Internacional de Unidades	47
5.4 Grandezas Físicas Fundamentais e Derivadas	47
5.5 Potência de Base Dez, Notação Científica, Prefixos, Múltiplos e Submúltiplos, Conversão de Unidades	49
5.6 Conceitos Preliminares: Referencial, Posição, Trajetória, Deslocamento, Distância Total Percorrida, Partícula, Corpo Extenso, Velocidade Média, Rapidez, Velocidade Instantânea	51
5.7 Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e Queda Livre (QL)	53
5.8 Força, Leis de Newton e Lei de Hooke	57
6. PROBLEMATIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO EM AÇÃO: CONTRAPONDO A LINEARIDADE CURRICULAR AO CAOS DESORDENADO DA PESQUISA	62
6.1. Um barco com seu roteiro definido	62
6.2 Tempestade no caminho: viajando num oceano em fúria	68
6.3 O Tempo e o Vento	73
6.4. Cuidando para não afundar	79
7. A ESCRITA COMO FORMA DE INCENTIVO AO PENSAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE UMA NOVA PROPOSTA	84
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
10. APÊNDICE	94
PRODUTO EDUCACIONAL	94

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho surge de uma ideia simples, porém com um potencial de ser profundamente transformadora. E para começar vale colocar que a vida é mesmo uma bela caixinha de surpresas. Não raras vezes você se encontra sentado ao deleite de um lindo entardecer ou parado em pé observando aquele lindo horizonte da praia formado pelo abraço infinito do céu com o mar, ou ainda, em movimento, seja caminhando ou correndo. Em pé no ônibus (situação muito comum ao escritor!), conversando, dialogando com alguém, permitindo-se o deleite de um livre pensar e de repente vem aquele *insight* inesperado. Algo que vem de súbito ao pensamento sem qualquer interferência exterior. Ocorre como um download intuitivo de uma ideia ou um conjunto delas que, talvez, já tivessem sendo trabalhadas pelas camadas mais profundas do subconsciente. Difícil de dizer. Mas uma coisa é certa, às vezes são capazes de provocar mudanças profundas naqueles a quem percorrem. Dependendo da situação, possuem, inclusive, a prerrogativa de ir mais além, gerando mudanças profundas no meio ambiente no qual o sujeito se encontra inserido.

O trabalho apresentado tem pelo menos um pouco disso. Surge de uma situação natural ao ser humano. O diálogo entre pessoas interessadas em fazer algo mais. Em ir além de si mesmos, em, como diria Paulo Freire “ser mais”, (Freire, 1996). Em busca de algo mais não só de sua capacidade intelectual, mas de contribuir com a educação. Principalmente, no que tange a prática educativa do autor destas palavras. Em meio a um diálogo sobre a dissertação de Mestrado de um amigo, o escritor tem, conjuntamente com àquele, uma ideia, um *insight*, que apesar de simples, tinha, e ainda têm, o potencial de ser profundamente problematizadora, desafiadora, transformadora e, inclusive, integradora. Trabalhar com uma estufa escolar como espaço para o Ensino de Ciências e ainda mais especificamente como um espaço para o Ensino de Física.

Esta ideia surge como uma continuidade inovadora, adaptada e melhorada da pesquisa de dissertação desse amigo a respeito da horta como possibilidade de exploração do ensino de ciências. Mas qual foi o ponto de partida para tal diálogo? Certamente que a prática. Numa análise e autocrítica desta o autor destas linhas, após um período de observação de sua própria prática pedagógica, percebe a necessidade de introduzir novas metodologias e formas de ensino no seu trabalho. E apesar de algumas leituras de autores sobre a área da educação e de dialogar muito

sobre esta e seus possíveis rumos com colegas professores nos lapsos temporais que são favoráveis, ainda sentia que faltava algo que pudesse despertar de forma mais profunda uma ação pedagógica mais embasada e engajada. Em meio a este cenário surge a concepção do uso de uma estufa escolar como um espaço para o ensino de ciências e mais especificamente para o ensino de Física. Este conceito de estufa como espaço para o ensino do componente curricular de Física pode ser dividido, basicamente, sob duas perspectivas: uma conectada ao aproveitamento do espaço físico disponível na escola e outra relacionada a uma busca por uma melhor prática pedagógica do educador que possa vir a colocar os educandos como protagonistas de sua aprendizagem.

Há que se dissertar um pouco a respeito da primeira perspectiva. Não é algo tão raro visitar uma escola de ensino fundamental ou médio para se encontrar espaços ociosos que poderiam estar sendo melhor aproveitados em benefício da comunidade escolar. Uma das escolas à qual o escritor é nomeado e lotado com uma carga horária de vinte horas semanais, mais especificamente no turno da manhã, chamada de Escola Estadual de Ensino Médio Roberto Bastos Tellechea, encaixa-se exatamente neste contexto. Nela há um bom espaço que não está necessariamente parado, em repouso no sentido do seu não aproveitamento, entretanto, um olhar mais crítico e perspicaz seria capaz de enxergar novas possibilidades enchendo-o de maior dinamismo próprio do ambiente escolar. Isso fica muito evidente ao se fazer um passeio neste espaço no período de férias. Grande parte da escola citada fica tomada pelo capim. Ao se fazer uma incursão na sua história dialogando-se com professores e funcionários mais antigos verifica-se que a mesma foi criada no ano de 1984 aproximadamente no mesmo período de nascimento do bairro Parque Marinha, local onde a escola se encontra sediada. Com base nesses relatos, consta que haviam aulas de técnicas agrícolas em que boa parte do espaço era aproveitado para plantio. Muito era colhido desta horta ao ar livre. Ou seja, existiam aulas teóricas e experimentais com uma profícua troca entre teoria e prática e um excelente aproveitamento do espaço-tempo escolar. Consta ainda de alguns diálogos que aquilo que era produzido revertia-se para o refeitório da escola onde os próprios educandos colhiam conjuntamente com o educador o que haviam semeado e consumiam estes insumos por eles mesmos trabalhados.

Segundo narrativa dos servidores mais antigos ainda em atividade o projeto acabou em função das trocas de governos que acabaram por não manter as políticas

públicas e educacionais com a capacidade de incentivo que fora dada às escolas que possuíam estas mesmas características, a fim de manter este lindo trabalho que parece ter sido tão bem desenvolvido pela comunidade escolar. Ademais aqueles professores que ministravam aulas, como por exemplo a de técnicas agrícolas, com o tempo acabaram por se aposentar sem a sua respectiva substituição por outros que pudessem levar o trabalho adiante. Mais algumas hipóteses poderiam ser levantadas numa tentativa de buscar um maior entendimento dos motivos do encerramento do projeto. Inevitavelmente se acabaria por adentrar no campo das políticas educacionais que se fizeram presentes ao longo desta história, mais especificamente, no que tange às políticas públicas com as reais motivações da criação do bairro, bem como da escola com essa estrutura e configuração específica. Talvez, possa-se inferir que aqueles que assim o fizeram buscavam ensinar o valor do trabalho rural tomando como base a disponibilidade de espaço existente no processo de formação e povoamento daquela localidade. E por óbvio, uma análise mais aprofundada não poderia prescindir de uma maior contextualização da situação política, econômica, social, cultural, pela qual passavam o município de Rio Grande, o estado do Rio Grande do Sul e o país. Embora de suma importância, esse não é uma temática a ser aprofundada aqui. Como colocado anteriormente e como assim dispõe o título desta sessão a ideia é a de introduzir a temática a ser desenvolvida colocando um pouco da narrativa histórica onde esta se encontra inserida.

Cabe colocar que a ideia da estufa como espaço para o ensino de Física foi sofrendo várias modificações ao longo do desenvolvimento do projeto. A percepção inicial que o autor tinha era de que este espaço deveria ser uma estrutura grande, feita de madeira ou material. Entretanto, após dividir o conceito narrado com muitas pessoas; incluindo alunos do Pibid-Física entre os anos de 2016 e 2017, a orientadora que também ocupava o cargo de coordenadora do Pibid-Física nestes mesmos anos, professores do Mestrado Profissional, o amigo com o qual o projeto surge, entre outros; este vai sofrendo várias alterações. Havia várias telhas que eram sobras de uma troca de telhado de um salão chamado Pré-Enem. Uma das ideias era utilizar estas para a construção da estufa, no caso desta ser construída de madeira ou material. Inclusive, várias outras ideias foram sendo levantadas pelo grupo do Pibid-Física, entretanto, com o tempo houve a percepção que todas elas acabavam sempre esbarrando na questão burocrática. Ou seja, para a construção de uma estrutura do porte que se imaginava, em torno de 120 a 150 metros quadrados, era necessário um

projeto assinado por um engenheiro civil que deveria passar pela coordenadoria regional de obras (CRO) e posteriormente pela coordenadoria regional da educação (CRE), cada uma pertencente a uma pasta ou secretaria, respectivamente, secretaria estadual de obras e secretaria estadual de educação.

Ou seja, com o tempo o autor deste projeto acaba por perceber que o caminho seguido até então não levava a uma rota que fosse viável. Era necessário buscar uma mudança de perspectiva visando aquilo que estivesse no campo da viabilidade. Não só no campo do burocraticamente viável, mas também no campo do economicamente viável. Haja vista que, um fato era incontestável: a busca pelo material para a construção da estufa, também seria um desafio. Mas antes desta etapa, era imprescindível definir a forma mais viável para o início desta utopia. Esta começa a surgir, em meados de 2017 em conversas com professores do curso do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e com a orientadora deste trabalho. Entre agosto e setembro de 2017, surge a definição mais simples e viável: a construção de estufas menores utilizando materiais recicláveis ou, materiais com o menor custo possível. Faltava definir qual o tamanho das estufas e quantas seriam construídas no espaço que já havia sido programado e medido com o pessoal do Pibid-Física no final de 2016 e início de 2017. Havia três alternativas: ou se construía as estufas com os educandos com um tamanho e forma já programados e definidos pelo educador, ou se fazia essa construção de forma conjunta com os educandos com o professor levando um pré-projeto com possibilidade de alteração total do mesmo na medida que ocorressem as interações como os educandos, ou ainda, se deixava o projeto totalmente em aberto para ser plenamente e totalmente construído na interação educador-educando. A escolha foi pela segunda alternativa levando em conta a faixa etária dos alunos com os quais o projeto seria trabalhado e as dificuldades que os discentes poderiam vir a apresentar na associação desta experimentação com a Física.

A primeira escolha limitaria bastante as possibilidades inventivas e criativas dos alunos haja vista que se teria um projeto totalmente pronto a ser executado. Isso excluiria, por exemplo, a possibilidade de questionamentos críticos a respeito do porquê de construir dessa ou daquela maneira. Desse ou daquele tamanho, desse ou daquele formato, com esse ou aquele material. Enfim, teria se perdido a capacidade de debate em relação a montagem da estrutura e, conseqüentemente a autonomia que se quer semear no intuito de formar cidadãos críticos que tenham a capacidade

de pensar por si mesmos. A segunda escolha, parecia mais viável, uma vez que os educandos não partiriam do zero. Haveria um esboço da estrutura, com ideias de como construir e de como fazer as devidas intervenções neste espaço. Entretanto, isso ocorreria com a possibilidade de alteração em virtude do debate surgido da interação professor-aluno. A terceira e última poderia deixar os educandos bastante perdidos no início do trabalho, levando um bom tempo até que conseguissem fazer conexões com a Física, sendo que havia um prazo para a execução do projeto.

Após essa etapa, havia a necessidade de definir de que forma seriam feitas as intervenções entre educador e educandos. Neste sentido, os diálogos com a orientadora deste trabalho, bem como com professores e colegas do curso do MNPEF foram fundamentais e acabaram por auxiliar na decisão do autor de escolher trabalhar com uma sequência didática, ou seja, uma série de planos de aula que teriam a prerrogativa de explorar a estufa como um espaço para o Ensino de Física. Mas como fazer as intervenções explorando esse espaço? Para começar a responder a essa pergunta há que se considerar que este ainda não existia, ou melhor, não havia a estrutura com as pequenas estufas construídas. Então os primeiros planos de aula deveriam levar em conta a exploração de conceitos de Física iniciais de primeiro ano do ensino médio que contemplassem tal construção. Citou-se turmas de primeiro ano, pois nesta escola onde o projeto foi executado o educador trabalha, somente, com turmas de primeiro ano. Inicialmente, optou-se por trabalhar os conceitos introdutórios que costumam aparecer em boa parte dos livros didáticos do ensino médio. Seguindo este viés, o primeiro plano de aula que foi construído buscava explorar os conceitos de grandezas físicas, medidas, grandezas físicas escalares, grandezas físicas vetoriais, sistema internacional de unidades, grandezas físicas fundamentais e grandezas físicas derivadas. A ideia fundamental deste primeiro plano era construir as estufas associando este evento aos conceitos citados. Para tanto, os conceitos de grandeza física e de medida precisavam ser aprofundados o máximo possível. Neste sentido, nada melhor do que a prática da medida utilizando-se trenas barbantes e tacos de madeira para demarcar o local de construção, além de uma boa relação dialógica sobre como construir. O segundo plano de aula foi uma extensão do primeiro sendo que a ideia era fazer a construção das mini-estufas nestes dois primeiros planos. Portanto, o segundo tinha o objetivo de ajudar os alunos na compreensão dos conceitos de prefixos, múltiplos e submúltiplos; potência de base dez e notação científica e conversão de unidades utilizando a regra da conversão em cadeia. Desta

forma, a definição das dimensões das pequenas estufas com a anotação das respectivas medidas no primeiro plano seriam necessárias a esta etapa a fim de estabelecer uma relação entre estes conceitos citados e as bases das mini-estufas que teriam sido construídas. O terceiro tinha o seu foco sobre a construção dos conceitos necessários para se entender a questão do movimento. Assim, foi construído numa tentativa de associar os conceitos introdutórios sobre movimentos como posição trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea. Buscou-se fazer a construção destes conceitos por meio da associação dos mesmos com o crescimento de uma planta. Deste modo, fora definido de forma conjunta com os educandos uma planta que pudesse satisfazer as necessidades de medida dentro de um tempo razoavelmente curto. Após esse fato partiu-se para as tentativas de medida. E aqui coloca-se a palavra “tentativa” haja vista que essas foram um grande desafio ao trabalho. O quarto plano de aula visava consolidar os conceitos do terceiro e aprofundar os tipos de movimento retilíneos que se costuma apresentar no primeiro ano do ensino médio. Foram, portanto, apresentados os conceitos de MRU, MRUV e Queda Livre a partir da estufa. Basicamente, o foco era tentar uma aproximação entre estes tipos de movimento e o movimento de crescimento da planta escolhida. O quinto e último plano tinha o objetivo de problematizar o conceito de força utilizando-se a estrutura da estufa e a construção de um dinamômetro. Foram trabalhados, também, os conceitos envolvidos na lei de Hooke e as leis de Newton.

Todo este trabalho foi desenvolvido nessa perspectiva de aplicação da sequência didática constituída por cinco planos de aula que também tinham contidos dentro de si um importante instrumento de estímulo que não fora citado antes: a escrita. Esta também foi parte fundamental do trabalho uma vez que tinha como perspectiva o aprofundamento, por parte dos educandos, dos conceitos a partir da escrita. Esta também tinha a finalidade de fazê-los pensar, criticar, relacionar, associar e, principalmente problematizar as situações vivenciadas em cada atividade desenvolvida ao longo da aplicação dos planos.

2. MOTIVAÇÃO

É de conhecimento geral que a Física não é a disciplina preferida pela maioria dos estudantes do ensino médio, haja vista seu caráter conceitual, racional e lógico

“complicado” para a maioria dos estudantes dessa faixa etária. Desta forma, muitas têm sido as ideias postas em prática com a finalidade de tornar o ensino de Física mais agradável, sem, no entanto, perder de vista sua base conceitual e matemática, tão necessária aqueles que pretendem seguir a carreira acadêmica na área das ciências exatas.

O autor deste trabalho ao fazer uma análise reflexiva de sua prática pedagógica ao longo desses mais de dez anos vem percebendo a necessidade e a funcionalidade cada vez maior do laboratório de Física dentro da escola, visando a contextualização cotidiana dos conceitos trabalhados em aula. É consenso do público em geral a falta de investimentos necessários a um bom desenvolvimento conceitual das diversas áreas da Física dentro da educação básica, já que escassos são os recursos para investimentos em infraestrutura, bem como para a própria manutenção e funcionamento das unidades escolares. Em sua grande maioria, as escolas não possuem laboratórios, e quando os possuem passam muito tempo fechados, já que é pouca a carga horária do professor para (apenas três horas – aula por turma por semana) trabalhar toda a gama conceitual necessária para uma base sólida dos educandos e, às vezes, muitos são os deslocamentos feitos de uma escola para outra ao longo de um único dia.

Além disso, há a correria cotidiana que torna a tarefa ainda mais difícil, somada ao salário e a falta de valorização profissional por parte do estado. Como conciliar tudo isso? Nesta senda é que este trabalho procura o seu eixo. Como trabalhar com um espaço de experimentação alternativo ao laboratório de Física utilizando materiais de baixo custo, ou ainda investindo na reciclagem? Há trabalhos na literatura trazendo ideias de como aproveitar o material reciclável, como garrafas PET, copos plásticos, palitinhos de picolé, atilhos. O uso de materiais recicláveis é citado por Valadares (2001) e (SILVA; LEAL, 2017). Este trabalho busca espargir mais esses horizontes, sem, no entanto, repetir o que já está feito e tampouco deixar de trazer novidades que possibilitem um maior entendimento por parte dos educandos da base conceitual necessária para o seu prosseguimento em estudos mais avançados. Recentemente houve um esboço de melhoria ao final do ano de dois mil e treze, quando o estado do Rio Grande do Sul, em parceria com a World Fund – STEM – Brasil, possibilitou a distribuição de materiais de baixo custo, as caixas do STEM, com os respectivos cursos de formação para utilização dos mesmos. A ideia parecia ser exatamente essa: incentivar e estimular o uso de materiais tecnológicos baratos para as

experiências em sala de aula, dando aos educadores um leque maior de possibilidades.

A concepção aqui a ser desenvolvida trabalha com essa prerrogativa de novas possibilidades. Partir para um projeto de construção integral que possibilite a utilização do espaço escolar não aproveitado, o material do STEM – Brasil, materiais tecnológicos baratos, as experiências de Física, o ambiente local, tudo dentro de uma perspectiva integradora e problematizadora do ensino de Física. Ou seja, integrar tudo isso dentro de um projeto, onde o eixo central seria a construção e o uso de estufas aproveitando os elementos acima citados. A ênfase do ensino de Física se daria nos conceitos Físicos envolvidos no projeto e na construção das estufas em si, fazendo uso de materiais baratos e da reciclagem como um conceito essencial associado à questão do meio ambiente.

Desta forma, desloca-se o eixo de um ensino estanque e trancado dentro de uma sala de aula para uma gama de muitas possibilidades onde os alunos são atores diretos na construção de seu próprio saber. As experiências de Física estariam, muitas delas, dentro desse “laboratório ao ar livre”, no processo de projeção, construção e uso das estruturas e de formação do saber dos educandos por meio destas atividades e da escrita. Portanto, a ideia central deste trabalho gira dentro da criação, conforme consta nos editais, local e nacional do MNPEF, de um produto destinado a melhoria do ensino de Física na escola onde trabalha o autor que possibilitasse aos educandos o desenvolvimento do seu potencial e a conexão de saberes relacionados com a disciplina de Física.

Os objetivos principais, portanto, se constituem em melhorar a prática docente do autor deste trabalho na área do ensino de Física, fazendo problematizações envolvendo a construção, o uso e, quando necessário, a manutenção, de forma conjunta com os alunos de uma série de pequenas estufas estimulando-os a buscar pelos saberes científicos necessários a tal prática. Ou seja, motivá-los a passar de uma curiosidade ingênua a uma curiosidade epistemológica por meio das problematizações que irão se apresentando no meio do caminho, Freire (1996). Outro é auxiliar no desenvolvimento da própria autonomia, ou pelo menos, instigá-los na direção da busca desta. Aprender a aprender é algo fundamental nesse processo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

A busca pela modificação da metodologia de ensino utilizada pelo autor deste trabalho em sua prática de ensino de física, com a intenção de torná-lo mais atrativo para os educandos, por meio da construção, uso e manutenção de estufas no espaço escolar associadas a uma sequência didática que permita uma relação com os conceitos comumente estudados no primeiro ano do ensino médio.

3.2 Objetivos Específicos

- Construir de uma estufa no espaço escolar.
- Associar do conteúdo da disciplina de Física visto em sala de aula com a experiência cotidiana aplicando os conceitos na construção, uso e manutenção de estufas no espaço escolar.
- Buscar a interação em grupo na construção do aprendizado dos conceitos da disciplina de Física pelos educandos.
- Estimular a pesquisa e o aprendizado da metodologia científica por meio da experiência das estufas.
- Trabalhar a escrita como avaliação do produto educacional.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 À CAMINHO DA LUZ: UMA IDEIA SURGINDO DA PRÁTICA E UMA PRÁTICA SURGINDO DE UMA IDEIA

4.1.1 Da esperança à utopia viável

Conforme já comentado na parte introdutória, este trabalho surge da reflexão em torno da prática pedagógica do autor. Como parte natural de um processo metodologicamente mais rigoroso de reflexão costuma-se fazer um aprofundamento teórico na literatura a fim de identificar quais teóricos melhor se encaixam na experiência docente daquele que ensina. Ou ainda, fazer-se uma busca de autores

que mais se sintonizam com o tipo de pensamento daquele que reflete, pensa e questiona a sua própria prática. Portanto, a leitura em torno de determinados teóricos da educação acaba por servir de embasamento para uma análise mais crítica e mais aprofundada dos próprios afazeres pedagógicos de cada docente. Partindo-se do que fora citado anteriormente com relação aos caminhos seguidos até o nascimento deste projeto, o escritor teve, e ainda têm, por referência uma sintonia muito grande pelas ideias e concepções pedagógicas estabelecidas por um dos autores mais renomados no Brasil e no mundo no campo das concepções pedagógicas e da educação popular nomeado Paulo Freire. Num dos seus livros intitulado *Pedagogia da Autonomia* (Freire, 1996) este fala um pouco da alegria e da esperança no ato de ensinar. Assim como, aprofunda num de seus tópicos a questão da reflexão crítica sobre este mesmo ato. Para ele esta depende do pensar certo. Este último seria algo fundamental na constituição de uma prática docente crítica.

Com relação a este Freire coloca que:

O pensar certo sabe, por exemplo, que não é partir dele como um dado dado, que se conforma a prática docente crítica, mas também que sem ele não se funda aquela. A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer. O saber que a prática docente espontânea ou quase espontânea, "desarmada", indiscutivelmente produz é um saber ingênuo, um saber de experiência feito, a que falta a rigorosidade metódica que caracteriza a curiosidade epistemológica do sujeito. Este não é o saber que a rigorosidade do pensar certo procura. (Freire, 1996, p. 22)

Aqui o referido autor apresenta a necessidade do educador "pensar certo" e do ensinar a "pensar certo" e que este surge exatamente do fato de não se estar "demasiado certos de nossas certezas". Pelo menos, não de todas. Portanto, de acordo com este, a prática docente crítica é aquela que se revela no pensar certo e "envolve um movimento dinâmico, dialético entre o fazer e o pensar sobre o fazer". Uma prática espontânea e não reflexiva ou pouco e quase nada reflexiva produzem um saber ingênuo, empírico e não sistemático ao qual falta uma rigorosidade metódica que se presta a cultivar uma curiosidade epistemológica no sujeito que dela se apropria. Mas o que seria de fato o "pensar certo" na visão deste autor? Juntando-

se os trechos acima e abaixo pode-se buscar uma inferência do que este quis dizer com o “pensar certo”:

“Percebe-se, assim, a importância do papel do educador, o mérito da paz com que viva a certeza de que faz parte de sua tarefa docente não apenas ensinar os conteúdos mas também ensinar a pensar certo. Aí a impossibilidade de vir a tornar-se um professor crítico se, mecanicamente memorizador, é muito mais um repetidor cadenciado de frases e de ideias inertes do que um desafiador.” (Freire, 1996, p. 14)

Sendo assim, parece que fazer uma reflexão crítica sobre a prática é se permitir que esta se vá mudando, moldando, dinamizando a fim de que o processo de ensino-aprendizagem venha a se tornar algo um tanto mais desafiador, tanto para o educador, quanto para o educando, numa busca incessante por melhoria na qualidade do pensar certo de ambos os sujeitos desse processo. Nesta concepção ensinar é, portanto, muito mais que ensinar conteúdos, algo ainda bastante rotineiro nas escolas e universidades, inclusive, mas, além disso, é ensinar a pensar certo. Pensar certo e de forma crítica parece envolver, portanto, um determinado tipo de postura, atitude, frente ao objeto a ser estudado, tanto por parte do professor, quanto dos alunos no que tange ao conteúdo desenvolvido. Um método, uma metodologia cujos resultados possam ser postos a prova e comparados rigorosamente com a realidade, o fenômeno ou o objeto a ser estudado, mas sem desconsiderar sua historicidade e as relações desse objeto com outros sujeitos, portanto, sua transformação ao longo do tempo, com as devidas causas que possibilitaram as mesmas. Se assim não se fizer corre-se um sério risco de desconexão com a realidade do objeto estudado, ficando-se à mercê de meros recortes que não necessariamente apresentam a totalidade do fenômeno.

Portanto, o autor deste trabalho, justamente por não estar demasiado certo de suas certezas com relação ao ato de ensinar física a estudantes do ensino médio de uma escola pública e periférica da cidade de Rio Grande - RS se coloca neste ato dinâmico, dialético e histórico questionando sua própria historicidade prática, buscando ano após ano uma forma mais efetiva, menos ingênua, mais rigorosamente metódica, estimuladora e motivadora de ensinar. Voltando-se, em continuidade ao anteriormente levantado sobre pensar certo, talvez a palavra aqui a ser de forma mais diligentemente utilizada para que se entenda melhor o que se pretende seja, como já

citado, *método*. Deve-se partir na busca por um método, por uma metodologia, capaz de transformar a prática educativa em algo mais esperançoso e alegre, mas sem perder de vista a questão do devido rigor tão necessário a formação dos educandos e dos próprios educadores. Em relação a formação de professores, pode-se dizer que só é possível naqueles momentos em que o educador pode parar para respirar, pensando e repensando o seu fazer pedagógico. De acordo com Freire:

Por isso é que, na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunde com a prática. (Freire, 1996, p. 22)

Estes momentos tanto podem acontecer nas poucas e raras formações pedagógicas, como nos momentos de leitura, estudo ou verdadeiro pensar sobre o que fazer e como fazer ao se buscar ensinar algo aos discentes. São momentos de especial importância haja vista possibilitar ao docente perceber quais foram seus pontos de acerto e quais foram seus pontos de erro e em qual medida deve-se fazer ajustes ou alterar por completo o fazer docente sobre este ou aquele aspecto em busca de uma esperança que se traduza em alegria de aprender e ensinar. E como ficam a questão da alegria e da esperança relativas aos atos de ensinar e aprender? Neste ponto Freire é bastante expressivo indicando que a esperança é própria da natureza humana:

Há uma relação entre a alegria necessária à atividade educativa e a esperança. A esperança de professor e alunos de que juntos podemos aprender, ensinar, inquietar-nos, produzir e juntos igualmente resistir aos obstáculos à nossa alegria... Na verdade, do ponto de vista da natureza humana, a esperança não é algo que a ela se justaponha. A esperança faz parte da natureza humana. Seria uma contradição se, inacabado e consciente do inacabado, primeiro o ser humano não se inscrevesse ou não se achasse predisposto a participar de movimento constante de busca e, segundo, se buscasse sem esperança. A desesperança é a negação da esperança. A esperança é uma espécie de ímpeto natural possível e necessário, a desesperança é o aborto deste ímpeto. A esperança é um condimento indispensável à experiência histórica. Sem ela, não haveria História, mas puro determinismo. Só há História onde há tempo

problematizado e não pré-dado. A inexorabilidade do futuro é a negação da história. (Freire, 1996, p. 43)

Portanto, o que se pode inferir da citação acima colocada é que esta relação se dá por uma relação direta. Ou seja, quanto maior a esperança na relação ensino-aprendizagem e na possibilidade de transformação histórica de si e dos outros que se apresenta, depositada por parte de professor e alunos, maior é sua alegria no processo na medida em que a primeira se concretiza na segunda por meio da inquietação questionadora, do ensino e do aprendizado capazes de construir de forma coletiva, resistindo ao que se coloca como óbice à alegria. Aquele que busca, só o faz porque se sabe imperfeito, inacabado. E consciente de ser inacabado se lança numa busca esperançosa por respostas aos seus questionamentos. A alegria vem do processo esperançoso, da caminhada esperançosa, conjunta entre professor e aluno, que numa relação dialógica, mutuamente se interferem, se questionam, problematizam e de forma conjunta buscam por soluções a essas suas problematizações.

