



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS EM SALA DE  
AULA E O PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE  
FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO  
MÉDIO**

**GLEBSON MOISÉS ESPÍNDOLA DA SILVA**

**MANAUS-AM**

**2018**

**GLEBSON MOISES ESPINDOLA DA SILVA**

**APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS EM SALA DE  
AULA E O PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE  
FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO  
MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**ORIENTADOR: Professor Dr. YURI EXPÓSITO NICOT**

**MANAUS-AM**

**2018**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586a Silva, Glebson Moises Espíndola da  
Aprendizagem de conceitos físicos em sala de aula e o processo de aquisição do conceito de força inercial em alunos do 1° ano do ensino médio / Glebson Moises Espíndola da Silva. 2018  
176 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Yuri Expósito Nicot  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -  
Universidade Federal do Amazonas.

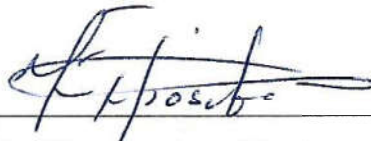
1. referencial inercial. 2. força inercial. 3. ensino médio. 4. aquisição. I. Nicot, Yuri Expósito II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

# GLEBSON MOISÉS ESPÍNDOLA DA SILVA

## APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS EM SALA DE AULA E O PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

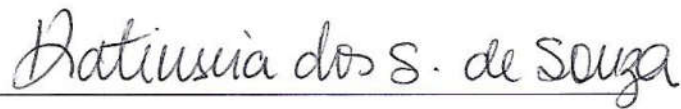
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot  
Presidente da Banca



---

Prof. Dra. Katiuscia dos Santos de Souza  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Fidel Guerrero Sayas  
Membro Externo

## DEDICATÓRIA

A minha amada mãe, Maria Nazaré Espindola da Silva Maria, por incríveis esforços fez com que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai, Benedito Pereira da Silva, que nunca deixou que eu desistisse do meu sonho.

A minha amada esposa Andressa Rodrigues da Silva, por ter me dado forças e apoio nos momentos de mais descrença.

A minha Tia Maria Silvana Pereira Nunes, por me dado educação e os primeiros caminhos.

A meu filho Heurick Felipe Espindola Araújo, que mesmo longe é fonte de inspiração.

A meus irmãos Maria Irleide Espindola da Silva, Cladison Espindola da Silva, FransciscoTarcisio Espíndola da Silva, Benedito Pereira da Silva Junior, minha Família o maior bem que podemos ter.

E a todos os meus amigos e conhecidos com que dividi essa caminhada

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus essa força que me move mesmo quando não tenha mais forças, e que por sua infinita misericórdia me devolveu a minha vitória

Ao professor Dr. Yuri Expósito Nicot, Orientador e amigo com quem dividi momentos de alegria, apreensão que soube me cobrar quando era preciso.

À professora Dra. Sidilene Farias, pelas conversas que ajudaram a ter mais ânimo.

Ao Professor Dr. Jose Luiz de Souza Pio pelos conselhos e orientações que me ajudaram a prosseguir com meus objetivos e por ter me acolhido quando eu mais precisei

À professora Dra. Katuiscia, que apesar do pouco convívio a qual tenho imensa admiração.

Ao Professor Thierry Ray Jehlen Gasnier que me ajudou para que eu pudesse trilhar essa nova caminhada

Aos secretários do PPGECIM, Eduardo, Saulo e Vagner pela amizade e comprometimento com seu trabalho.

Aos professores que participaram da minha banca de qualificação, José Francisco de Magalhães Netto, Renato Henriques de Souza, pelas boas contribuições que ajudaram com a minha pesquisa.

Aos estudantes que participaram da pesquisa e ao professor da turma que confiaram no meu trabalho e construíram comigo esta pesquisa que indicará caminhos para reflexões dentro do âmbito escolar.

A inteligência é o que você usa quando não sabe o  
que fazer.

Jean Piaget

## RESUMO

Esta pesquisa buscou investigar quais são as características que favorecem o ensino e aprendizagem do conceito de força inercial em alunos do primeiro ano do ensino médio mediado por uma unidade de Ensino? Com a finalidade de responder a esta questão o estudo teve como objetivo geral: Analisar o processo de aquisição do conceito de força inercial pelos alunos da primeira série do Ensino Médio. Para tanto, buscou-se desenvolver uma proposta didática para o ensino e aprendizagem do conceito força inercial dentro do conteúdo de Dinâmica; identificar as concepções espontâneas dos alunos acerca do conceito de Referencial, movimento, repouso, força, força inercial; desenvolver um estudo diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem através da prática docente e da dinâmica de sala de aula; caracterizar as aprendizagens construídas a partir da unidade de ensino para que sejam sistematizados os conceitos fundamentais necessários à compreensão e aprendizagem do conceito de força inercial. Trata-se de uma pesquisa qualitativa na modalidade experimental. Adotou-se como referencial teórico a teoria psicogenética de Jean Piaget, que concebe o sujeito como agente ativo da construção do conhecimento. A pesquisa teve como participantes 25 alunos da primeira série do Ensino Médio com idades entre 14 a 17 anos. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados a observação estruturada, entrevista, questionários que foram aplicados ao professor e ao estudante e exercícios avaliativos. De acordo com os dados obtidos é possível afirmar que os sujeitos ancoram suas construções a partir da realidade concreta, principalmente em relação aos conceitos de força, referencial e movimento. Com relação a esse aspecto foi observado após a aplicação da unidade de Ensino uma evolução significativa em contraponto as concepções identificados na análise prévia. A respeito do conceito de força de inércia, constatou-se que este conceito mostra-se ausente das discussões nas salas do Ensino Médio, mesmo em conteúdos com os quais este relaciona-se. Assim, considera-se que a sequência utilizada pela unidade de Ensino é favorável a apreensão do conceito de Força de inércia, partindo-se de conceito chaves apontados nessa pesquisa.

**Palavras chaves:** Referencial inercial, força inercial, ensino médio.



## **Abstract.**

This research aimed to investigate the characteristics that favor the teaching and learning of the concept of inertial force in first year students of high school mediated by a unit of Education? With the purpose of answering this question the study had as general objective: To analyze the process of acquisition of the concept of inertial force by the students of the first grade of High School. To do so, we tried to develop a didactic proposal for the teaching and learning of the inertial force concept within the Dynamic content; identify the students' spontaneous conceptions about the concept of Referential, movement, rest, Force, inertial force; to develop a diagnostic study of the process of teaching and learning through the teaching practice and the dynamics of the classroom; characterize the learning built from the teaching unit so that the fundamental concepts necessary to understand and learn the concept of inertial Force are systematized. This is a qualitative research in the experimental modality. As a theoretical reference, Jean Piaget's psychogenetic theory was conceived as the active agent of the construction of knowledge. The research had as participants 25 students of the first grade of the High School aged between 14 and 17 years. The structured observation, interview, questionnaires that were applied to the teacher and the student, and evaluation exercises were used as instruments of data collection. According to the data obtained it is possible to affirm that the subjects anchor their constructions from the concrete reality, mainly in relation to the concepts of Strength, referential and movement. With respect to this aspect was observed after the application of the Teaching unit a significant evolution in counterpoint to the conceptions identified in the previous analysis. Regarding the concept of Force of inertia, it was verified that this concept is absent from the discussions in the rooms of High School, even in contents with which it relates. Thus, it is considered that the sequence used by the Teaching unit is favorable to apprehension of the concept of Force of inertia, starting from the key concepts pointed out in this research.

Key words: Inertial referential, inertial force, high school.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 01: Tridimensional formada pela junção das coordenadas (x, y, z) no espaço.....	37
Figura 02: Sistema massa mola em vagão com velocidade constante.....	44
Figura 03: Sistema massa mola.....	46
Figura 04: Validação dos instrumentos de conhecimentos.....	73
Figuras 05: Resposta do aluno do segundo ano.....	74
Figura 07: Coleta das concepções espontâneas dos alunos.....	76
Figura 08: Aula de intervenção de Referencial.....	109
Figura 09: Aplicação da aula pratica sobre o assunto de hidrostática.....	118
Figura 10 (a): Garoto andando de Skate.....	125
Figura 10 (a): Força aplicada.....	125
Figura 11: Ilustração da oitava questão do questionário de concepções.....	126
Figura 12: Eixo de coordenadas cartesianas.....	131
Figura 13: Materiais utilizados na revisão de referenciais inerciais.....	131

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 01: Concepções dos indivíduos acerca de referencial.....	78
Quadro 02: Nível elaborado do conceito de Referencial.....	81
Quadro 03: Referencial como principio de velocidade.....	82
Quadro 04: nível elaborado do conceito de referencial.....	83
Quadro 05: referencial como princípio de velocidade.....	84
Quadro 06: respostas dos estudantes a 2 questão.....	87
Quadro 07: Categorização referente a questão 2- O que é força?.....	88
Quadro 08: concepção de um movimento retilíneo sem atrito.....	93
Quadro 09: bloco lançado em um plano inclinado.....	96
Quadro 10: Resumo da Sequência didática.....	106
Quadro 11: contraposição entre as respostas iniciais e as respostas após a intervenção de referencial.....	116
Quadro 12: questão proposta por Silva 2015.....	127
Quadro 13: Conceito de movimento reativo na concepção dos estudantes.....	137

## LISTAS DE GRÁFICOS E TABELAS

### GRÁFICOS

Gráfico 01: Gráfico 01: concepção dos alunos sobre Força.....	93
Gráfico 02: Lançamento horizontal com atrito.....	94
Gráfico 3: Respostas dos alunos sobre a questão 8.....	96
Gráfico 04: Referente a primeira questão.....	133
Gráfico 05: Questão sobre referenciais relativos.....	134
Gráfico: Referente a questão 8.....	135

### TABELAS

Tabela 01: Conceitos chaves de força em relação a primeira questão.....	143
Tabela 02: categorias do conceito força dos alunos.....	148

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIÇÕES

Unidade de Ensino-UE.....	16
Noção da Ciência-NdC.....	22
Sequências Didáticas-SD.....	22
Physical Scienc Study Committe-PSSC.....	26
Teoria da relatividade restrita-TRR.....	34
Movimento Harmônico Simples-MHS.....	47

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
CÁPITULO 1: REVISÃO DA LITERATURA .....	20
1.1 ESTUDOS ACERCA DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL .....	20
1.2 O ENSINO FÍSICA NO BRASIL .....	25
1.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA: MÉTODO E PRÁTICA .....	28
1.3.1 Críticas à metodologia expositiva .....	28
1.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS NÃO INERCIAIS .....	32
1.4.1 Conceitos de movimento e referencial .....	32
1.4.2 Coordenadas no espaço tridimensional .....	36
1.5 CONCEITO DE FORÇA E AS LEIS DA DINÂMICA.....	38
1.6 SISTEMAS DE REFERÊNCIA NÃO INERCIAIS E AS FORÇAS FICTÍCIAS .....	41
1.6.1 Forças inerciais .....	41
1.7 A ABORDAGEM DO TEMA REFERENCIAL NÃO INERCIAL DENTRO DO ENSINO MÉDIO.....	44
CAPÍTULO 2 .....	51
PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E A TEORIA DE DESENVOLVIMENTO INTELLECTUAL DE PIAGET.....	51
2.1 PERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO MENTAL SEGUNDO A TEORIA PSICOGENÉTICA DE JEAN PIAGET.....	51
2.2. TOMADA DE CONSCIÊNCIA .....	53
2.3 TOMADA DE COSNCIÊNCIA E SUA RELAÇÃO COM O FAZER E COMPREENDER.....	58
2.4 CONCEITO DE EQUILIBRAÇÃO DENTRO DA TEORIA DE PIAGET.....	60
CAPITULO 3 .....	62
METODOLOGIA DA PESQUISA .....	62
3.1 A PROPOSTA DE PESQUISA.....	62
3.2 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA .....	63
3.4 SUJEITOS DA PESQUISA.....	64
3.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	65

3.6 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS.....	65
3.7 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	67
3.7.1 Roteiro para observação em sala de aula (apêndice a).....	67
3.7.2 Roteiro para a entrevista docente (apêndice b).....	67
3.8 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	68
CAPÍTULO 4 .....	70
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	70
4.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ESPÔNTANEAS.....	70
4.2 ABORDAGEM INICIAL COM OS SUJEITOS DA PESQUISA E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	75
4.2.1 Análise das concepções espontâneas dos alunos .....	75
4.2.1 Concepção dos alunos sobre Referencial .....	76
a) Concepção sobre o conceito de Referencial Inercial: Sujeitos que relacionam suas explicações objetos parados ou em movimento.....	78
b) Sujeitos que relacionam o conceito de referencial a pessoas e objetos .....	81
c) Indivíduos que relacionam o conceito de referencial somente pessoas (como observador) .....	82
d) Surgimento da construção “formal” do conceito de referencial .....	83
e) Conceito de referencial como princípio de velocidade .....	85
4.3 CATEGORIA 2: concepção sobre o conceito de Força.....	85
4.3.1 Concepção sobre o conceito de força .....	85
4.3.2 Conceito de força como agente físico .....	88
4.3.3 Conceito de força como Interação.....	89
4.3.4 Conceito de força como alteração do estado de repouso ou do estado de movimento .....	90
4.3.5 Conceito de força como ação sobre o corpo.....	90
4.3.6 Movimento exercido sobre e pelo corpo.....	91
4.4 Análises das questões objetivas .....	92
4.5 OBSERVAÇÃO DA SALA DE AULA DE ACORDO COM OS PRECEITOS CONSTRUTIVISTAS.....	96
4.5.1 Análise das concepções pedagógicas do professor.....	97
4.5.2 Prática de sala de aula e o trabalho pedagógico do professor.....	99
4.5.3 Prática docente- a aula expositiva.....	99

4.5.4 Prática docente- as propostas de aulas experimentais .....	102
4.6 INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA: APLICAÇÃO E ANÁLISE DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	106
4.6.1 Planejamento da unidade de ensino e das sequências .....	106
4.6.2 Introdução ao estudo dos movimentos: movimento, repouso, referencial, espaço. ....	107
a) Primeiro encontro e revisão de cinemática .....	107
4.6.3 referencial.....	108
a) Análise da segunda questão .....	116
4.6.4 FORÇA: aula experimental sobre pressão nos líquidos.....	118
4.6.5 Lei de Newton: Inércia.....	124
4.6.7 Referencias inercias e não inerciais.....	131
4.6.8 Aula de força de Inércia.....	140
4.6.9 Considerações sobre o conceito de forças inercial .....	148
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	153
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	156
APÊNDICE .....	163
APÊNDICE A- ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DE AULA.....	164
APÊNDICE B FICHA DE AVALIAÇÃO DO ALUNO .....	165
APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	171
APÊNDICE D - TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR.....	174
APÊNDICE- E- UNIDADE DIDÁTICA .....	176



## INTRODUÇÃO

Em Física alguns conceitos em são fundamentais para a compreensão e resolução da maioria dos problemas em Física Clássica, dentre os quais cita-se o conceito de referencial. No entanto, existem alguns problemas em Física que só podem ser resolvidos a partir da compreensão do conceito de forças e do conceito de referenciais não inerciais (FREZZA, 2011). Em vista disso, o problema que norteia esta pesquisa é o seguinte: quais as características que favorecem o ensino e aprendizagem do conceito de força inercial em alunos do primeiro ano do ensino médio mediado por uma unidade de Ensino? Para responder a problemática construiu-se como objetivo geral desta pesquisa: Analisar o processo de aquisição do conceito de força inercial pelos alunos da primeira série do Ensino Médio. Para tanto, a pesquisa teve como objetivos específicos: (a) desenvolver uma proposta didática para o ensino e aprendizagem do conceito força inercial dentro do conteúdo de Dinâmica; (b) identificar as concepções espontâneas dos alunos acerca do conceito de referencial, movimento, repouso, força, força inercial; (c) desenvolver um estudo diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem através da prática docente e da dinâmica de sala de aula; (d) caracterizar as aprendizagens construídas a partir da unidade de ensino-UE para sistematizar os conceitos fundamentais necessários à compreensão e aprendizagem do conceito de força inercial.

Há tempos discute-se sobre a natureza das forças fictícias, se estas são forças reais ou apenas um artifício teórico ou matemático que pode ser usado para explicar alguns fenômenos em referenciais acelerados. Então porque uma discussão tão importante para a ciência como a questão das forças inerciais ainda matem-se desconhecido por grande parte dos alunos do ensino médio e também por certa quantidade de professores? Primeiramente pode se dizer que a discussão em torno da realidade das forças inerciais nunca foi completamente resolvida (LIMA JUNIOR, 2015). Segundo, não é habitual a discussão de certas controvérsias das ciências dentro de sala de aula, e que até mesmo teorias hegemônicas como a leis da dinâmica possuem algumas limitações, e que esse conhecimento construído não partiu de uma única mente iluminada.

Nesse sentido, a análise inicial da pesquisa direcionou-se para a caracterização de conceitos básicos de cinemática como referencial, força e movimento etc. Partiu-se do princípio que é possível construir um entendimento do conceito de Forças inerciais a partir de conceitos básicos como os de cinemática, pois entende-se que assim como o conceito Referencial inercial-RI é fundamental para compreensão para a compreensão de alguns conceitos da Física Clássica, de forma similar é possível partir de conceitos básicos de cinemática (referencial, força, movimento etc.) é possível se possibilitar a aprendizagem do conceito de Força de inércia.

Algumas pesquisas (FREZZA, 2011, LIMA JUNIOR, 2015, AMANTES, 2005, AYALA FILHO, 2010) demonstram que muitos alunos não possuem um conceito claro de referencial inercial, isso nos suscitou um questionamento, o aluno do Ensino Médio é capaz de compreender os conceitos de referencial não inercial e forças inerciais? E quais são as diretrizes que norteiam esse ensino, caso aluno seja exposto diante situação em que lhe sejam apresentados situações em que o conceito de referencial inercial não são mais válidos, sendo necessário utilizar-se do conceito de referencial não inercial.

A abordagem do tema dentro do ensino médio justifica-se pelo fato de que os conceitos físicos que alicerçam a construção e apreensão do conceito de referencial e referencial não inercial são fundamentais para compreensão de alguns casos de Física newtoniana que são vistos tanto no ensino médio como na graduação, e esses mesmos conceitos também servem como base para a explicação de vários fenômenos cotidianos a até fora do sistema solar.

Dessa forma, existe uma gama de problemas onde a física newtoniana não pode ser aplicada, e a discussão do conceito de força inercial dentro do ensino médio pode contribuir de forma significativa para que ele possa vir compreender alguns casos particulares em que a física Clássica não pode ser aplicada, ademais ela é base para a física moderna e relativística geral que raramente os alunos veem no ensino médio.

Refletindo sobre essa problemática construiu-se uma Unidade de Ensino para ser aplicada a alunos da 1° série do Ensino Médio, permitindo dessa forma a caracterização das diretrizes norteiam o trabalho, neste sentido, para a construção

da metodologia pautou-se no construtivismo e especialmente na teoria construtivista piagetiana.

A metodologia da pesquisa teve como base a teoria de Piaget e orientada a partir de trabalhos já realizados por Melo (1980), Frezza (2011 e 2015) e Silva (2013). O local onde realizou-se a pesquisa foi a Escola Estadual Ruth Prestes Gonçalves também conhecida como Aldeia do conhecimento, sendo esta pesquisa autorizada através de carta de anuência expedida pela direção da escola (anexo).

Esta pesquisa teve como participantes 25 alunos, regularmente matriculados na primeira série do Ensino Médio da Escola Ruth Prestes do período vespertino, os indivíduos da pesquisa estão na faixa etária de 14 a 17 anos e possuem uma média de idade de 16 anos.

A pesquisa teve três momentos distintos: a coleta das concepções espontâneas dos estudantes, a observação da dinâmica de sala de aula e a construção e aplicação da Unidade de Ensino-UE. O tempo mínimo de cada etapa foi de uma hora aula que no estado Amazonas é de 45min. Nesse sentido o primeiro momento destinou-se a apresentação dos objetivos da pesquisa, e coleta das concepções espontâneas dos estudantes e com base nessas concepções foi possível traçar uma estratégia para a construção da UE. Em seguida momento nos familiarizamos com o contexto escolar e o ambiente de sala de aula, onde pôde-se verificar a relação dos sujeitos envolvidos na pesquisa mais de perto. E na terceira e última etapa onde culminou a aplicação da pesquisa com a consolidação da UE, e todas as dificuldades de uma pesquisa científica.

A pesquisa está estruturada em quatro capítulos, sendo que no Capítulo 1 dedica-se a realização da revisão da literatura descrevendo acerca do processo de ensino de Física no Brasil, a descrição da estruturação do conhecimento em sala de aula e algumas críticas a metodologia expositiva, tendo como base trabalhos de alguns discutem sobre o tema. Dedicamos também um espaço para a revisão dos principais conceitos envolvidos nesta pesquisa como o conceito de Força, dos sistemas de referencias e as forças inercias.

O segundo capítulo é dedicado a revisão teórica sob a ótica da epistemologia genética de Jean Piaget, com destaque para os períodos de desenvolvimento, a tomada de consciência, os conceitos de assimilação e acomodação.

No capítulo três apresenta-se a metodologia da pesquisa, na qual descreve-se sobre a proposta da pesquisa, apresenta-se os objetivos, os procedimentos e os instrumentos e técnica de análise de dados utilizada.

E finalmente no capítulo quatro, é destinado a discussão dos resultados obtidos durante a pesquisa com os questionários aplicados, a unidade de Ensino e as fichas avaliativas. Nesse sentido, faz-se um panorama sobre as concepções espontâneas dos alunos, a concepção didático-pedagógica do professor e os resultados obtidos a respeito dos conceitos perseguidos nas intervenções.

E por fim, finaliza-se o trabalho com as considerações tendo como base a análise dos dados.

## CÁPITULO 1: REVISÃO DA LITERATURA

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

Albert Einstein

### 1.1 ESTUDOS ACERCA DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL

A educação é uma ação inerente dos seres humanos, que diferentemente dos outros animais ao invés não se adaptar a natureza, adapta esta a sua vontade. Esse processo implica em primeiro lugar em criar condições para sua própria sobrevivência e em segundo em criar mecanismos mais complexos, e para isso o homem tem que antecipar ações. A educação tem como principal finalidade integrar o indivíduo a sociedade (SAVIANI apud ROSA, 2012) e apesar de vários autores conceituarem educação de formas diferentes estes possuem um ponto em comum, o indivíduo como centro da atividade, existindo em diferentes mundos e diferentes contextos, não existindo uma única forma de concebê-la e, que a escola não é o único lugar onde ela acontece e talvez nem seja o melhor; e que o professor não é o seu único praticante (CALLEJA, 2008, BRANDÃO, 2007).

Com base na interpretação de Rosa (2012), Brandão (2007) e Calleja (2008) admite-se que o ensino de Ciências e no caso particular o ensino de Física deve passar por uma real e efetiva reforma de proposta curricular, isso se faz necessário tanto quanto urgente, uma vez que o sistema educacional brasileiro, em especial o ensino de Física, encontra-se em vias de colapso. O autor em seu artigo “O ensino de (Física) no Brasil: da história as novas orientações educacionais” tece alguns questionamentos acerca do modelo de ensino de Física no Brasil que também temos como extremamente relevantes e podem contribuir de forma significativa em relação ao ensino de Física dentro de um contexto contemporâneo. Por meio de suas colocações o autor faz uma análise sobre a trajetória do ensino de Física no

Brasil e também sobre algumas ações que realizadas no âmbito escolar que produziram impactos positivos.

No ensino médio disciplina de Física é percebida como desvinculada do cotidiano e com forte formalismo matemático, e muitos alunos a elegem junto com a disciplina de Matemática como uma disciplina de difícil de aprendizagem dirigido apenas a resolução de problemas (SANTOS, 2013, PERNOMIAN, 2013). Este fato foi constatado por Santos (2013) através de uma pesquisa realizada em uma escola da rede pública da cidade de Manaus, onde procurou analisar a concepção dos alunos acerca a disciplina de Física no ensino médio. Uma das motivações para a pesquisa foi que em muitos trabalhos a autora percebeu certa “aversão pela disciplina”. A pesquisa fez um levantamento preliminar da cidade de Manaus, visto que, segundo informações da autora não existem muitas pesquisas na área sobre o tema. O levantamento foi realizado em 20 salas de uma escola pública totalizando uma amostra de 862 alunos. A pesquisa, de cunho exploratório, utilizou como instrumento de coleta de dados um questionário com 11 questões sobre as quais baseou a suas considerações.

Santos admite a limitação de sua pesquisa, uma vez que, os dados obtidos deviam ser correlacionados com outros locais da cidade. Considera também, que os motivos que levam a disciplina de Física em Manaus ser bastante hostilizada por grande parte dos alunos ainda mostra-se sem uma “explicação lógica”. Portanto, a autora entende que as noções dos alunos acerca da disciplina de Física ainda são distorcidas, apontando o que já foi constatado em outras pesquisas pelo Brasil como: fortes procedimentos matemáticos, pouca relação com o cotidiano, falta de atividades práticas, falta de motivação, falta de interesse entre outros. Santos ainda chama a atenção para a forma como os cursos de licenciaturas vêm sendo ministrados na graduação, e correlaciona a forma como os professores do ensino médio ensinam seus alunos com a forma com que esses professores veem na graduação.

De certa forma, este é um ponto ponderado por Santos (2013) que deve ser realmente esclarecido. Os professores da Educação Básica são frequentemente cobrados para possam realizar uma aula mais dinâmica, mais relacionada com o cotidiano etc., mas esses mesmos professores ao iniciarem o ensino superior, em muitas universidades não são instigados a trabalhar de forma interdisciplinar ou até

mesmo relacioná-la com o dia a dia dos alunos, o que indica que a forma como os professores eram treinados posteriormente a 1945 perduram até hoje (ROSA, 2012).