O que são esses questionamentos, essas problematizações conjuntas entre estes seres que se sabem imperfeitos e inacabados? São naturalmente perguntas que tanto podem ser sobre o meio onde se está inserido ou o porquê de determinado evento ou fenômeno. Estas problematizações uma ou várias, sistematizadas ou não, podem servir de ponto de partida para a percepção da realidade que se quer desvelar, aprofundar, entender e compreender, sem se esquecer do caráter histórico da mesma. Desta forma, nessas palavras o autor coloca que a esperança é um ingrediente especial e necessário à experiência histórica uma vez que sem ela não haveria História. E o que é esta História? Esta seria tempo de possibilidades, de probabilidades, que se fazem concretas ou não em função das tensões antagônicas que se põem em luta gestando uma transformação da própria realidade. Não fosse assim, tudo estaria acabado e haveria puro determinismo. Não seria incomum ouvir-se por aí expressões do tipo: “ não há o que fazer, esta é a realidade”. Daí ser também, uma das responsabilidades de um educador democrático e popular, se imbuir deste ímpeto natural e humano conjuntamente com seus educandos, a fim de transformar as suas histórias, as suas realidades. Neste sentido, as problematizações, além de moverem o ser humano para um futuro esperançoso, também, podem movê-lo na busca de um futuro utópico. Freire, então coloca que a desproblematização do futuro

acaba por levar à negação do sonho, da utopia e, portanto, à morte da esperança, haja vista a inexorabilidade deste. Em suas palavras:

A desproblematização do futuro, numa compreensão mecanicista da História, de direita ou de esquerda, leva necessariamente à morte ou à negação autoritária do sonho, da utopia, da esperança. É que, na inteligência mecanicista, portanto, determinista da História, o futuro é já sabido. A luta por um futuro assim "priori" conhecido prescinde da esperança. (Freire, 1996, pág. 44)

Agora é possível se entender melhor a questão da concretização da esperança em alegria. Só existe problematização, onde o futuro é incerto, sendo este uma gama de possibilidades que se tornam reais ou não na mesma medida em que os sujeitos se prestam a escrever sua própria história. Se não é possível a realização daquilo que se pretende, pelo menos que se faça aquilo que é utopicamente viável. Ou seja, que se procure por uma utopia viável, na medida em que se faz todos os esforços e emanações na busca por algo social e eticamente mais justo.

Freire (1996) ainda coloca a questão da legítima raiva como força motriz para a transformação depois de descrever uma conversa com o professor Danilson Pinto, que ocorre em Olinda numa trilha de uma favela, um caso que foi descrito no livro "À Sombra desta Mangueira" que acabou por causar horror e indignação na imprensa à época de lançamento do mesmo (apud FREIRE 2015). Neste, relata um lixão próximo a esta favela onde uma família procura pelo seu almoço domingueiro, além do que vestir, enfim, algo que os mantenha vivos. Desta forma, coloca a sua legítima raiva frente a situação. Não a raiva que se desnuda em ódio, "odiosidade" em relação direta a alguém, mas aquela que têm em si a capacidade de se transformar em amor, empatia, compaixão por aqueles que, pode se dizer, são os necessitados e expropriados do mundo. Àqueles a quem, conforme Freire coloca com muita propriedade, é negado o direito de ser mais, embora tenha-se vivido nos últimos anos um impulso progressista que possibilitou uma melhoria na qualidade de vida das pessoas de uma condição financeira mais baixa. Em suas palavras:

Tenho o direito de ter raiva, de manifestá-la, de tê-la como motivação para minha briga tal qual tenho o direito de amar, de expressar meu amor ao mundo, de tê-lo como motivação de minha briga porque, histórico, vivo a História como tempo de possibilidade e não de determinação. Se a realidade

fosse assim porque estivesse dito que assim teria de ser não haveria sequer por que ter raiva. Meu direito à raiva pressupõe que, na experiência histórica da qual participo, o amanhã não é algo pré-datado, mas um desafio, um problema. A minha raiva, minha justa ira, se funda na minha revolta em face da negação do direito de "ser mais" inscrito na natureza dos seres humanos. Não posso, por isso, cruzar os braços fatalistamente diante da miséria, esvaziando, desta maneira, minha responsabilidade no discurso cínico e "morno", que fala da impossibilidade de mudar porque a realidade é mesmo assim. O discurso da acomodação ou de sua defesa, o discurso da exaltação do silêncio imposto de que resulta a imobilidade dos silenciados, o discurso do elogio da adaptação tomada como fado ou sina é um discurso negador da humanização de cuja responsabilidade não podemos nos eximir. (Freire, 1996, pág. 45)

Bom, mas o que isso tem a ver com a Física, mais especificamente, com o Ensino de Física? Não é preciso fazer muito esforço para entender que a questão primordial que se encontra nas palavras do autor é aquela associada à questão social. Neste contexto, o Ensino de Física deve ser trabalhado colado à realidade social do educando com vistas a ajudá-lo na transformação desta. Isso significa que se deixaria de trabalhar a Física em sala de aula com seus conceitos mais sofisticados e matemáticos substituindo-a por uma ciência social? Por óbvio que não. Estes continuariam sendo trabalhados, mas sob uma significação nova: a de auxiliar no processo de autonomia dos educandos, capacitando-os para exercer uma conduta cidadã responsável e geradora de transformação da sua realidade e da realidade daqueles que se encontram a sua volta. Neste sentido, partir da problematização do espaço utilizado ou não pela escola é uma boa maneira de se trabalhar essa capacidade de transformação. Trabalhar com o lixo jogado neste ambiente, buscando formas de melhorá-lo ao mesmo tempo que se associa isso com os conteúdos, são formas de se estabelecer uma mudança social no espaço escolar, que pode vir a se expandir para outras frentes. Simultaneamente, os educandos vão estabelecendo uma relação entre a esperança daquilo que querem para si e a alegria ao ver aquele espaço problematizado transformado pela sua utopia viável que se concretizou pelo esforço consciente, enquanto trabalham para interiorizar uma habilidade que é essencial a todo ser humano: a de ser um agente transformador de si mesmo e do seu ambiente, fazendo isso de forma coletiva.

Mas como fazer com que os alunos exercitem essa capacidade de transformação? Primeiramente, pode-se proceder a um diálogo com estes a fim de identificar os saberes socialmente construídos na prática comunitária e utilizá-los como fonte de problematização. Fazer isso é respeitar o saber não escolar e não formal construído empírica e socialmente pelos educandos. Sobre isso Freire destaca o seguinte:

Por isso mesmo pensar certo coloca ao professor ou, mais amplamente, à escola, o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os das classes populares, chegam a ela - saberes socialmente construídos na prática comunitária - mas também, como há mais de trinta anos venho sugerindo, discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. Porque não aproveitar a experiência que tem os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes. Porque não há lixões no coração dos bairros ricos e mesmo puramente remediados dos centros urbanos? Esta pergunta é considerada em si demagógica e reveladora da má vontade de quem a faz. É pergunta de subversivo, dizem certos defensores da democracia. Porque não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina, a realidade agressiva em que a violência é a constante e a convivência das pessoas é muito maior com a morte do que com a vida? Porque não estabelecer uma necessária "intimidade" entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? Porque não discutir as implicações políticas e ideológicas de um tal descaso dos dominantes pelas áreas pobres da cidade? A ética de classe embutida neste descaso? Porque, dirá um educador reacionariamente pragmático, a escola não tem nada que ver com isso. A escola não é partido. Ela tem que ensinar os conteúdos, transferi-los aos alunos. Aprendidos, estes operam por si mesmos. (Freire, 1996, pág. 16 e 17)

Desta forma, pode-se proceder ao trabalho com uma ou várias problematizações. Ou seja, uma ou várias perguntas que tenham relação com os conteúdos que se pretende ensinar e que possibilitem a busca por respostas que vão auxiliar na criação de um processo de compreensão da realidade na qual os discentes se encontram, para contextualização dos conteúdos trabalhados com esses alunos.

Na verdade, o que se está a fazer nessa situação é estimular a curiosidade dos educandos para o aparecimento de ideias problematizadoras por meio do conhecimento que já possuem de seu próprio cotidiano. Ao fazer-se isso se está trabalhando a curiosidade ingênua do educando que precisa se adensar transformando-se, nas palavras de Freire, numa curiosidade epistemológica. Mas como fazer este processo? Primeiramente, é necessário reconhecer-se como um ser inacabado e condicionado, após esta etapa, passa-se às problematizações utilizando-se os saberes formados social e culturalmente pelos alunos dando formação a uma curiosidade e posteriormente passa-se a transformação desta em outra por meio de um método. Obviamente, que o método que aqui se sugere é o método científico tão necessário e sem o qual não se faz ciência. Este pode ser escolhido, dentre as várias correntes de pensamento, pelo educador, ou em conjunto com seus educandos, ou ainda buscada por ambos. Sendo que o primeiro necessita fazer uma ponderação ética com seus companheiros de jornada sobre as diversas correntes de pensamento que se apresentam justificando de forma argumentativa e sólida o porquê da escolha, seja individual, de sua própria parte, ou coletiva. Na sequência passa-se aplicação desta metodologia buscando uma relação com o conteúdo que se pretende ensinar. Em resumo, o que se pretende, conforme já citado anteriormente, é, além de ensinar conteúdos, ensinar um ou vários métodos que permitam o adensamento da compreensão do aluno sobre o seu objeto de estudo, ou seja, ensiná-lo a fazer uma rigorosa pesquisa. Desta forma, os conteúdos, que são importantes, não se deve negar de forma nenhuma o reconhecimento disto, passam a ser um meio para o aprendizado de algo ainda mais importante: a metodologia da pesquisa, conforme Demo (1996) e Galiazzi (2003). Haja vista que esta permitirá ao educando aprender a aprender, já que sua fase escolar e acadêmica irá em algum momento da vida se encerrar, entretanto, o seu aprendizado ao longo da vida será contínuo. A próxima seção visa exatamente dissertar um pouco mais sobre a consciência de ser inacabado que é parte essencial para o início do processo.

4.1.2 A consciência do inacabado

Nesta seção pretende-se desenvolver o conceito do inacabamento segundo a visão de Freire buscando algumas relações, alguns desdobramentos que irão direcionar a um aprofundamento maior do processo que aqui se quer colocar.

Conforme já citado antes, a busca só existe por força do inacabamento do ser e pela certeza relativamente incerta de que é possível sua mudança, seja cultural, histórica, material, social ou espiritualmente. Só se lança na busca, na pesquisa, aquelas ou aqueles, que são capazes de perceber em si e nos outros um germe de mudança, uma probabilidade, por ínfima que seja, de transformação, de mutação, metamorfose na qualidade do seu ser, do seu meio, e da percepção e conhecimento deste, ou de como muito bem coloca Freire, do seu suporte. Não é difícil de perceber que tudo a volta está em constante mudança, em constante movimento. Esta constatação, também se aplica ao produto educacional, pois o mesmo não é algo acabado e definitivo, pelo contrário, é um recurso que deve passar pelo crivo crítico e racional de outros educadores, assim como do próprio autor com a intenção de sempre melhorá-lo. Portanto, pode-se dizer que se vive uma constante impermanência. Mas, se tudo é movimento e impermanência e se o mundo é transitório, por observação empírica obtida por meio dos sentidos e da abstração do ser, por que buscar por algo que, provavelmente, muito em breve será solapado pelo tempo? Por um lado, há que se considerar que, conforme Freire coloca, existe uma espécie de ímpeto natural, próprio do ser humano, que o impele na busca do conhecimento de si, da sua realidade e da transformação de ambos. Seria uma grande contradição, saber-se inacabado e não se achar predisposto a participar do movimento constante de busca, e assim, o fizesse sem esperança. Por outro, à medida que o ser conhece a si e ao seu meio ao mesmo tempo que os transforma, pode-se dizer que adquire mais e mais conhecimento, que embora ainda mutável, se aproxima tanto mais da verdade ou realidade absoluta quanto mais se aprofunda e se adensa neste conhecimento. A esperança de ser mais como uma espécie de ímpeto natural humano por si só já justificaria a capacidade volitiva pela busca do conhecimento.

Sendo assim, o educador deve ter plena consciência do seu inacabamento e ter esperança de que é possível fazer História, na relação que se estabelece com seus educandos. Fazê-la porque nada está acabado, determinado. O futuro não é feito de uma inexorabilidade inquebrantável, embora, às vezes, alguns queiram que assim o pareça. Este é, por mais difícil e pesado que possa se apresentar no tempo presente em algum lugar do espaço onde se vive, se experimenta e se existe, uma possibilidade. Sempre há uma possibilidade de mudança, de transformação que só está a depender de um movimento na consciência daqueles que estão envolvidos e comprometidos com o processo de aprender e ensinar. Movimento este que se

engrandece em expectativas de ensino e aprendizado quando se parte do meio material, utilizando-o, por exemplo, como tema gerador para uma discussão, um debate, crítico e responsável de como melhor aproveitá-lo de forma sustentável sem esgotar suas possibilidades.

Para isso o professor, além de estar formado, capacitado, qualificado, ao exercício de sua profissão deve pesquisar, refletir, buscar constantemente por uma prática mais motivadora e integradora. Infelizmente, ainda é algo muito comum ver o professor repetir por anos fio, o mesmo método, a mesma forma de ensinar sem mudar nada ou quase nada de sua prática. Em parte, isso é compreensível haja vista a falta de motivação e valorização profissional a que se encontram submetidos. Porém, como mudar essa sua situação e a dos educandos, principalmente da escola pública, pela inércia? Aqui só vale o esperar do verbo esperar, jamais o esperar do não agir, o do se tornar inerte, inativo, o esperar que se omite frente ao desafio, às vezes imenso, que se lança à frente. Cabe neste ponto uma citação de Freire que trata da questão:

Como professor crítico, sou um "aventureiro" responsável, predisposto à mudança, à aceitação diferente. Nada do que experimentei em minha atividade docente deve necessariamente repetir-se. Repito, porém, como inevitável, a franquia de mim mesmo, radical, diante dos outros e do mundo. Minha franquia ante os outros e o mundo mesmo é a maneira radical como me experimento enquanto ser cultural, histórico, inacabado e consciente do inacabamento. (Freire, 1996, pág. 28, 29)

Ou seja, é necessário que o educador tenha um espírito crítico, aventureiro, desafiador, experimentador, porém, com consciência do caminho que se está a percorrer. Aquele ou aquela que se envereda por esta senda precisa ousar, experimentar, se desafiar e desafiar, obviamente que sempre refletindo criticamente cada passo dado, e se sua meta, o seu objetivo, está sendo atingido e até que ponto ele foi ou está sendo efetivo. Que se repita sempre a franquia desafiadora, ousada e experimentadora de si mesmo no mundo, e conseqüentemente no ambiente escolar ou acadêmico. Para isso é preciso estar atento aos detalhes do ambiente, tanto interno quanto externo, na busca por uma prática mais qualificada e efetiva. Nem sempre se trilhará rapidamente esse caminho, haja vista os vários óbices que se instalam pela estrada, porém, apesar disso, o importante é andar, caminhar, se pôr

em movimento conjuntamente com seus educandos na busca por uma relação de ensino e aprendizagem com qualidade socialmente referenciada.

É preciso ir além, às vezes mais que andar, correr, na procura de um conhecimento aprofundado, que saia do senso comum. Como já foi dito anteriormente, e como o autor citado até o momento bem coloca, “ensinar não é transferir conhecimento” (Freire, 1996, pág. 27), como se aquela ou aquele que aprende fosse um depósito, onde se vai colocando todo o conteúdo a ser aprendido. A proposta Freiriana é que o sujeito, por meio das problematizações conjuntas com o educador surgidas a partir da sua compreensão de mundo se reconheça inacabado e por meio dessas dê início a sua busca, ao seu desafio, de ir além do que se encontra em termos do seu saber para construir uma nova concepção, mais completa, mais aprofundada do seu objeto de estudo. Mas e os conteúdos, diriam alguns, como ficam? São parte do movimento, da mesma forma que num processo de pesquisa mais rigoroso é necessária uma revisão bibliográfica sobre o tema a ser estudado, os conteúdos podem vir a se tornar uma espécie de apoio para o tema gerador, uma pesquisa de literatura, que irá se desenvolver a partir das problematizações que surgem do meio onde o aluno se encontra inserido, ou seja, são parte do processo e não mais o processo em si. Estes tomam uma roupagem nova, ressignificada para além do que foram programados na grade curricular. Passam a fazer parte da metodologia a ser utilizada na pesquisa que irá buscar pelas respostas às problematizações.

Mas, quanto ao inacabamento? Por que o ser humano é inacabado? Em resposta a estas perguntas o referido autor se posiciona colocando que “o inacabamento do ser ou sua inconclusão é próprio da experiência vital. Onde há vida, há inacabamento” (Freire, 1996, pág. 29). E vai mais adiante dizendo: “Mas só entre homens e mulheres este se tornou consciente” (ibidem). Segundo o autor, a invenção da existência ocorre por meio dos homens e mulheres que passam a se utilizar dos materiais que a vida oferecia para melhorar o suporte em que eles e os animais viviam. No entanto, existe uma diferença entre os primeiros e os últimos. A transformação do meio acaba por alterar a qualidade da experiência humana no mundo em relação à experiência animal no suporte. Mas o que é o suporte? De acordo com Freire:

O suporte é o espaço, restrito ou alongado, a que o animal se prende "afetivamente" tanto quanto para resistir, é o espaço necessário a seu crescimento e que delimita seu domínio. É o espaço em que, treinando, adestrado, "aprende" a sobreviver, a caçar, a atacar, a defender-se num tempo de dependência dos adultos imensamente menor do que é necessário ao ser humano para as mesmas coisas. Quanto mais cultural é o ser maior a sua infância, sua dependência de cuidados especiais. Faltam ao "movimento" dos outros animais no suporte a linguagem conceitual, a inteligibilidade do próprio suporte de que resultaria inevitavelmente a comunicabilidade do inteligido, o espanto diante da vida mesma, do que há nela de mistério. No suporte, os comportamentos dos indivíduos têm sua explicação muito mais na espécie a que pertencem os indivíduos do que neles mesmos. Falta-lhes liberdade de opção. Por isso, não se fala em ética entre os elefantes. (Freire, 1996, pág. 29)

Segundo Freire, a vida no suporte não implica na linguagem e nem na postura ereta que acabou por permitir ao ser humano a liberação das mãos. Quanto mais consciente o ser humano foi se tornando do seu corpo e do seu inacabamento, quanto maior foi a solidariedade entre seus membros superiores, principalmente suas mãos, com sua mente, tanto mais o suporte foi se transformando em mundo e a vida em existência. Ou seja, isso vai ocorrendo na mesma "proporção em que o corpo humano vira um corpo consciente, captador, apreendedor, transformador, criador de beleza e não "espaço" a ser preenchido por conteúdos". (Freire, 1996, pág. 29)

Mas o que o autor está querendo dizer? Ao que tudo indica está a colocar que a invenção da existência não aparece separada da linguagem, da cultura, da comunicação em níveis cada vez mais profundos e complexos. À medida em que homens e mulheres foram transformando o suporte e este foi assumindo a forma de mundo passaram a compreendê-lo e a comunicar sua compreensão ficando propensos à relação dialética entre o bem e mal, entre a dignidade e a indignidade, entre a decência e o despudor, a boniteza e a feiura do mundo, ou seja, propensos à questão ética, conforme o próprio autor coloca. Nas suas palavras já não é mais possível viver sem fazer uma escolha ética refletindo sobre seus próprios atos. Sem lutar, escolher, romper na invenção da existência. Na prática educativa ética e esperançosa também se está a todo instante exposto a tensões e é necessária muita reflexão para agir de forma ética, muitas vezes tomando decisões, rompendo, com determinados condicionamentos e condicionantes que deixam o educador preso a

velhos hábitos que não lhe permitem a mudança. Portanto, o que Freire está a dizer é que, conforme citado antes, é necessário ousar, se desafiar, se colocar em movimento, de se permitir experiências novas, possibilidades novas, que propiciem um novo condicionamento que esteja em ruptura com aquele anterior.

Pode-se tentar traçar uma analogia com as cordas de algum instrumento. É óbvia a necessidade de afiná-las. Dependendo da nota musical que se pretende tocar ou do tom no qual se pretende produzir uma música é necessário buscar a afinação correta, o tensionamento correto destas, a fim de que a produção do som esteja de acordo com o que se quer. Pode-se dizer que a consciência do inacabamento faz com que o ser busque esperançosamente pelo seu aprimoramento, pela sua afinação, tensionando-se e descondicionando-se e recondicionando-se para produzir uma nova e mais bela sonoridade de si mesmo. Portanto, é preciso estar constantemente afinando a corda em meio às tensões do mundo se se quer produzir uma linda melodia de si, que pode, também, ressonar em outros à volta, alçando-os na produção de uma sonoridade mais refinada de si mesmos e numa dança capaz de transformar o mundo em algo melhor e mais ético e a vida numa existência mais pacífica, tolerante e harmoniosa.

4.1.3 A tensão entre o antigo e o novo

Continuando no desenvolvimento da questão do inacabamento e da consciência deste, cabe aprofundar um pouco mais o tema trabalhando outro conceito importante no processo de mudança do ser, qual seja, o condicionamento. Enquanto seres, mulheres e homens que vivem no suporte, que se faz mais mundo, na medida do movimento de transformação e melhoramento deste, devem reconhecerem-se inacabados e condicionados. Mas de onde vem este condicionamento? Conforme as palavras do autor até aqui citado, Freire (1996), este surge tanto da herança genética, e, portanto, biológica, como também, da herança social, cultural e histórica do ser. Nas suas palavras:

Gosto de ser gente porque, inacabado, sei que sou um ser condicionado, mas, consciente do inacabamento, sei que posso ir mais além dele. Esta é a diferença profunda entre o ser condicionado e o ser determinado. A diferença entre o inacabado que não se sabe como tal e o inacabado que histórica e

socialmente alcançou a possibilidade de saber-se inacabado. Gosto de ser gente porque, como tal, percebo afinal que a construção de minha presença no mundo, que não se faz no isolamento, isenta da influência das forças sociais, que não se compreende fora da tensão entre o que herdo geneticamente e o que herdo social, cultural e historicamente, tem muito a ver comigo mesmo. (Freire, 1996, pág. 31)

Ou seja, o ser humano é um ser inacabado e condicionado, mas que se consciente do seu inacabamento pode ir mais além rompendo com seu condicionamento. Este advém tanto da herança do meio, portanto, das interações sociais, culturais e históricas nas quais o sujeito se encontra inserido como da herança genética da qual foi constituído. O ser é, desta forma, imposto a um condicionamento que em determinada medida não permite que este faça operações de mudança interna que o possibilitem, também, uma intervenção no meio. Entretanto, tais transformações não são impossíveis, uma vez que este condicionamento não é um determinante imutável. O ser em si, não é determinado, desde que tenha consciência de seu inacabamento, apesar de ser condicionado. Na realidade o ser humano é uma eterna tensão entre o condicionamento herdado social, cultural e historicamente e o herdado geneticamente que resultam no condicionamento que possui e que o faz reagir e se comportar de determinada maneira dependendo dos tipos de estímulos que venha a receber do meio ambiente externo. Se alguém se sabe inacabado e pretende ir além de si mesmo com a finalidade de ser mais, deve buscar por uma ruptura com o condicionamento que o mantém arrastando os mesmos hábitos e costumes que não o deixam se livrar das velhas ideias, dos velhos pensamentos, do velho agir, das velhas práticas.

Aplicando essa linha de raciocínio ao caso da prática educativa, como romper com o condicionamento na relação entre educador e educandos? Aquilo que é herdado geneticamente não é, pelo menos até onde se sabe, passível de mudança. Sendo assim, resta o meio como forma de intervenção na capacidade de condicionamento humano. Uma das formas de se processar o ato de descondicar e se recondicar é se expor a um meio diferente, a situações diferentes, a problematizações diferentes. Desta forma, a resposta se encontra na problematização a qual o ser se lança. No caso da educação, tanto o condicionamento de determinado comportamento ou forma de pensar pode ser desfeito e refeito de modo diverso dependendo da profundidade com a qual educador e educando se coloquem na

busca curiosa das respostas a que se propuseram. Estas, se satisfatórias e significativas, irão gerar conscientização e transformação na forma de pensar e de agir do educador e do educando ou, também, podem vir a reforçar o pensamento, hábitos e costumes que já possuíam anteriormente.

Conforme Freire diz, o que não se pode é renunciar a condição de ser histórico, de problematizar e de participar da busca por soluções. De quem está no mundo, se percebe nele, sofre sua influência e ao mesmo tempo influencia-o, de quem é sujeito ativo, participativo do processo e não objeto deste. Estar no mundo e se perceber nele é participar do mesmo, caso contrário, o que se está a fazer é renunciar a responsabilidade de melhorá-lo. Responsabilidade esta ética, histórica, cultural, política e social em relação a como se utilizar dos recursos materiais do suporte para o aprimoramento do mundo. Nada está definitivamente determinado, sem o qual não se possa com um tanto de esforço, empenho, energia e tempo se realinhar para outra direção mais humanamente produtiva. Porém, isso é para aqueles que têm a coragem, a ousadia, de se desafiar, de problematizar a si mesmos e ao seu meio na busca constante do conhecimento, uma vez que se sabem condicionados, mais ainda, inacabados e, plenamente conscientes deste último, trabalham constantemente para ser e estar no mundo.

Ainda nas palavras de Freire, é por meio da conscientização que se pode pôr em prática a curiosidade epistemológica. Aquela é uma exigência humana, natural do ser que se sabe inacabado, sendo o inacabamento parte da natureza do fenômeno vital. Mais ainda, coloca:

Entre nós, mulheres e homens, a inconclusão se sabe como tal. Mais ainda, a inconclusão que se reconhece a si mesma, implica necessariamente a inserção do sujeito inacabado num permanente processo social de busca. Histórico-sócio-culturais, mulheres e homens nos tornam seres em quem a curiosidade, ultrapassando os limites que lhe são peculiares no domínio vital, se torna fundante da produção do conhecimento. Mais ainda, a curiosidade é já conhecimento. Como a linguagem que anima a curiosidade e com ela se anima, é também conhecimento e não só expressão dele. (Freire, 1996, pág. 32)

A conscientização do inacabamento e do condicionamento, bem como dos obstáculos deste são parte importante do processo de educação. Sendo assim,

aqueles que interagem entre si e são capazes de se reconhecer inacabados com relação a determinado tema também serão capazes de interagir socialmente, cultural e historicamente entre si, bem como com outros homens e mulheres a ponto de se tornar suficientemente curiosos, passando de uma curiosidade ingênua para uma epistemológica, por meio das problematizações surgidas nessas interações histórico-sócio-culturais entre todos. Desta forma, a curiosidade se torna fundante da produção do conhecimento, sendo já conhecimento na medida em que faz o ser se mover na busca da sua concretização por meio das problematizações e das respostas a estas, utilizando a linguagem como forma de expressão daquele.

Daí coloca Freire, a questão da responsabilidade e da eticidade da presença do ser no mundo, haja vista este ter a possibilidade, ou melhor a liberdade, de opção, de decisão, de ruptura, de poder agir de forma ética no mundo por meio do conhecimento construído ou negar a decência ajudando a deformá-lo ao invés de conformá-lo em relações mais éticas e humanas. Neste ponto entra outro conceito fundamental dentro da perspectiva freireana que é exatamente a formação ética do ser humano. Além dos saberes instrumentais necessários à vida no suporte que vira cada vez mais mundo é necessária, também, uma formação ética. E quando este autor fala em ética tenha-se em mente que não se remete a esta ética a qual se vive no modelo atual do mundo. Fala, sim, de uma ética humana que vai muito além da ética do mercado pregada por muitos e ainda muito impregnada na sociedade. Portanto, é fundamental tratar a dimensão ética com profundidade no processo de educação que envolve a relação educador e educando. O produto educacional também possui essa dimensão, embora não de forma direta, uma vez que trabalha uma categoria muito importante na vida humana moderna: a questão ambiental do espaço em que se vive. O que irá se fazer com esse espaço? Qual dimensão ética se dará a ele? Quais condicionamentos se possui e quais se quer construir a fim de que o ser estabeleça uma relação sinérgica com a natureza?

Qual a relação existente entre a formação ética do ser humano e o seu condicionamento? Conforme já visto anteriormente, o condicionamento surge tanto de fatores internos como externos, ou seja, de fatores genéticos e ambientais (históricos, culturais, sociais). E, logo acima, foi colocado como mudá-lo. A resposta a que se chegou está associada às problematizações. Mas porque estas? De maneira mais objetiva, o que o condicionamento e o reconhecimento deste têm a ver com as problematizações? Estas são capazes de, conforme já expresso anteriormente, tornar

o ser mais curioso inscrevendo-o numa busca curiosa das respostas às questões que se propõe. Quanto maior a rigorosidade metódica com a qual se lança no processo de pesquisa, mais a sua curiosidade e o seu saber, inicialmente ingênuos, se transmutam em curiosidade e saber epistemológicos. Sendo assim, este saber, este conhecimento construído, gera uma nova perspectiva e em muitas vezes uma nova atitude, um novo hábito, um novo condicionamento que descondiciona e recondiciona o ser para uma nova postura frente a sua realidade.