Com o intuito de resolver essa problemática no ensino, principalmente no ensino de Física, que muitas pesquisas estão sendo realizadas com intuito de mitigar esses problemas que são enfrentados por muitos professores dessa disciplina no ensino médio. Dentre as diversas estratégias que objetivam melhorar o Ensino/Aprendizagem de conceitos científicos e principalmente no ensino de conceitos físicos, é marcante a utilização de Sequências Didáticas-SD no ensino de Física. Dentre as quais, destacamos a pesquisa realizada por Monteiro e Martins (2015) na qual foi desenvolvida uma sequência didática que teve como objetivo discutir historicamente o conceito de Inércia. A pesquisa foi aplicada a uma amostra de 35 (trinta e cinco) alunos de graduação de Física e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-URFN, na disciplina de introdução à mecânica, sendo estes 17(dezessete) do curso de Física e 18 (dezoito) do curso de Geofísica. A sequência didática foi construída de forma que abordasse dois aspectos: a evolução do conceito de inércia de maneira histórica e a problematização de conteúdos sobre Noções da ciência-NdC.

Os pesquisadores utilizaram como instrumento de coleta de dados um questionário contendo nove questões, sendo sete objetivas (1 a 7) e duas subjetivas (8 e 9). As primeiras tinham como finalidade investigar se os alunos eram capazes de associar o movimento como a ação de forças resultantes, por meio de dois aspectos comumente abordados no ensino médio: o lançamento vertical e oblíquo. As duas últimas tinham como objetivo que o aluno discorresse livremente sobre o tema, tendo como pressuposto que estes poderiam ser realizadas inferências acerca do pensamento do aluno.

Sobre a aplicação da estratégia de ensino os pesquisadores afirmam que após a aplicação da sequência didática houve um aumento significativo no acerto em todas as questões objetivas, sendo melhor mais observados entre as questões 1, 5, 6, e 7. Na primeira questão é criada uma situação onde um homem lança uma pequena esfera verticalmente para cima, sobre este questionamento os estudantes precisavam escolher entre as posições da bola após o lançamento (quando não há mais o contato entre a mão do lançador e a esfera). Para a questão 7 coloca-se a situação de uma bola canhão que é lançada descrevendo uma trajetória parabólica

destacando três pontos para a discussão: um ponto A em que a bola sai do canhão, um ponto B em que a bola situa-se no ponto mais alto da trajetória e um ponto C em que a bola atinge o chão. A respeito das questões subjetivas foram criadas cinco categorias que emergiram a partir das afirmações dadas, em relação a esses questionamentos referente a as questões 8 e 9, os autores indicaram que no questionário final, foi possível perceber uma diminuição das respostas incorretas em relação ao ponto vista do conhecimento científico, sendo possível perceber aumentos significativos nas respostas corretas.

A respeito do conceito estudado (inércia) embora fosse observado um aumento do número de acertos em todas as questões inclusive nas justificativas apresentadas pelos sujeitos após a aplicação da SD, concepções espontâneas ainda persistiram, o que mostra que a inércia é um conceito de difícil compreensão, e que mesmo tendo estudado esse conceito no ensino médio a maioria dos estudantes apresentavam a concepção de que era necessária uma força na direção do movimento.

Com relação a o uso da estratégia no ensino Monteiro e Martins afirmam:

Durante a aplicação da sequência didática e as discussões dos textos históricos procuramos enfatizar como eram explicados os movimentos pelos diferentes personagens da história, sem discutir nenhuma das questões propostas nos questionários. No questionário final, composto pelas mesmas questões, buscamos identificar possíveis mudanças. A análise permitiu evidenciar, no tocante aos aspectos sobre a inércia, um aumento no percentual de acertos para todas as respostas dessa parte. Do ponto de vista do teste utilizado, em praticamente todas as questões houve um aumento estatisticamente significativo, inclusive. Além disso, as justificativas apresentadas pelos alunos também sofreram modificações, sendo mencionado com maior frequência o conceito de inércia. Tais fatores evidenciam a influência da sequência didática aplicada, com abordagem histórica. (MONTEIRO E MARTINS, 2015, p. 6-7).

Compartilha-se da opinião dos demais autores de que existe uma variedade de estratégias que podem ser aplicadas ao ensino, e em especial ao ensino de Física, com possibilidades de até produzirem resultados significativos, seja através de ações que visem interferir diretamente na sala de aula, seja através de práticas voltadas a experimentos com os alunos ou diretamente com as formações de professores. Partindo desse princípio, a Sequência Didática pode vir a ser uma boa escolha, pois quando utilizada sozinha ou em conjunto com outras estratégias de



ensino podem potencializar resultados de ensino e aprendizagem em sala de aula, esta proporciona melhoras significativas, além de ser uma estratégia que o professor está mais habituado, o que se torna mais fácil sua efetivação dentro do ambiente escolar e também no seu fazer pedagógico (BACCON, 2016).

Segundo Kobashigawa (2008) sequência didática é o conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes. Apresenta algumas características que lembra um plano de aula, entretanto é mais amplo por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias. Para oliveira (2013) uma sequência didática é uma atividade simples, compreendido por um conjunto de atividades que se conectam entre si, com atividades previamente planejadas para se trabalhar os conteúdos de forma mais integrada e mais dinâmica.

De acordo Nicolodi (2011) a ordem como são organizados os conteúdos podem contribuir para a aprendizagem, uma vez que alguns conteúdos são pré-requisitos de outros, e que se forem organizados em uma sequência significativa de aprendizagem, podem contribuir para a compreensão não apenas da Física, mas de qualquer outra disciplina, pois na medida em que os conteúdos vão sendo abordados os alunos vão atribuindo significados a eles.

Ainda segundo Nicolodi (2011) as SD podem se apresentar das mais variadas formas, desde a mais tradicional, a temas mais elaborados como métodos de projetos, com escolhas de temas, pesquisa e planejamento de informação etc.. Porém, todas apresentam atividades que organizadas, sequenciadas de forma lógica e destinam-se ao ensino de determinado conteúdo.

Dessa forma, compartilhamos da opinião de Nicolodi (2011) de que a SD é uma proposta válida de ensino de Física, pois por meio de uma sequência lógica, os conteúdos e objetivos educacionais são mais facilmente alcançados, pelo fato de estarem mais claros e evidente tanto para o professor como para aluno.

Dentro dos aspectos até aqui discutidos e tendo como fundamento as pesquisas apresentadas partilhamos do pensamento de Borges (2000) ao afirmar que as nossas concepções sobre o ensino de ciências e a natureza do conhecimento científico integram-se, portanto, a um leque mais amplo de

concepções e vivências, Pessano (2014) afirma que a concepção sobre ciência varia bastante entre professores e alunos.

## 1.2 O ENSINO FÍSICA NO BRASIL.

O ensino de Física no Brasil em sua maioria está ou esteve ligado à memorização de equações e conceitos o que tem causado uma grande aversão em relação à disciplina por parte de alguns alunos. Isso sempre causou uma grande preocupação sobre a forma que o ensino de ciências em especial o ensino de Física vem sendo ministrado no Brasil. Segundo Rosa (2012) a preocupação com o ensino de Física no Brasil inicia-se a partir da década de 60 onde o principal objetivo era iniciar os jovens na carreira científica, contudo, com o aumento do currículo em especial o de Física começou a preocupação com o baixo desempenho dos alunos, sendo que partir dessa data houve um relevante avanço no que concerne a pesquisa e o ensino de Física no Brasil.

Segundo Alves (2005) apud Rosa (2012) foram os jesuítas que instauraram o sistema educacional que temos hoje:

os jesuítas instauraram algumas características que ainda pode ser observadas na educação moderna, tais como: a divisão do trabalho didático; a criação dos espaços especializados para o ensino (salas de aula); o ensino seriado; a especialização dos professores; e, inda, a diferenciação dos conhecimentos. (ALVES, 2005, p.57)

Com a expulsão dos jesuítas o ensino brasileiro foi severamente prejudicado havendo algumas lacunas deixadas pelos mestres jesuítas. Outro marco importante na história da educação brasileira foi chegada da família real ao Brasil, nesse período foram criadas as primeiras instituições de Ensino Técnico e Superior, o que não causou muitas mudanças na educação, nessa mesma época surgiram algumas escolas como o Colégio Dom Pedro II.

Com a chegada da república e o afastamento entre estado e igreja como pregava Rui Barbosa, começam-se a incluir o conteúdo de ciências nas escolas brasileiras. Como afirma Rosa.

A influência dos positivistas era tal que, em 1890, foi incluído na educação básica brasileira o conteúdo de Ciências Fundamentais (Matemática,

Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia), conforme apregoado pelos defensores do positivismo, como Augusto Comte.(ROSA, 2012, p. 3).

Moreira (2000) menciona que a história do ensino de Física no Brasil surge partir do Physical Science Study Committe-PSSC, devido à influência que este projeto teve no desenvolvimento da disciplina, destacando como um dos pontos negativos o fato desse projeto não considerar aspectos vinculados à aprendizagem, enfatizando exclusivamente o processo de ensino:

os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, "hands-on", história da Física), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. (MOREIRA, 2000, p.95).

Dessa forma, torna-se evidente que o projeto não teve como foco o aspecto o aprendizado do aluno, pois o fato de professor ensinar não tem como consequência a aprenda.

Ensinar Física no Ensino Médio nunca foi tarefa fácil, além de todas as reclamações acerca dos salários, melhores condições de trabalho, desinteresse do aluno entre muitos outros problemas apontados pelos professores de Ensino de Ciências e especial a Física (BONADIMAN, 2007), o professor ainda possui a responsabilidade de cumprir um extenso programa com finalidade de preparar os alunos para o vestibular, Enem e concursos (TAKIMOTO, 2009 p. 9). Além dessa carga de cobrança o professor ainda tem uma difícil missão de ensinar o aluno a gostar de Física, pois segundo Bonadiman (2007) o primeiro contato que a maioria dos alunos acabam tendo com a disciplina muitas vezes é pouco prazerosa, o que torna essa experiência muitas vezes frustrante.

Tendo em vista esse contexto grande parte dos professores de física questionam-se como fazer o aluno a começar a gostar de Física. Para contornar essa e várias outras situações o professor precisa sair da sua zona de conforto e inovar dentro da sala de aula, o que muitas vezes causa estranheza tanto ao corpo técnico mais principalmente nos alunos que estão acostumados a encarar a Física como uma disciplina com uma grande bagagem matemática e que sempre nos perguntam, Professor esse assunto vai cair na prova? O que mostra que muitos

deles encaram essa disciplina apenas como meta para passar de ano. (BONDIMAN, 2007, TAKIMOTO, 2009)

Então como mudar esse panorama, sem a perspectiva de mudança de currículo e sem sair drasticamente do conteúdo programático. Talvez esta resposta esteja em novas práticas metodológicas, que implantadas no âmbito escolar podem ser agregadas ao repertório do professor e aumentar suas possibilidades pedagógicas traduzindo-se em novas formas de ensino. Questionando-se sobre esses e outros problemas, alguns professores inserem em sala de aula estratégias de ensino que instigam o questionamento dos alunos e, apesar de muitas vezes não seguir o caminho “tradicional” conseguem alcançar bons resultados.

[...] Como eles poderiam entender a grandiosidade da descoberta feita por Newton e admirá-la como deveria ser admirada: como uma verdadeira obra de arte? [...] Sabia que para alcançar meu objetivo deveria sair um pouco do caminho. Certamente daria mais voltas, mas voltas, mas mostraria coisas que a estrada comum não permite revelar e, quem sabe ao regressarmos para a rota padrão, eles enxergariam toda a beleza da paisagem sem reclamar da viagem. (TAKIMOTO, 2007 p . 12)

Segundo Ostermann (2001) existe uma tendência nacional e internacional de atualização do currículo de Física no Ensino Médio, embora ainda com um número bastante reduzido de publicações que procuram colocar dentro de sala de aula, propostas de atualização. Moreira (2000) afirma que ainda existem algumas divergências acerca do tipo de abordagem, sendo necessárias muitas pesquisas nessa área para que se possa entender melhor o problema.

De acordo com Ventura (2005) essas mudanças são necessárias, por causa dos vários avanços ocorridos nas diversas áreas de conhecimento e especialmente na área das ciências aplicadas à Educação. De acordo com Pinto (2005) in Vieira (2005), para que haja uma proposta de mudança curricular, ela deve ser formulada de forma a superar as dificuldades das propostas anteriores, considerando os fenômenos do cotidiano, da tecnologia, das novas tecnologias de informação e comunicação, de segmentos do conhecimento produzido pela Física contemporânea, e da relação da Física com as outras disciplinas. Além dessas características a nova proposta deve apresentar novos objetivos para o ensino de Física no nível médio.

Segundo Vieira uma proposta curricular deve responder as questões impostas pela sociedade contemporânea a respeito da verdadeira finalidade do Ensino Médio, situando dentro desse contexto o papel do ensino e do currículo de Física para a vida do estudante. O autor destaca que é impossível ensinar toda a física, porém devemos estabelecer critérios para nortear nossas escolhas do que deve ser ensinado.

### 1.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA: MÉTODO E PRÁTICA

#### 1.3.1 Críticas à metodologia expositiva.

Pode-se afirmar que é consenso por uma grande parte dos educadores que a escola brasileira padece de alguns problemas sérios, e que o caminho para a solução de alguns desses problemas perpassa pela compreensão por parte do professor do processo de construção de conhecimento dentro da sala de aula. Pois é fato que a escola não está conseguindo com que o educandos se aproprie do conhecimento de forma significativa, crítica, duradoura e criativa do conhecimento que a humanidade vem acumulando durante o tempo (VASCONCELOS, 2000).