Pode-se proceder a um exemplo disso citando-se um caso simples, fictício, mas que este produto pode vir a impulsionar, envolvendo o problema sério do lixo dentro do tema ambiental. Numa relação dialógica, de debate, educador e educandos resolvem numa aula de química trabalhar com a temática do lixo. Após várias problematizações sobre o mesmo, ambos partem para as respostas aos questionamentos feitos e começam a construir um conhecimento bem mais aprofundado sobre o tema. Começam a entender que é possível fazer a separação do lixo em orgânico e reciclável. Que o primeiro também pode ser utilizado como matéria orgânica para uma horta que se tenha numa pequena porção do pátio de casa, enquanto que o segundo é totalmente reutilizável se devidamente processado para novo uso. Quanto a este último os educandos, que antes não faziam a separação do lixo, passam a fazê-lo, colocando-o num recipiente adequado passando, também, a buscar meios para que seja feita sua coleta seletiva. E mais, seguem, de maneira gradual e contínua, a trabalhar numa pequena área em sua própria casa, num pedaço de terra que vai inicialmente recebendo de maneira direta a matéria orgânica residual do preparo de comida feita em casa. Esta vai sendo enterrada e, por conseguinte, faz o processo de adubação da terra.

Com o desenvolvimento do processo curioso dos envolvidos e sua busca por melhoria, estes passam a estudar a compostagem e percebem que é melhor separar uma porção de terra e usar minhocas para fazer a decomposição da matéria que vai sendo colocada em camadas naquela, haja vista que a colocação direta vai liberando substâncias líquidas que queimam as mudas próximas ao material enterrado. Com a introdução da técnica de compostagem passam a perceber que a terra sofre um aquecimento que está ligado a determinadas colônias de bactérias que auxiliam na decomposição. A esta altura os educandos já perceberam que este é um trabalho multidisciplinar e associaram as disciplinas de Física, Química e Biologia ao seu objeto de estudo. Ou seja, em todo o movimento deste exemplo hipotético são visíveis

várias mudanças de atitude que descondicionaram e recondicionaram os aprendizes ao longo de sua caminhada.

A partir do acima exposto pode-se perceber que a formação ética do ser humano é imprescindível se este possui a pretensão de viver numa sociedade mais justa, igualitária e humana. Proceder a um ensino que se faça por meio de uma relação dialógica entre educador e educando, utilizando as problematizações surgidas de um tema concreto debatido e escolhido em aula pelos sujeitos do processo educativo, é um excelente caminho, uma potente ferramenta capaz de gerar mudança no condicionamento, não somente de um indivíduo, mas de todo um coletivo. O conhecimento produzido por essa via deve sempre apontar na direção de interações mais éticas do ser com o meio em que vive seja este animado ou inanimado. Portanto, pode-se perceber que aquele que utiliza esta potente ferramenta como estratégia acaba vivendo uma relação dialética, uma tensão entre o antigo e o novo, ou seja, entre um pensamento e um condicionamento antigo e um pensamento e um condicionamento novo. Desta forma, é preciso sempre estar consciente do seu próprio inacabamento, além de reconhecer os condicionamentos que limitam o ser de se desenvolver para ir além de si mesmo, que não o permitem ser mais.

Nunca é pouco frisar a questão do ser mais, haja vista esta se apresentar como uma condição natural do ser que se reconhece inconcluso. Então, de acordo com a perspectiva freiriana, é preciso se pôr em movimento, é preciso andar, problematizar, pesquisar, produzir conhecimento, aprender a aprender. E não transferi-lo de forma a pensar no educando como um depósito de conteúdos que se alarga e acomoda à medida que mais e mais vai sendo depositado em sua cabeça. Agir sob esta perspectiva é pensar no discente como alguém a ser condicionado de forma a ser adestrado para fazer algo. Exemplo disso, são as intermináveis listas de exercícios de Física que se propõem a desenvolver o raciocínio lógico-dedutivo e a habilidade matemática necessária para resolver tais questões (HECKLER, 2007). Não que tal habilidade não seja necessária ao educando, mas a prática pedagógica não pode se resumir a um adestramento deste tipo apequenando-se em mera repetição mecânica de exercícios. É preciso auxiliar o educando no seu processo educativo, libertário, de tomada de consciência. Ao invés de treiná-lo para ser meramente um bom solucionador de exercícios pode-se trabalhar com a perspectiva da problematização e, sempre que possível, com a experimentação haja vista que o material concreto desta muitas vezes é capaz de vir a facilitar o desenvolvimento conceitual de

determinados tópicos que o educador tem por intenção problematizar com seus alunos. (ARAÚJO, 2003)

É preciso que o educador desafie a si e aos seus educandos por meio de problematizações surgidas em um processo dialógico entre ambos que permita pôr em prática o desenvolvimento de uma das correntes de pensamento da metodologia científica, também escolhida por estes sujeitos, a fim de que se lancem no processo de pesquisa rigorosa do objeto a que se proponham durante a fase de problematização. Trilhar este caminho é ensinar os educandos a aprender a aprender continuamente, por toda a vida, haja vista que terão o método necessário para produzir o conhecimento daquilo que vierem a precisar. Se esta tarefa for bem empreendida e aprendida, mesmo que estejam fora da escola e da academia terão plenas condições de seguir adiante numa busca rigorosa e metódica para aprofundar o entendimento da realidade daquilo que pretendem esmiuçar. Ou seja, muito mais importante do que repetições mecânicas para resolver exercícios é o aprendizado para a pesquisa. Esta etapa costuma ser realizada, principalmente, na educação superior Galiazzi (2003), mas também, pode vir a ser trabalhada na educação básica, no ensino fundamental e no ensino médio, buscando-se adaptação às faixas etárias de cada fase escolar. E uma das características que esse processo possui é a de produzir uma tensão no ser entre o saber antigo e o novo permitindo que esse passe a ter um novo condicionamento na mesma medida em que supera essa tensão. E aqui, novamente, pode-se salientar a importância deste trabalho, que possui uma perspectiva, mesmo que indireta, de aprender pela pesquisa, pela curiosidade, e pela vontade de melhorar o meio no qual se está inserido.

4.1.4. Em busca de uma perspectiva motivadora e integradora

Conforme já visto, a busca é questão fundamental na relação educativa. E o que se pretende, em conformidade com o que foi colocado até aqui, é a busca por algo que seja capaz de motivar educador e educandos na construção de conhecimentos que os orientem para a integração dos saberes necessários ao exercício de sua cidadania, de sua capacidade crítica, enfim, do ser mais. E conforme já falado anteriormente, essa busca só pode vir de um processo curioso. Neste sentido buscar é fazer pesquisa. E esta não pode ser superficial, têm que ser profunda, densa, metodicamente rigorosa a fim de se aproximar o máximo possível

do objeto. A crítica que se faz a práticas mecânicas, como a de resolver listas de exercícios, citada anteriormente, é que estas negam a experiência formadora inibindo ou dificultando a curiosidade do educando e também a do educador. Conforme ressalta Freire (1996, pág.51), se o educador se entrega a procedimentos autoritários ou paternalistas acaba por impedir ou dificultar o exercício da curiosidade do educando, o que por consequência, termina por negar sua própria curiosidade. Uma prática pedagógica verdadeiramente democrática deve primar pelo desenvolvimento da curiosidade tanto do educando quanto do educador. Desta forma, o educando deve praticar a sua liberdade e sua curiosidade entendendo que também é necessário colocar limites a ambas. O exercício deve ser permanente, porém deve-se assumir os limites éticos imprescindíveis ao bom andamento do processo. O educando deve assumi-los eticamente, entendendo que a sua curiosidade não pode invadir a privacidade de outro ser expondo-a aos demais.

A importância da curiosidade dentro do seu pensamento deve ser valorizada e incentivada. Segundo Freire, a curiosidade é na verdade um direito que pertence tanto ao educando quanto ao educador. O autor coloca que uma curiosidade domesticada só permite alcançar uma memorização mecânica do perfil do objeto e não o conhecimento real deste. Exatamente neste ponto pode-se voltar ao exemplo das listas de exercícios. O que na realidade elas pretendem é fazer com que o educando memorize de maneira mecânica a forma de resolver determinados tipos de problemas. A grande questão que se apresenta é que esse procedimento tolhe a curiosidade do educando que, embora possa se sentir desafiado a resolver a lista de maneira correta e por inteiro, acaba por deixar determinadas perguntas, surgidas em seu pensamento pelo processo curioso, de lado, para resolver única e exclusivamente aquela “boa” e “velha” lista que, muitas das vezes, é a principal avaliação utilizada ou, no mínimo, preparação para esta. Atualmente, com tantos atrativos audiovisuais, a resolução de problemas passa a ser entediante para a maioria dos educandos, conforme observado pelo autor do trabalho. É preciso treinar a curiosidade, exercitá-la de forma crítica se há a pretensão de ensinar o educando a produzir conhecimento sobre determinado objeto em questão (HECKLER, 2007). É preciso, também, que o discente tome criticamente o necessário distanciamento a fim de observá-lo, delimitá-lo, de forma rigorosamente metódica.

Com o exercício constante da curiosidade este acabará desenvolvendo um método próprio para construção do seu conhecimento. Percebendo que este não

consegue levá-lo adiante ou que acaba por colocá-lo em dificuldades no prosseguimento da busca por respostas às suas problematizações deve procurar por um novo método capaz de levá-lo às respostas das perguntas a que se propôs. Só é possível estimular a curiosidade por meio de perguntas, devendo a reflexão crítica recair também sobre a própria pergunta sobre o que se pretende com esta ou com aquela, sem assumir uma postura passiva em face das explicações, sejam estas do professor ou dos colegas. É exatamente na relação dialógica que é possível fazer isto. Tal relação não nega a validade dos momentos explicativos em que o professor expõe ou narra sobre o objeto, conforme fala Freire (1996, pág. 52). Segundo sua colocação, o fundamental na relação educador-educando é que estes saibam que a sua postura não pode ser passiva, pelo contrário, deve ser dialógica, aberta, curiosa, indagadora, investigativa ao longo de todo o processo, ou seja, ambos os sujeitos devem se assumir, sempre, epistemologicamente curiosos.

Segundo Freire (1996, pág. 52), um bom docente é aquele capaz de fazer com que o educando acompanhe a movimentação do seu pensamento, sua aula é um verdadeiro desafio intelectual. Os alunos cansam, mas não dormem porque são capazes de acompanhar toda a lógica do seu raciocínio surpreendendo-se com suas pausas, suas próprias dúvidas, suas reflexões, sobre suas próprias perguntas. Esses conseguem ficar conectados o tempo todo com o raciocínio desenvolvido pelo professor, bem como pelas perguntas que ele mesmo faz, tanto para si, quanto para a turma. Além disso, são capazes de ir buscando responder as perguntas que o educador faz ao mesmo tempo que propõem novas a si mesmos, aos colegas e ao professor. O autor ainda coloca que a curiosidade é capaz de mobilizar a imaginação, a intuição, as emoções, a capacidade de conjecturar, de comparar, na busca, na descrição do objeto. Ao satisfazê-la, a capacidade de indagação e de busca prossegue. E quanto mais se exercita a curiosidade de maneiras cada vez mais rigorosas, tanto mais ocorre aproximação com maior exatidão dos achados desta. Ou seja, segundo sua colocação, a prática educativo-crítica deve fazer a promoção de uma curiosidade espontânea para uma curiosidade epistemológica.

Conforme já colocado antes, a curiosidade deve ir se aprofundando, se adensando de tal forma a se passar de uma curiosidade ingênua, espontânea, para uma curiosidade epistemológica. Isso só pode ser feito por meio de outro saber essencial ao educador democrático: a pesquisa. Na realidade, pesquisa e ensino andam sempre juntos, de mãos dadas. Ou pelo menos deveriam andar. Só há ensino

de determinado conteúdo porque houve alguém que, por meio de sua atitude curiosa, se lançou na busca de respostas as suas problematizações. Tendo alcançado seu intento este, ou ainda, outro ou outros, buscaram formas de sistematizar aquele conhecimento transformando-os nos conteúdos que hoje são estudados. E com relação a pesquisa ocorre o mesmo. Só existe pesquisa porque alguém ensinou sobre algum conteúdo, essa pessoa ou outros, fizeram novas problematizações sobre determinado tema envolvendo esse conteúdo e, novamente, se lançaram à pesquisa. Ensinar, aprender e pesquisar estão diretamente ligados, conforme Freire coloca com muita propriedade, a dois momentos do ciclo gnosiológico: aquele em que se ensina e se aprende o conhecimento já existente e o que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente. Colocando em suas próprias palavras:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo, educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade. (Freire, 1996, pág. 16)

Ou seja, conforme ainda bem coloca, os momentos do ciclo gnosiológico, citados acima, exigem que a curiosidade vá se tornando cada vez mais metodicamente rigorosa, cada vez mais densa, transformando-se em curiosidade epistemológica. Aquela curiosidade ingênua da qual resulta, sem dúvida alguma, um saber, mesmo que não seja metodicamente rigoroso é o que acaba por definir o senso comum, feito, essencialmente, de forma empírica. Portanto, do seu ponto de vista, pensar certo, de forma crítica, implica no respeito, por parte do educador, ao senso comum no caminho de sua necessária superação, bem como, no respeito ao estímulo da capacidade criadora, criativa do educando. Em suma, o professor deve estar sempre atento e comprometido com o desenvolvimento da consciência crítica do aluno que só se faz à custa de muito trabalho, haja vista a promoção de sua ingenuidade não se fazer de forma espontânea.

Mas que relação possui todos os conceitos desenvolvidos até o momento com este trabalho? Deve-se lembrar que este surge a partir da prática reflexiva do educador e autor destas palavras sobre seu trabalho profissional de ensino de física a educandos de ensino médio de escolas da rede pública estadual. Após muito pensar

e refletir, processo que aliás faz desde o início de sua prática profissional, chegou à conclusão que era preciso mudar mais, melhorar mais, ser mais, a fim de poder oferecer uma melhor qualidade de ensino aos seus alunos ao mesmo tempo em que se constituía mais professor. Um dos estímulos impulsionadores vai surgir nos diálogos, dos debates entre amigos e colegas sobre sua prática educativa. E conforme citado na parte introdutória, é exatamente num diálogo com um amigo sobre sua dissertação de mestrado no programa de pós-graduação em Educação Ambiental da FURG (Universidade Federal do Rio Grande) conjuntamente com a reflexão do autor deste trabalho sobre sua prática, que surge a ideia das estufas. Além disso, há, também um olhar reflexivo e especial sobre o espaço disponível na escola para trabalhos potencialmente a serem desenvolvidos, haja vista a grande área livre com terra, teoricamente, razoável para o plantio. Este amigo coloca como tema de sua dissertação o ensino de ciências por meio da horta numa perspectiva ambiental integradora utilizando-se, de argumentos da teoria da complexidade em Morin, Rodrigues (2013). Sendo assim, nasce a ideia de um diálogo problematizador: será possível ensinar física por meio da horta? E ainda mais especificamente, seria possível ensinar física por meio de uma ou mais estufas? Até onde isso seria possível? Essa dissertação busca relatar o trabalho feito até o momento e provar que a ideia, e a prática que se fez dela, são promissoras e que é possível sim, ensinar, aprender e pesquisar física por meio desta concepção que pode funcionar como um tema gerador e abrir caminho para a curiosidade e para as problematizações de educador e educandos. Pode-se dizer que é uma utopia viável capaz de provocar mudanças nos condicionamentos daqueles que se sabem inacabados e se encontram comprometidos com a busca para ser mais.

4.2 EM BUSCA DA AUTONOMIA USANDO A PERSPECTIVA FREIREANA E A FÍSICA

4.2.1. Um pouco do pensamento freireano em Demétrio Delizoicov

Até este ponto a pretensão foi desenvolver alguns dos conceitos preliminares importantes que guiaram este trabalho na busca da autonomia tanto do educador, autor desta escrita, quanto dos educandos. Estes conceitos foram embasados diretamente na pedagogia freiriana, mais especificamente, no livro pedagogia da

autonomia. Entretanto, este é um teórico da pedagogia num sentido mais amplo. A pergunta a fazer neste momento é: será que existem autores formados em Física que já trabalharam, ou ainda trabalham, com a perspectiva freiriana? Se a resposta é positiva, quais? Ao se fazer uma pesquisa, principalmente em artigos científicos da área percebe-se a existência de alguns grupos de pesquisadores dos quais se pode destacar Demétrio Delizoicov. Este último foi orientando do Professor Luis Carlos de Menezes no Instituto de Física da USP (Universidade de São Paulo). Ambos atuantes dentro do ensino de ciências, principalmente dentro do ensino de Física. Partindo-se do artigo intitulado “A Construção de um Processo Didático-pedagógico Dialógico: Aspectos Epistemológicos” de Cristiane Muenchen e Demétrio Delizoicov publicado na Revista Ensaio (2012) pode-se inferir que a transposição do pensamento freireano para dentro das práticas educativas das ciências naturais, mais especificamente para dentro da disciplina de Física, começa a ocorrer a partir de um grupo de estudos formado em meados do distante ano de 1975. De acordo com Muenchen e Delizoicov (2012, p. 203 apud Pierson, 1997) dentre os participantes dos encontros e discussões estavam os professores Luiz Carlos de Menezes e João Zanetic, assim como os então alunos de pós-graduação Demétrio Delizoicov e José André Angotti. De acordo com Muenchen e Delizoicov (2012, p. 203 apud Delizoicov, 1982) foi, exatamente, a familiaridade com a concepção freireana que já se encontrava em discussão no IFUSP que acabou por motivar a utilização e adaptação desta concepção à um contexto de educação formal em Ciências. Desta forma, em conformidade com o colocado por Muenchen e Delizoicov (2012, p.203 apud Zanetic, 1989) Demétrio Delizoicov e Nadir Castilho seguidos por José André Angotti e Isaura Simões fazem o processo de adaptação para o campo da educação formal de tudo que havia sido discutido e estudado pelo grupo que culmina na aplicação no projeto desenvolvido na Guiné-Bissau. Muenchen e Delizoicov (2012, p.203 apud Delizoicov, 1982 e Angotti, 1982) ainda colocam que essa atuação foi desenvolvida através do projeto “Formação de Professores em Ciências Naturais” que foi trabalhado nas dissertações de mestrado de Demétrio Delizoicov em 1982 e José André Angotti, também, em 1982. Ainda segundo esses autores, o desenvolvimento deste projeto ocorre numa situação em que se tentava garantir um processo de escolarização básica de 6 anos para crianças e adolescentes deste país preparando os jovens para a vida nas comunidades rurais já que a maior parte da população da Guiné-Bissau, nesta época, vivia no campo. O grupo, em suas discussões, além de pensar na questão da

transposição da concepção freireana para educação escolar, buscava uma nova concepção para o ensino de ciências. Ainda, conforme colocação dos últimos autores que têm sido citados até o momento, parece que o grupo pretendia buscar aproximar o ensino de ciências e da disciplina de física da realidade concreta dos educandos. E além disso, ao que tudo indica, pela leitura do artigo em questão, procuravam, também, ensinar formas de produzir conhecimento do ponto de vista científico. Haja vista, que os três momentos pedagógicos a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, arquitetados por este grupo, parecem levar a um caminho da busca por uma metodologia mais rigorosa capaz de levar os educandos de uma curiosidade espontânea para uma curiosidade epistemológica e do senso comum para a sua necessária superação.

5. GRANDEZAS FÍSICAS, MEDIDAS, CONCEITOS PRELIMINARES DA CINEMÁTICA, MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME, MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO, QUEDA LIVRE, FORÇA, LEI DE HOOKE E LEIS DE NEWTON

5.1 Medidas e Grandezas Físicas

A Física é uma ciência baseada, essencialmente, em observações experimentais e medidas. Seu objetivo principal é tentar explicar os fenômenos naturais buscando descobrir leis fundamentais que os governam. Essas leis são capazes de estabelecer relações entre grandezas físicas que podem ser medidas ao se estudar determinada gama de fenômenos naturais agrupados por possuírem certo grau de similaridade. A partir dessas leis é possível a construção de teorias que são, em certo sentido, estruturas conceituais mais amplas que visam abarcar uma gama de fenômenos muito mais abrangente.

Mas, para começar, é necessário buscar um maior entendimento do que é uma **grandeza física**. Basicamente, qualquer quantidade que possa ser mensurada por meio de um padrão pré-estabelecido pode ser classificada como sendo uma grandeza física. Assim, se alguém pegar o comprimento de alguma coisa como **padrão** poderá utilizá-lo para medir o comprimento de algum outro objeto a que se proponha. Por exemplo, era comum na idade média se pegar as medidas relativas a algumas partes do corpo do rei de algum reino que acabavam se tornando um padrão para medidas

de comprimento. Desta forma, surgiram algumas das unidades de medida da **grandeza física comprimento** bastante conhecidas atualmente, são elas: a polegada (em inglês inch), o pé (em inglês feet) e a jarda (em inglês yard), entre outras. (BONJORNIO, 2001); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

Ou seja, o que se pode depreender até aqui é que toda quantidade que pode ser aferida poderá vir a ser classificada como sendo uma grandeza física. E esta poderá possuir um ou vários padrões que acabam por definir suas respectivas unidades. No caso do exemplo acima, se for feita a medida do comprimento de um terreno, e nele couberem exatamente dez jardas, o que se terá na realidade será dez vezes a medida da distância da reta vertical que passa pelo centro do corpo do rei, considerando-o em pé, até a ponta dos dedos de um de seus braços estendidos perpendicularmente a essa reta, ou seja, este era exatamente o padrão da jarda. Portanto, toda grandeza física pode ser medida por determinadas unidades, onde cada uma destas possui um padrão. Será que é possível fazer uma classificação destas grandezas de acordo com determinadas características que estas possuam? Isso será desenvolvido na próxima seção.

5.2 Grandezas Físicas Escalares e Vetoriais

É possível, sim, classificar as grandezas físicas. Neste ponto será desenvolvida uma das classificações a outra será trabalhada subsequentemente. A primeira destas classificações divide estas em **escalares e vetoriais**. O primeiro conceito (**grandezas escalares**) trata daquelas grandezas que podem ser definidas única e exclusivamente pelo módulo da grandeza, ou seja, pelo seu valor numérico e unidade. Alguns exemplos deste tipo de grandeza são: o comprimento, o tempo e a massa. Assim de alguém diz este terreno possui trinta metros do início ao fim estará, provavelmente, se referido ao seu comprimento ou a sua largura que também é um comprimento e ambos são grandezas escalares.

A segunda conceituação está relacionada as **grandezas vetoriais** que são aquelas que ficam perfeitamente definidas somente quando são apresentadas três informações importantes: o **módulo**, a **direção** e o **sentido**. Note-se aqui, que a **diferença** básica entre esses dois tipos de grandeza está exatamente nas palavras **direção e sentido**. É interessante notar que estes dois conceitos estão diretamente

associados à geometria, um dos ramos da matemática, e são vitais para o entendimento de um ente matemático e geométrico chamado de **vetor** que dá nome a este tipo de grandeza. Desta forma, **toda grandeza física vetorial** é expressa por um **vetor** que possui **módulo**, **direção** e **sentido** determinando as características da grandeza física vetorial em questão (BONJORNIO, 2001); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Alguns exemplos destas grandezas são a **velocidade** (há um tipo de velocidade que não é vetorial, chamada de velocidade **escalar** média ou rapidez), a **aceleração** e a **força**.

5.3 Sistema Internacional de Unidades

A forma de medir comentada na seção Medidas e Grandezas Físicas trouxe inconvenientes, pois toda vez que havia a troca do rei, novas medidas de padrão precisavam ser tomadas, estabelecendo, desta forma, novos padrões que precisavam ser rapidamente replicados para todo o reino. E isso no caso de um reino em particular, imagine-se no caso de vários outros reinos diferentes que ainda estabeleciam outros padrões que não eram associados necessariamente ao corpo de suas majestades. Isso implicava num grande problema para as trocas de mercadorias e matérias primas. Mais adiante, em particular na França pós revolução francesa, há o início do pensamento de padronização que surge com as tendências expansionistas e extravagantes de Napoleão Bonaparte que, com sua revolução burguesa, precisava de padrões que facilitassem o comércio e, portanto, a troca de mercadorias, bens e serviços. Desta forma, mais adiante vai surgir o Sistema Internacional de Unidades a partir do Sistema Métrico Decimal criado nesta França efervescente do início do século XIX pela academia de ciências francesa a pedido de seu imperador, Napoleão.

5.4 Grandezas Físicas Fundamentais e Derivadas

Aqui tem-se outro tipo de classificação que se costuma fazer das grandezas físicas. As primeiras, chamadas de grandezas físicas fundamentais, são aquelas que foram assim definidas numa das conferências do Sistema Internacional (SI). São em número de sete. Estas e suas respectivas unidades e símbolos encontram-se na **TABELA I**, (BONJORNIO, 2001); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008):

TABELA I: Relação das sete grandezas físicas fundamentais do SI com suas unidades e símbolos

Grandeza	Unidade SI	Símbolo
comprimento	metros	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundos	s
corrente elétrica	ampère	A
temperatura	kelvin	K
quantidade de matéria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

Fonte: (BONJORNO, 2001); (TELECURSO 2000); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008)

O segundo tipo de grandeza física são as derivadas que, conforme o próprio nome, derivam de combinações feitas a partir das fundamentais. Na **TABELA II** encontram-se alguns exemplos, (BONJORNO, 2001); (TELECURSO 2000); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

TABELA II: Relação de algumas grandezas físicas derivadas com suas unidades e símbolos do SI

Grandeza	Unidade SI	Símbolo
área	metro quadrado	m^2
volume	metro cúbico	m^3
velocidade	metros por segundo	m/s
aceleração	metros por segundo ao quadrado	m/s^2
força	Newton	$N = kg.m/s^2$
energia	Joules	$J = N.m$
potência	Watts	$W = J/s$

Fonte: (BONJORNO, 2001); (TELECURSO 2000); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008)

5.5 Potência de Base Dez, Notação Científica, Prefixos, Múltiplos e Submúltiplos, Conversão de Unidades

Na Física existem algumas situações em que começam a aparecer números muito grandes ou muito pequenos ao se medir ou ao se fazer operações com estas medidas, ou ainda com estimativas. Nestes casos, torna-se necessário utilizar um novo tipo de notação que permita a escrita de tais números de forma mais compacta, mais resumida. Isto pode ser feito por meio de uma notação chamada de **notação científica**. A principal característica desta é o fato de usar a **potência de base dez** como instrumento para conversão de um número em notação decimal. Isso se justifica já que o sistema de números utilizado é decimal e ao multiplicar-se ou dividir-se um número por dez o que se está a fazer com este é meramente deslocar sua vírgula para a direita ou para a esquerda, conforme o caso (BONJORNO, 2001) (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Portanto, se alguém quiser converter o número decimal maior que um, 150.000.000.000, para notação científica este ficará $1,5 \cdot 10^{11}$ e se, por exemplo quiser converter outro número decimal menor que um, 0,0000000000000000000000000001 este ficará $1 \cdot 10^{-27}$. Note-se que ao se fazer a conversão para a notação científica o número “n” que fica antes da potência de base dez deve ficar compreendido entre um e dez ($1 \leq n < 10$). Se o número decimal a ser convertido for maior que um, desloca-se a vírgula para a esquerda ficando o expoente da potência de base dez, positivo e igual número de casas decimais que a vírgula efetivamente se deslocou. Ao contrário, se o número decimal for menor que um, desloca-se a vírgula para a direita ficando o expoente da potência de base dez, negativo e, novamente, igual ao número de casas decimais que vírgula efetivamente andou. (BONJORNO, 2001); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

Os prefixos nada mais são do que potências de base dez que são utilizadas de forma conjunta com alguma unidade. A **TABELA III** a seguir mostra os prefixos mais utilizados. (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

É interessante notar que ao se compor um destes prefixos com alguma unidade de uma grandeza física se estará, na realidade, formando um múltiplo ou um submúltiplo desta unidade. Haverá o primeiro, se o expoente da potência de base dez for positivo e o segundo se o expoente da potência de base dez for negativo. Como exemplos cotidianos pode-se pegar o caso de uma distância percorrida por um carro

num trecho de estrada igual a 5 km, que equivale, conforme já se sabe, a 5.000 m, conforme mostrado na equação 1; ou ainda, o diâmetro de um fio de cabelo que é da ordem de 5 μm , que equivale a 0,000005 m, ou cinco milionésimos de metro.

TABELA III: PREFIXOS COM OS RESPECTIVOS SÍMBOLOS E FATORES

Prefixos	Símbolo	Potência
Yocto	y	10^{-24}
Zepto	z	10^{-21}
Atto	a	10^{-18}
Femto	f	10^{-15}
Pico	p	10^{-12}
Nano	n	10^{-9}
Micro	μ	10^{-6}
Mili	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
Deci	d	10^{-1}
Deca	da	10^1
Hecto	h	10^2
Kilo	k	10^3
mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Terá	T	10^{12}
Peta	P	10^{15}
Exa	E	10^{18}
Zetta	Z	10^{21}
Yotta	Y	10^{24}

Fonte: (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008)

O último conceito a ser trabalhado neste tópico se refere a conversão de unidades. Esta pode ser feita utilizando-se uma regra bastante geral que permite converter qualquer unidade de qualquer tipo de grandeza. O princípio de funcionamento desta regra parte do pressuposto que se deve multiplicar o número

com a unidade a ser convertida por uma barra de fração. A ideia é sempre fazer a desaparecer a unidade antiga e fazer aparecer a unidade nova usando-se essa fração que serve como uma fração de conversão onde sempre aparece a relação entre essas duas últimas e o processo de simplificação de unidades. Após a montagem da regra e a simplificação das unidades, passa-se ao cálculo para obter o resultado da conversão, conforme equação 2. Para clarear, pode-se tomar os seguintes exemplos:

1) 5 km \rightarrow m

$$5 \text{ km} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 5.000 \text{ m} \quad (1)$$

$$2) 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2)$$

5.6 Conceitos Preliminares: Referencial, Posição, Trajetória, Deslocamento, Distância Total Percorrida, Partícula, Corpo Extenso, Velocidade Média, Rapidez, Velocidade Instantânea

Antes de se colocar a definição específica de cada um dos movimentos que se pretende trabalhar é necessário que se faça a introdução de alguns conceitos preliminares. O primeiro deles é, exatamente, o **referencial** (às vezes chamado de observador!). É por meio deste conceito que se torna possível a caracterização dos movimentos. Além disso, é por meio dele que se pode perceber a relatividade destes, ou seja, o corpo ou objeto que está em movimento para um observador pode não estar para outro. A definição das outras grandezas físicas irá depender do referencial que se toma para descrevê-lo. Estes referenciais podem ser **tridimensionais** (com três eixos: x, y e z) para o caso de movimentos mais complexos, **bidimensionais** (com dois eixos: x e y) para o caso de movimentos planos como o dos planetas em torno do Sol e **unidimensionais** (com um único eixo x) para o caso de movimentos em linha reta, ou seja, retilíneos. O segundo conceito é o de **posição (x)** que está associada à localização do corpo ou objeto em relação ao referencial que se tomou para a descrição de um movimento em particular. A **trajetória** está associada ao rastro deixado pelo corpo ou objeto ao se movimentar pelas sucessivas posições ao longo do tempo. É a linha que une as sucessivas posições ocupadas pelo corpo ao

longo do tempo. No caso de movimentos **retilíneos** será sempre uma **reta**. O **deslocamento (Δx)** está associado à variação de posição do corpo ou objeto em relação à origem do referencial, sendo determinada pela subtração da **posição final** pela **posição inicial ($x_f - x_i$)**. É uma grandeza física vetorial e possui, portanto, módulo, direção e sentido. A **distância total percorrida (d)**, ou somente **distância**, é a distância total que um corpo efetivamente andou durante um certo tempo. É uma grandeza física escalar, sendo definida somente pelo seu módulo. Os conceitos de **partícula** ou **corpo extenso** estão associados às dimensões do corpo em questão o qual se faz a análise do movimento. Se as dimensões do corpo puderem ser desprezadas tem-se o primeiro caso, **senão** tem-se o segundo. Finaliza-se esta parte, com dois conceitos que parecem ser iguais, mas não o são: a **velocidade média (v_m)** e a **velocidade escalar média (v_{em})**, ou somente **rapidez (r)**. A primeira é a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo gasto para produzi-lo, equação 3:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad (3)$$

medindo o quanto um corpo se desloca num determinado intervalo de tempo; já a segunda é a razão entre a distância e o intervalo de tempo gasto para percorrê-la, equação 4:

$$v_{em} = r = \frac{d}{\Delta t} \quad (4)$$

Há ainda a **velocidade instantânea (v)** que nada mais é do que a derivada da posição em relação ao tempo num determinado instante, conforme equação 5:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

o que determina a velocidade de um corpo num instante específico de tempo. Todas elas são medidas em $\frac{m}{s}$ conforme disposto pelo sistema internacional de unidades. (BONJORNO, 2001); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

5.7 Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e Queda Livre (QL)

Após uma breve introdução dos conceitos básicos é possível definir-se o mais simples dos movimentos que pode ser encontrado na natureza chamado de **movimento retilíneo uniforme**. Para que um corpo execute tal movimento é necessário que este tenha variações de posição iguais em intervalos de tempo também iguais. Numa situação destas, o que se percebe ao se fazer várias medidas de posição ao longo do tempo é que a velocidade média dentro de cada um destes intervalos de tempo considerados é sempre a mesma, sendo que o mesmo ocorre para a velocidade instantânea tomando-se o caso limite. Portanto, velocidade média e instantânea serão iguais e terão sempre o mesmo valor ao longo do tempo, conforme exposto na equação 6. (BONJORNO, 2001); (TELECURSO 2000); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

$$\text{MRU} \rightarrow v_m = v = \text{cte} \neq 0 \quad (6)$$

Entretanto, deve-se perceber que neste tipo de movimento a posição varia com o tempo. A pergunta que se pode fazer é como ocorre essa variação, ou melhor, de que forma ela se processa. É possível expressar a relação entre estas duas grandezas físicas por meio de uma função matemática. As funções são leis matemáticas que permitem estabelecer relações unívocas entre variáveis. No caso em questão, as variáveis são a posição e o tempo. A função pode ser deduzida a partir da definição da velocidade, conforme já visto na equação 5:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

Multiplica-se ambos os lados da igualdade da equação 5 pelo diferencial dt e integra-se ambos os lados da igualdade em relação à variável t , considerando-se que $v=\text{cte}$ (constante), conforme a equação 7. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Após alguma álgebra, obtém-se a equação 8:

$$\int \frac{dx}{dt} dt = v \cdot \int dt \quad (7)$$

$$x = x_0 + v.t \quad (8)$$

A equação 8 é uma função do primeiro grau que relaciona as grandezas (variáveis) acima mencionadas. É possível se fazer o gráfico desta função (no caso, da posição em relação ao tempo, x versus t) que será uma reta com inclinação para cima, se a velocidade for positiva e com inclinação para baixo se essa for negativa. A velocidade será tanto maior (em módulo) quanto mais a inclinação da reta em relação ao eixo do tempo se aproximar de noventa graus. O gráfico da velocidade em função do tempo (v versus t) será uma reta paralela ao eixo do tempo já que esta não muda e possui sempre o mesmo valor estando acima do eixo t se a velocidade for positiva e abaixo deste se a velocidade for negativa. Este último gráfico ainda possui uma propriedade a de que a área entre a reta e o eixo t é sempre, dentro de um determinado intervalo de tempo, exatamente igual ao deslocamento (Δx) dentro deste mesmo intervalo.

No **movimento retilíneo uniformemente variado** surge uma nova grandeza que não foi comentada até o momento chamada de **aceleração**. Esta está associada com a taxa de variação da velocidade num determinado intervalo de tempo, ou seja, mede o quanto um corpo variou sua velocidade num determinado intervalo de tempo. Expressando-se isso na forma matemática obtém-se a equação 9:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad (9)$$

Há ainda a aceleração instantânea, expressa na equação 10, que nada mais é do que a aceleração de um corpo num determinado instante de tempo. Para se chegar a ela usa-se novamente o processo limite:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (10)$$

Note-se que a aceleração instantânea é a taxa de variação da velocidade em relação ao tempo, ou seja, é a derivada da velocidade em relação ao tempo num instante específico de tempo. No sistema internacional a unidade de ambas as grandezas é dada em $\frac{m}{s^2}$. Portanto, uma aceleração de $2 \frac{m}{s^2}$ significa que o corpo em

questão variou sua velocidade de $2 \frac{m}{s}$ em 1 s. O caso específico do movimento em questão exige que a velocidade tenha acréscimos ou decréscimos iguais em intervalos de tempo também iguais. O resultado disso é que a aceleração média em cada um destes intervalos de tempo será sempre a mesma e, portanto, a aceleração instantânea terá o mesmo valor, estando este resultado expresso na equação 11. Ou seja:

$$\text{MRUV} \rightarrow a_m = a = \text{cte} \neq 0 \quad (11)$$

Pensando um pouco neste movimento percebe-se que tanto a velocidade como a posição variam com o tempo, sendo que a última varia mais ou menos conforme a velocidade for aumentando ou diminuindo uniformemente. De forma análoga ao caso do MRU, pode-se procurar por funções que relacionem as variáveis velocidade e posição com a variável tempo. A função da velocidade pode ser obtida partindo-se da definição da aceleração, equação 10:

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (10)$$

Multiplica-se ambos os lados da igualdade da equação 10 pelo diferencial dt e integra-se ambos os lados da igualdade em relação à variável t , considerando-se que $a=\text{cte}$ (constante), obtendo-se a equação 12. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Após alguma álgebra, obtém-se a equação 13:

$$\int \frac{dv}{dt} dt = a \cdot \int dt \quad (12)$$

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (13)$$

A equação 13 é uma função do primeiro grau que relaciona as grandezas (variáveis) velocidade e tempo, chamada de função da velocidade. Da mesma forma que no MRU é possível se fazer o gráfico desta função (no caso, da velocidade em relação ao tempo, v versus t) que será uma reta com inclinação para cima, se a aceleração for positiva e com inclinação para baixo se essa for negativa. A aceleração será tanto maior (em módulo) quanto mais a inclinação da reta em relação ao eixo do tempo se aproximar de noventa graus. Este gráfico mantém a propriedade

mencionada acima para o MRU, a de que a área abaixo deste é exatamente igual ao deslocamento (Δx). O gráfico da aceleração em função do tempo (a versus t) será uma reta paralela ao eixo do tempo já que esta não muda e possui sempre o mesmo valor estando acima do eixo t se a aceleração for positiva e abaixo deste se a aceleração for negativa. Este último gráfico ainda possui uma propriedade a de que a área entre a reta e o eixo t é sempre, dentro de um determinado intervalo de tempo, exatamente igual a variação da velocidade (Δv) dentro deste mesmo intervalo, já que calcular a integral no gráfico v versus t é o mesmo que calcular a área que dá o deslocamento. A posição será uma função do segundo grau que pode ser deduzida ao multiplicar-se pelo diferencial dt e integrar-se ambos os lados da igualdade da função da velocidade em relação ao tempo, conforme equação 14. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Após alguma álgebra, pode-se se escrever a função da posição em conformidade com a equação 15:

$$\int \frac{dx}{dt} dt = v_0 \int dt + a \int t \cdot dt. \quad (14)$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (15)$$

A equação 15 é uma função do segundo grau na variável tempo, cujo gráfico x versus t é uma parábola com concavidade voltada para cima se a aceleração for positiva e voltada para baixo se esta for negativa. Existe ainda a chamada equação de Torricelli que surge quando se isola o tempo na função da velocidade (equação 13) e se joga este resultado na função da posição (equação 15). Esta assume a forma mostrada na equação 16:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (x - x_0) \quad (16)$$

Por último, mas não menos importante está a queda livre que nada mais é do que um MRUV na vertical, com a aceleração do movimento sendo ditada pela **aceleração gravitacional (g)** constante e igual a $9,8 \frac{m}{s^2}$ próximo à superfície da Terra. Somente se tem uma situação de queda livre quando a força de resistência do ar é nula ou desprezível. Neste caso, qualquer corpo sobe ou desce sob a ação da aceleração da gravidade gerada pelo campo gravitacional terrestre. Sendo assim, as

funções que aparecem no MRUV assumem a forma das equações 17, 18 e 19 e ficam da seguinte forma na QL:

$$v = v_0 + g.t \quad (17)$$

$$y = y_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.g.t^2 \quad (18)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2.g.(y-y_0) \quad (19)$$

Onde foram feitas as seguintes substituições $x \rightarrow y$ e $a \rightarrow g$ em relação as equações 13, 15 e 16. A primeira substituição se justifica uma vez que para movimentos verticais costuma-se utilizar o eixo y ao invés do eixo x para a posição. A segunda já foi justificada acima. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

5.8 Força, Leis de Newton e Lei de Hooke

Até o momento se discutiu sobre alguns tipos de movimentos com a preocupação de fazer a descrição dos mesmos. Entretanto, é preciso entender, de forma mais clara, como ocorre o movimento e como os corpos entram em movimento ou em repouso. O seja, como alterar o estado de movimento de um corpo. Uma das formas de se entender as causas dos movimentos é por meio do conceito newtoniano de **força**. Essa é na verdade uma grandeza física que mede a intensidade da alteração do estado de movimento de um corpo. É ela o agente responsável por alterar o estado de movimento. Isso fica mais nítido nos enunciados contidos dentro das leis de Newton.

A primeira lei ou lei da inércia diz que **se a força resultante que atua num corpo é nula, ou esse corpo está em repouso, ou está em MRU**. Para se entender um pouco melhor essa lei é necessário, primeiramente, saber o que é uma força resultante. E antes de se chegar nesse ponto é preciso dizer que a força é uma grandeza física vetorial e está, portanto, submetida às regras de operações com vetores. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Desta forma, a força resultante é a **soma vetorial** de todas as forças que atuam num corpo, conforme equação 20:

$$\vec{F}_R = \sum_i \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \dots + \vec{F}_n \quad (20)$$

Portanto, se a soma de todas as forças que atuam num corpo ou objeto for zero, só existem dois estados de movimento possíveis para esses, quais sejam, ou o repouso ou o MRU. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). De maneira esquemática na equação 21:

$$\vec{F}_R = \mathbf{0} \rightarrow \text{Repouso } (\vec{v} = \mathbf{0}) \text{ ou MRU } (\vec{v} = \text{cte} \neq \mathbf{0}) \quad (21)$$

Assim, um corpo no qual $\vec{F}_R = \mathbf{0}$, tende a manter o estado de movimento no qual se encontra. Se estava em repouso tende a manter-se em repouso. Se estava em MRU tende a manter-se em MRU. Um exemplo típico e cotidiano é o “empurrão” que se costuma sofrer no ônibus quando este arranca ou freia. Como a $\vec{F}_R = \mathbf{0}$ que atua no corpo é nula este tem a tendência de permanecer como está, enquanto o ônibus anda e seus pés acompanham o mesmo. Isso fornece a sensação de estar sendo empurrado para frente ou para trás, o que é um efeito da propriedade da inércia. Propriedade que os corpos possuem de permanecer no estado de movimento no qual se encontram.

A segunda lei trata dos casos em que a soma das forças não é nula. A consequência nesses casos é que a força resultante irá alterar o estado de movimento do corpo em questão. Alterar o estado de movimento significa variar a velocidade do corpo o que, por conclusão lógica, significa introduzir neste uma aceleração. Portanto, uma força resultante não nula gera no corpo uma aceleração que será tanto maior quanto maior for o módulo da primeira. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008). Resultado matematicamente, na equação 22:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (22)$$

Onde m é a massa do corpo na qual as forças estão sendo aplicadas. Sendo esta uma medida da propriedade da inércia do corpo. Quanto maior for a massa do corpo menor será a alteração do estado de movimento do mesmo. E contrariamente, quanto menor é a massa do mesmo maior será a alteração do estado de movimento

do corpo para uma mesma força. A partir da segunda lei pode-se perceber que se não há aceleração, a força resultante será nula. E ter $\vec{F}_R = \mathbf{0}$ significa que, ou a soma vetorial das forças que atuam num corpo é nula, ou não há, efetivamente, nenhuma força atuando no mesmo. Portanto, pode-se dizer que as duas situações são equivalentes.

Por último tem-se a **terceira lei** de Newton que trata da chamada lei da ação-reação. De acordo com Newton, “para toda força de ação existe uma força de reação, de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário”. Uma aplicação bastante comum dessa lei pode ser entendida no ato de caminhar. Ao se deslocar, a pessoa empurra o chão com um dos pés, a reação ocorre no próprio pé desta que terá mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário em relação a primeira. Caso não existisse essa força de reação o pé escorregaria, fazendo com que a pessoa não pudesse sair do lugar. De acordo com essa informação pode-se concluir que existe uma força de reação que é exatamente a força de atrito, uma vez que, se a superfície do chão fosse perfeitamente polida essa seria nula. O mesmo pode-se dizer no caso de um carro em movimento. As rodas exercem uma força sobre o chão e este reage sobre as mesmas com uma força igual em módulo e oposta. Extrapolando para o limite em que o atrito é nulo não haverá força. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

Até agora se dissertou um pouco sobre força, mas não se fez ponderações sobre a forma de medi-la. O instrumento utilizado para tal é chamado de dinamômetro. Este é construído, basicamente, de uma mola com um cano. Onde a primeira vai presa dentro do segundo com uma de suas extremidades presa ao fundo do cano e a outra presa em outro cano menor que também vai dentro deste cano maior. Neste cano menor é colocada uma escala construída a partir de uma grandeza chamada de **constante elástica (k)**. Esta é característica para cada mola. Cada uma destas possui uma constante específica que vai depender do tamanho, da forma geométrica e do material do qual são construídas. Sabendo-se esta pode-se construir um dinamômetro que possibilitará medir forças. Isso porquê as molas obedecem a uma lei chamada de lei de Hooke. Esta coloca que quanto maior é a **deformação da mola (Δx)**, maior é a **força** aplicada para deformá-la, conforme expresso na equação 23:

$$\vec{F} = k \cdot \vec{\Delta x} \quad (23)$$

Esta força \vec{F} e o deslocamento produzido na mola $\vec{\Delta x}$ são grandezas diretamente proporcionais. Se uma aumenta a outra também aumenta na mesma proporção. Se uma diminui a outra também diminui na mesma proporção. Isso só acontece quando essa deformação produzida na mola for uma deformação elástica, ou seja, existir essa relação de proporcionalidade direta entre estas duas grandezas. Note-se que, no sistema internacional de unidades SI, a constante elástica tem como unidade o $\frac{N}{m}$ (newton por metro). Que significa a quantidade de newtons que se deve aplicar a uma mola para que essa possa ser deformada de um metro. Desta forma, se uma mola possui uma constante elástica de $5 \frac{N}{m}$ será necessário aplicar uma força e 5 N nesta para que se deforme de 1 m. (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008).

Em relação a equação 22, é interessante notar que esta não foi a formulação original dada por Newton. Este partiu daquilo que chamou de **quantidade de movimento** (\vec{p}), também conhecido como momento linear, ou somente momento. (NUSSENZVEIG, 2002). Newton, colocava que a quantidade de movimento se originava da velocidade (\vec{v}) e da massa (m) do corpo em questão. Ou seja, o momento linear é o produto da massa de um corpo pela sua velocidade, tal como na equação 24:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (24)$$

Note-se que \vec{p} é um vetor que possui mesma direção e mesmo sentido da velocidade. Se a massa do corpo em questão ou do sistema não varia com o tempo, obtém-se a equação 25 ao se derivar ambos os lados da equação 24 em relação ao tempo:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot a \quad (25)$$

A equação 25 pode ser comparada com a equação 22, revelando a equação 26:

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (26)$$

Esta é a formulação de Newton para a segunda lei. Ou seja, a força resultante impressa sobre um corpo é igual à taxa de variação do momento deste em relação ao tempo. Possuindo esta mesma direção e mesmo sentido do momento. (NUSSENZVEIG, 2002).

Como complemento daquilo que foi trabalhado até aqui pode-se citar mais alguns tipos de força, além da força elástica citada na lei de Hooke. Por exemplo existe a **força normal** (\vec{N}) que aparece sempre que se tem um corpo apoiado sobre uma superfície, seja ela horizontal ou inclinada, sendo que esta é sempre perpendicular à superfície. Outras forças bastante importantes no estudo da mecânica são a **força peso** (\vec{P}) e a **força de atrito** (\vec{f}). A primeira é definida conforme a equação 27:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (27)$$

Para se obter o peso de um corpo basta multiplicar sua massa pela aceleração da gravidade no local em questão. Este é igual a força de atração gravitacional que um planeta exerce sobre o corpo. E possui mesma direção e sentido da aceleração gravitacional, que aponta sempre para o centro dos planetas. A segunda pode ser classificada em dois tipos: **força de atrito estático** (\vec{f}_e) e **força de atrito cinético** (\vec{f}_c). A primeira atua enquanto o corpo está parado, em repouso, sobre uma superfície horizontal ou inclinada possuindo uma tendência ao movimento e varia de zero até um valor máximo chamado de força e **atrito estático máxima** (\vec{f}_{em}) cujo o módulo é dado pela equação 28:

$$f_{em} = \mu_e \cdot N \quad (28)$$

A segunda passa a atuar quando o corpo entra em movimento, sendo seu módulo dado pela equação 29:

$$f_c = \mu_c \cdot N \quad (29)$$

Onde μ_e é o coeficiente de atrito estático, μ_c é o coeficiente de atrito cinético e N o módulo da força normal. Ambas atuam sempre no sentido contrário ao movimento ou a tendência dele.

Pode-se ainda citar a **força de tração** (\vec{T}) que aparece sempre que se possui fio, corda ou barbante conectando os corpos. A **força centrípeta** (\vec{F}_c) que é uma força que aponta para o centro de trajetórias circulares e que depende da **massa (m)** do corpo, de sua **velocidade linear (v)** e do **raio (r)** desta trajetória circular, sendo seu módulo expresso pela equação 30:

$$F_c = \frac{m.v^2}{r} \quad (30)$$

E, por fim, a **força de resistência do ar** (\vec{F}_r) que é aquela devida ao meio onde o corpo se encontra e que atua no sentido contrário ao movimento deste. Seu módulo é variável e depende da velocidade do corpo, de sua forma e da área da maior seção transversal em relação à direção do movimento. Este pode ser, conforme o caso, proporcional à primeira potência da velocidade (v) do corpo ou ao quadrado desta, conforme expresso nas equações (31) e (32)

$$F_r = k.v \quad (31)$$

$$F_r = k.v^2 \quad (32)$$

Sendo k é uma constante associada ao meio e a forma aerodinâmica do corpo. (BONJORNO, 2001); (NUSSENZVEIG, 2002); (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2008)

6. PROBLEMATIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO EM AÇÃO: CONTRAPONDO A LINEARIDADE CURRICULAR AO CAOS DESORDENADO DA PESQUISA

6.1 Um barco com seu roteiro definido

Esta seção introduz a aplicação do produto educacional. Conforme já citado anteriormente na introdução, o produto desenvolvido para a aplicação neste trabalho do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do polo 21-Furg foi uma sequência didática de cinco planos de aula conectados com pequenas estufas cuja

ideia fundamental era associar alguns dos conceitos comumente trabalhados no primeiro ano do ensino médio com a construção, utilização e manutenção das mesmas. Na realidade, pode-se dizer que aqueles planos serviram como um roteiro definido para o barco que iria navegar ondas bravias a partir de sua aplicação. Tal como numa viagem, não é possível prever, com uma minuciosa riqueza de detalhes, o que pode vir a acontecer. Ainda mais em se tratando de uma viagem que nunca havia sido feita. Inicialmente havia a previsão de uma sequência didática de dez planos de aula que foi diminuindo na medida em que os primeiros foram sendo feitos e aplicados. Mas, independentemente da quantidade de planos, a proposta atendeu ao conteúdo de Física para o primeiro ano. A ideia era ir além, mas as dificuldades encontradas não possibilitaram este caminho. Na linha inicial de ação havia o plano de introduzir a Física Moderna associada ao conteúdo, com o despertar da curiosidade pelos educandos. Pouco antes do início das aulas do ano de 2018 (dois mil e dezoito), ano que ocorreu a aplicação do produto, dois dos dez planos se encontravam praticamente prontos. Foram sendo feitas modificações até o início das aulas, previsto para 28 de fevereiro de 2018, quando estes ficaram com seu formato final definitivo. O restante foi sendo escrito posteriormente durante os meses de março, abril e maio, ficando “definitivamente” prontos entre, aproximadamente, o final de abril e o início de maio. A pergunta que se pode colocar é: por que não foi feito o fechamento de todos os planos anteriormente, por exemplo, antes do início das aulas? É que o autor deste trabalho tinha intenção de, à medida que os dois primeiros planos iam sendo aplicados, ir fazendo alterações, modificações, aperfeiçoamentos nos seguintes em virtude das interações estabelecidas com os educandos e das respostas destes aos estímulos colocados por meio do processo problematizador e dialógico na busca da etapa de construção e associação dos primeiros conceitos. Note-se aqui, que a palavra definitivamente aparece entre aspas, isso significa que aqueles planos restantes ainda poderiam ser alterados antes de suas aplicações, embora já estivessem com os esboços praticamente definidos. Tudo dependeria da dinâmica interativa entre educador e educandos ao longo da aplicação dos dois primeiros planos.

E o que se pode adiantar é que nem tudo correu exatamente conforme o planejado. Como inclusive já era de se esperar, haja vista estes mares nunca terem sido navegados pelo educador. Mas, antes de adentrar mais profundamente nessa questão detalhando a caminhada de aplicação de cada plano especificamente com

relação ao que foi desenvolvido em cada um deles, assim como as dificuldades encontradas, pretende-se dissertar de forma breve a questão curricular da disciplina de Física e sua relação com a organização do trabalho. Um olhar mais atento aos planos de aula irá indicar que manteve-se a linearidade curricular apresentada e desenvolvida em cada um deles se comparada com boa parte, talvez a maioria, dos livros didáticos disponíveis para o primeiro ano do ensino médio. Nesse primeiro momento em que os planos de aula foram pensados e feitos não houve uma preocupação em, necessariamente, quebrar a linearidade do currículo, muito pelo contrário, buscou-se primeiramente seguir a sequência disponível na maioria destes livros numa tentativa de associar as pequenas estufas aos conteúdos que neles são desenvolvidos. Entretanto, pelas possibilidades de interdisciplinaridade entre a Física, a Química e a Biologia, nas estufas, sabia-se das potencialidades para os desdobramentos e para a pesquisa. Ou seja, a ideia era utilizar estas como uma espécie de tema gerador, tal como cita Freire (1987) em *Pedagogia do Oprimido*, relacionando-as com os conteúdos (ensino) e, se possível, com a pesquisa através da linearidade apresentada pelos conceitos que já se encontravam delineados na sequência didática. À medida que este tema, as problematizações e o processo dialógico viessem a estimular a curiosidade dos educandos se teria a possibilidade de quebra da linearidade curricular com o lento e gradual adensamento do processo curioso destes. Passando-se de uma curiosidade espontânea e ingênua para uma curiosidade epistemológica. Desta forma, o tema gerador, as problematizações, o processo dialógico, a curiosidade, a pesquisa e o ensino seriam capazes de abrir um espectro muito mais amplo de possibilidades de aprendizado, sendo, inclusive, capazes de induzir uma transcendência com relação aos conceitos que inicialmente se propunha desenvolver.

Entretanto, apesar desse processo ser, até certo ponto, desejável, precisou ser conduzido com muito cuidado e com muita propriedade. Haja vista que ele, por si só, também teria possibilidade de introduzir um caos desordenado que só poderia ser sanado a partir de um processo de organização sistemática muito bem feito e estruturado pelo educador e pelos educandos. Isso porque este tema gerador, conforme já colocado anteriormente, têm o potencial de permitir múltiplas associações, múltiplas conexões que se não vierem a ser muito bem conduzidas podem levar a uma grande desordem conceitual, assim como, a uma grande confusão mental por parte dos educandos. Apesar dessa aparente desvantagem, pode-se por

meio dela, criar uma ponte para a introdução da necessidade de um aprendizado mais profundo da metodologia científica e, conseqüentemente, de como se fazer ciência. Ou seja, abre-se espaço para o educar pela pesquisa dentro do ensino médio, já no primeiro ano deste nível de ensino, haja vista este produto ter sido aplicado nestas turmas. Este aprendizado, pode começar de forma espontânea e ingênua e ir se adensando. Um exemplo seria estimular a própria organização dos alunos, feita por um processo de categorização dos objetos de estudo que pode ir se adensando para uma categorização conforme definida por Galiazzi e Moraes (2016), no seu livro “Análise Textual Discursiva”, trabalhando-se uma metodologia científica, por exemplo, do ponto de vista essencialmente fenomenológico.

Neste momento é preciso fazer uma pausa para uma ressalva antes de seguir adiante. Conforme coloca Freire (1987), o processo metodológico de ensino se dá de uma forma um tanto diferente. Isso fica ainda mais claro em Costa e Pinheiro (2013), que tratam dos temas geradores, da contextualização, da problematização e da interdisciplinaridade. Estas, amparadas em alguns outros autores, colocam que, basicamente, tal metodologia de ensino inicia pela discussão democrática entre os participantes com a finalidade de estabelecer os temas geradores, que posteriormente irão se concretizar nos conteúdos necessários ao aprofundamento destes. Ou seja, parte-se do tema gerador para os conteúdos. Desta forma não há a necessidade de um programa, de uma grade curricular, de uma sequência a ser seguida. Educador e educandos são os sujeitos ativos do processo educativo que irão escolher de forma conjunta e a partir da sua realidade e de seus conhecimentos sobre esta o que é necessário refletir, pesquisar, aprender e aprofundar. Portanto, a utilização direta desta metodologia de ensino iria conferir uma saída total da linearidade já há muito pré-estabelecida nos currículos de Física do ensino médio. Nesta o professor possui um papel vital que é o de estimular a problematização e o diálogo e, ainda, mediar a interação, auxiliando seus alunos no caminho da descoberta, do esforço de compreensão da realidade experimentada a fim de atingir um nível de conhecimento mais denso dessa a partir da reflexão crítica dos envolvidos sobre sua própria prática social, conforme citam as autoras.