E não precisamos ir muito longe para encontrar dados que corroborem com nossas afirmações, basta apenas construir uma imagem das salas de ensino fundamental e médio das escolas brasileiras. O que geralmente encontramos é uma sala com carteiras devidamente enfileiradas, devidamente afastadas para que não haja conversas entre os alunos, e caso alguém converse logo o professor chama a atenção para que o silêncio possa imperar e somente a partir desse ponto o professor começará a dar aula. (BECKER, 2001).

O professor que fundamenta sua ação pedagógica nessa prática acredita que o conhecimento é uma transmissão, e que este “se dá a medida que as coisas vão aparecendo e sendo introduzidas por nós nas crianças” (Becker, 2000,p 16), esse tipo de profissional acredita de forma explícita ou implicitamente que a criança não traz consigo nenhum conhecimento, e que cabe a ele preenchê-lo com o conhecimento que este julga importante. O cérebro da criança precisa ser realmente uma folha em branco ou pen-drive com espaço ilimitado, porque em um dia comum

de aula o estudante precisa aprender conteúdos de português, matemática, física, química e geografia, quase sempre sem nenhum nexo entre si, ou seja, no fim da aula de matemática salva-se tudo na memória interna e libera-se memória para começar a aula de Física.

Evidentemente que o trabalho que o professor desenvolve em sala depende intimamente da concepção que ele tem do papel da escola e como ele entende seu papel social, compreender como esse processo se desenvolve dentro de sala de aula pode auxiliar o professor a conduzir o educando a uma emancipação intelectual e no desenvolvimento de sua inteligência.

Não podemos discutir Metodologia sem antes de compreender essa prática separada da concepção de sociedade e educação (VASCONCELOS, 2000). Quando falamos de educação nos remetemos a todo o processo formativo, mas principalmente na sala de aula, pois este é o local onde o professor realiza sua prática escolar, interage com seus alunos e enfrenta os problemas concretos do dia a dia. Na visão de Vasconcelos o trabalho em sala de aula é “um sistemático e intencional processo de interação com a realidade, através do relacionamento humano baseado no trabalho com o conhecimento e na organização da coletividade” (VASCONCELOS, 2000, p. 12).

O homem é um ser cultural capaz de criar mecanismos para resolver problemas, seja para auxiliá-lo na sobrevivência (entendimento do ciclo de chuvas para melhorar a lavoura) ou para dar sentido a vida. Por suas próprias características o homem sente a necessidade de transmitir o conhecimento acumulado culturalmente para as futuras gerações, e para isso conta com vários meios dentre os quais a escola é o mais privilegiado (VASCONCELOS, 2000).

O trabalho com o conhecimento é um processo de construção que envolve basicamente método e conteúdo, aqui por uma questão de praticidade direcionaremos a atenção à dinâmica de sala de aula. E quando refletimos sobre essa dinâmica pensamos primeiramente como esse conhecimento é repassado para os alunos.

As pesquisas na área de ensino demonstram através de dados estatísticos que o método que mais predomina atualmente nas salas de aulas brasileiras é a metodologia expositiva conhecida como método tradicional ou diretiva. Ou seja, nessa sala de aulas o que normalmente acontece é: o professor fala o aluno escuta,

o professor escreve o aluno copia, o professor ensina o aluno aprende (BECKER, 2001). E apesar de existir no discurso uma grande resistência a essa prática ainda sim é a que mais vigora, não por vontade dos educadores, mas por sua fácil aplicação, o que pode se tornar um obstáculo a novas práticas educacionais (VASCONCELOS, 2000).

No método expositivo objetivo do professor em sala de aula é expor aos transmitir a seus alunos o conteúdo de forma mais clara e concisa possível o conteúdo ministrado, durante esse tempo o estudante torna-se mero expectador, e o que predomina em sala é a autoridade do professor, alguns professores até perguntam se o aluno possui alguma dúvida, mas quando o estudante se manifesta na maioria das vezes ele apenas repete o que explicou anteriormente, e quando perdura a dúvida o professor costuma atribuir essa falha ao aluno. (VASCONCELOS, 2000)

A metodologia expositiva nem sempre mostra-se de forma explícita, algumas vezes ela se camufla de atividades construtivistas onde o aluno é envolvido em atividades que podem imitar ações emancipadoras, porém logo após o término dos trabalhos não é raro o professor expor suas ideias sem considerar o que foi exposto pelos alunos.

Vasconcelos (2000) conceitua a metodologia expositiva como:

Na metodologia expositiva o aluno recebe tudo pronto, não problematiza, não é solicitado a fazer relação com aquilo que já conhece ou a questionar a lógica interna do que está aprendendo e acaba se acomodando. A prática tradicional é caracterizada pelo ensino “blá-blá-bante” salivante, sem sentido para o educando, meramente transmissora, passiva, acrítica, desvinculada da realidade, descontextualizada. (VASCONCELOS, 2000, P. 20).

Sobre essa ótica a pedagogia tradicional alicerça-se a partir de uma visão de homem e de mundo, tendo como pressuposto que a criança era fraca e corruptível e como tal deveria ser afastada dos perigos do mundo, e também na crença que a criança era uma tabula rasa e, para tanto bastaria que o professor expusesse o conteúdo de forma clara para que o aluno pudesse acompanhar e memorizar (VASCONCELOS, 2000). É bom lembrar do grande peso histórico que a metodologia expositiva possui, pois grande parte dos professores em algum momento

de suas tiveram contato com esse metodologia seja no banco de escola ou na universidade.

Então se esse ensino tem suas bases inspirada nas bases clássicas (antiguidade) e escolástica (idade media) porque então ela perdura até hoje? Primeiramente como afirma Vasconcelos (2000) trata-se de uma legitimação social, ou seja, é um método conhecido e aprovado tanto pela escola como pelos pais, uma vez que estes não ousam questionar, uma vez que o professor sempre cumpre o que se espera dele, dar o conteúdo e manter a disciplina, aqueles professores que tentam inovar pode ser taxado como indisciplinado por não cumprir o programa. É um processo que prima pela avaliação, com isso o aluno preocupa-se mais com a avaliação do professor do que com a aprendizagem. Terceiro, torna-se factível pois o professor materializa seu trabalho através do comprimento do conteúdo programático, nem que para isso ele tenha que passar cima dos interesses e dificuldades do seu aluno, e para cumprir essa tarefa o professor utiliza-se de atalhos dando ao aluno o assunto já “mastigado” não permitindo que o aluno reflita sobre o que foi aprendido.

É uma metodologia que necessita de pouco investimento, pois utiliza-se apenas a fala do professor quando e giz para ser efetivada. Também é cômoda para o professor, pois é mais simples de ser colocada em prática, deixando despercebida o comodismo do professor com a situação. E finalmente é cômodo para o estado, pois não se precisa-se de cabeças pensantes e meros reprodutores e técnico que executam tarefas sem o menor senso crítico. (Vasconcelos, 2000)

Torna-se claro que uma prática como essa tem consequências graves para a educação das crianças e jovens, a primeira delas é que o aluno não aprende, pois o aluno não tem tempo de construir seu conhecimento, e mesmo que a educação tenha como uma de suas prerrogativas que a aprendizagem torne-se duradouro e significativo para o estudante, a maioria deles dificilmente lembra do que foi ensinado na série anterior, manifestando-se no velho no discurso dos professor de que seu aluno uma base sólida, uma vez que a maioria desses profissionais afirmem cumprir seus conteúdos, então a questão que se coloca é que, se o professor deu seu conteúdo então só nos resta afirmar que o aluno não aprendeu o que foi ensinado (VASCONCELOS,2000).



Outra grave consequência desse método é o grande número de reprovações, evasão e repetência, na maioria das vezes os afetados são alunos pobres, ou seja, a escola esta afastando das salas de aula que tanto precisa dela, que é o filho do trabalhador. Os que persistem submetem-se a um aprendizado de submissão, são taxados como bem sucedidos e mal preparados, e como consequência muita das vezes tornam-se resistentes a propostas inovadoras de ensino.

Diante desse quadro, os poucos profissionais que resistem a fazer um trabalho sério são acometidos das mais varias doenças devido ao excesso de trabalho, perde parcial ou total da voz, depressão, síndrome do pânico dentre outras (VASCONCELOS, 2000).

O movimento da escola nova surgiu como uma possível solução para os problemas enfrentados pelo ensino tradicional, mas não conseguiu consolidar-se como proposta duradoura devido a vários fatores: a nova proposta exigia escolas bem equipadas com um numero limitado de alunos por sala, laboratórios, bibliotecas etc. embora muito dessa proposta fossem assimiladas pelos educadores como trabalho em grupo, conhecimento a partir do conhecimento do aluno, a partir do concreto estas ideias ficaram apenas como ideias distorcidas, seja pela falta de objetivo seja pela falta de limite teórico.

## 1.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS NÃO INERCIAIS

### 1.4.1 Conceitos de movimento e referencial

Savéliev (1984) salienta que um dos fenômenos mais simples na Física é o movimento mecânico, que consiste no movimento dos corpos ou de suas partes uma em relação às outras, de uma forma bem geral, é a parte da mecânica que se preocupa em estudar o movimento dos corpos. A esse conjunto de corpos que destacamos para estudar, observar ou para fazer alguma inferência denominamos de sistema mecânico. Em nossa vida diária convivemos constantemente com esse tipo de movimento, como por exemplo, uma pessoa que passa por nós, uma folha que cai de uma árvore etc., esses são apenas alguns exemplos de representações

mecânicas, por esse motivo que entre as ciências naturais a mecânica foi a que mais se desenvolveu.

De acordo com Rocha (2002) o termo Mecânica surgiu da palavra grega *Mechaniké*, que significa arte de construir uma máquina, somente após os trabalhos de Galileu e principalmente de Newton que a palavra mecânica começou a ser utilizada com o sentido de movimento. Wolf e Mors (2005) admitem que um dos primeiros problemas a questionar o conceito de movimento surgiu entre os anos de 500 aC-451 a.C com o experimento dos bastões em movimento, que ficou conhecido como paradoxo de Zenão, o experimento consistia simplesmente em observar o movimento um em relação ao outro.

Contudo, iniciamos o texto afirmando que mecânica significa movimento, e que também pode ser compreendida como a variação mútua da posição dos corpos. Se admitirmos um corpo isolado que encontra-se em um espaço onde inexistem outros corpos, não podemos falar de movimento em relação a esse corpo, pois não há nada que possa fazer o nosso corpo variar de posição em relação ao tempo. Do exposto, surge o primeiro conceito que iremos discutir em nosso trabalho. Quando queremos estudar o movimento de um corpo, temos que obrigatoriamente dizer em relação a que esse corpo está se movendo, ou seja, temos que determinar um referencial.

Um dos objetivos da Física é observar e entender as regularidades dos fenômenos naturais, ou seja, aqueles fenômenos que podem ser repetidos ou reproduzidos. No caso da Mecânica, este tipo de estudo pode ser abordado pela Cinemática que trata de entender o movimento sem se preocupar com suas causas, e dinâmica que procura compreender sobre as causas desse movimento. A Física procura compreender entre muitos casos da análise do movimento, e para tratá-los esta precisa de alguns conceitos primitivos, diz-se primitivos porque qualquer pessoa possui algum entendimento sobre alguns conceitos físicos como força, movimento, velocidade entre outros.

Comumente em Física para que se possa descrever um movimento de um corpo ou partícula precisa-se em primeiro lugar estabelecer um referencial. Para que possamos exemplificar esta afirmação, imagine que uma criança esteja brincando em um parquinho, e ao seu lado algumas bolas de gude, inocentemente a criança pega as bolinhas de gude e começa a lançá-las para longe, intuitivamente a criança

percebe que as bolinhas de gude distanciam-se um pouco de onde ele está parada, essa “conclusão” apenas é possível pelo fato da criança admitir-se como o centro do movimento, ou seja, ela toma-se como ponto de referência.

Para se possa compreender melhor este conceito iremos propor exemplo pouco mais comum, digamos que uma pessoa esteja esperando sua condução próximo a um ponto de ônibus e um carro pare e deixe uma pessoa e em seguida continue seu caminho, com o passar do tempo este indivíduo percebe que o carro distancia-se cada vez mais do local onde ela está, esta conclusão somente é possível porque a pessoa admitiu como início do movimento o ponto de ônibus próximo a ela. Pois bem, Tomemos esses dois exemplos como ponto de partida para discutirmos conceito de referencial, que em primeiro caso pode ser discutido para o caso particular de uma dimensão (apenas a coordenada  $x$ ), para esse caso particular, referencial é simplesmente segundo a concepção de Nussenzveig como simplesmente uma reta com uma orientação e uma origem ( $O$ ) em uma de suas extremidades, posição da partícula em um determinado instante  $t_{(x)}$  qualquer será ao ponto que ela ocupa nesse eixo.