A metodologia de ensino aplicada pelo autor deste trabalho, apesar de buscar inspiração na metodologia freireana, não se confunde exatamente com a mesma, haja vista que se encontra baseada numa sequência didática, num roteiro definido. E isso se justifica, basicamente, pelos seguintes motivos. O primeiro deles se encontra

baseado na inexperiência do professor e, também dos alunos, em trabalhar dessa forma, ou seja, pela escolha e utilização direta dos temas geradores. O segundo, está associado a falta de compreensão que isso iria gerar na comunidade, mais especificamente, com o segmento dos pais, já que estes se encontram muito mais conectados com uma metodologia tradicional de ensino. Desta forma, era preciso fazer uma viagem com escalas em alguns portos antes de chegar-se ao destino definitivo. Portanto, não era possível dar um salto tão grande e rápido sem provocar muitas, demasiadas, e talvez até excessivas resistências, que gerariam muito mais conflitos do que um bom ambiente de ensino e de aprendizagem. O que não contribuiria em absolutamente nada para a melhoria do ensino de Física no ensino médio da escola onde ocorreu a aplicação do produto. A opção foi, portanto, a de fazer uma transição suave, trabalhando-se com uma sequência didática que, por um lado, engessaria o trabalho, mas por outro, permitiria uma associação muito profícua com o tema gerador escolhido, abrindo grandes possibilidades de problematizações interdisciplinares e desafiadoras que poderiam, num futuro razoavelmente breve levar à aplicação de uma metodologia de ensino puramente freiriana. Talvez, o que se possa dizer é que esse trabalho acabou ficando entre a pedagogia freiriana, por buscar trabalhar e desenvolver um tema gerador, e a pedagogia crítico social dos conteúdos, que possui a prerrogativa de associar os conteúdos o máximo possível à realidade social dos educandos, fazendo-o de maneira crítica e reflexiva. Entretanto, sem perder de vista a linearidade curricular categorizada e organizada em “conteúdos culturais universais construídos em domínios de conhecimento relativamente autônomos, incorporados pela humanidade, mas permanentemente reavaliados face às realidades sociais” (LUCKESI, 1994).

Uma breve e ainda superficial leitura das escritas feitas pelos educandos apontou para uma possibilidade de adensamento das associações que poderiam vir a ser estabelecidas tornando o educador ainda mais convicto de que estava no caminho certo para uma transição conforme a colocada logo acima. Isso fica mais evidente no extrato de uma das escritas feitas pelos educandos na primeira escrita, como por exemplo, o que um dos educandos relata:

“[...] trabalhamos juntos com temperatura, direção do vento e radiação da luz solar. Estufas são lugares com o objetivo de acumular e conter o calor no seu interior, o que assim mantém uma temperatura maior no seu interior que ao

redor. Uma das vantagens da estufa é controlar o frio pois ele prejudica a germinação das sementes, as plantas apresentam tempo de crescimento irregular e lento e uma geada por exemplo pode destruir a planta enquanto as temperaturas elevadas fazem as plantas transpirarem. Uma das coisas que torna possível o processo de crescimento das plantas de forma ideal é a manutenção de calor, a fotossíntese e a troca de gás das frutas ou verduras. Altitude e latitude devem ser levadas em consideração em função de sua importância com relação ao clima, também deve ser considerado no local o vento para que se utilize os efeitos na retirada do excesso do calor da estufa. Outro fator de máxima importância é a água, o controle de seu ambiente interno e à manutenção da estrutura. Dentro de uma estufa podemos alterar a quantidade e a qualidade da luz que incide sobre as verduras e frutas, isto é possível com utilização apropriada dos materiais de cobertura da estufa o que atua como filtros de radiação e de luz. Na cobertura da estufa deve ser analisada a escolha adequada de plásticos, lonas e também telas de sombreamento pois requer conhecimento das características e funções de cada cobertura.”

Note-se que aqui aparecem alguns conceitos que possibilitariam uma quebra da linearidade curricular: o conceito de temperatura que normalmente é visto no segundo ano poderia ser antecipado, mesmo que de forma breve, ao se discutir as grandezas que aparecem nas estufas. Outros que aparecem logo em seguida são o da direção do vento e o da radiação da luz solar. Que poderiam ser associados, respectivamente, com um campo vetorial da velocidade do vento já demonstrando mapas meteorológicos que permitem essa conexão e o espectro eletromagnético com enfoque sobre as radiações ultravioletas e infravermelhas, que inclusive, participam do efeito estufa. Outras palavras ainda podem ser retiradas desta transcrição para uma eventual quebra e saída da linearidade: calor, fotossíntese, troca de gás, altitude, latitude, clima, quantidade de água que está associado a umidade, quantidade e qualidade da luz e filtros de radiação. Isto somente dentro de uma única escrita. Muito maiores seriam as possibilidades no universo de uma turma. E maior ainda no universo de cinco turmas, exatamente a quantidade de turmas em que foi aplicado este produto.

Antes de finalizar esta seção e iniciar a próxima é interessante retornar ao início desta e colocar algumas das dificuldades que ocorreram e acabaram por impor algumas alterações no trabalho. A limitação de se trabalhar 5 dos 10 planos de aula, foi decorrência de uma série de fatores, como o tempo para a aplicação que em muito

foi prejudicado pela greve dos caminhoneiros no final de abril de 2018, as chuvas constantes que ocorreram a intervalos de tempo muito mais curtos que o normal, a copa do mundo (que tirou alguns dias a mais de trabalho), logo em seguida o recesso escolar, a tensão e disputa pelo espaço, as eleições gerais e da escola. Apesar disso, os planos e as escritas transcorreram com uma certa naturalidade, sendo que não houve mais tempo para desenvolver a quebra de linearidade curricular percebida nas escritas dos educandos. Talvez, se houvesse um pouco mais de tempo, esta poderia ter transcorrido com uma posterior elaboração de outros planos que levassem à pesquisa de forma mais intensa. Vale colocar que a ideia seria os educandos buscarem problematizações, que talvez, pudessem ensejar a quebra da linearidade curricular, mas as limitações de tempo, cronológico e climático, conforme citado, impossibilitaram esse avanço.

6.2 Tempestade no caminho: viajando num oceano em fúria

Antes de iniciar a descrição dos fatos transcorridos durante a aplicação do produto faz-se necessário explicar que esta foi feita em cinco turmas do primeiro ano do ensino médio, totalizando, aproximadamente cento e sessenta educandos. Utiliza-se a palavra aproximadamente, haja vista, terem ocorrido transferências (saída e entrada de novos alunos), assim como, cancelamentos em função de troca de curso (ensino médio regular para o EJA). Destas turmas, duas foram mais participativas e as análises feitas, principalmente sobre as escritas dos educandos, levam em consideração um peso maior para as ponderações sobre ambas. As outras três turmas foram participantes, entretanto o envolvimento não foi tão intenso quanto o das duas turmas citadas anteriormente. É ainda necessário frisar que uma turma foi pegando o trabalho que a outra já havia executado, no que se refere a limpeza, organização, e construção das estruturas. A fim de tentar manter uma sequência lógica para os educandos das transformações que iam ocorrendo no espaço o professor foi dando descrições e orientações do trabalho executado juntamente com as turmas anteriores. Portanto, deve-se ter em mente que essas etapas, de limpeza, organização e construção foram comuns a todas as turmas.

O primeiro plano de aula aplicado buscava estabelecer relações entre o que é comumente visto no primeiro ano do ensino médio com a estufa, além de ser uma etapa de montagem da estrutura, de busca por ideias de como se fazer e de como se

construir. Conforme já dito anteriormente. O educador tinha uma prévia do projeto em mente, porém era necessário expor isso aos educandos para que o diálogo pudesse remodelar esta prévia fazendo-o mais interativo e estimulante para estes. A parte inicial da aplicação deste primeiro plano, ou seja, o primeiro momento, inicia-se com uma aula onde é colocada a palavra estufa no quadro e é feita uma explosão de ideias, de palavras geradoras relacionadas com esta, além de já se abordar algumas questões das grandezas e unidades associadas ao espaço destinado ao plantio que seria feito pelas turmas. Como por exemplo: área de plantação, que esta grandeza é formada na realidade por comprimento e largura, no caso de uma área retangular, e que a largura é um comprimento. Ainda neste primeiro momento busca-se alguma relação que as estufas poderiam ter *a priori* com a Física e, além disso, relações de interdisciplinaridade com saberes de outras áreas e disciplinas. Aqui começam a ser delineadas algumas palavras como Física, Química, Biologia, Matemática, História, Geografia, Filosofia, Sociologia, Artes, Português, Inglês, Espanhol, Educação Física, Literatura que nada mais são do que os outros componentes curriculares. Dentro de cada um destes buscou-se estabelecer relações com as estufas e com a Física a fim de se demonstrar que é possível e desejável que o saber de uma área esteja conectado com o de outra. O segundo momento foi a ida ao espaço, que antigamente era uma horta e que seria utilizado para a construção das estufas, para a apresentação deste as turmas.

Num terceiro momento foi iniciada a limpeza e a organização do espaço e, logo em seguida, munidos de trenas de 3 m e 5 m, além de barbantes e alguns pedaços de madeira achados no próprio espaço o educador pediu para que os educandos buscassem estabelecer um tamanho inicial para as estruturas (Figura 1). Perguntou se tinham a intenção de montá-las, quantas pretendiam fabricar e qual deveria ser o espaçamento entre elas. Essa última parte relativa ao dimensionamento e construção era, exatamente, a aplicação do quarto momento previsto neste plano que transcorreu paralelamente ao terceiro momento de organização e limpeza. Desta forma, enquanto uns alunos foram realizando medidas no espaço com a finalidade de definir o dimensionamento das estufas outros foram executando a limpeza com as enxadas, pás e ancinhos retirando o capim do canteiro, mas atentos às falas do professor, principalmente no que se referia ao dimensionamento das marcações que estavam sendo feitas pelos outros colegas.



Figura 1: Imagem dos educandos fazendo medidas no terreno

Como aqueles educandos que ficaram responsáveis pelo dimensionamento e marcação ficaram bastante perdidos com relação ao tamanho que as estruturas deveriam ocupar no espaço, o professor propôs, em conjunto com alguns outros educandos, um tamanho em particular para as estruturas de 2 m x 1 m, que era o que já havia idealizado. E assim, estes procederam às medidas e às marcações utilizando barbante e pedaços de madeira. Após o término da primeira marcação ocorreu outra dúvida: qual espaçamento deixar entre cada uma das marcações? Desta forma, recorreram novamente ao professor que sugeriu que o espaçamento deveria ser o suficiente para que se pudesse trabalhar com tranquilidade entres as estufas e que pudesse passar um carrinho de mão entre estas. Sendo assim, acabaram optando por deixar um caminho com um espaçamento de 1 m no acesso principal e de 0,5 m ou 50 cm entre cada uma das estufas laterais (Figura 2).

Tais marcações, foram feitas até atingir o número de quatro. Após este momento da marcação e dimensionamento o trabalho parou por um tempo em virtude da falta de material necessário a parte de construção e montagem das bases. Este é um dos momentos em que aparece uma das primeiras dificuldades: a corrida pelo material e contra o tempo. Sendo que esta última palavra se revelou ter tanto o significado cronológico quanto o meteorológico. A melhor forma de aproveitar o tempo cronológico foi, enquanto as turmas não iam ao espaço, buscar fazer a sistematização dos conteúdos em sala de aula, o que acabou avançando para a aplicação antecipada do segundo e terceiros planos, abordando-se as questões trabalhadas na prática sobre grandezas e unidades na física, assim como prefixos, múltiplos e submúltiplos,

potência de base dez, notação científica e conversão de unidades, além dos conceitos preliminares para o entendimento do fenômeno do movimento.



Figura 2: Terreno marcado pelos educandos

Nesta sistematização iniciou-se pela problematização do que seria uma grandeza física e logo veio a resposta: “- É tudo que pode ser medido”. Tão logo esta resposta foi dada, o professor continuou a problematização perguntando se estas grandezas poderiam ser classificadas em outros tipos, tomando como exemplo aquelas que haviam sido medidas no espaço previsto para a construção das estufas, como por exemplo, comprimento e tempo de trabalho. Após esta parte foi sendo introduzida uma discussão sobre as unidades, o Sistema Internacional de Unidades, as grandezas físicas fundamentais e as derivadas. Essa sistematização transcorreu ao longo de aproximadamente quatro semanas em que paralelamente foi se buscando conseguir o material para a construção no todo ou em parte do aparato. Entre o final de março e o início de abril se obteve boa parte dos materiais, com exceção da lona transparente. Tão logo isso tenha acontecido foi feito o pedido desta sendo que logo em seguida, mais precisamente em vinte e cinco de abril, foi deflagrada a greve dos caminhoneiros o que, como citado logo acima foi uma das primeiras dificuldades que introduziu um atraso na aplicação do primeiro plano com o término da construção das quatro estufas. Além disso, o ano chuvoso, com a chegada

das chuvas a partir do final de maio, mais precisamente do dia vinte e cinco de maio em diante, atrasou bastante a aplicação dos planos restantes.

Após se conseguir as longarinas e o restante dos materiais para a delimitação da área de plantio, verificou-se que as tábuas eram de 2,76 m. A fim de evitar desperdícios, e perder parte da madeira, o educador sugeriu redimensionar as marcações de forma a se cortar algumas madeiras ao meio para a construção das bases. Desta forma, foram construídas um total de sete estufas de 2,76 m x 1,38 m. Foram usadas 3 varas de madeira que mediam 2,76 m para cada uma das bases, duas inteiras em cada lateral e uma cortada no meio para ser usada nas outras faces de modo a formar um retângulo. Os alunos participaram desde o corte da madeira até a montagem (Figura 3), colocando pregos e ajustando a estrutura no espaço projetado para isso e arrumando a lona preta.



Figura 3: Montagem da base de uma das estufas

Foram colocados os arcos de pvc 20 e as braçadeiras para segurá-los nas bases até a chegada da lona transparente que só ocorreu no final de junho, após o fim da greve dos caminhoneiros (meio de maio) e normalização dos transportes de carga (final de maio e início de junho). Com a chegada desta a montagem foi completada. Experimentalmente, professor e alunos envolvidos decidiram deixar somente uma das estufas montadas por um tempo para ver o comportamento da comunidade com relação as construções antes de se prosseguir com a colocação da

lona transparente nas quatro bases que até então haviam sido montadas com os canos de pvc 20. É ainda necessário que colocar que nessa etapa de montagem das bases de madeira das estufas foi feita uma pesquisa conjunta do educador com os educandos da planta que seria utilizada para se fazer as medições relativas ao seu crescimento. Esta foi realizada nas cinco turmas, onde os educandos dispuseram de celular e internet para realizar a atividade. Ao longo diálogo o professor colocou a questão do tempo disponível para realizar as aferições e que, portanto, era necessário achar uma planta cujo tempo de germinação fosse curto e, além disso, essa deveria possuir facilidade de acesso. A pesquisa em todas as turmas resultou na escolha da cebolinha que possuía um tempo de germinação de 21 dias. O educador conseguiu as sementes e plantou conjuntamente com uma das turmas. Mas, o clima chuvoso desfavorável impediu a germinação. A solução foi comprar mudas de cebolinha prontas para a prática das medidas.

6.3 O tempo e o vento

O segundo plano de aula visava trabalhar com os conceitos de prefixos, múltiplos e submúltiplos, potência de base dez, notação científica e conversão de unidades. Conforme foi dito na seção anterior em que ocorreu a descrição da aplicação do primeiro plano, se aproveitou o tempo em que não se tinha material para se fazer a sistematização, também, dos conceitos que envolviam o segundo plano de aula. Mas, a pergunta que cabe neste momento é: como foi feita essa sistematização de tal forma a relacioná-la com o que já havia sido construído das estufas? Bom, conforme já colocado pelo autor, as bases de madeira se encontravam prontas e a limpeza e organização do terreno já haviam sido feitas. Assim, com a introdução dos conceitos de grandezas físicas, grandezas físicas escalares e vetoriais, unidades, sistema internacional, grandezas físicas fundamentais e derivadas, o caminho se encontrava aberto para se poder trabalhar os conceitos designados no segundo plano embora as estufas não estivessem totalmente montadas. E assim ocorreu, trabalhando-se, na sequência, com os prefixos, múltiplos e submúltiplos. Isso foi feito voltando-se às medidas tiradas durante o momento das marcações e construção das bases. Primeiramente o educador colocou a questão dos prefixos utilizados dentro da física, estabelecendo relações com as medidas. Por exemplo, a base retangular de madeira possuía medidas de 2,76 m por 1,38 m, ou ainda, de 276 cm por 138 cm.

Aqui foi possível mostrar um dos prefixos que é bastante usado no cotidiano de qualquer trabalhador, por exemplo, construtor civil, que precisa fazer medidas. A letra “c” se constitui no prefixo “centi”, um dos vários prefixos que foram apresentados numa **TABELA III** no quadro em que concomitantemente o educador foi buscando estabelecer relações com as medidas já feitas no espaço onde estavam colocadas as bases. Da mesma forma, foi fazendo associações com uma régua de cinquenta centímetros que seria utilizada para se tentar medir a velocidade de crescimento de uma planta, demonstrando que essa era dividida em decímetros, centímetros e milímetros. E que estes, correspondiam na realidade, respectivamente, a um décimo, um centésimo e um milésimo de metro. Nesta situação foi possível demonstrar mais alguns prefixos de uso comum e cotidiano, colocando que todos esses prefixos eram na realidade submúltiplos do metro. Seguindo essa linha de raciocínio debateu-se sobre o decâmetro, o hectômetro e o quilômetro, que correspondem a dez, cem e mil vezes o padrão do metro, mostrando-se que esses são na realidade múltiplos da referida unidade. Ainda dentro dessa discussão, o professor montou uma tabela com os submúltiplos de um lado e os múltiplos do outro fazendo a relação com as respectivas potências de base dez e os prefixos relacionados a cada uma. Cabe ressaltar que o educador introduziu o conceito de universalidade destes prefixos e potências que podem ser utilizados em qualquer circunstância, sendo aplicados a qualquer unidade de medida com o seu respectivo padrão. Logo em seguida a esta colocação, foi feita uma apresentação um pouco mais aprofundada das potências de base dez e o porquê do uso da notação científica. Mas aqui, cabe uma outra pergunta: como associar esses últimos conceitos aos trabalhos que estavam sendo desenvolvidos nas estufas? A resposta a essa pergunta começa com as medidas de largura e comprimento das bases de cada estufa, sendo a primeira de 1,38m e à segunda de 2,76 m. O educador fez um desafio aos alunos pedindo que estes calculassem a área de cada canteiro em metros quadrados. Ao perguntar para os educandos como calcular essa área o educador recebe rapidamente a seguinte resposta: “- É um retângulo professor!! Para achar a área basta multiplicar a base vezes a altura”. Apesar desta resposta rápida muitos destes não conseguiam efetuar o cálculo e achar o resultado correto. Dessa forma, o professor pede para que façam a associação do fato como se quisessem calcular a área de um terreno para colocá-lo à venda e solicita que utilizem a calculadora do celular para achar a resposta. Ainda assim, muitos persistiram com dificuldade para solucionar o problema, embora outros

tenham conseguido chegar no valor exato da questão. Após o ocorrido, o docente foi ao quadro branco e fez o desenho do retângulo com as dimensões da base de cada uma das estufas. Como já haviam dito que o cálculo desta área era o produto da base pela altura desta figura, o professor assim procedeu à operação de multiplicação resolvendo a questão e colocando o valor exato no quadro que era exatamente igual à 3,8088 metros quadrados. Entretanto, ambas as medidas possuíam somente três algarismos significativos, sendo assim já aproveitou para falar deste conceito de algarismos significativos e sobre a regra do arredondamento. Colocou que como ambas as medidas possuíam esses três algarismos significativos com uma precisão de até duas casas após à vírgula, não fazia sentido manter o terceiro e o quarto algarismos após à vírgula na resposta. Sendo assim, aproveitou este momento para explicar sobre o funcionamento da regra do arredondamento que funciona da seguinte maneira: para se arredondar quebra-se o número na casa decimal conveniente, que neste caso, era a segunda casa após à vírgula, e analisa-se o próximo algarismo, se este estiver entre zero e quatro mantém-se o anterior, caso esse próximo algarismo esteja entre cinco e nove arredonda-se o anterior para o próximo algarismo que vier após ele. Ou seja, no caso da medida em questão: 3,8088 metros quadrados, ao aplicar-se esta regra obtém-se o número arredondado igual a 3,81 metros quadrados.

Tendo concluído esse desafio o educador lança outro, pedindo para que os educandos fizessem a conversão da área achada para centímetros quadrados utilizando uma regra que já havia sido desenvolvida em aula durante a parte de sistematização do conteúdo: a chamada regra da conversão em cadeia. Os educandos tiveram muita dificuldade em fazer o cálculo, principalmente com o uso desta regra. Desta forma, houve novamente a necessidade da ida ao quadro branco pelo educador com vistas a resolução deste desafio. Este começou com a escala de área colocando-a em sequência decrescente: o quilômetro quadrado, o hectômetro quadrado, o decâmetro quadrado, o metro quadrado, o decímetro quadrado, o centímetro quadrado e o milímetro quadrado. Era necessário, antes de mais nada, achar a relação de equivalência entre o metro quadrado e o centímetro quadrado. Na conversão, utilizando esta escala, cada casa que se anda para a esquerda divide-se por cem ou dez elevado à dois, ao contrário, para cada casa que se anda para a direita multiplica-se por cem ou dez elevado à dois. Sendo assim, chega-se à conclusão que 1 metro quadrado é igual a uma vez dez elevado à quarta potência de centímetros quadrados. A regra da conversão em cadeia pede que se multiplique o

número e a unidade que se pretende converter por uma fração de conversão, onde nesta, deve aparecer a relação entre a unidade antiga e a unidade nova. Seguindo este raciocínio o professor fez o seguinte cálculo, conforme aparece na equação 24:

$$3,81 \text{ m}^2 \times (1 \cdot 10^4 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}^2) = 3,81 \cdot 10^4 \text{ cm}^2 \quad (24)$$

Achando o resultado: $3,81 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$, que está exatamente expresso em potência de base dez e em notação científica. Conforme se pretendia demonstrar no desafio, relacionando as medidas feitas com as potências de base dez e a notação científica.

O terceiro plano de aula tinha a pretensão de trabalhar com os conceitos introdutórios e preliminares para o entendimento dos movimentos, quais sejam: referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea a partir das estufas. Esta aula se inicia com uma discussão a respeito do que é o movimento. Como expressar um movimento? Como descrevê-lo? Como medi-lo? Essas foram algumas das perguntas que permearam o debate. Uma das colocações feitas pelos educandos foi a de que os movimentos estão associados a variação de posição ou distância de um corpo num certo tempo. Mas como dizer que um corpo varia a sua posição? Ou que percorre uma determinada distância? Isso só começou a fazer sentido para eles quando se trabalhou o conceito de referencial. De que só seria possível dizer que um corpo ou objeto está nesta ou naquela posição em relação a referencial para o qual se pode associar um sistema de referência que é exatamente o que se usa para descrever e caracterizar os movimentos. Ou seja, só é possível expressar a localização (posição) de um objeto em relação a um referencial previamente escolhido pelo observador do movimento. Sendo este, aquele que irá realizar as medidas deste movimento. A trajetória foi colocada por eles como sendo o rastro que o corpo deixa ao “andar”. E aqui foi feito um parêntese para indicar que se trabalharia somente com movimentos retilíneos, já que com esses seria possível utilizar um referencial unidimensional, constituído de um único eixo, que é o mais simples que se poderia utilizar. O educador ainda colocou a existência de outros referenciais: um bidimensional (formado por dois eixos ortogonais, no caso, o próprio plano cartesiano, utilizado em movimentos planos) e o outro tridimensional (formado por três eixos ortogonais, utilizado em movimentos tridimensionais mais complexos).

O deslocamento foi definido como a variação de posição entre dois pontos em relação a um referencial diferente da distância que é exatamente tudo aquilo que o corpo efetivamente “andou”. Na sequência, buscou-se ouvir os conceitos preexistentes ao mesmo tempo em que se faziam novos questionamentos a respeito do tema. E assim, foram sendo introduzidos os conceitos restantes de ponto material ou partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea. Ao final dessa discussão o professor pergunta como relacionar tudo que foi debatido com o trabalho nas estufas. Existiria alguma forma de realizar medidas dessas grandezas físicas naquele espaço? Ao aguardar por um tempo sem resposta, faz a colocação de que as plantas crescem e se assim o fazem isso significa que estas se movimentam, embora esse movimento seja bastante lento. Este ainda lembrou de uma das discussões anteriores em que foi feito de forma conjunta uma tentativa de esboço da curva de crescimento de uma planta hipotética a fim de dar uma visão geral e ir contextualizando mais o que estava sendo trabalhado conceitualmente. A partir desse comentário alguns educandos foram capazes de dizer que uma das formas de relacionar os conceitos trabalhados seria medir a velocidade de crescimento de uma planta. Logo em seguida, o educador faz uma nova pergunta questionando como medir essa velocidade. Ninguém foi capaz de responder num primeiro momento. Então, este vai ao quadro faz um desenho de uma vista frontal da base com medida de menor comprimento preenchida por terra e uma planta brotando desta verticalmente para cima. E pergunta novamente como medir. A partir do desenho e dos questionamentos algumas respostas começaram a aparecer, como por exemplo, fixar uma régua no solo e tomar a parte que tangencia o solo como origem, ou seja, como posição zero. Ao ser colocada esta alternativa o educador perguntou como seria feito o processo de fixação da régua. Um de seus argumentos é que se esta última fosse meramente enterrada no solo provavelmente haveria problemas com as medidas no caso de haver chuvas, pois o processo de erosão do solo acabaria por facilmente deslocar a régua de sua posição original gerando medidas em desacordo com a realidade. Desta forma, o educador perguntou como minimizar esse problema ao que os discentes, em todas as turmas trabalhadas, responderam que para diminuir esses desvios, uma alternativa seria atravessar uma vara de madeira de forma perpendicular aos lados da base que possuíssem medida maior pregando-a nesses lados. E aproximadamente no centro destes, exatamente onde se queria fazer as medidas, se fizesse o processo de fixação da régua, com um sargento, conforme

proposto por alguns alunos de uma turma, ou com um parafuso, conforme proposto pelas outras. Fazendo-se isso o desvio seria bem menor, haja vista a área de contato de toda a estrutura da base como o solo ser bem maior se comparada com a área de contato da régua o que daria maior precisão na medida já que o risco de escorregamento por erosão devido à chuva ficaria bem reduzido. Esta última alternativa era a mais viável, já que para ela haviam os materiais necessários. E, assim se procedeu à fixação de uma régua de 50 cm, que foi perfurada por um prego aquecido, prensada na vara de madeira perpendicular às laterais. Nesta altura, é importante relatar que os próprios educandos num dos diálogos anteriores haviam sido desafiados pelo professor a pesquisar uma planta que possuísse crescimento rápido, fosse resistente ao frio e ainda possuísse hastes que possibilitassem uma aferição fácil das suas sucessivas posições ao longo do tempo em relação à régua. Desta pesquisa acabou resultando a escolha de uma planta bastante utilizada como tempero nas residências de vários educandos: a cebolinha.

Várias tentativas de medidas foram feitas, mas alguns imprevistos acabaram por dificultar a construção de um gráfico da curva de crescimento. E o motivo disso é que não se conseguiu fazer mais do que cinco medidas sucessivas nas hastes. Numa primeira tentativa o educador, ora conjuntamente com os educandos, ora sem estes (no caso dos dias de chuva), marcou uma das hastes com marcador azul permanente, além de prendê-la com uma haste metálica fixada no solo e com um plástico (hastes metálicas utilizadas para manter orquídeas em pé) fazendo o contorno da haste da planta a ser medida. Entretanto, ao fazer-se a segunda medida a haste quebrou e assim perdeu-se a possibilidade continuar as medidas sobre a mesma. Na segunda tentativa, foram feitas marcações de coloração azul e vermelha em mais de uma haste, no caso duas hastes, a haste azul, acabou com a ponta seca na terceira medida, sobrevivendo somente a haste vermelha com cinco medidas. Apesar desta última tentativa possuir uma quantidade maior de medidas, que poderia ter sido utilizada para a construção de um gráfico, o educador resolveu não a utilizar haja vista a última medida ter sido realizada no início de agosto, período para o qual estava programado o início das avaliações do segundo trimestre na escola, além do que era necessário avançar na matéria e nas aplicações dos outros planos de aula.