A noção de referencial é fundamental tanto para estudo de fenômenos na mecânica clássica como para estudos da física moderna como, por exemplo, a teoria da relatividade restrita-TRR, Carvalho Junior (2015) trabalhando com aluno da terceira série do ensino médio pode perceber que existem situações em que os alunos tendem a escolher a terra como referencial privilegiado, pela terra ser o corpo como maior massa envolvida, quando esses estudos são levados a uma escala astronômica os alunos tendem a escolher o sol como referencial privilegiado.

A escolha de um referencial é fundamental para a análise que qualquer fenômeno físico, sendo que a partir dessa escolha pode-se mensurar a posição de qualquer objeto caso sejam conhecidos o tempo, velocidade e posição. Em posse da posição da partícula e os instantes iniciais e finais pode-se mensurar a velocidades que esse corpo se desloca, e a partir dos dados da velocidade é possível determinar sua aceleração (FREZZA, 2011). Dessa forma concluímos que, a partir da escolha de um referencial, é possível inferir alguma coisa sobre os conceitos básicos da Mecânica.

A respeito da importância do conceito de referencial Gazzinelli afirma:

Para estudar o movimento dos corpos, é necessário medir o tempo e a posição instantânea do corpo. Para registrar a posição de um corpo, é necessário introduzir um sistema de referência- referencial- por exemplo, um sistema de coordenadas cartesianas. Qualquer conjunto de corpos em repouso relativo (cada um em relação aos outros) pode ser utilizado como referencial. Devido a homogeneidade e isotropia do espaço, a origem e a orientação dos eixos é arbitrária. A métrica adotada deve ser euclidiana, isto é, nesse espaço, nesse espaço, o teorema de Pitágoras é válido. (GAZZINELLI, 2005, p. 3)

O conceito de referencial é tão importante para a Física que até mesmo um conceito básico como o conceito de movimento muda de sentido a partir da simples escolha de um referencial. Esta assertiva pode ser comprovada através um exemplo simples. Admita que uma pessoa saia de sua casa para ir até seu trabalho, e que todos os dias pegue uma condução para se deslocar até o trabalho, esta pessoa ao olhar pela janela do ônibus observa que os objetos (bancos, carros, e praças) deslocam-se para longe dela. Contudo, quando esta observa os demais passageiros, estes estão parados, dizemos então que o conceito de movimento é relativo, ou seja, dependendo do referencial onde o observador se encontra pode-se admitir que um determinado corpo pode estar em repouso ou em movimento, seja este movimento uniforme ou não.

Entretanto, tratamos até aqui com objetos situados sobre a superfície da terra, e em primeira análise um objeto fixo sobre a superfície da terra poderia muito bem ser um ótimo referencial, no entanto, apenas essa característica não é suficiente para classificá-lo como um referencial. Pois, corpos extensos como árvores, ônibus, carros e pessoas não se caracterizam como um bom sistema de referência. Para justificar esta afirmativa colocaremos em daremos um último exemplo. Imagine que um apostador esteja em uma corrida de cavalos, e observe atentamente o final da corrida, admitindo que o cavalo vencedor será aquele que ultrapassar o focinho primeiro pela linha de chegada, então para fins de classificação apenas esta parte em particular do cavalo importa, não sendo importante para o estudo do movimento. Pois bem, tomando como referência o focinho do cavalo o restante de seu corpo estaria em distâncias diferentes em relação a linha de chegada. Dessa forma, o cavalo com maior comprimento levaria desvantagem numa corrida, caso fosse levado em consideração todo o corpo do animal, pois este tenderia a levar mais “tempo” para cruzar a linha de chegada.

Dessa forma concluímos que um objeto ou corpo material não é a melhor forma de se caracterizar um referencial, a melhor forma de determinar é através de um eixo de coordenadas cartesianas que nada mais é que um três retas perpendiculares com uma origem. Para Einstein toda descrição de posição ou lugar baseia-se em indicarmos um ponto de um corpo rígido com o qual esse evento coincide.

#### 1.4.2 Coordenadas no espaço tridimensional

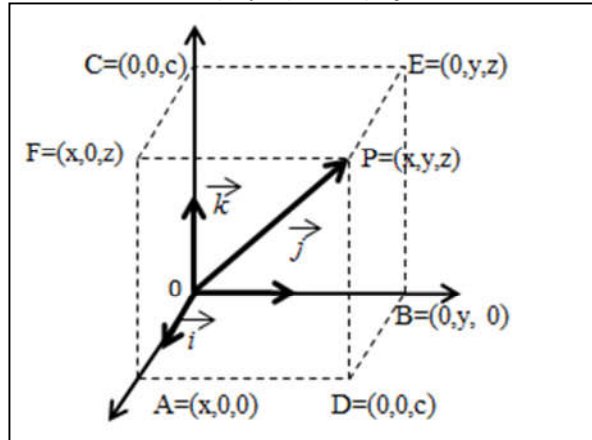
Em Física frequentemente nos deparamos com problemas uni, bi e tridimensionais, quando há a necessidade de se determinar a posição de um corpo no espaço normalmente utiliza-se uma semirreta segmentada em unidades iguais com uma origem, com isso é possível se determinar a posição do corpo em relação a uma origem dada. Através desta ferramenta matemática é possível discutir e exemplificar conceitos tais como: sinal do movimento, velocidades negativas ou positivas e movimentos progressivo ou retrógrados. Como vemos os sistemas de coordenadas cartesianas é uma ferramenta matemática muito importante para determinarmos alguns conceitos físicos.

As coordenadas cartesianas do plano podem ser generalizadas de forma natural a coordenadas cartesianas no espaço. A posição é descrita dando-se sua localização relativa a três eixos de coordenadas perpendiculares entre si, que se interceptam na origem (SIMMONS, 1987). Em Física o conceito de referencial torna-se ainda mais elaborado com a introdução de coordenadas cartesianas no espaço, no livro Física Básica volume 1 Nussenzveig define como sendo um sistema formado por uma origem com retas ortogonais, sendo que para fixar um ponto qualquer no espaço são necessárias três coordenadas que no caso mais simples podem ser as coordenadas cartesianas  $(x, y, z)$ , podendo ser empregado alguns casos coordenadas polares.

Para representarmos o sistema de coordenada cartesiana desenhamos os eixos  $x, y, z$  com unidades de comprimentos iguais em todos os três eixos como mostra a Figura 01 indicando seus sentidos (positivos ou negativos), cada par de eixo coordenado formará um plano, o par de eixos  $x$  e  $y$  formará o plano  $xy$ , o par de

eixo x e z formara o plano xz. De modo geral a junção dos planos formará uma figura geométrica tridimensional com os planos xy, zy, zx.

**Figura 01:** figura tridimensional formada pela junção das coordenadas (x, y, z) no espaço.



**Fonte:** Adaptado de Leite (2005).

Como pode ser observado na ilustração acima, o ponto **O** chama-se origem do sistema, as retas que passam pela origem **O** e tem a direção dos vetores **i**, **j**, **k** denominam-se eixo das abscissas, eixos das coordenadas eixo das cotas. Dessa forma, para cada ponto **P** no espaço corresponde univocamente um único ponto **P** um termo ordenado (x, y, z), de números reais, da mesma maneira para cada um único termo ordenado existe um único ponto **P** cujas coordenadas são x, y, z (CAROLI, 1987).

Leite explica que, como vivemos em um mundo tridimensional muitos dos problemas práticos que possamos encontrar pode ser resolvida com geometria analítica espacial. A posição de um ponto **P** qualquer no espaço tridimensional pode ser determinada a partir de um sistema de coordenadas cartesianas retangulares, sendo que esta é formada por três escalas numéricas que são denominadas eixos, que são perpendiculares entre si, ou seja, forma um ângulo de  $90^\circ$ , e possuem a mesma medida. (LEITE, 2005).

Do exposto, podemos perceber a importância dessa ferramenta matemática para a compreensão do conceito de sistema de referência não inerciais e conseqüentemente para o conceito de forças inerciais. Em resumo definimos sistema de coordenadas cartesianas como aquele que apresenta um ponto no espaço tomado inicialmente como a origem por onde transpassam três retas que

são paralelas entre si, sendo que a junção, ou relação de pontos nas retas quando ligadas determinam um ponto no espaço, que é a localização geométrica que pode ser denominado por uma letra maiúscula do nosso alfabeto que normalmente denominamos pela letra P. dessa forma vamos optar pelo conceito definido por Leite por acharmos mais adequado para uma discussão com os alunos no ensino médio.

## 1.5 CONCEITO DE FORÇA E AS LEIS DA DINÂMICA.

### 1.5.1 Conceito de força

De acordo com Thornton (2012) a primeira lei perde seu sentido se sem o conceito de “força”, uma palavra que Newton utilizou em suas três leis. De fato, por si só, a Primeira Lei oferece um sentido preciso apenas pra a força zero, ou seja, para um corpo que permanece em seu estado de repouso ou em movimento uniforme constante, isto é, não acelerado, não estando sujeito este corpo a nenhuma força. Um corpo que se move segundo esse principio é chamado de corpo livre, ou partícula livre. A primeira lei oferece apenas um a noção qualitativa do conceito de força, por esse motivo Newton recebeu muitas críticas acerca do conteúdo de sua primeira lei, um desses críticos foi Sir Arthur Eddington, que observou que toda a lei na realidade afirmava que “todas as partículas mantêm seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta exceto quando ela não o faz”.(THORNTON, 2012)

Para iniciarmos nossa discussão a respeito do conceito de força, utilizaremos primeiramente o sentido leigo. Todo pessoa sabe intuitivamente que é preciso fazer uma força para empurrar um carrinho ou para esticar uma mola, então esse sentido leigo denota a força mais ou menos como um esforço muscular. No ponto de vista físico esse conceito vai, além disso, nos definimos força como o agente capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme de um corpo, o agente que tira um corpo do repouso ou que altera seu estado de movimento.

Fazendo uso da primeira lei e o conceito de referencias inerciais, podemos definir força como uma influência externa, ou ação, sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade, isto é, acelera esse corpo em relação a um determinado referencial inercial. Força ainda pode ser compreendida como uma

quantidade vetorial, que possui uma magnitude (intensidade ou módulo) e orientação.

As forças são classificadas em dois grandes grupos, as forças de contato (exemplo força e força tração) e de ação a distância (eletromagnética) Na natureza existem quatro forças fundamentais de interação, sendo elas: a interação gravitacional, interação eletromagnética, interação forte e interação fraca. Ambas as interações gravitacional e eletromagnética são interações de longo alcance, sendo que a primeira interação pode ser compreendida como a interação entre corpos devido a suas massas. A interação eletromagnética é a interação entre partículas eletricamente carregadas envolvendo a troca de fótons.

As interações fraca e forte são interações de curto alcance, sendo que as interações fracas atuam em partículas subnucleares que envolve a produção ou a troca de Bósons W e S, enquanto as interações fortes são forças de interação entre hádrons, estes constituídos por quarks, que mantem unidos os prótons e os nêutrons no núcleo atômico.

Em mecânica habitualmente nos precisamos medir forças, a intensidade de uma força pode ser medida a exemplo, medindo-se quanto uma mola se distende presa a uma massa, o que conhecemos como a lei de Hooke que constata que a força é proporcional a deformação do se corpo elástico (lei de Hooke).

### 1.5.2 Leis da mecânica clássica

As três leis que são base para a Mecânica nos fornecem informações que nos permitem relacionar a força com que os objetos interagem uns com os outros, e também relacionar mudança de movimento com a força que age sobre esse objeto. Intuitivamente já possuímos uma ideia de força que adquirimos em nossa experiência cotidiana, pois sabemos que se uma pessoa deseja que um objeto qualquer entre em movimento, esta precisa aplicar sobre o objeto uma força, e caso queira que este corpo vá um pouco mais distante deve imprimir a este corpo uma força ainda maior.

Entretanto, em nossa experiência diária percebemos que os objetos tendem a parar, esse fato também foi estudado por Galileu e posteriormente por Newton. Galileu percebeu que os objetos tendiam a ir mais longe não apenas pela força que era impressa sobre eles, e sim por causa da superfície sobre a qual esse objeto



deslizava, Galileu então imaginou se um objeto fosse colocado em movimento em uma superfície perfeitamente polida talvez esse pudesse continuar seu movimento por muito mais tempo. Ele então começou a testar o movimento dos objetos sobre várias superfícies polindo-as de tal forma o atrito entre a superfície e o objeto fosse quase inexistente. Ao final de suas experiências Galileu lançou a seguinte proposição: “que se se fosse possível eliminar totalmente o atrito entre a superfície e o objeto, este continuaria seu movimento indefinidamente”, esse princípio ficou conhecido como princípio da inércia (TIPLER, 2009).

Essas três leis base da Mecânica Clássica são normalmente conhecidas como leis de Newton, e para que possamos enunciar-las de forma correta devemos inicialmente definir o momento Linear de uma partícula de massa  $m$  de acordo com a equação.