6.4. Cuidando para não afundar

A aplicação do quarto plano de aula estava relacionada com a associação das medidas relativas ao crescimento da planta com os movimentos retilíneos, especificamente, o movimento retilíneo uniforme, o movimento retilíneo uniformemente variado e a queda livre. Uma prévia dessa relação já havia sido discutida numa das aulas anteriores no final do mês de maio onde o professor, num debate com os alunos sobre como associar a física às estufas, fez um esboço de um gráfico que poderia expressar a curva de crescimento de uma planta hipotética. Era uma tentativa de dar um panorama geral do que poderia ser feito. Dessa forma, conforme consta no plano de aula quatro, a diferença em relação ao terceiro plano de aula era a busca por problematizações cujas respostas pudessem levar a associação mais profunda com os movimentos retilíneos cuja prévia geral já havia ocorrido no intercurso de diálogos anteriores. As dificuldades de aplicação deste plano foram muitas. Uma delas se relaciona ao fato de, conforme já mencionado acima, as medidas das sucessivas posições ocupadas pela planta ao longo tempo terem sido frustradas pela inexperiência e falta de habilidade no manuseio com a própria planta, tanto do professor quanto dos alunos. Sendo esta, ainda mais do primeiro, haja vista este ter assumido a responsabilidade de fazer tais medidas. Sendo assim, na primeira tentativa de realização das medidas o que se se obtém como resultado é uma tentativa frustrada pelo fato da haste, conforme já dito acima, quebrar logo em seguida a realização desta. No dia seguinte foram iniciadas novas medidas com a marcação de duas hastes, uma com coloração azul e a outra com coloração vermelha. Conforme já descrito acima, com a primeira haste foi possível fazer-se duas medidas. Quando se foi fazer a terceira medida desta haste percebeu-se que a sua ponta acabou secando o que não permitiu a continuidade das medidas sobre ela. Entretanto, o educador, já antevendo novamente problemas com as medidas, marcou uma segunda haste de coloração vermelha no mesmo dia em que foi feita a marcação da haste azul. E o resultado, é que essa nova haste vermelha produziu cinco medidas que já seriam o suficiente para se traçar um gráfico e se ter uma ideia do crescimento da planta durante o período em questão. Contudo, essa última medida da haste vermelha foi produzida no dia primeiro de agosto de dois mil e dezoito, trinta e cinco dias depois da primeira medida, que foi realizada no dia vinte e seis de junho de dois mil e dezoito. Sendo assim, o professor optou por não seguir adiante com novas

medidas, haja vista que isso demandaria um tempo muito longo para a finalização desta etapa, o que acabaria por inviabilizar a aplicação do quinto e último plano de aula, bem como das escritas que também estavam sendo feitas pelos educandos. Portanto, o que se fez foi retomar o debate já feito anteriormente com as turmas, retomando a questão de como poderia ser o gráfico de crescimento da cebolinha dentro deste período de inverno. O professor também questionou se o crescimento seria o mesmo conforme as estações do ano, ao que os educandos responderam que não, que este, na realidade, dependeria de muitos fatores, como a luminosidade proveniente do Sol, as chuvas, o tipo de solo em questão, entre outros. Colocaram que as estufas poderiam ajudar no processo de estabilização da temperatura a que as plantas seriam submetidas e que, portanto, estas, seriam capazes de acelerar o seu crescimento mesmo no inverno, aumentando, desta forma, sua produtividade.

Antes de se iniciar a descrição da aplicação do quinto e último plano de aula, cabe ressaltar mais algumas dificuldades encontradas no caminho. O ano de dois mil e dezoito acabou sendo um ano muito chuvoso entre o meio do outono, final de maio, e o meio do inverno, início de setembro, fato este que dificultou a construção das estruturas, assim como as idas ao espaço para limpeza e obtenção de medidas. A maior parte das medidas foi feita pelo educador justamente com vistas a preservar os alunos, a fim de que não tomassem chuva e viessem a adoecer em função desta situação. Além da chuva que atrapalhou bastante o trabalho desta etapa, pode-se citar outras dificuldades surgidas, como a greve a já citada greve dos caminhoneiros, que acarretou na demora do material para construção das estufas protelando o trabalho para mais adiante no tempo; a copa do mundo nos dias de jogos do Brasil que acabaram retirando mais alguns dias de trabalho; o recesso escolar ocorrido entre o final de julho e o início de agosto, que gerou mais protelamento ainda mais na aplicação deste plano e finalmente, as avaliações logo em seguida ao retorno do recesso, que eram necessárias ser feitas já que o trimestre findava na primeira quinzena de setembro. Sendo assim, durante este intercurso de tempo, entre o meio de agosto e a primeira quinzena de setembro o educador foi mais algumas poucas vezes ao espaço, fez uma revisão de tudo que fora sistematizado até o momento para que os educandos pudessem ter maiores condições de fazer suas escritas avaliadas, assim como, outras avaliações que também foram propostas.

A aplicação do quinto e último plano de aula se constituiu, basicamente, de quatro etapas. A primeira etapa se estabeleceu através de um diálogo com os

educandos em que foram sendo feitas várias problematizações ao mesmo tempo em que estas iam sendo transcritas no quadro e classificadas entre específicas e gerais. As primeiras, estavam conectadas com o estudo do movimento da planta em si que foi sendo observado ao longo de um certo período de seu desenvolvimento e as segundas com a generalização da questão do movimento. Assim sendo, durante o diálogo foram aparecendo as perguntas esperadas, tais como: como a planta cresce? O que a faz crescer? O que faz o ponto de referência na planta variar sua posição no decorrer do tempo? Existe “algo” que faz a planta crescer? Como esse “algo” se relaciona com as grandezas físicas já estudadas anteriormente? Essas foram as perguntas específicas associadas, como dito acima, ao movimento da planta em si. As perguntas gerais também foram aparecendo naturalmente na medida e que foram sendo feitos questionamentos relativos a generalização deste caso para outros casos envolvendo os movimentos. Desta forma, apareceram perguntas como: qual a origem do movimento? Qual sua causa? Existe “algo” capaz de provocar ou suprimir o movimento? Existe possibilidade de medir esse “algo”? Quais grandezas físicas possuem relação direta com esse algo? Como seria essa relação?

O próximo passo foi buscar uma conexão, uma relação entre esse conjunto de questionamentos que pudesse levar ao entendimento dos fenômenos relacionados ao movimento. Ou seja, que pudesse levar a causa dos movimentos. Por meio desta técnica, foram surgindo as palavras luz, terra, nutrientes, conectadas com as perguntas específicas (conforme descritas no plano de aula 5). E não tardou para que os alunos associassem esta diretamente as ideias de energia e força. O passo seguinte foi questionar como medir essas grandezas que poderiam explicar o movimento. Ambas seriam bastante difíceis de medir haja vista o crescimento da planta ser muito devagar e não se possuir equipamento que pudesse permitir um maior isolamento e uma precisão maior na medida. O educador propõe como alternativa a construção de um dinamômetro o que possibilitaria fazer medidas de força, bem como, de trabalho, ou seja, energia aplicada à mola (no caso, atilho). Desta forma, passou-se à segunda etapa que se constituiu de várias aulas experimentais cuja a finalidade era exatamente utilizar a Lei de Hooke para estabelecer uma relação entre a força exercida no atilho e o respectivo deslocamento deste, determinar a constante elástica (Figura 4) do mesmo e construir-se um dinamômetro utilizando-se estes atilhos, garrafas PET de 500 ml, papel milimetrado, cano PVC de 20 e clips (prego ou arame). Após a construção dos dinamômetros foram feitas as respectivas

medidas para determinação da constante elástica dos vários atilhos utilizados em cada um e verificou-se que estes não apresentaram um comportamento linear de forma a estabelecer uma relação direta entre a força exercida e o seu respectivo deslocamento.

Tal fato acabou por frustrar a terceira etapa que consistia exatamente em desaparafusar as braçadeiras de uma das laterais da estufa e medir (com um dos dinamômetros construído) as forças que as extremidades dos cinco arcos exercem sobre uma das laterais de uma das estufas (mantendo os arcos na mesma posição anterior) anotando os respectivos valores. Apesar disso, o professor foi ao espaço com as turmas a fim de demonstrar como fazer a medida caso o dinamômetro estivesse funcionando corretamente.

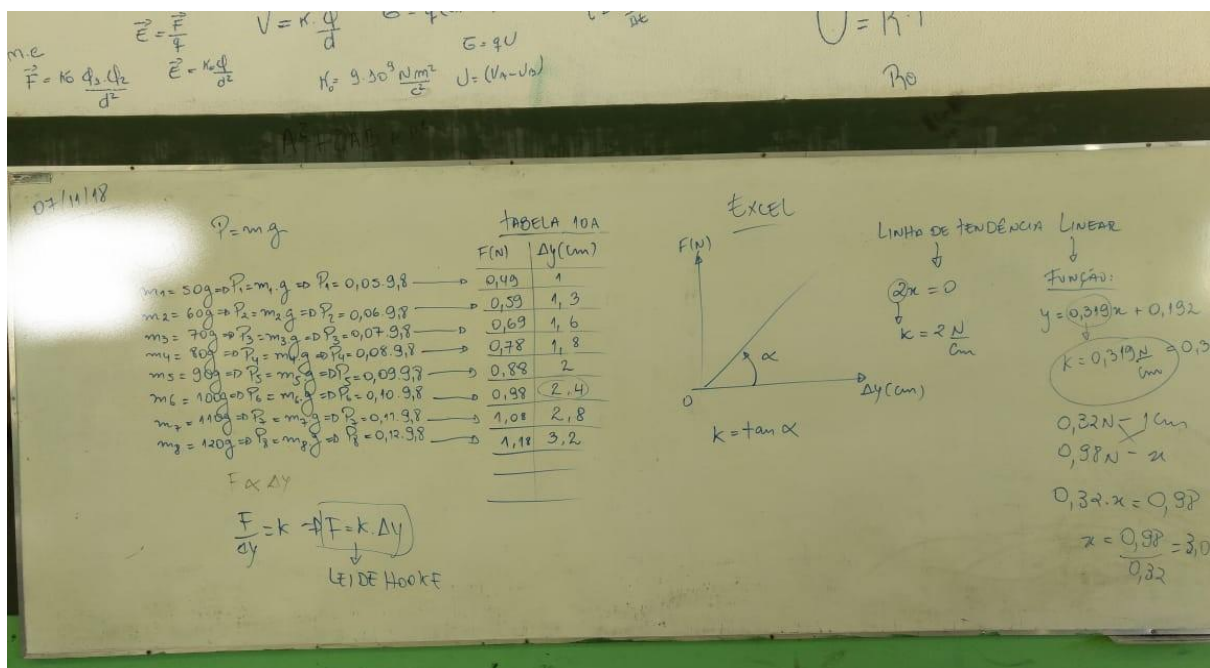


Figura 4: Dados medidos pelos educandos de uma das turmas para determinar a constante k do dinamômetro que estavam construindo

A quarta e última etapa consistiu em explorar-se, numa aula expositiva e dialogada, um desenho em perspectiva da estrutura com os vetores representativos das Forças medidas numa das laterais questionando-se se essa lateral se encontra em equilíbrio (Figura 5).

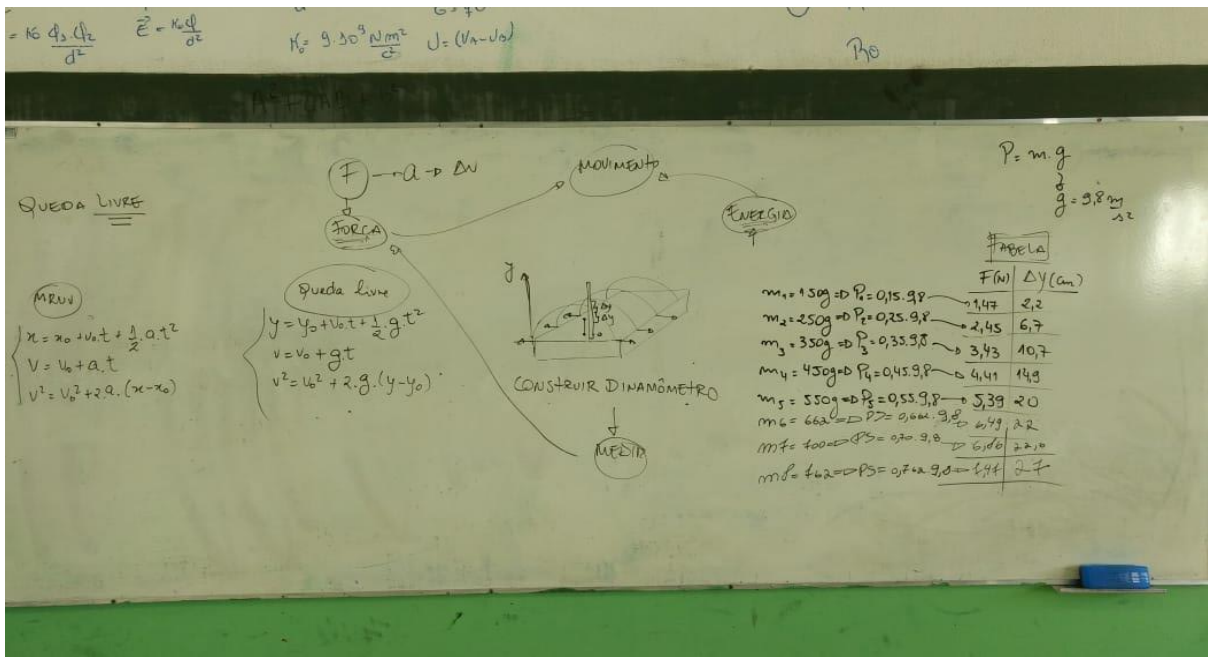


Figura 5: Desenhos do educador no quadro onde busca explorar relações entre as forças laterais e as Leis de Newton

A partir das respostas foi-se construindo a ideia de que havia uma condição para o equilíbrio e de que este está associado a variação de velocidade nula (a velocidade caracteriza o estado de movimento de um corpo). Perguntou-se como poderia haver equilíbrio numa situação dessas ao que os estudantes responderam que deveriam outras forças que compensassem aquelas que estavam sendo aplicadas na lateral já que esta estava em equilíbrio sem variar sua velocidade. Ou seja, concluíram que para que haja equilíbrio é necessário que a soma das Forças que atuam num corpo (Força Resultante [F_R]) seja zero, o que permitiu introduzir-se a Primeira Lei de Newton ($F_R=0 \rightarrow$ Repouso ou MRU). Ou seja, somente são possíveis dois estados de movimento (Repouso ou MRU). Ao abrir-se o questionamento para a hipótese contrária: a de que se a soma das Forças não fosse zero? O que iria acontecer? Estes responderam que haveria desequilíbrio e a lateral teria que se movimentar para o lado onde as forças fossem maiores. Isso permitiu introduzir a Segunda Lei de Newton, mostrando que quanto maior a Força Resultante, atuando sobre uma mesma massa, maior será variação da velocidade e, portanto, maior será a aceleração. Foram feitos mais alguns questionamentos, como por exemplo: o que aconteceria se, para uma certa configuração de Forças sempre igual, se alterasse a massa? A Força Resultante e a aceleração teriam sempre o mesmo sentido? Isso permitiu estabelecer a 2ª LN: $F_R=m \cdot a$. A última parte consistiu em

demonstrar os pares de ação e reação que estavam atuando na parte da estrutura que estava sendo analisada. O que permitiu enunciar a terceira Lei de Newton, mostrando que para toda ação existe uma reação de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário e que esse par (ação-reação) não se anula por atuar em corpos distintos.

7. A ESCRITA COMO FORMA DE INCENTIVO AO PENSAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE UMA NOVA PROPOSTA PROBLEMATIZADORA

Durante a aplicação do produto educacional foi utilizado um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) para registro dos relatos dos alunos acerca das aulas de física. Utilizou-se um grupo fechado no Facebook onde os relatos se encontram registrados para uma pesquisa qualitativa futura. Foi sugerida uma atividade escrita para que os estudantes relatassem, a partir de um texto com perguntas norteadoras e sugestões para que pudessem relacionar a física da sala de aula com as mini-estufas que foram construídas a partir deste produto educacional. O produto educacional foi uma sequência didática contendo cinco planos de aula, de forma a abordar a cinemática e as leis de Newton conjuntamente com a construção das estruturas. Para cada sequência foi atribuída uma atividade escrita, posterior a aplicação dos planos. A proposta era que os educandos escrevessem sobre as aulas que estavam sendo ministradas e com isso avaliar, de uma forma mais geral, o produto educacional que estava sendo aplicado, com vistas a buscar futuras melhorias. Como exemplo de escrita pode-se citar a seguinte:

“Um grande ponto que podemos resaltar que tem uma grande ligação com a física, e o fato que nos podemos medir diversas coisas das estufas um exemplo e as madeiras usadas para fazer as caixas que tivemos que medir. A uma infinidade de coisas que podemos medir podemos medir a luminosidade, altura dos arcos, tempo de crescimento das plantas, podemos medir o quão fértil e a terra, poderíamos até mesmo medir e regular a temperatura se tivéssemos tecnologia necessária para isso, podíamos medir a humidade da terra e do ar para deixar o mais apropriada para o crescimento das plantas. Para manutenção das estufas podemos medir a quanto de água devemos colocar para ter um bom crescimento das plantas, e nao enmchearcamos de mais ou noa colocar água o suficiente para o desenvolvimento das plantas. No local que atualmente temos para projetar

mais estufas ainda sobra um espaço consideravelmente grande, que poderíamos com certeza projetar mais de 5 estufas, mas terias que ter mais responsáveis para cuidar regar e sempre limpar os canteiros seria bem puxado mas daria grandes resultados pra nós e para própria escola pois seria reconhecida como uma escola agrícola sendo assim deixando um legado para que os futuros alunos vejam o que nós fizemos e continuem com o projeto.” (escrita conforme a original digitada pelo educando)

Outro exemplo que valoriza a ida no espaço das estufas e demonstra o interesse deles pelo projeto desenvolvido vem desta outra escrita:

“Bom para começar, a física trabalha no meio da natureza e a estufa quando a gente começou a trabalhar a gente fez cálculos para montar a base da estufa e os cálculos requer inteligência porque a gente mediu os madeiras para montar a base e a física no meio disso foi muito útil, também na hora que a gente esperou para as plantas crescerem e também para ver quanto tempo ia durar, fomos medindo o tamanho das plantas quantos centímetros ela ia crescendo por dias ou meses. Hoje a gente vê que a física foi o ato principal da estufa, porque usamos cálculos que foi o principal para manter as plantas crescendo e também para montar a base com os canos e a lona, eu juro que eu achava que a física não tinha nada a ver com a estufa mas ao longo do tempo eu fui notando que a física foi o principal para a estufa, eu achava que era só plantar e regar as plantas para elas crescerem mas estava muito errado, até o local que a gente foi montar as bases nós tivemos que usar os cálculos pois o espaço que tinha era curto e nós tínhamos que montar 5 bases ali e por incrível que pareça conseguimos e estamos pensando em montar mais, o único problema é que às vezes tem chuva ou feriados e aí a sujeira entra muito rápido e as gramas atrapalham muito pq elas crescem pequenas aí tem que tirar uma por uma, muitas das vezes a sujeira é muita por isso que agora a gente colocou uma lona transparente para não sujar muito os bichos também que entram dentro da estufa para se alimentar tipo a lagarta e as formigas que são os bichos que mais causam estragos em uma horta, aonde comem as folhas e as vezes os frutos que têm nas plantas e por isso acabam sofrendo muito, também a geada ou o frio que destrói as plantas às vezes o sol com muito calor causa queimadura nas plantas e acabando destruindo as plantas a terra também muito seca e acabando murchando as plantas que estão na horta, mas nós estamos pensando em melhorar isso de alguma forma. (escrita conforme a original digitada pelo educando)”

A primeira delas mostra de forma muito clara a questão envolvendo as medidas e o entendimento da Física enquanto uma ciência experimental, além de demonstrar a preocupação na utilização do espaço circundante com a respectiva necessidade de projetá-lo e geri-lo de forma organizada. A segunda elucida que o educando foi capaz de relacionar a Física ao crescimento das plantas e a construção das estufas, já que nesta etapa foram feitas várias medidas. Esta, também menciona, a preocupação de limpar e melhor organizar e gerenciar o espaço.

Além do exposto, essa ferramenta mostrou-se um importante instrumento de avaliação individual dos estudantes. Pelas escritas pôde-se perceber uma tentativa de apropriação de termos e conceitos utilizados dentro da área da física, percebeu-se inclusive um movimento muito incipiente na direção de pressupostos necessários a formação de uma mente curiosa e pesquisadora por parte de alguns estudantes. Alguns se lançaram, nitidamente, na produção de um texto mais claro, denso e coeso. Sendo claro o “animus” de um aprofundamento curioso com relação ao tema desenvolvido. Muito poucos fizeram cópia de trechos de textos pesquisados, de tal forma que a escrita ficasse fora da proposta e sem lógica com a física do modo que foi trabalhada na escola. Destaca-se que no universo de escritas analisadas até o momento, a maioria tentou elaborá-las conforme proposto, buscando relações dos conceitos de física aprendidos com as mini-estufas construídas pelos próprios alunos. Entretanto, há que colocar que alguns estudantes, apesar de terem, aparentemente, compreendido os conceitos durante os diálogos no trabalho com o espaço das estufas, tiveram mais dificuldades, a partir das escritas, de estabelecer uma relação com o que estava sendo desenvolvido. Isso fica claro pelo conteúdo e pela extensão de algumas destas e pela forma como a escrita foi desenvolvida.

Uma situação interessante encontrada em alguns dos relatos e que justifica o nome desta seção é aquela relacionada a questão da organização do espaço das estufas. Alguns escritos, uns com maior riqueza de detalhes, outros nem tanto, esboçaram um pensar sobre como organizar e aproveitar melhor as atividades feitas. Por exemplo, como organizar a limpeza, que precisa ser feita com frequência, entre as diferentes turmas, estabelecendo uma espécie de calendário para tal evento. Também foi colocada a mesma concepção para outras atividades, como a semeadura, quais turmas ficariam responsáveis por esta ou aquela estufa, a colheita e assim por diante.

Uma ideia futura é fazer uma análise mais aprofundada desses relatos utilizando análise textual discursiva. Essa etapa não consta desse trabalho, que se limitou a fazer uma breve, sucinta e resumida leitura e análise das escritas que foram lidas e avaliadas pelo educador.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais há que se fazer algumas colocações importantes a respeito desse processo. A primeira delas é sobre o ser docente do autor deste trabalho. Antes da aplicação do mesmo, aquele já vinha, por meio de leituras, pensando na possibilidade da pesquisa e no aprendizado da metodologia científica como eixo norteador para o aprendizado dos educandos. Entretanto, a questão que se apresentava era buscar como operacionalizar esse entendimento na prática. Apesar de haver o início de uma consciência dos novos rumos a seguir, o educador ainda persistia em algumas práticas antigas, ensinando física da forma que tradicionalmente se ensinava e que se encontra ainda muito arraigada nas escolas públicas do país. Era necessário romper com a lógica soberana das aulas expositivas e da solução de exercícios em aula. Era preciso buscar por aulas mais práticas, dinâmicas e participativas. Mas, conforme colocado ao longo da dissertação, isso precisava ser feito sem gerar uma tensão desnecessária no ambiente escolar. Portanto, era preciso criar novos elementos que seriam as sementes transformadoras de uma nova prática. Estes surgem com o projeto delineado pelo professor que buscou uma fusão entre a sequência curricular normal da escola, com uma nova proposta para a sua prática: ensinar física por meio de estufas. Esta possibilitou uma qualificação no seu fazer docente, pois permitiu colocar em prática algumas das ideias do educador, assim como, tornar as aulas mais experimentais, dialógicas, dinâmicas e participativas. A consideração a ser feita é que ocorreu uma melhora significativa no seu ser e fazer docente, que tem como novo desafio implementar a pesquisa e a metodologia científica por meio das estufas. Ainda há muito trabalho a se fazer. Tudo é processo e este se renova, se recria tornando-se algo inacabável para que se perpetue e possa continuar a gerar bons frutos (motivação para o aprendizado).

A segunda colocação a ser feita é a de que o autor se sabe inacabado. Embora tenha-se concluído uma etapa dentro daquilo que o tempo permitia, este tem plena consciência que ainda há muito mais por fazer. As potencialidades são muitas. Uma

das conclusões geradas pela aplicação do produto é exatamente essa questão que envolve suas potencialidades, principalmente no que tange a relação desse caminhar na busca de um enfoque de ensino pela pesquisa. Galiuzzi (2003), toca nesse ponto, entretanto o faz pelo viés da formação de professores das licenciaturas no ensino superior. Com a aplicação, o educador foi firmando uma convicção cada vez maior na possibilidade do ensino da pesquisa acadêmica já no âmbito do ensino médio e, talvez, no ensino fundamental. Por óbvio, que para uma incursão dessa natureza muitas adaptações precisariam ser feitas levando-se em conta as faixas etárias dos educandos com os quais o trabalho seria desenvolvido. Porém, este último, por motivos já justificados ao longo da dissertação, seguiu a linearidade curricular comum a maioria dos currículos de física do ensino médio e dos conteúdos distribuídos em livros desse mesmo nível de ensino. O que acabou por acarretar num certo engessamento, impossibilitando uma maior abertura para um processo científico criativo e de pesquisa. É preciso ter em mente que na pesquisa o conhecimento não se encontra delineado, sistematizado, mastigado e mitigado para aquele que o acessa, como ocorre no caso dos livros, das apostilas, das vídeo-aulas e mídias em geral. A pesquisa é processo de descoberta em que, conforme já foi expresso anteriormente, a pergunta, o problema e a problematização dos educandos em comunhão com o educador são os protagonistas do caminho, unidos a uma curiosidade que aumenta e se adensa na mesma medida em que mais perguntas vão sendo feitas e respondidas.

Este trabalho buscou, exatamente isso, embora se reconheça que a presença da linha definida de ação por meio de uma sequência didática retire muito dessa criatividade buscada pelo autor do projeto. Apesar disso, e de outras dificuldades surgidas ao longo da empreitada, este se mostrou bastante produtivo e com potencialidades ainda maiores do que aquelas descobertas na fase inicial, quando do projeto de construção do produto educacional. Por exemplo, na fase de aplicação da sequência didática o educador descobriu, ao pesquisar um pouco mais sobre o crescimento de plantas que seria possível fazer uma conexão riquíssima com pesquisas desenvolvidas na área da Agronomia, mais especificamente, na Fitotecnia. Neste sentido, um artigo intitulado “Efeito do espaçamento de plantio, no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical”; conforme Streck *et al* (2014); chamou a atenção do educador para uma gama ainda maior de associações. Neste momento, os educandos das turmas da escola onde o produto foi

aplicado ainda não haviam escolhido o que plantar. Se estava, aproximadamente, na fase de construção das bases de madeira das estufas. Logo em seguida foi feita esta escolha, onde a cebolinha foi eleita por ser uma planta de crescimento rápido (aproximadamente 21 dias) e razoavelmente resistente ao frio (apesar das estufas!). Entre essas duas etapas supracitadas foi feita a pesquisa pelo educador. Entretanto, não havia mais tempo hábil para uma maior reformulação dos planos de aula, além do que, a infraestrutura a ser utilizada para o trabalho, assim como, a linguagem utilizada no artigo, eram mais complexas, o que exigiria uma adaptação para a aplicação e associação dos conceitos nele desenvolvidos.

Entre alguns dos conceitos que podem vir a ser trabalhados no futuro se encontram: a produtividade de cada uma das estufas; o efeito do espaçamento nessa produtividade; como a sazonalidade afeta a produtividade (fazendo-se uma comparação entre a plantação de uma mesma espécie numa estufa coberta e em outra descoberta, utilizada como controle, dentro do mesmo período); mensurar nesses últimos casos a temperatura, a umidade do ar e a luminosidade montando-se gráficos para análises mais aprofundadas na busca do entendimento e quantificação das variáveis que interferem diretamente no crescimento e, conseqüentemente, na produção da espécie; comparação do crescimento de espécies por meio de medidas; aferições e busca do porquê uma espécie crescer mais do que a outra sob as mesmas condições; análise química do solo a fim de entender quais são os elementos ou substâncias mais essenciais para o crescimento de determinadas espécies. Aqui se encontram elencadas somente algumas das muitas possibilidades.

Especificamente, com relação as medidas, algo fundamental para a Física, se pode utilizar a infraestrutura criada na aplicação do produto para trabalhar com paquímetros e micrômetros, que podem ser utilizados para aferir a área foliar média de uma determinada planta que pode ser utilizada como parâmetro para comparação de crescimentos de diferentes culturas. Ainda, dentro da questão das medidas, os educandos, podem conjuntamente com o educador utilizar o arduino como elemento facilitador no processo de medidas e monitoramento. Além do que, por meio dele se poderia ensinar e aprender sobre questões envolvendo programação, teoria de circuitos elétricos entre outros o que cobriria, senão todos, praticamente todos os conteúdos que costumam ser oferecidos nas disciplinas de Física nas escolas de ensino médio de todo o país. Portanto, apesar das dificuldades iniciais de aplicação do produto em conformidade com o já citado: juntada do material, greve dos

caminhoneiros, chuvas excessivas e intensas, paralisações dos professores, copa do mundo, recesso escolar, tensão e disputa pelo espaço; se conseguiu realizar um bom trabalho em relação à proposta inicial. A conclusão é que este trabalho chegou a um estado de latente acabamento. Latente, sim, pois há uma gama, talvez, imensurável de possibilidades a serem exploradas por meio de uma nova aplicação revisada e adaptada do produto, fora os possíveis desdobramentos, alguns já aqui citados, de montagem de novas sequências didáticas a partir destas cinco iniciais. Talvez um germe de desafio e curiosidade desponte na cabeça inquieta de algum dos leitores destas palavras e possa trazer à tona uma nova conclusão inconclusa, um novo inacabamento para o acabado, transformando esse amontoado de letras no papel em uma nova realidade transformadora de mais alguma escola pública deste país. Resta ao autor, desejar àquele que se propuser ao desafio, um bom trabalho!