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v} \quad (1)$$

Onde  $\mathbf{v}$  é a velocidade da partícula e  $\mathbf{p}$  é o momento linear, também chamando de quantidade de movimento linear. As três leis básicas da Mecânica podem ser enunciadas de forma sucinta da seguinte maneira:

De acordo com Luiz (2006) a primeira Lei do movimento afirma que quando a soma das forças externas que atuam sobre um corpo for igual a zero, o corpo está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, este princípio também conhecido como lei da inércia, não faz distinção entre um corpo em repouso e um corpo que está em movimento com velocidade constante não nula. Também podemos inferir a partir da primeira lei que quando a soma das forças que atuam sobre o corpo for igual a zero, o corpo possui um momento linear constante em relação a um referencial inercial. Galileu demonstrou que qualquer referencial que se mova com velocidade constante em relação a um referencial inercial também será um referencial inercial, pois de acordo com a relação (1) e (2), quando a velocidade for constante a força (ou soma vetorial) é nula, continuando, portanto, válida as leis de Newton para ambos os referenciais.

A segunda lei Newton afirma que, a força que atua sobre o corpo é numericamente igual a derivada do momento vetor linear em relação ao tempo:

$$\mathbf{f} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (2)$$

Quando a massa de um corpo for constante, de acordo com as relações (1) e (2) temos.

$$\mathbf{f} = \mathbf{m} \frac{d\mathbf{u}}{dt} \quad (3)$$

Conhecendo-se a força que atua sobre a partícula, podemos determinar a massa inercial  $m$  pela medida da aceleração, através da relação (3), ou seja, a massa inercial  $m$  de uma partícula é definida pela reação.

$$\mathbf{f} = \mathbf{m}\mathbf{a} \quad (4)$$

A terceira lei de Newton afirma que se um corpo A exerce sobre um corpo B uma força de modulo igual a  $F$ , o corpo B exercerá sobre o corpo A uma mesma força de modulo  $F$  na mesma direção, porém em sentido contrário. Por isso, esta lei também é conhecida como pelo nome de lei de ação e reação.

## 1.6 SISTEMAS DE REFERÊNCIA NÃO INERCIAIS E AS FORÇAS FICTÍCIAS

### 1.6.1 Forças inerciais

As leis da dinâmica clássica, especificamente a segunda lei do movimento vista na forma da equação (1), só se cumprem em sistemas de referência inerciais, que se deslocam com uma velocidade translacional constante em relação ao espaço absoluto. Mas o que seria esse espaço absoluto a qual Newton se referia, e como era definido esse referencial inercial.

Durante muito tempo a definição de espaço absoluto foi um dos maiores problemas para a compilação das leis conhecidas até então por Newton, recebendo duras críticas de cientistas da época. (Berkeley, Leibniz e Mach). Quando jovem Newton já era simpatizante da mecânica de Descartes, Gassendi, Hobbes e Boyle (OSVALDO JUNIOR, 2014). Ainda no século XVII Descartes já concebia a descrição de um movimento circular, realizando um trabalho que influenciou seu tempo, ele sabia que corpos em movimentos circulares apresentavam a tendência de se afastar do centro e não de atração embora não realizando uma interpretação matemática para esse fato (DIAS, 2006). Nesse sentido Newton já era conhecedor da força

centrífuga proveniente dos movimentos circulares que também era estudada por Huygens (PESSOA JR, 2014).

Deste modo Newton fazia distinção entre os movimentos verdadeiros e movimentos relativos, para justificar essa distinção Newton realizou o experimento do balde girante. Neste experimento ele afirma que a única força responsável pela subida da água pelas paredes do balde é o ente o qual denominou de espaço absoluto. Newton descartava que a terra pudesse exercer uma força sobre a água porque a única força que a terra exercia sobre os corpos e conseqüentemente sobre o balde era dirigido para o centro da terra. As estrelas distantes e o resto da matéria no universo não poderiam ser responsáveis por essa força porque estas estavam dispostas de forma desordenada no universo e estavam muito distantes para produzir qualquer efeito perceptível (LIMA JUNIOR, 2015, NEVES 2000).

Dessa forma, Newton postula um ente Físico dotado de características sobre o qual suas leis eram validas. De acordo com a concepção de Newton o espaço absoluto não tinha nenhuma relação com as coisas externas, era imutável. Já o espaço relativo é alguma mediada em relação aos espaços absolutos (ZYLBERSZTAJN E ASSIS, 1999).

Com a introdução deste novo conceito, parece que Newton estava querendo diferenciar entre referenciais ditos inerciais, ou seja, aqueles que se encontrassem em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação ao espaço absoluto, daqueles referenciais ditos não-inerciais, ou seja, aqueles que se encontrassem acelerados em relação a esse ente abstrato chamado de espaço absoluto.

Isto porque ao se estudar o movimento dos corpos do ponto de vista de um referencial não-inercial, percebia-se o surgimento de efeitos dinâmicos que passavam invalidar o Princípio Fundamental da Dinâmica, pois evidenciavam a presença de outras forças que aparentemente não apresentavam causa, agindo sobre os corpos materiais apenas pelo fato de o referencial em questão estar acelerado em relação ao espaço absoluto (GARDELLI, 1999, p. 47 e 48).

Sobe essa perspectiva um referencial inercial é qualquer sistema de referencia que se encontra em repouso ou movimento retilíneo, ou seja, quaisquer sistemas em que não possam ser constatadas forças sem agentes causador aparentes. Assim, as leis de Newton apenas são validas em referenciais que se movem com velocidade constante em relação ao espaço absoluto, pois quando

estudamos o movimento dos corpos partir de um referencial acelerado temos que levar em conta os efeitos causados pelas forças inerciais.

A introdução de forças de inércia nos dá a possibilidade de descrever o movimento dos corpos em qualquer sistema de referência (tanto inerciais como não inerciais) com a ajuda das equações de movimento. Temos que deixar claro que as forças de inércia não podem ser colocadas na mesma altura de tais forças como as forças elásticas, gravitacionais e rolamento, ou seja, forças condicionadas pela atuação sobre o corpo de outros corpos. As forças de inércia estão condicionadas pelas propriedades do sistema de referência em que se consideram os fenômenos mecânicos. Nesse sentido, podem ser chamadas de forças aparentes (SAVÉLIEV, 1984).

Com intuito de explicar a existência das forças inerciais que Mach introduzi a ideia que as forças de inercia existiam dada sua interação do universo distante. Para ele se um corpo é forçado a deixar seu estado de inercia, então deve sugerir uma força aplicada pelo conjuntos das estrelas fixas sobre esse corpo a fim que esse altere se estado inicial, para isso Mach entendia que a Inercia era uma propriedade intrínseca da matérias (GARDELLI, 1999).

Na mecânica clássica é usual fazer a distinção entre forças reais e forças fictícias, no entanto a partir do Princípio de Mach é possível compreender as forças inerciais não mais como forças aparecidas, e sim como forças reais resultado da interação entre a massa de prova e o restante da matéria distante. Apesar de ser um consenso que as forças fictícias sejam forças reais, esta foi aceita por um número considerável de físicos. Embora ela ainda esteja ausente da apresentação da mecânica clássica, sendo às vezes como marginalizada por outros (LIMA JÚNIOR, 2016, P. 211) é preciso destacar que a Mecânica Relacional-MR (ASSIS, 1999 e 2013) é bem sucedida na explicação de alguns fenômenos que a Mecânica Clássica não consegue explicar, como por exemplo, a precessão do periélio.

Deste ponto de vista, qualquer movimento sempre pode ser examinado em relação a um sistema de referência inercial. No entanto, às vezes é interessante examinar o movimento dos corpos em relação aos sistemas de referência não inerciais, por exemplo, acerca da superfície da terra. O emprego das forças de inércia oferece a possibilidade de resolver o correspondente problema diretamente no sistema de referência em que o corpo se encontra, que com frequência torna-se

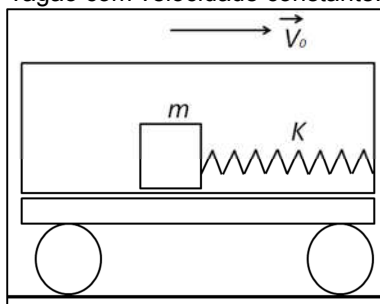
muito mais pragmático que a análise do movimento de um sistema de referencial inercial.

## 1.7 A ABORDAGEM DO TEMA REFERENCIAL NÃO INERCIAL DENTRO DO ENSINO MÉDIO

No diz a respeito da tange sobre a abordagem do conteúdo de Referenciais Não inerciais, ou seja, referenciais acelerados dentro do Ensino Médio existem poucas publicações, talvez por sua difícil compreensão muitos professores acabem excluindo esse conteúdo de suas práticas. Dentre estas destacamos a pesquisa realizada por Freitas (2002) onde o autor analisou uma questão proposta no vestibular do corrente ano, que possuía o seguinte enunciado.

“um vagão ferroviário move-se num trecho retilíneo de uma ferrovia, com velocidade constante de módulo  $v_0$ . No seu interior, há um bloco de massa  $m$  preso a extremidade de uma mola ideal de constante  $K$ . a outra extremidade da mola está presa ao vagão conforme a figura abaixo:

**Figura 02:** sistema massa mola em vagão com velocidade constante.



**Fonte:** Adaptado de Freitas, 2002

Nesse estado de movimento, a mola está relaxada (não está comprimida nem distendida). A partir de um certo instante, o vagão é freado com aceleração constante  $a$ , até atingir o repouso. Desprezando-se o atrito do bloco com o piso do vagão, a amplitude de oscilação do sistema massa-mola, após o vagão atingir o repouso, é “(FREITAS, 2002, p. 363)”.

Sobre a referida questão como proposta para dentro do ensino médio o autor fez o seguinte comentário:

“Uma análise mais detalhada do problema revela claramente que a questão, em primeiro lugar, não é de fácil solução, sendo que ao contrário, de um nível bastante elevado para o conteúdo ministrado no Ensino médio. Trata-se de um problema que envolve a aplicação da segunda Lei de Newton, em referencias acelerados e a obtenção de uma equação de movimento de um oscilador harmônico simples a uma força constante” (FREITAS, 2002, p. 363).

Percebemos a partir colocações do autor, que não se trata de uma questão trivial como apontaram a maioria dos professores dos cursinhos, o fato do bloco de massa não se mover com a mesma velocidade do vagão torna o problema um pouco mais complexo. Um estudante que analisou a questão com um pouco mais de cuidado pode ter relacionado o fato de não haver perda de energia do bloco com o piso do vagão e ter tentado resolver essa questão através do teorema de conservação de Energia, outros como afirma o autor podem ter chegado a outras conclusões por meio da fórmula para a frequência de oscilação do sistema massa-mola.

O fato é que dificilmente esse tipo de problema é apresentado ao estudante de ensino médio através dessa complexidade, até mesmo as leis da Dinâmica e suas aplicações são apresentadas na maioria dos livros textos com exemplos que raramente chega a este nível de exigência. O fato é que, a maioria dos alunos do ensino médio que prestam o vestibular para Física chegam ao Ensino superior sem ao menos ter se deparado com um problema dessa natureza.

Concordamos com o autor que a questão para a resposta dada possui alguns erros, primeiramente como já foi frisado, não existe atrito entre o bloco e o vagão, segundo a aceleração é aplicada bruscamente e por fim não há menção sobre o tempo de oscilação. Sem mencionar o fato que este problema pode ser visto de forma diferente por observadores que estejam dentro e fora do vagão, ou seja, através de referenciais inerciais e referenciais não inerciais, como é mostrado pela solução apresentada pelo autor.

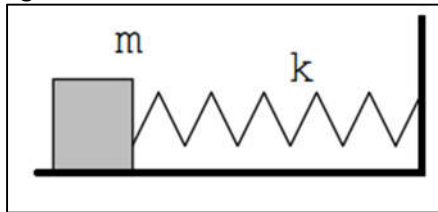
Em primeira análise de acordo com a resposta admitida pela universidade, ou seja, que a amplitude de oscilação é igual a:

$$x = \frac{ma}{k} \quad (10)$$

Percebemos que tanto os alunos que optaram por essa resposta como a universidade que admitiu como verdadeira partiu do principio que o bloco estivesse

em repouso no vagão, dessa forma, através apenas da análise do sistema massa mola é possível chegar até esta resposta, de forma bem simples.