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREIRE, Paulo. (1987). Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

LUCKESI, Cipriano Carlos. (1994). Filosofia da Educação. São Paulo. Cortez. (coleção magistério 2.º grau. Série formação do professor)

_____. (1996). Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25. Ed. São Paulo: Paz e Terra.

DEMO, Pedro. Educar pela pesquisa. Campinas: Autores associados, 1996.

TELECURSO 2000. Fundação Roberto Marinho.

FREIRE, Paulo. Vida e Obra. (2001). Org. Ana Inês Souza et al. São Paulo, Expressão Popular.

VALADARES, Eduardo de C. (2001). Novas estratégias de divulgação científica e de revitalização do ensino de Ciências nas escolas. Física na Escola. v. 2, n. 2, p. 10-13.

BONJORNO R. A.; BONJORNO J. R.; BONJORNO, V. e RAMOS C. M. (2001). Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD.

NUSSENZVEIG, Moysés H. (2002). Curso de Física Básica. v.1, 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher.

GALIAZZI, Maria do Carmo. (2003). Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências. Ijuí, Ed. Unijuí. (coleção educação em química).

GASPAR, Alberto. (2005). Física. Volume único: livro do professor. 1.ª ed. São Paulo. Ática.

MARQUES, Mário Osório. (2006). Escrever é preciso: o princípio da pesquisa. 5 ed. rev. Ijuí. Unijuí. (coleção Mário Osório Marques)

ZATERA, Maristela Signori. (2007). A metodologia dos temas geradores e o problema do conteúdo no ensino escolar. Revista Faz Ciência, v. 9, n. 9, jan/jul, p. 205-230.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a11v29n2.pdf>>. Acesso em: 19 outubro de 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. (2008). Fundamentos de física. vol. 1. Mecânica. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antônio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. (2009). Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.1, p.67-84. mar.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. (2012). A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. Revista Ensaio. Belo Horizonte. v. 14, n.03, p. 199-215. set-dez.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. (2003). Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 25. n.2. junho de 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 19 outubro de 2019.

COSTA, J. de M.; PINHEIRO, N. A. M. (2013). O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. Imagens da Educação. v.3, n.2, p. 37-44.

RODRIGUES, M.D. (2013). A educação ambiental e a interdisciplinaridade através da horta: um estudo de caso entre duas escolas da cidade de Rio Grande. Marcelo Dias Rodrigues. PPGEA/FURG.2013. Rio Grande. [Dissertação de Mestrado].

STRECK, N. A., et al. (2014). Bragantia. Campinas. v. 73, n. 4, p. 407-415.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296, mai./ago.

FREIRE, Paulo; FREIRE, Ana Maria de Araújo. (2015). À sombra desta mangueira. 11. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. (2016). Análise textual discursiva. 3. ed. rev. e ampl. Ijuí, Ed. Unijuí. (coleção educação em ciências).

SILVA, José Carlos Xavier; LEAL, Carlos Eduardo dos Santos. (2017). Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 39, n. 1. e1401.

10. APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL

Produto Educacional

“Estufa Escolar como Espaço de Ensino de Física”

Este produto é uma sequência didática, ou seja, uma sequência de cinco planos de aula que foram aplicados numa escola da rede pública estadual. Esta parte escrita tem como finalidade orientar aquele que tenha a intenção de se aventurar na aplicação deste produto na sua escola. O primeiro quesito a considerar é a questão de um espaço apropriado para o plantio com uma terra que seja, pelo menos, razoavelmente boa. Ao se fazer a aplicação deste na escola é preciso que o educador tenha em mente, de maneira aproximada, quantas estufas poderá colocar no espaço disponível. Este trabalho foi realizado com quatro estufas o que não significa que aquele que pretende aplicá-lo assim também o faça. Tudo dependerá do espaço disponível, da boa vontade dos envolvidos, do material necessário a construção e do tempo climático, assim como, do tempo cronológico. Estes últimos, fundamentais para o bom andamento do processo. Antes de continuar, mais algumas informações podem ser úteis. O produto em questão foi aplicado numa escola de ensino médio de periferia da cidade de Rio Grande/RS em turmas de primeiro ano. Entretanto, não é necessário que o novo aplicador faça o mesmo. A sequência didática pode ser adaptada para uma nova situação, desde que aquele que pretenda trabalhar com ela tenha obtenha um entendimento mais aprofundado de sua historicidade. E para isso, será necessária uma leitura bastante atenta da dissertação de mestrado que se encontra anexa a este.

Basicamente o primeiro plano de aula vai trabalhar com a parte inicial de preparação do espaço e construção das estufas. Nele é possível se aproveitar para a introdução dos primeiros conceitos da disciplina de Física em que tudo é feito de maneira prática e lúdica. Note-se que a sequência busca seguir a lógica linear comum que costuma aparecer boa parte dos livros disponíveis sobre o assunto. E isso

aparece justificado na dissertação. Nessa primeira parte trabalham-se: medidas, grandezas físicas, grandezas físicas escalares, grandezas físicas vetoriais, sistema internacional de unidades, grandezas físicas fundamentais e grandezas físicas derivadas. No segundo plano de aula trabalham-se novos conceitos, sempre partindo das constatações feitas no espaço de forma conjunta com os educandos. Nesta etapa entram os conceitos: prefixos, múltiplos e submúltiplos, potência de base dez e notação científica, conversão de unidades utilizando a regra da conversão em cadeia. No terceiro plano de aula entram os conceitos preliminares necessários para o desenvolvimento da teoria dos movimentos: referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea. O quarto plano trata especificamente de alguns movimentos: MRU, MRUV e Queda Livre. Esses dois últimos se desenrolam a partir da observação e medida do crescimento de uma das plantas escolhida pelos educandos, no caso, a cebolinha e a consequente utilização desses dados para o desenvolvimento da teoria. O quinto e último plano de aula visa trabalhar os conceitos de: força, lei de Hooke, dinamômetro, e leis de Newton utilizando o dinamômetro construído como base para medidas de força a serem feitas na estrutura.

PLANO DE AULA 1

1. Dados de identificação

- Instituições: E. E. E. M. Eng. R.B. Tellechea
- Disciplina: Física
- Ano/Série: 1.º ano do ensino médio
- Título: Medidas, Grandezas Físicas, Grandezas Físicas Escalares, Grandezas Físicas Vetoriais, Sistema Internacional de Unidades, Grandezas Físicas Fundamentais, Grandezas Físicas Derivadas a partir da Estufa
- Professor (es): Jankiel Robert Lopes Pires
- Carga horária: 15 horas-aula
- Data: março de 2018

2. Objetivos

- Fazer com que os educandos pensem e ajam no seu espaço escolar estimulando-os na busca do aproveitamento deste, sempre fazendo o máximo uso possível da perspectiva freiriana.
- Orientar os educandos a desenvolver seu potencial mostrando que a prática e a teoria devem andar juntas numa relação dialética a fim de gerar a transformação da realidade local.
- Estimular a construção, uso e manutenção da Estufa Escolar Comunitária relacionando-a aos conceitos de medidas, Grandezas Físicas, Grandezas Físicas Escalares, Grandezas Físicas Vetoriais, Sistema Internacional de Unidades, Grandezas Físicas Fundamentais, Grandezas Físicas Derivadas.
- Iniciar o processo de entendimento que a Matemática é uma ferramenta auxiliar poderosa na criação de modelos físicos que ajudem na explicação da natureza e no desenvolvimento de tecnologias pela humanidade.

- Promover um conhecimento contextualizado por meio de problematizações, através da percepção freiriana, à medida que se utiliza este espaço como um laboratório de ciências naturais.

3. Contextualizando a aula

Primeiramente convém falar um pouco a respeito da estufa enquanto tecnologia criada para o plantio das mais variadas culturas, mostrando que a sua finalidade é permitir trabalhar o ano inteiro, principalmente com plantas que precisam ser mais protegidas do frio e da geada que tem seu ponto alto nos meses de junho e julho de cada ano. Naturalmente que tal tecnologia, como todas as outras, possui um impacto social e ambiental no local onde são utilizadas. A ideia principal por trás dela é o aumento da produtividade de determinadas hortaliças que não poderiam ser plantadas nos meses citados por não se constituir em época propícia para tal evento. Portanto, o seu uso tem um caráter social-alimentar muito evidente. O impacto desta tecnologia é o de propiciar a produção durante o ano inteiro de determinadas culturas que de outra forma não poderiam ter seu plantio efetuado durante o rigoroso inverno de que se dispõe na região Sul do Rio Grande do Sul. Ademais serve como proteção contra tempestades, ventos fortes e chuvas de granizo. Mas como surgiu tal tecnologia? Quais os princípios físicos por trás do funcionamento dela? Qual a Ciência por trás? Qual o impacto dessa tecnologia no local de sua utilização? Qual sua relação com o efeito estufa? Quais outras questões/ problematizações surgem desse tema (estufa) que são capazes de permitir desdobramentos na construção crítico-reflexiva dos estudantes em outras direções? Essas são questões que se pretende debater com os alunos ao longo das problematizações e da construção da estufa relacionando-a com a questão das medidas que devem ir surgindo enquanto se pensa e se reflete no espaço escolar que se tem disponível para a realização da atividade de montagem.

4. Pré-requisitos

Não são necessários pré-requisitos já que se trata de uma aula introdutória à Física para o início do curso no primeiro ano do Ensino Médio, sendo que a mesma tem em si uma ideia muito forte de construção do conhecimento a partir de um tema

gerador experimental que é o pensar e refletir para a construção, uso e manutenção do aparato da Estufa já citada em item anterior.

5. Conteúdo programático

Medidas

Grandezas Físicas

Grandezas Físicas Escalares

Grandezas Físicas Vetoriais

Grandezas Físicas Fundamentais

Grandezas Físicas Derivadas

Sistema Internacional de Unidades

6. Procedimentos didáticos

Num primeiro momento a ideia inicial é comentar com os educandos a respeito da estufa enquanto tema gerador para as aulas de Física. Para isso pretende-se escrever a palavra “estufa” no quadro e a partir disso ir traçando em conjunto com os alunos as várias relações que este tema pode ter com as disciplinas do seu currículo. Com isso deseja-se mostrar a amplitude deste e algumas possibilidades de interdisciplinaridade entre as diversas áreas e disciplinas. Num segundo momento pretende-se ir ao espaço onde encontrava-se uma horta que até pouco tempo estava ativada. Inicialmente pretende-se fazer um reconhecimento do local de trabalho, sendo que, após esse passo, munidos de algumas trenas de 5 e de 3 m, o professor em conjunto com os alunos irá fazer uma série de medidas a fim de estabelecer o tamanho das estufas que cabem no local e quantas estufas podem ser colocadas no mesmo. Num terceiro momento, irá se partir para a limpeza do espaço utilizando-se enxadas, ancinhos e pás. Num quarto momento parte-se para construção das estufas alternando-se as aulas entre a construção (Figura 1: exemplo de estufa) e a sistematização dos conhecimentos referidos no item conteúdo programático, sempre conectando e explorando o máximo possível as experiências vividas no local da prática.



Figura 1: Foto de uma das estufas construídas. Exemplos de estufas.

Durante o desenvolvimento do quarto momento, mais especificamente na construção, o educador pretende ir problematizando as atividades com os educandos indagando-os: Como fazer? Como melhor aproveitar o espaço que se dispõe? O que plantar? Para que plantar? Para iniciar essas são apenas algumas perguntas deixando-se o espaço livre a fim de que outras despertem no auxílio da construção coletiva. Partindo-se de suas respostas pode-se inclusive fazer alterações no projeto que o professor idealizou (que basicamente era de uma estufa igual da Figura 1 com dimensões de 2mx1m). Na realidade essa é uma das vertentes desse trabalho: dar voz, estimular a criatividade, a interatividade, a busca, a pesquisa, o encontro da teoria com a prática pela interação com o meio. Nas palavras de Freire [10], passar de uma curiosidade ingênua para uma curiosidade epistemológica. Após uma análise do professor com os educandos por meio de intenso diálogo sobre a questão das medidas provocada pelas problematizações acima citadas, estabelecer se mantém o projeto original ou se faz alterações nele. Vencido esse passo, passa-se às medidas e ao corte da madeira conforme definido pela turma. Dando-se continuidade, passa-se a montagem do perímetro que irá fechar a área de plantio pregando-se as madeiras de tal forma que a estrutura fique bem fixa. O próximo passo refere-se à medida do comprimento dos cinco canos de PVC flexível e das posições onde irão se distribuir ao longo da base de madeira. Após as medidas, passa-se à fixação das braçadeiras nos respectivos locais ao mesmo tempo em que vão sendo colocados os canos de PVC. Com esses passos conclusos, faz-se movimentação em direção da amarração na parte superior central, dos arames ou canos de PVC, para dar maior estabilidade à construção. O último passo encerra-se com a colocação das lonas preta, na base,

e transparente tomando-se o cuidado para que esta última não seja danificada ao ser presa nos arcos e na base.

Esta plano de aula em particular refere-se aos quatro momentos citados: debate das relações das estufas com a Física, reconhecimento do local de trabalho com realização de medidas, limpeza e preparação do espaço, sistematização dos itens relacionados no conteúdo programático para esta aula em específico, quais sejam: Medidas, Grandezas Físicas, Grandezas Físicas Escalares, Grandezas Físicas Vetoriais, Grandezas Físicas Fundamentais, Grandezas Físicas Derivadas, Sistema Internacional de Unidades, Grandezas Físicas Fundamentais, Grandezas Físicas Derivadas e início da construção das estufas. Para tanto, na sistematização, será feito uso do quadro branco, canetões e apagador. A proposta é problematizar e buscar conceituar conjuntamente com os alunos cada um dos itens, tentando, sempre que possível, e desde que a participação deles por meio de suas colocações o permitir, estabelecer relações com o espaço alternativo das estufas.

7. Material utilizado

Para o primeiro e o quarto (sistematização) momentos: quadro branco, canetões, apagador e celular com internet para uma eventual pesquisa. Para o segundo momento trena, pedaços de madeira e barbante. Para o terceiro momento, enxada, ancinhos e pás para a limpeza. Para o quarto momento, a construção das estufas, é possível, a partir da figura 1 vislumbrar-se a montagem. Note-se que o material a ser utilizado são cinco varas de cano PVC flexível, uma lona preta de 1,5 m por 2,5 m que vai na parte de baixo do madeiramento que prende os canos de PVC. A finalidade desta é não permitir o crescimento de capim que venha atrapalhar o plantio a ser desenvolvido em etapa futura. Além desse material já citado, serão utilizadas varas de pinus de 2,5 cm por 15 cm que servirão como o perímetro da base fechando a área a ser utilizada para o trabalho com a terra. Tal madeira, acredita-se, deve ser comercializada em varas de 5,7 m ou 6 m, sendo assim uma vara seria o suficiente para o fabrico da base de uma mini estufa. Pode-se dividir a parte interna do perímetro conforme o demonstra a Figura 1, entretanto, isso dependerá do material e do tempo que o grupo de trabalho terá disponível para a sua realização. São necessários ainda, pregos 19, para pregar as madeiras que determinam a área, 10 braçadeiras com seus respectivos parafusos, ou somente os últimos para fixar os

canos na madeira. Arame inoxidável ou cano de PVC flexível com conectores para fixar a distância entre os arcos dos canos de PVC. Finalmente as lonas, preta, para a base, conforme já citado, e transparente com a finalidade de cobrir a estrutura e proteger o ambiente interno mantendo-o nas condições ideais para o trabalho com espécies vegetais que têm dificuldades de crescimento no período de geada. Na parte da sistematização será utilizado quadro branco, canetões e apagador.

8. Avaliação da aprendizagem

A avaliação será realizada através da participação dos educandos durante o processo e do diagnóstico da resolução das atividades escritas propostas pelo professor em um AVA.

9. Atividades Propostas

Escrita coletiva e individual sobre as atividades realizadas num ambiente AVA criado pelo professor no Facebook.

10. Referências

[1] BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

[2] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

[3] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

[4] CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[6] HAAS, C.; SANTOS, S. M. Aprendizagem de física no ensino médio (Trabalho realizado para a disciplina Prática de ensino em nível médio I física). São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

[7] MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Scipione, 1998.

[8] MOREIRA, M. A. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.

[9] NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. São Paulo: Edgar Blücher, 1996.

[10] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia, livro digitalizado extraído do site www.sabotagem.revolt.org. EGA, 1996.

[11] PARANÁ, D. N. S. Física para o ensino médio, 2ª ed. São Paulo: Ática, 1999.

[12] PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.

[13] TIPLER, P. A. Física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

[14] EISBERG, R.; RESNICK, R. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

[15] AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas. Brasília. DF, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

PLANO DE AULA 2

1. Dados de identificação

- Instituições: E. E. E. M. Eng. R.B. Tellechea
- Disciplina: Física
- Ano/Série: 1.º ano do ensino médio
- Título: Prefixos, Múltiplos e Submúltiplos, Potência de Base Dez e Notação Científica, Conversão de Unidades utilizando a Regra da Conversão em Cadeia nas Estufas
- Professor (es): Jankiel Robert Lopes Pires
- Carga horária: 15 horas-aula
- Data: março de 2018

2. Objetivos

- Fazer com que os educandos pensem e ajam no seu espaço escolar estimulando-os na busca do aproveitamento deste, sempre fazendo o máximo uso possível da perspectiva freiriana.
- Orientar os educandos a desenvolver seu potencial mostrando que a prática e a teoria devem andar juntas numa relação dialética a fim de gerar a transformação da realidade local.
- Estimular a construção, uso e manutenção da Estufa Escolar Comunitária relacionando-a aos conceitos de Prefixos Múltiplos e Submúltiplos, Potência de Base Dez e Notação Científica, Conversão de Unidades utilizando a Regra da Conversão em Cadeia.
- Iniciar o processo de entendimento que a Matemática é uma ferramenta auxiliar poderosa na criação de modelos físicos que ajudem na explicação da natureza e no desenvolvimento de tecnologias pela humanidade.

- Promover um conhecimento contextualizado por meio de problematizações, através da percepção freiriana, à medida que se utiliza este espaço como um laboratório de ciências naturais.

3. Contextualizando a aula

Primeiramente convém falar um pouco a respeito da estufa enquanto tecnologia criada para o plantio das mais variadas culturas, mostrando que a sua finalidade é permitir trabalhar o ano inteiro, principalmente com plantas que precisam ser mais protegidas do frio e da geada que tem seu ponto alto nos meses de junho e julho de cada ano. Naturalmente que tal tecnologia, como todas as outras, possui um impacto social e ambiental no local onde são utilizadas. A ideia principal por trás dela é o aumento da produtividade de determinadas hortaliças que não poderiam ser plantadas nos meses citados por não se constituir em época propícia para tal evento. Portanto, o seu uso tem um caráter social-alimentar muito evidente. O impacto desta tecnologia é o de propiciar a produção durante o ano inteiro de determinadas culturas que de outra forma não poderiam ter seu plantio efetuado durante o rigoroso inverno de que se dispõe na região Sul do Rio Grande do Sul. Ademais serve como proteção contra tempestades, ventos fortes e chuvas de granizo. Mas como surgiu tal tecnologia? Quais os princípios físicos por trás do funcionamento dela? Qual a Ciência por trás? Qual o impacto dessa tecnologia no local de sua utilização? Qual sua relação com o efeito estufa? Quais outras questões/ problematizações surgem desse tema (estufa) que são capazes de permitir desdobramentos na construção crítico-reflexiva dos estudantes em outras direções? Essas são questões que se pretende debater com os alunos ao longo das problematizações e da construção da estufa relacionando-a com a questão das medidas que devem ir surgindo enquanto se pensa e se reflete no espaço escolar que se tem disponível para a realização da atividade de montagem.

4. Pré-requisitos

Os pré-requisitos necessários a esta aula são aqueles relacionados ao primeiro plano de aula trabalhado. Ou seja, é necessário que o educando tenha, por meio dos debates e problematizações surgidos na execução do plano anterior, construído uma

boa conceituação da questão que envolvem as medidas e do que são grandezas físicas e quais suas classificações.

5. Conteúdo programático

Prefixos Múltiplos e Submúltiplos

Notação Científica e Potência de Base Dez

Conversão de Unidades (Regra da Conversão em Cadeia)

6. Procedimentos didáticos

Num primeiro momento a ideia inicial é comentar com os educandos a respeito da estufa enquanto tema gerador para as aulas de Física. Para isso pretende-se escrever a palavra “estufa” no quadro e a partir disso ir traçando em conjunto com os alunos as várias relações que este tema pode ter com as disciplinas do seu currículo. Com isso deseja-se mostrar a amplitude deste e algumas possibilidades de interdisciplinaridade entre as diversas áreas e disciplinas. Num segundo momento pretende-se ir ao espaço onde encontrava-se uma horta que até pouco tempo estava ativada. Inicialmente pretende-se fazer um reconhecimento do local de trabalho, sendo que, após esse passo, munidos de algumas trenas de 5 e de 3 m, o professor em conjunto com os alunos irá fazer uma série de medidas (Figura 1) a fim de estabelecer o tamanho das estufas que cabem no local e quantas estufas podem ser colocadas no mesmo. Num terceiro momento, irá se partir para a limpeza do espaço utilizando-se enxadas, ancinhos e pás. Num quarto momento parte-se para construção das estufas alternando-se as aulas entre a construção e a sistematização dos conhecimentos referidos no item conteúdo programático, sempre conectando e explorando o máximo possível as experiências vividas no local da prática.



Figura 1: Foto do segundo momento. Educandos fazendo medidas e estabelecendo as marcações iniciais para as estufas.

Durante o desenvolvimento do quarto momento, mais especificamente na construção, o educador pretende ir problematizando as atividades com os educandos indagando-os: Como fazer? Como melhor aproveitar o espaço que se dispõe? O que plantar? Para que plantar? Para iniciar essas são apenas algumas perguntas deixando-se o espaço livre a fim de que outras despertem no auxílio da construção coletiva. Partindo-se de suas respostas pode-se inclusive fazer alterações no projeto que o professor idealizou (que basicamente era de uma estufa igual da Figura 1 com dimensões de 2mx1m). Na realidade essa é uma das vertentes desse trabalho: dar voz, estimular a criatividade, a interatividade, a busca, a pesquisa, o encontro da teoria com a prática pela interação com o meio. Nas palavras de Freire [10], passar de uma curiosidade ingênua para uma curiosidade epistemológica. Após uma análise do professor com os educandos por meio de intenso diálogo sobre a questão das medidas provocada pelas problematizações acima citadas, estabelecer se mantém o projeto original ou se faz alterações nele. Vencido esse passo, passa-se às medidas e ao corte da madeira conforme definido pela turma. Dando-se continuidade, passa-se a montagem do perímetro que irá fechar a área de plantio pregando-se as madeiras de tal forma que a estrutura fique bem fixa. O próximo passo refere-se à medida do comprimento dos cinco canos de PVC flexível e das posições onde irão se distribuir ao longo da base de madeira. Após as medidas, passa-se à fixação das braçadeiras nos respectivos locais ao mesmo tempo em que vão sendo colocados os canos de PVC. Com esses passos conclusos, faz-se movimentação em direção da amarração na parte superior central, dos arames ou canos de PVC, para dar maior estabilidade à construção. O último passo encerra-se com a colocação das lonas preta, na base, e transparente tomando-se o cuidado para que esta última não seja danificada ao ser presa nos arcos e na base.

Este plano de aula em particular refere-se ao quarto momento citado: sistematização dos itens relacionados no conteúdo programático, quais sejam: Prefixos Múltiplos e Submúltiplos, Notação Científica e Potência de Base Dez, Conversão de Unidades (Regra da Conversão em Cadeia) e continuação da construção das estufas. Para tanto, nessa sistematização, será feito uso do quadro branco, canetões e apagador. A proposta é problematizar e buscar conceituar conjuntamente com os alunos cada um dos itens, tentando, sempre que possível, e desde que a participação deles por meio de suas colocações o permitir, estabelecer relações com o espaço alternativo das estufas.

7. Material utilizado

Este plano trata-se de uma continuação do anterior, portanto, para a construção serão necessários (conforme Figura 1) cinco varas de cano PVC flexível, uma lona preta de 1,5 m por 2,5 m que vai na parte de baixo do madeiramento que prende os canos de PVC. A finalidade desta é não permitir o crescimento de capim que venha atrapalhar o plantio a ser desenvolvido em etapa futura. Além desse material já citado, serão utilizadas varas de pinus de 2,5 cm por 15 cm que servirão como o perímetro da base fechando a área a ser utilizada para o trabalho com a terra. Tal madeira, acredita-se, deve ser comercializada em varas de 5,7 m ou 6 m. No caso da última medida uma vara seria o suficiente para o fabrico da base de uma mini estufa. Pode-se dividir a parte interna do perímetro conforme o demonstra a Figura 1, entretanto, isso dependerá do material e do tempo que o grupo de trabalho terá disponível para a sua realização. São necessários ainda, pregos 19, para pregar as madeiras que determinam a área, 10 braçadeiras com seus respectivos parafusos, ou somente os últimos para fixar os canos na madeira. Arame inoxidável ou cano de PVC flexível com conectores (se possível) para fixar a distância entre os arcos dos canos de PVC. Finalmente as lonas, preta, para a base, conforme já citado, e transparente com a finalidade de cobrir a estrutura e proteger o ambiente interno mantendo-o nas condições ideais para o trabalho com espécies vegetais que têm dificuldades de crescimento no período de geada. Na parte da sistematização será utilizado quadro branco, canetões e apagador.

8. Avaliação da aprendizagem

A avaliação será realizada através da participação dos educandos durante o processo e do diagnóstico da resolução das atividades escritas propostas pelo professor em um AVA.

9. Atividades Propostas

Escrita coletiva e individual sobre as atividades realizadas num ambiente AVA criado pelo professor no Facebook.

10. Referências

[1] BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

[2] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

[3] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

[4] CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[6] HAAS, C.; SANTOS, S. M. Aprendizagem de física no ensino médio (Trabalho realizado para a disciplina Prática de ensino em nível médio I física). São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

[7] MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Scipione, 1998.

[8] MOREIRA, M. A. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.

[9] NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. São Paulo: Edgar Blücher, 1996.

[10] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia, livro digitalizado extraído do site www.sabotagem.revolt.org. EGA, 1996.

[11] PARANÁ, D. N. S. Física para o ensino médio, 2ª ed. São Paulo: Ática, 1999.

[12] PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.

[13] TIPLER, P. A. Física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

[14] EISBERG, R.; RESNICK, R. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

[15] AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas. Brasília. DF, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

PLANO DE AULA 3

1. Dados

- Instituição: E. E. E. M. Eng. R.B. Tellechea
- Disciplina: Física
- Ano/Série: 1.º ano do ensino médio
- Título: Referencial, Posição, Trajetória, Deslocamento, Distância Total Percorrida, Partícula, Corpo Extenso, Velocidade Média, Rapidez, Velocidade Instantânea a partir das Estufas
- Professor: Jankiel Robert Lopes Pires
- Carga horária: 15 horas-aula
- Data: março de 2018

2. Objetivos

- Fazer com que os educandos desenvolvam os conceitos de Referencial, Posição, Trajetória, Deslocamento, Distância Total Percorrida, Partícula, Corpo Extenso, Velocidade Média, Rapidez, Velocidade Instantânea relacionando-os com o crescimento de plantas no interior das Estufas.
- Propor e estimular formas de **medir** o crescimento de uma planta de tal forma que este seja visível, ou melhor, mensurável, num curto lapso de tempo, sempre fazendo a relação com as grandezas físicas objeto desta aula.
- Definir conjuntamente com a turma qual a melhor planta a ser semeada para a experiência de tal forma a atender aos requisitos desta, como um tempo curto para as medidas (no máximo duas semanas), qual instrumento de medida utilizar e que tipo de planta gostariam de colher para degustar.
- Construir a tabela de dados associada às medidas.

3. Contextualizando a aula

Ao olhar ao nosso redor não é difícil de se perceber que tudo está em movimento. Este faz parte de nossas vidas. Tudo está em constante transformação, em constante mudança. Seja no nosso próprio deslocamento para a escola ou o trabalho, seja o movimento das abelhas em uma colmeia, o movimento de rotação da terra em torno do seu próprio eixo definindo a noite e o dia, o de translação desta em torno do Sol definindo a beleza das quatro estações, as camadas de ar que se deslocam nas mais variadas direções do espaço dando conformação ao clima, absolutamente tudo se move. Bom, na realidade nem tudo! Ao se trabalhar com o conceito de movimento somado àqueles que dele advém, irá se notar que o primeiro é na realidade relativo, ou seja, depende de um referencial para ser definido. Desta forma, só é possível se falar em movimento se a posição de algum corpo varia com o tempo deixando um rastro ou uma trajetória que é a união das sucessivas posições ocupadas por este ao longo do seu deslocamento em relação a um referencial. E o que é essa posição? Nada mais que a localização de algum corpo ou objeto físico em relação a um observador, ou ainda, em relação a um referencial. Ao se deslocar o corpo varia sua posição em relação ao observador. Esta variação de posição corresponde a uma grandeza física chamada de deslocamento que é definida como sendo diferença entre a posição final e a posição inicial do corpo em relação ao referencial. Há ainda a distância total percorrida, ou somente a distância percorrida, que corresponde a distância total que um objeto efetivamente andou ao se movimentar. A partir destas definições pode-se trabalhar com o conceito de taxa de variação da posição e da distância percorrida, ambas em relação ao tempo. A primeira (taxa de variação da posição em relação ao tempo) corresponde ao que se chama de velocidade média, enquanto que, a segunda (“taxa de variação” da distância em relação ao tempo) corresponde ao que se chama de rapidez. Todos estes conceitos podem muito bem ser associados aos processos de crescimento, por exemplo, os de uma planta.

4. Pré-requisitos

Os pré-requisitos correspondem aqueles trabalhados no primeiro e no segundo planos de aula.

5. Conteúdo programático

Referencial

Posição

Trajectoria

Deslocamento

Distância Total Percorrida

Partícula

Corpo Extenso

Velocidade Média

Rapidez

Velocidade Instantânea

6. Procedimentos didáticos

Partindo de um diálogo em sala de aula usando o quadro branco, canetões e apagador, o educador pretende relacionar a questão do movimento ao cotidiano em conjunto com os educandos, ouvindo suas concepções a respeito do tema de forma atenta a fim de buscar uma conexão com as estufas. Ao ser atingido tal intento, e tomando como base o texto do item 3, propor de forma conjunta com a turma, maneiras, formas, enfim, um método de medir a velocidade média de crescimento de uma planta. Nesse ponto sistematizar conceitos preliminares importantes para a compreensão deste, tais como: referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea. Buscando, sempre que possível, relacionar tais conceitos com o crescimento da planta que já terá sido plantada antes ou em seguida ao término da montagem da estrutura. Após essa etapa, de explosão de ideias, partir para a parte prática que já fora previamente definida em nosso diálogo em sala de aula, fazendo-se as respectivas medidas. Ao ser semeada, após alguns dias inicia-se o processo de germinação e tão logo a planta desponte na superfície da terra pode-se ao longo de um certo período obter sua velocidade média de crescimento marcando-se um ponto no caule da mesma para medir-se as sucessivas variações de posição em relação à superfície, ou em relação a um fio de nylon preso por pregos nas bordas da madeira da estufa, utilizando-se uma régua fixa na base de madeira da mesma. A

cada dia, no mesmo horário, dependendo da hortalça (as variações de posição podem ser muito pequenas e ser necessário um lapso temporal entre as medidas maior, por exemplo, dois, três ou mais dias), pode-se medir as sucessivas variações de posição em relação ao fio (usando-se a régua). Simultaneamente às medidas se construirá uma tabela, conjuntamente com os alunos, dos dados do tempo e das posições. Dessa forma, pode-se calcular, aproximadamente (a precisão dependerá dos objetos de medida e de outros fatores), a velocidade média de crescimento da planta em relação ao tempo. Pode-se inclusive explorar se ocorrem variações apreciáveis nessa velocidade média de crescimento. A Figura 1 abaixo encontra-se posicionada como referência.



Figura 1: Foto da régua (referencial) utilizada para as medidas de posição das hastes de uma planta (cebolinha) ao longo do tempo.

7. Material utilizado

O material utilizado inicialmente para a execução deste plano será o quadro branco, a caneta e o apagador conforme já mencionado no item anterior. O professor, como esperado, traçou este plano. Entretanto, ao se adotar uma postura freiriana, deve-se ter em mente que será o diálogo respeitoso entre educador e educandos que irá guiar o processo. Caso a proposta inicial do docente permaneça, deve-se utilizar as estufas já montadas e semeadas em conjunto com os materiais já citados no item 6. Que, no caso, são pregos pregados nas laterais maiores, um fio de nylon preso em ambos de forma a ficar esticado, uma régua fixada na base de madeira e um marcador para marcar uma referência no caule da planta cuja variação de posição se quer ter medida.

8. Avaliação da aprendizagem

A avaliação será realizada através da participação dos educandos durante o processo e do diagnóstico da resolução das atividades escritas propostas pelo professor em um AVA.

9. Atividades Propostas

Escrita coletiva e individual sobre as atividades realizadas num ambiente AVA criado pelo professor no Facebook.

10. Referências

[1] BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

[2] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

[3] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

[4] CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[6] HAAS, C.; SANTOS, S. M. Aprendizagem de física no ensino médio (Trabalho realizado para a disciplina Prática de ensino em nível médio I física). São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

- [7] MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Scipione, 1998.
- [8] MOREIRA, M. A. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.
- [9] NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. São Paulo: Edgar Blücher, 1996.
- [10] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia, livro digitalizado extraído do site www.sabotagem.revolt.org. EGA, 1996.
- [11] PARANÁ, D. N. S. Física para o ensino médio, 2ª ed. São Paulo: Ática, 1999.
- [12] PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.
- [13] TIPLER, P. A. Física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.
- [14] EISBERG, R.; RESNICK, R. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.
- [15] AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas. Brasília. DF, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

PLANO DE AULA 4

1. Dados

- Instituição: E. E. E. M. Eng. R.B. Tellechea
- Disciplina: Física
- Ano/Série: 1.º ano do ensino médio
- Título: MRU, MRUV e Queda Livre a partir das Estufas
- Professor: Jankiel Robert Lopes Pires
- Carga horária: 15 horas-aula
- Data: março de 2018

2. Objetivos

- Fazer com que os educandos aprofundem os conceitos de Referencial, Posição, Trajetória, Deslocamento, Distância Total Percorrida, Partícula, Corpo Extenso, Velocidade Média, Rapidez e Velocidade Instantânea relacionando-os ao MRU, MRUV e Queda livre mantendo a associação com o crescimento de plantas no interior das Estufas.
- Propor e estimular formas de **medir** o crescimento de uma planta de tal forma que este seja visível, ou melhor, mensurável, num curto lapso de tempo, sempre fazendo a relação com as grandezas físicas objeto desta aula.
- Definir conjuntamente com a turma qual a melhor planta a ser semeada para a experiência de tal forma a atender aos requisitos desta, como um tempo curto para as medidas (no máximo duas semanas), qual instrumento de medida utilizar e que tipo de planta gostariam de colher para degustar.
- Sistematizar o conhecimento que vai sendo adquirido ao longo do processo questionando se é possível relacionar as medidas com os movimentos específicos desta aula: MRU, MRUV, Queda Livre.

3. Contextualizando a aula

Ao olhar ao nosso redor não é difícil de se perceber que tudo está em movimento. Este faz parte de nossas vidas. Tudo está em constante transformação, em constante mudança. Seja no nosso próprio deslocamento para a escola ou o trabalho, seja o movimento das abelhas em uma colmeia, o movimento de rotação da terra em torno do seu próprio eixo definindo a noite e o dia, o de translação desta em torno do Sol definindo a beleza das quatro estações, as camadas de ar que se deslocam nas mais variadas direções do espaço dando conformação ao clima, absolutamente tudo se move. Bom, na realidade nem tudo! Ao se trabalhar com o conceito de movimento somado àqueles que dele advém, irá se notar que o primeiro é na realidade relativo, ou seja, depende de um referencial para ser definido. Desta forma, só é possível se falar em movimento se a posição de algum corpo varia com o tempo deixando um rastro ou uma trajetória que é a união das sucessivas posições ocupadas por este ao longo do seu deslocamento em relação a um referencial. E o que é essa posição? Nada mais que a localização de algum corpo ou objeto físico em relação a um observador, ou ainda, em relação a um referencial. Ao se deslocar o corpo varia sua posição em relação ao observador. Esta variação de posição corresponde a uma grandeza física chamada de deslocamento que é definida como sendo diferença entre a posição final e a posição inicial do corpo em relação ao referencial. Há ainda a distância total percorrida, ou somente a distância percorrida, que corresponde a distância total que um objeto efetivamente andou ao se movimentar. A partir destas definições pode-se trabalhar com o conceito de taxa de variação da posição e da distância percorrida, ambas em relação ao tempo. A primeira (taxa de variação da posição em relação ao tempo) corresponde ao que se chama de velocidade média, enquanto que, a segunda (“taxa de variação” da distância em relação ao tempo) corresponde ao que se chama de rapidez. Todos estes conceitos podem muito bem ser associados aos processos de crescimento, por exemplo, os de uma planta.

4. Pré-requisitos

Os pré-requisitos correspondem àqueles trabalhados no terceiro plano de aula.

5. Conteúdo programático

MRU

MRUV

Queda livre

6. Procedimentos didáticos

Este plano de aula possui o andamento, de certa forma, concomitante com o anterior (Plano de Aula 3). Aquele inicia a partir de um diálogo em sala de aula usando o quadro branco, caneta e apagador, relacionar a questão do movimento ao cotidiano em conjunto com os educandos, ouvindo suas concepções a respeito do tema de forma atenta a fim de buscar uma conexão com as estufas. Ao ser atingido tal intento, propor de forma conjunta com a turma maneiras, formas, enfim, um método de medir a velocidade média de crescimento de uma planta. Nesse ponto se traz conceitos preliminares importantes para a compreensão deste conceito, tais como: referencial, posição, trajetória, deslocamento, distância total percorrida, partícula, corpo extenso, velocidade média, rapidez e velocidade instantânea. Buscando, sempre que possível, relacionar tais conceitos com o crescimento da planta que já terá sido plantada antes ou em seguida ao término da montagem da estrutura. Após essa etapa, de explosão de ideias, partir para a parte prática que já fora previamente definida em nosso diálogo em sala de aula, fazendo-se as respectivas medidas. Ao ser semeada, após alguns dias inicia-se o processo de germinação e tão logo a planta desponte na superfície da terra pode-se ao longo de um certo período obter sua velocidade média de crescimento marcando-se um ponto no caule da mesma para medir-se as sucessivas variações de posição em relação à superfície, ou em relação a um fio de nylon preso por pregos nas bordas da madeira da estufa, utilizando-se uma régua fixa na base de madeira da mesma. A cada dia, no mesmo horário, dependendo da hortaliça, pode-se medir as sucessivas variações de posição em relação ao fio (usando-se a régua). Dessa forma, pode-se calcular, aproximadamente (a precisão dependerá dos objetos de medida e de outros fatores), a velocidade média de crescimento da planta em relação ao tempo. Pode-se inclusive explorar se ocorrem variações apreciáveis nessa velocidade média de crescimento. A diferença aqui, em relação ao Plano de Aula 3, é que enquanto são realizadas as medidas, e após

esgotada a sistematização proposta no plano anterior, o educador, em conjunto com a turma vai buscando sistematizar o conteúdo programático do item 5, fazendo questionamentos do tipo: Se o ponto de referência marcado na planta sofrer variações de posição iguais em intervalos de tempo iguais, como será este movimento? A posição será diretamente proporcional ao tempo? Existe uma classificação específica para ele? E se as variações de posição forem proporcionais ao quadrado da variação de posição? Como será esse movimento? Terá ele, também, um nome específico? Será que as medidas podem se encaixar num dos três movimentos? (MRU, MRUV e Queda Livre). Posteriormente, pretende-se traçar o gráfico da posição em relação ao tempo, usando-se a tabela de dados. Após essa etapa pretende-se comparar com os gráficos exemplificativos do MRU, MRUV e Queda Livre propostos pelo professor com aquele dos dados. A Figura 1 abaixo encontra-se posicionada como referência.

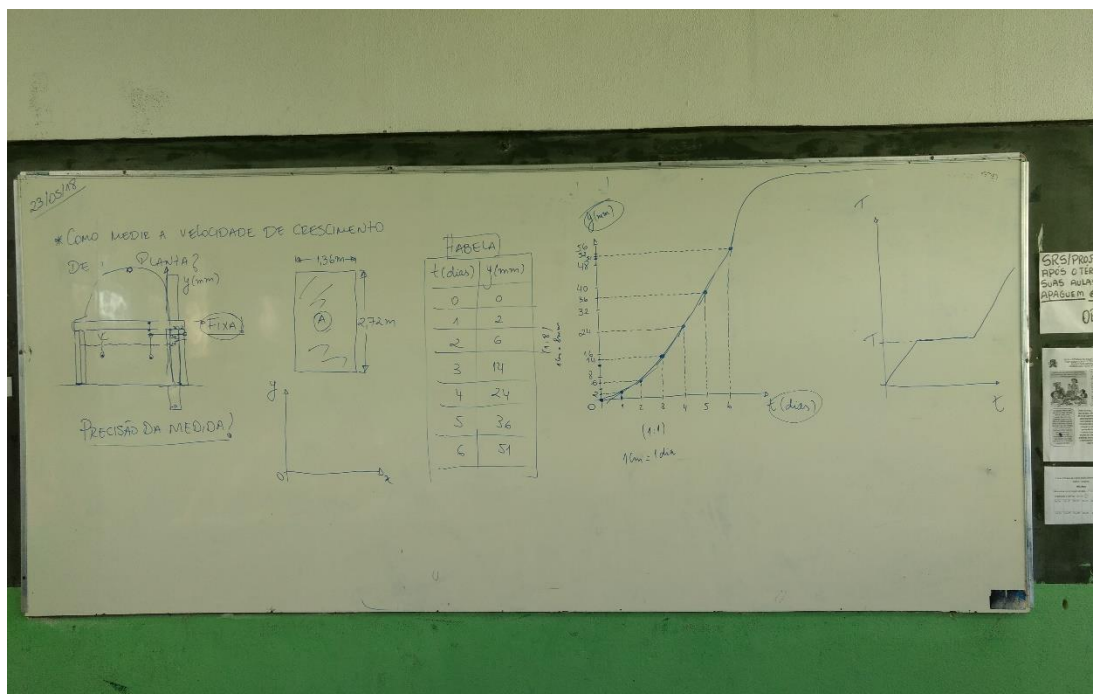


Figura 1: Foto do quadro de sala de aula. Buscando estabelecer relação entre o crescimento de uma planta hipotética e os movimentos (MRU, MRUV e QL).

7. Material utilizado

Na sistematização, o material utilizado será o quadro branco, a caneta e o apagador. Para as medidas, pregos pregados nas laterais maiores, um fio de nylon preso em ambos de forma a ficar esticado, uma régua fixada na base de madeira e

um marcador para marcar uma referência no caule da planta cujo crescimento se quer ter medido. O gráfico das medidas será feito utilizando-se um computador com uma planilha do Excel e um projetor multimídia. A planilha, também será utilizada pelo professor para construir gráficos de exemplo dos movimentos citados (MRU, MRUV, Queda Livre) para posterior comparação com o gráfico dos dados.

8. Avaliação da aprendizagem

A avaliação será realizada através da participação dos educandos durante o processo e do diagnóstico da resolução das atividades escritas propostas pelo professor em um AVA.

9. Atividades Propostas

Escrita coletiva e individual sobre as atividades realizadas num ambiente AVA criado pelo professor no Facebook.

10. Referências

[1] BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

[2] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

[3] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

[4] CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[6] HAAS, C.; SANTOS, S. M. Aprendizagem de física no ensino médio (Trabalho realizado para a disciplina Prática de ensino em nível médio I física). São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

[7] MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Scipione, 1998.

[8] MOREIRA, M. A. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.

[9] NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. São Paulo: Edgar Blücher, 1996.

[10] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia, livro digitalizado extraído do site www.sabotagem.revolt.org. EGA, 1996.

[11] PARANÁ, D. N. S. Física para o ensino médio, 2ª ed. São Paulo: Ática, 1999.

[12] PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.

[13] TIPLER, P. A. Física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

[14] EISBERG, R.; RESNICK, R. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

[15] AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas. Brasília. DF, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

PLANO DE AULA 5

1. Dados

- Instituição: E. E. E. M. Eng. R.B. Tellechea
- Disciplina: Física
- Ano/Série: 1.º ano do ensino médio
- Título: Força, Lei de Hooke, Dinamômetro, e Leis de Newton a partir das Estufas
- Professor: Jankiel Robert Lopes Pires
- Carga horária: 15 horas-aula
- Data: março de 2018

2. Objetivos

- Fazer com que os educandos desenvolvam os conceitos de Força, Constante Elástica da Mola, Deslocamento da Mola.
- Construir um dinamômetro com a finalidade de medir Forças que apareçam nas estruturas das Estufa.
- Propor e estimular formas de **medir** as Forças que os arcos de PVC exercem sobre as laterais das Estufas.
- **Medir** a Força que o plástico transparente exerce sobre a estrutura de arcos, mostrando que esta tem capacidade para suportá-lo.
- Mostrar que a Força é uma grandeza física vetorial evidenciando o necessário instrumental matemático para trabalhar com ela.
- Entender as Leis de Newton a partir das medidas executadas nas Estufas.

3. Contextualizando a aula

Ao se observar o que foi feito até aqui surgem questionamentos específicos: como a planta cresce? O que a faz crescer? Existe “algo” que faz o ponto de referência na planta variar a sua posição com o tempo? Existe alguma relação entre as novas grandezas físicas vistas no MRU, no MRUV e na Queda Livre com esse “algo”? Observando-se a natureza e percebendo-se que em tudo existe uma relação causal, se deduz que há uma relação. Mas que relação é essa? Do ponto de visto matemático quais grandezas estão relacionadas e de que forma? Foi visto que os movimentos estão por toda a parte e que para compreender alguns de forma específica, do ponto de vista científico atual, foi necessário desenvolver alguns conceitos preliminares. Outros conceitos vieram posteriormente como o de aceleração dentro do MRUV e da Queda Livre. Entretanto, parando para uma análise mais aprofundada, percebe-se que tão somente foi feita a descrição desses movimentos buscando associá-los com as medidas feitas nas Estufas. Desta forma, questionamentos mais gerais podem ser feitos: qual a origem do movimento? Ou melhor, o que causa o movimento? Existe “algo” capaz de provocar ou suprimir o movimento? Seria possível mensurar esse “algo”? Quais das grandezas desenvolvidas possuem relação direta com esse “algo”? Como seria essa relação? As respostas para essas perguntas mais gerais não poderão ser buscadas tentando-se medir esse “algo” por meio das plantas haja vista a impossibilidade de tais medidas. As respostas poderão surgir ao se trabalhar a estabilidade da estrutura. Portanto, pode-se fazer novas perguntas: o que mantém a estrutura em pé? Existe(m) alguma(s) condição(ões) para isso? Se essa(s) condição(ões) não for(em) satisfeita(as) o que irá acontecer? Existe alguma relação entre essa(s) condição(ões) e o “algo” citado anteriormente? Essas são questões que surgem naturalmente, sendo a ideia essencial daqui para diante buscar respostas para as mesmas que possam sanar, de maneira lógica e sistematizada, de forma satisfativa aquelas mentes mais curiosas.

4. Pré-requisitos

Os pré-requisitos correspondem àqueles trabalhados no primeiro ao quarto planos de aula.

5. Conteúdo programático

Força

Lei de Hooke

Dinamômetro

Leis de Newton

6. Procedimentos didáticos

Os procedimentos didáticos serão divididos em quatro etapas. A primeira delas constituída de um diálogo em sala de aula usando o quadro branco, canetões e apagador, relacionar os questionamentos específicos com os gerais. Ir anotando no quadro todos os questionamentos que surgem especificamente sobre o movimento de crescimento das plantas e paralelamente anotando os questionamentos gerais referentes aos movimentos de uma forma geral. Por meio da relação entre ambos buscar o “algo” que causa os movimentos. A ideia aqui é que por meio desta técnica surjam as palavras Força e Energia. Após tal acontecimento, relacionar estas duas grandezas, mostrando por meio de uma análise dimensional que a Energia está associada à Força por meio do Deslocamento. Ou seja, sempre que o “algo” (Força) produz deslocamento num corpo este na realidade está recebendo uma Energia (ou sobre ele está sendo feito Trabalho). A partir disto fazer uma associação entre Força e Deslocamento mostrando que da relação destas surge a grandeza física Trabalho que está também associada à Energia.

O próximo passo será conectar a Força com o Deslocamento numa mola evidenciando-se a chamada Lei de Hooke, ponto de partida para a segunda etapa. Esta se constituirá de uma aula experimental utilizando atilhos (que farão o papel da mola, já que são o material mais barato disponível), réguas e massas conhecidas que possibilitarão construir uma tabela da Força em função do Deslocamento para determinar o coeficiente de elasticidade dos atilhos e estabelecer a relação entre as grandezas citadas para se chegar à Lei de Hooke. Após tal fato se passará a fase seguinte que é a construção do dinamômetro utilizando-se os atilhos, garrafas PET de 500 ml, papel milimetrado, cano PVC de 20 e clips (prego ou arame). Aquecendo-se um prego faz-se furos paralelos nas laterais próximo ao fundo transpassando-se este pela garrafa. Espera-se o prego esfriar e prende-se os atilhos (depois de saber

o coeficiente de elasticidade de todos) no prego no fundo da garrafa. Mede-se um o cano de 20 de PVC de tal forma a caber dentro da garrafa entre o prego e o bocal de saída desta. Corta-se o cano com uma serra de tal forma que este esteja emparelhado com o bocal. Faz-se um furo no cano de PVC com um prego aquecido na altura dos atilhos relaxados na vertical. Prende-se esses últimos nesse prego. Para facilitar as partes que envolvem a prender o atilho será necessário cortar um pequeno pedaço do fundo da garrafa com estilete. Para finalizar faz-se furos paralelos com outro prego aquecido na extremidade do cano próximo ao bocal onde, perpendicularmente a este, irá se colocar um ganchinho e gradua-se com papel milimetrado o cano. Colando-se este desde o bocal até o seu final. Calibra-se o dinamômetro com massas (e consequentemente pesos) conhecidas fazendo-se as marcas. A terceira etapa se constitui em desaparafusar as braçadeiras de uma das laterais da estufa e medir (com o dinamômetro que fora construído) as forças que as extremidades dos cinco arcos exercem sobre uma das laterais (mantendo os arcos na mesma posição anterior) anotando os respectivos valores. A quarta e última etapa consiste, em sala de aula, com quadro branco, canetões e apagador, fazer-se um desenho em perspectiva da estrutura desenhando os vetores representativos das Forças medidas numa das laterais questionando-se se essa lateral se encontra em equilíbrio. A partir das respostas ir construindo conjuntamente com os educandos se existe uma condição para o equilíbrio e qual seria essa. Construir a ideia de que o equilíbrio está associado a variação de velocidade nula (a velocidade caracteriza o estado de movimento de um corpo). Fazer questionamentos até que se conclua que para que haja equilíbrio é necessário que a soma das Forças que atuam num corpo (Força Resultante [\mathbf{F}_R]) seja zero, chegando-se a Primeira Lei de Newton ($\mathbf{F}_R=0 \rightarrow$ Repouso ou MRU). Ou seja, somente são possíveis dois estados de movimento (Repouso ou MRU). Abrir o questionamento para hipótese contrária: se a soma das Forças não for zero? O que vai acontecer? Conectar tal situação com a instabilidade na estrutura e construir, a partir disso, a Segunda Lei de Newton, mostrando que quanto maior a Força Resultante, atuando sobre uma mesma massa, maior será variação da velocidade e, portanto, maior será a aceleração. Questionar o que acontecerá se, para uma certa configuração de Forças sempre igual, alterar-se a massa. A Força Resultante e a aceleração terão sempre o mesmo sentido? Concluir estabelecendo a 2ª LN: $\mathbf{F}_R=m \cdot \mathbf{a}$. Após, voltar a lateral analisada e verificar os pares de ação e reação nesta parte da estrutura. Concluir com a terceira Lei de Newton, mostrando que para toda ação existe

uma reação de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário e que esse par (ação-reação) não se anula por atuar em corpos distintos. A Figura 1 abaixo encontra-se posicionada como referência.

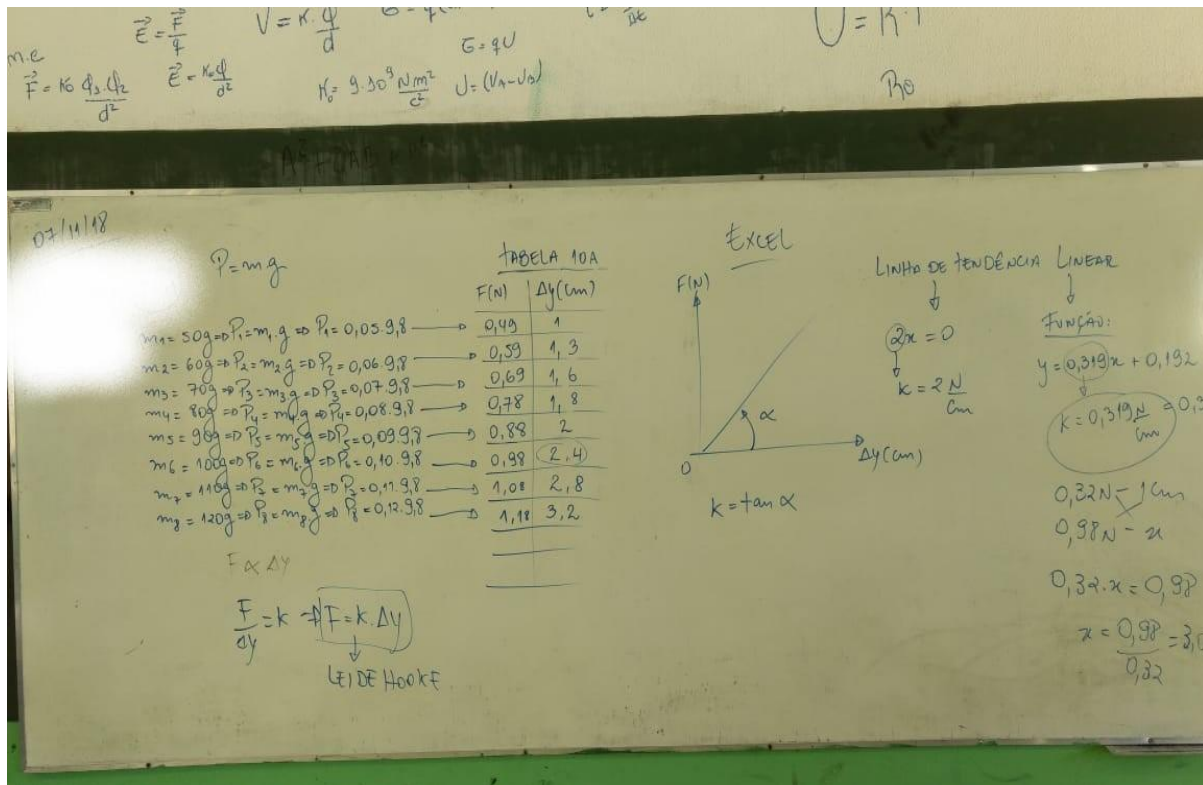


Figura 1: Foto das medidas para a determinação da constante elástica k do atilho do dinamômetro.

7. Material utilizado

O material utilizado na primeira etapa e na quarta etapas será quadro branco, canetões e apagador. Na segunda etapa: garrafas PET de 500 ml, atilhos, canos de PVC de 20, clips (pregos ou arames), estilete, serra, ganchinho, papel milimetrado, cola, vela, isqueiro e massas conhecidas. Na terceira: o dinamômetro e chaves Philips.

8. Avaliação da aprendizagem

A avaliação será realizada através da participação dos educandos durante o processo e do diagnóstico da resolução das atividades escritas propostas pelo professor em um AVA.

9. Atividades Propostas

Escrita em grupo sobre as atividades realizadas em aula num ambiente AVA criado pelo professor no facebook.

10. Referências

[1] BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M. Física completa, 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

[2] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

[3] BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

[4] CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

[5] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[6] HAAS, C.; SANTOS, S. M. Aprendizagem de física no ensino médio (Trabalho realizado para a disciplina Prática de ensino em nível médio I física). São Leopoldo: UNISINOS, 1999.

[7] MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Scipione, 1998.

[8] MOREIRA, M. A. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.

- [9] NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. São Paulo: Edgar Blücher, 1996.
- [10] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia, livro digitalizado extraído do site www.sabotagem.revolt.org. EGA, 1996.
- [11] PARANÁ, D. N. S. Física para o ensino médio, 2ª ed. São Paulo: Ática, 1999.
- [12] PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.
- [13] TIPLER, P. A. Física. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.
- [14] EISBERG, R.; RESNICK, R. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.
- [15] AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Linhas Críticas. Brasília. DF, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.