**Figura 03:** sistema massa mola



**Fonte:** adaptado de Freitas, 2002

Admitindo-se que a única força que atua no sistema é força da massa  $M$  do corpo comprimindo a mola podemos chegar a equação acima

$$\begin{aligned} f &= ma \\ fe &= kx \\ ma &= kx \\ x &= \frac{ma}{k} \end{aligned} \tag{11}$$

Contudo, esquece-se que esse sistema sofrerá tanto ações da força elástica na direção da coordenada  $x$  devido ao movimento acelerado do vagão como a ação da força elástica que está atuando sobre o corpo. Dessa forma, a composição do sistema admitida do ponto de vista de um observador de um referencial inercial que acompanha o movimento tanto do bloco de massa  $m$  quanto do vagão será:

$$x = x_B - x_V + L \tag{12}$$

A força que atuará no bloco será a força elástica definida por

$$F = -kx \tag{13}$$

E movimento acelerado do vagão dada pela equação

$$x = L + v_0 t - \frac{at^2}{2} \tag{14}$$

Compondo o sistema considerando-se as duas situações acima podemos chegar a seguinte situação

$$\frac{dx^2}{dt^2} = \frac{k}{m} \left( v_0 - \frac{at^2}{2} \right) \quad (15)$$

Dessa forma, percebemos e também de acordo com as considerações do autor é resolvida através de técnica de cálculo, uma vez que se trata de uma equação linear de segundo ordem. A resolução da seguinte expressão nos leva a perceber que se trata de um Movimento Harmônico Simples-MHS, superposto ao movimento acelerado do vagão. Contudo, ao tratar desse mesmo problema sobe a ótica dos referenciais acelerados o autor chega seguinte conclusão (FREITAS, 2002 p. 364):

A solução do problema no referencial do vagão, (...), poderia ser obtida de maneira mais direta e elegante sem a necessidade de se usar o referencial S. Bastaria para tanto empregar o conceito de Força fictícia [3,4] no referencial acelerado do vagão. Neste referencial o bloco estaria portanto sujeito a ação de duas forças na direção horizontal: a Força elástica e força fictícia (...)(FREITAS, 2002 p. 365)

O que percebemos é que existirão situações em que tratar o problema através do referencial não inercial, ou seja, de um referencial acelerado, torna-se a o problema ainda mais simples. Diante disse o autor realiza as seguintes colocações: a primeira diz a respeito da não trivialidade do problema, uma vez que este tipo de situação não pode como já apontamos ser resolvida sem os conhecimentos mínimos exigidos, que para o autor:

Essa indeterminação, além do grau de dificuldade elevado para o nível médio, inviabiliza completamente a questão apresentada como uma questão objetiva de vestibular. Por outro lado, o problema mostra-se extremamente rico para uma discussão a respeito da não conservação da energia mecânica em referenciais não inerciais, (...) No nível do conteúdo de mecânica do ensino médio, o problema pode ser abordado sem o uso de ferramentas matemáticas de cálculo diferencial, desde que sejam apresentados o **conceito de força fictícia (grifo nosso)** e sejam usados argumentos qualitativos ou semiquantitativos para a obtenção da equação que descreve o movimento do bloco no referencial do vagão (FREITAS, 2002, p. 366)

Podemos perceber da riqueza de se trabalhar esse conceito dentro do ensino médio, possibilitando assim que a aluno entre em contato com ferramentas conceituais para que ele possa resolver o problema tanto do ponto de vista



quantitativo como qualitativo, além de se contribuir para a discussão desse tema dentro do Ensino médio, que no caso da pesquisa será aplicada ao ensino médio integrado do campus Eirunepé.

Outra pesquisa abordando o tema foi realizada por Severo (2016) sobre o Ensino de Referenciais não inerciais e forças Fictícias com simuladores computacionais, embora este trabalho seja uma abordagem tecnológica muito pode acrescentar a esta pesquisa. Seu trabalho teve como objetivo “apresentar como uma ferramenta metodológica a criação de um simulador computacional, de custo gratuito, no Ensino de Física para o Ensino Médio”.

Dentre as principais considerações a respeito do trabalho de Freitas (ibid) a principal foi que o objeto educacional foi construído com êxito, uma vez que uma análise mais detalhada mostrou que seus objetivos específicos cerca de 7 (sete) em sua maioria demonstram objetivos pedagógicos e não objetivos de pesquisa. A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal do Rio Grande do Norte, no município de Goiana Pernambuco, com três turmas da 1º série do Ensino Médio denominadas A(41alunos) e B (42 alunos).

Sem dúvida é uma pesquisa com grande valor para a compreensão do ensino dos RI no Ensino médio, embora a pesquisa tenha deixado algumas dúvidas acerca da análise da aprendizagem o conceito de Referencial não inercial ou das forças inerciais (forças fictícias). Embora este não fosse o principal da pesquisa, o pesquisador poderia ter analisado apreensão do conceito proposto por meio de uma pequena entrevista onde os alunos pudessem expor seus conhecimentos sobre o(s) conceito(s) abordado(s), dessa forma, através das arguições dos alunos o pesquisador poderia pegar alguns aspectos de como o estudante construíram o conceito. Por exemplo, quando o autor pergunta:

Suponha que você esteja no interior de um ônibus em movimento retilíneo e por descuido deixa seu celular cair de sua mão no momento que ia atendê-lo. Para os passageiros que estão no interior do ônibus como eles descreveriam a trajetória de queda do seu celular? Para uma pessoa que esteja em “repouso” na calçada (em relação à mesma), como ele observaria esta trajetória durante a queda?(FREITAS, 2016, p.52)

E em resposta o aluno responde:

Uma observação feita por um estudante merece destaque: “Para os passageiros o celular cai em movimento vertical; para a pessoa que está em repouso na calçada o celular cai em um leve declínio para a esquerda ou direita de acordo com o sentido de movimento do ônibus” (FREITAS, 2016, p.52).

É possível através do princípio de discutir com os alunos sobre a validade das leis da dinâmica e como ela se comporta ao ser passada de um referencial inercial para outro, e sobre a validade das leis de Newton para os referenciais inerciais, ou seja, é possível demonstrar para o aluno através do princípio da relatividade de galileu-PRG que a trajetória realizada pelo objeto e vista pelo observador fora do ônibus, o por isso em referencial inercial é uma parábola, ou seja ela obedece a mesma lei se o ônibus estivesse no mesmo referencial na calçada

Embora a pesquisa tenha tido algumas limitações acerca do ensino e aprendizagem do conceito de Referencias inerciais e forças fictícias o autor enumera dentro de suas considerações alguns pontos positivos. O recurso didático tem uma grande potencialidade para o ensino de Física, o simulador pode ser usado de forma que o aluno visualizasse conceitos abstratos como a atuação de Forças fictícias facilitando a aprendizagem significativa nas aulas de física. O pesquisador também destaca principalmente receptibilidade do simulador computacional por parte da comunidade estudantil e do papel do professor como mediador.

Outra abordagem acerca do tema de Forças inerciais foi realizada por Santos et al (2011), em uma pesquisa que teve como título “experimento lúdico para o estudo das Forças inerciais”. A pesquisa foi aplicada a duas escolas públicas da cidade de Vitória da Conquista e dentre seus principais objetivos da pesquisa visava: Explorar através de experimentos de baixo custo conceitos como: força de interação, forças inerciais, referenciais inerciais e não inerciais, proporcionando um cenário de interação e gerando uma maior motivação pelo entendimento dos fenômenos. E através da motivação e dos experimentos identificar as concepções de senso comum dos alunos, para que estes fossem confrontados com o formalismo Físico, permitindo assim, a construção do conhecimento por partes destes. (SANTOS, ET. AL, 2011).

A pesquisa utilizou como suporte experimentos constante na literatura e principalmente em livros didáticos como o pêndulo de Foucault e o rotor, a respeito desses experimentos o autor destaca que são aplicações interessantes dos

sistemas de coordenadas o que possibilita explorar conceitos de Mecânica Clássica e relativística. De acordo com os pesquisadores foi realizada um diagnóstico prévio antes da intervenção pedagógica através de um questionário que foram baseados em questões e problemas retirados dos livros didáticos, com o objetivo de captar o conhecimento espontâneas dos alunos

Dentre as principais conclusões que os chegaram através da coleta de dados, observar a importância da experimentação para o processo de ensino/aprendizagem dos conceitos físicos, através da pesquisa os autores afirma que foi possível determinar o nível de conhecimento espontâneo dos alunos, uma vez que através das respostas fornecidas a maioria dos alunos relacionaram a Forças de inercia com sendo forças reais, este dado fornecido por Santos et al (2011), reforça nossa hipótese de que os alunos se valem de alguma teoria alternativa pra explicar esses fenômenos.

Nesse sentido reforça-se a o objetivo deste trabalho que propõe a análise do processo de construção do conceito de Força de inércia por parte dos alunos do Ensino médio, destacando principalmente aspectos de Ensino/aprendizagem desse conceito e sua possibilidade de uma metodologia que possa inserir esse tema no currículo.

## **CAPÍTULO 2**

### **PSICOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E A TEORIA DE DESENVOLVIMENTO INTELLECTUAL DE PIAGET**

“O professor não ensina, mas arranja modos de a própria criança descobrir. Cria situações-problemas”.

Jean Piaget

#### **2.1 PERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO MENTAL SEGUNDO A TEORIA PSICOGENÉTICA DE JEAN PIAGET.**

A teoria psicogenética aborda a aprendizagem de forma bem peculiar, no que tange aos problemas que apresentam, a metodologia das pesquisas, os conteúdos de aprendizagem e, sobre tudo, a proposta teórica que difere da problemática metodológica e do enfoque de outros estudos clássicos. Biólogo por formação, Piaget torna-se psicólogo para estudar questões epistemológicas da aprendizagem, não se limitando a questões filosóficas e históricas como faziam a maiorias dos epistemólogos. Piaget concebe o conhecimento como um processo dinâmico de interação por meio do qual o conhecimento evolui de estado de menor conhecimento (sensório-motor) a um estado de maior conhecimento (formal), sendo que o critério para julgar esse menor ou maior estado de conhecimento sua proximidade com o conhecimento científico. A psicologia junto a análise formal e análise histórico crítica, converte-se em um dos métodos mais característicos da epistemologia genética (COLL E MARTÍR, 1993).

O conhecimento para Piaget é um processo de construção, desta forma, deve ser encarado do ponto de vista histórico, assim, sua epistemologia tenta explicar como o conhecimento muda e evolui de estados de maior conhecimento para estágios de maior conhecimento, utilizando como critério de julgamento sua maior ou menor proximidade com o conhecimento científico. De acordo com Coll (1993) a aprendizagem para Piaget caminha com intima relação com o desenvolvimento

cognitivo, para ele o nível de competência intelectual depende do número e da natureza dos esquemas e, como estes relacionam-se entre si. Como apontamos em linhas anteriores, Piaget concebe o conhecimento como uma sucessão de estágios, indo do estágio de menor desenvolvimento cognitivo (sensório motor) ao de maior desenvolvimento (formal), cada estágio marca o aparecimento de um estado de equilíbrio e organização. A etapa de equilíbrio não é alcançada de uma única vez, sendo seguido por um período de preparação. Segundo Piaget cada estágio deve obedecer três condições básicas: a primeira diz que a ordem de sucessão dos estágios deve ser constante, a segunda fala que deva existir uma etapa de organização (estrutura de conjunto) e por último a estágio anterior deve integrar o estágio precedente como um caso particular.

Apesar da sucessão dos estágios ser constante, pode ocorrer o que Piaget denomina de defasagem horizontal, onde noções que tem estruturas cognitivas idênticas, mas que versam sobre conteúdos diferentes, como por exemplo, a aquisição de noções de longitude e noções de conservação de volume. Essa visão do conhecimento por meio de estágios sucessivos, em que cada um é descrito por estruturas lógicas determina em grande parte a pesquisa a pesquisas sobre a aprendizagem, onde sua medida deverá ser em função de competências cognitivas que cada estágio oferece. Deste modo, cada estágio indicará a possibilidade de aprendizagem de cada sujeito.

Piaget concebe o conhecimento como um processo de interação entre sujeito e objeto, sendo que este último, somente pode ser conhecido através de aproximações sucessivas, que dependem dos esquemas mentais, que mudam ao longo do desenvolvimento. Além do que, se o conhecimento é fruto da interação entre sujeito e objeto, será essencialmente uma construção, e por mais que a criança esteja imersa em físico com objetos e noções transmitidas pelo seu meio social, ela não os adota como tal, antes modifica-os, transforma-os e assimila a sua estrutura cognitiva (ibid).

De acordo com Coll e Martír (1993), os três fatores que para Piaget seriam imprescindíveis para explicar o desenvolvimento (maturação, experiências com os objetos e experiência com as pessoas), conseguem descartar tanto as posições “inatistas” e “naturalistas”, que explicam o conhecimento através da perspectiva de atualizações de estruturas pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, como

as empiristas que evocam a aprendizagem e a experiência como uma simples aculturação de dados. Piaget nos afirma que além dos três fatores já citados, deveria existir um quarto, que serviria como regulador, que atuaria na coordenação dos anteriores, a equilibração.

O equilíbrio seria, portanto, um fator endógeno, uma característica intrínseca que constitui a vida orgânica e mental, e teria como função principal autorregular as perturbações externas a fim de conservar sua organização interna dentro de certo limite. Deste modo como afirma Piaget o equilíbrio não é mais um fator adicional ao desenvolvimento, e sim, um coordenador da maturação, das experiências com os objetos e pessoas. Os mecanismos que são responsáveis em manter e reestabelecer os equilíbrios nas trocas funcionais entre o sujeito e o meio variam bastante durante o desenvolvimento do sujeito, em níveis inferiores, apenas ocorrem compensações pontuais, com capacidade pouco limitada e que torna muito fácil que outro equilíbrio seja produzido. Nos níveis mais avançados do desenvolvimento intelectual esses mecanismos, não apenas permitem regular perturbações reais, como podem antecipar e compensar perturbações possíveis, traduzindo-se em equilíbrios mais estáveis. Desta forma, podemos perceber que os equilíbrios funcionam como verdadeiros motores do desenvolvimento intelectual.

## 2.2. TOMADA DE CONSCIÊNCIA

As contribuições da teoria de Piaget para a Educação é sem dúvida indiscutível, embora seus objetivos das duas diverjam bastante. Enquanto a finalidade da educação em suma é o de promover o desenvolvimento da criança a obra de Piaget tem como principal propósito o de explicar como ocorre o desenvolvimento de um indivíduo partindo de um nível de interação mais simples a um mais complexo. Dessa forma pode-se afirmar que a escola possui um objetivo prático, retirando a criança do seu estado atual e a conduzindo a um estado posterior, Piaget, no entanto, estava preocupado com os aspectos mais epistemológicos do que pedagógicos. Piaget e seus colaboradores realizaram diversas pesquisas para descrever o desenvolvimento cognitivo da criança, além dessas pesquisas Piaget e seus colaboradores realizaram diversas pesquisas sobre

os processos que estão envolvidos na passagem de um estado operacional, como por exemplo, a tomada de consciência (MACEDO, 1994).

A teoria de Piaget e a concepção construtivista afirma que o conhecimento está longe de ser um processo inato, apriorista ou empirista, e sim é construído através da interação entre o sujeito e o objeto, saindo de estados mais básicos (sensório-motor) a estados mais evoluídos (formal) graças aos processos de abstração e a tomada de consciência. A tomada de consciência

Piaget afirma que o sujeito não existe de início tanto objetivamente quanto subjetivamente, e que a consciência de si e dos objetos são construções do próprio sujeito, e ao dizer isso Piaget nos fala que a inteligência não surge nem pelo conhecimento do eu e nem pelo conhecimento dos objetos, mas pela interação que caminha na direção dos dois polos, que a inteligência se organiza e organiza o mundo a sua volta (PIAGET, 1937).

Dessa Forma, o que existe no principio é um grande processo de indiferenciação, o sujeito não reconhece a si nem aos objetos. Durante os estágios de desenvolvimento a própria ação do sujeito vai criando progressivamente processos de diferenciação, através de processos de assimilação e acomodação. A esse percurso que vai transformando tanto o sujeito que pode ser reconhecido como tomada de consciência.

A tomada de consciência depende por sua vez de processos regulatórios ativos ou automáticos. As regulações ativas são ações deliberadas do sujeito para equilibrar uma situação, ou seja, para que o individuo possa resolver um determinado problema novo ele terá que escolher entre os meios conhecidos ou então criar outros. As regulações automáticas são situações em que os meio que o sujeito se utiliza para resolver as situações pouco mudam, ou seja, são situações similares em que o individuo faz pequenas adaptações em esquemas já conhecidos. Neste caso, podemos dizer que são as regulações ativas que provocam a tomada de consciência, pois provocam a tematização e conceitualizações em todos os níveis (MONTANO, 1994).

Tomando o processo de construção do conhecimento e aquisição da inteligência a partir da teoria de Piaget como um processo de interação e de construção, percebemos que a tomada de consciência não se restringe a uma “iluminação” ou um “insight” como é atribuída a maioria dos gênios, mas sim de um

processo que se inicia com a inteligência prática (saber fazer) e progride em direção a inteligência refletida (SALADINI, 2008).

Na gênese da inteligência as estruturas responsáveis pela apreensão do mundo exterior são os reflexos. Os reflexos são estruturas hereditárias, e por isso inata, que através de processos de assimilação e acomodação garantirão a diferenciação do sujeito e do objeto, através das ações do sujeito (SALADINI, 2008)

Nesse período segundo Piaget a assimilação realiza-se através de processos de repetição que são mera exercitação dos reflexos, não existindo aí reações circulares, coordenações das ações e, portanto não há nenhuma intencionalidade (PIAGET, 1987). O surgimento das reações circulares a partir da segunda fase (reações circulares primárias) é importante no processo de tomada de consciência porque através dela surgirão processos intencionais por parte do sujeito, que Piaget define como.

Quando uma criança de oito meses, afasta um obstáculo para atingir o objetivo, podemos falar de intencionalidade, porque a necessidade desencadeada pelo estímulo da ação (pelo objeto a agarrar) só se satisfaz depois de uma série mais ou menos longa de ações intermediárias (os obstáculos a afastar). A intencionalidade define-se, assim, pela consciência do desejo, ou da direção do ato, sendo esta consciência função do número de ações intermédias de que o ato principal necessita (PIAGET, 1971, p. 157)

De forma resumida podemos afirmar que a intencionalidade implica na separação dos esquemas-meios (objetivos) e dos esquemas-fins (resultados), e também quando estes puderem ser combinados de formas diferentes, agora esquemas e não mais de ações, e essa diferenciação só será possível a medida a que os esquemas de ação situações exteriores cada vez mais variadas. Dessa forma, a tomada de consciência acontece quando o sujeito passa dos resultados para os processos que o levaram a chegar aos resultados, caso contrário como seria possível que indivíduo imprimisse seus esforços na direção do ato, como afirma Piaget “a intencionalidade define-se, assim, pela consciência do desejo, ou da direção do ato” (PIAGET, 1971, p. 157).

Então um processo que se inicia com as atividades reflexivas do sujeito evoluem de tal forma que darão origem a coordenações cada vez mais elaborada, e dando possibilidade que o sujeito passe do plano das ações motoras ao plano



mental, e que tornaria a manifestação do sujeito mais rápida, pois os esquemas são mais flexíveis e evocados mentalmente para a resolução de problemas. É uma fase marcada por rupturas.

Nesse sentido, Saladini conclui que:

Portanto, todo conhecimento, por mais profundo que seja, tem sua origem na coordenação dos esquemas motores do sujeito. É este saber fazer (inteligência prática) que permite ao sujeito interagir com o meio ambiente e construir sucessivos e provisórios níveis de consciência, cada vez mais complexos. O sujeito, então, é pólo organizador do mundo, e por meio de sua ação transforma o meio e a si próprio. Estas transformações não ficam apenas no campo do observável (SALADINI, 2008, p. 46)

Então o processo de tomada de consciência que tem sua gênese no período sensório-motor baseada inicialmente em atos vai se estruturando a caminho da inteligência refletida e de uma consciência que embora tenha sido estruturado sobre a ação pratica pode se antecipara a esta fazendo com que o pensamento anteceda a ação.

Um das capacidades do sujeito cognitivo é sua ação sobre o meio, seja ele físico ou social, podendo modifica-lo ou adaptá-lo as suas necessidades. Quando o sujeito age sobre o meio ele não retira apenas características desse meio, mas também qualidades de suas próprias ações, e a medida que este se apropria de suas ações e de seus mecanismos íntimos tem o poder de construir sua subjetividade.(BECKER, 2003). Como afirma Piaget (1967) o sujeito não pode conhecer suas ações senão pela ação sobre os objetos.

Piaget (1977) procura explicar não só como acontece a tomada de consciência como também as razões funcionais que desencadeiam sua constituição, diferente do que pesava Claparède a tomada de consciência não depende apenas de inaptações, Piaget julga completar esse conceito através de mecanismos de regulações. Este fato foi constatado em suas pesquisas em que as regulações automáticas não são mais suficientes sendo necessário a atuação de regulações mais ativas que são fonte de escolha deliberada e consciente do individuo.

Dessa forma, Piaget tentou situara as razões funcionais da tomada de consciência em um contexto maior que simples inaptações, se o problema for colocado do ponto de vista das ações material para em seguida passa para o plano mental (interiorização dos atos) o que se sugere disto é que a tomada de

consciência procede da “periferia” para o “centro” da relação entre o sujeito e o objeto. Piaget utiliza-se desses dois termos para explicar que a tomada de consciência não procede nem do sujeito e nem do objeto, mas de uma relação direta do sujeito perante o objeto. Piaget define a tomada de consciência da seguinte forma:

Dissemos, então, que a tomada de consciência, parte da periferia (objetivos e resultados), orienta-se para as regiões centrais da ação quando procura alcançar o mecanismo interno desta: reconhecimento dos meios empregados, motivos de sua escolha ou de sua modificação durante a experiência etc. (PIAGET, 1977, 198)

Como afirmamos toda ação busca um objetivo, que a constatação consciente dos erros e dos fracassos, no caso particular dos fracassos Piaget afirma que o sujeito procura descobrir por que isso ocorreu, e isso leva a tomada de consciência de regiões mais centrais da ação. E a partir de dados da observação que neste caso é o resultado falho, o sujeito vai procurar apenas pontos onde houve as falhas na adaptação do esquema, e dessa maneira, ele concentrará seus esforços nas possíveis adaptações e correções (PIAGET, 1977)

Aplicada a educação e em especial a esta pesquisa, a compreensão dos mecanismos que desencadeiam a tomada de consciência, nos auxiliará a compreender de que forma o aluno assimila os conteúdos em sala de aula, e partindo do pressuposto que um indivíduo pode apresentar vários graus de tomada de consciências isso nos permitirá constatar em que nível de tomada de consciência este indivíduo se encontra. E em última instância, como esta pesquisa parte do pressuposto da epistemologia genética e dos preceitos construtivistas, compreendendo o sujeito como ser ativo do processo, teremos como finalidade coletar as explicações dos sujeitos, uma vez que Piaget afirma que o indivíduo só explica aquilo que compreende e se compreende tem consciência dos mecanismos que o levaram ao objetivo. Sendo assim, se o processo de tomada de consciência significa poder abstrair, isso significa que o indivíduo será capaz de explicitar as relações que este estabeleceu frente ao conteúdo abordado convertendo em conceito o que ele fez e como fez.

### 2.3 TOMADA DE CONSCIÊNCIA E SUA RELAÇÃO COM O FAZER E COMPREENDER

Na oportunidade no seu trabalho sobre tomada de consciência (1977), Piaget considerou duas possíveis hipóteses, a primeira seria que a ação é um conhecimento autônomo cuja conceitualização se dá através do processo da tomada consciência posteriores e que estas emergiriam da periferia para o centro. Com relação a essas suposições Piaget (1978) consegue através de alguns trabalhos verificar essas duas hipóteses.

No que diz a respeito ao atraso da tomada de consciência em relação a ação Piaget consegue constatar através de suas pesquisas em colaboração de R. Maier que alguns sujeitos colocados em uma situação que deveriam empilhar cartas, castelos de cartas, deveriam dominar alguns aspectos dentre os quais: lógicos, dinâmicos e geométricos. Piaget (1978) percebe que alguns indivíduos conseguiam construir telhados com quatro cartas, figuras e T (uma carta apoiada na outras com certa angularidade), porém em suas conceitualização não conseguem perceber o papel das inclinações, a reciprocidade dos apoios e nem que tinham as inclinações em que das cartas está na vertical e outra inclinada (PIAGET, 1978).

De forma resumida Piaget consegue ratificar que os sucessos nas formas mais elementares é possível perceber um atraso em relação da conceitualização em relação a ação. No entanto, consegue perceber que a tomada de consciência parte de regiões exteriores a ação, e somente após nas direções das coordenções gerais, reafirmando sua segunda hipótese de trabalho. No entanto, assim que os primeiros sinais positivos são encontrados há uma inversão no processo, sendo possível perceber uma influencia resultante da conceitualização sobre a ação, no qual pode se afirmar que a tomada de consciência deriva de dois fatores: a substituição progressiva do seu próprio coro do indivíduo e a ordem de sucessão, que na realidade são as regulações da ação (op. cit.).

Os dois fatores citados concedem a regulação das ações duas novas dimensões: a antecipação e a escolha, visto que os dois favorecem a tomada de consciência, pois, passa da representação material ao pensamento, o que resulta de novas coordenções simultâneas das ações e da conceitualização, porem independentes. O que vai consistir a influencia da conceitualização sobre a ação não

é uma mera transposição dos dados de observação dos objetos ou sobre a própria ação para retirar disto implicações causais e sim um reforço das capacidades de previsão e de possibilidade de utilização em determinadas situações, ou seja, isso consiste em aumento no poder de coordenação que já é uma característica própria da ação, sem que o indivíduo estabeleça reação da sua prática (op. Cit.).

Em síntese, os resultados encontrados nas pesquisas realizados por Piaget (1978) em relação o Fazer e compreender vieram a confirmar as conclusões a respeito de tomada de consciências (1977). Um dos aspectos que puderam ser verificados foi o atraso na tomada de consciências em relação aos sucessos precoces e sobre a lei de sucessão.

Especificamente ao fazer e compreender Piaget (1978) afirma que:

Fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, pensamento, as mesmas situações até resolver poder resolver os problemas por elas levantados, em relação ao porquê ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizados na ação (PIAGET, 1977, p. 176)

Embora a primeira vista isto possa ser bastante esclarecedor não explica os mecanismos pelo qual se dá o processo do fazer ao compreender, nem com relação aos êxitos práticos com inversão posterior, isto é, um predomínio da conceitualização em função da ação. Na verdade a explicação para esses fenômenos estão na coordenação da ação e na coordenação conceitual. Se nos voltarmos apenas aos aspectos que estão evidentes na ação, os dois tipos de coordenação possuem diferenças bem marcantes, visto que uma trata da coordenação dos movimentos e a outra é de natureza implicativa.(PIAGET, 1978).

Em se tratando da coordenação da ação em sua autonomia e antecipação como também em suas limitações, estas resultam do fato de que como são ações matérias são processos progressivos (um a um), garantem acomodações no presente, evitam divagações e impedem inferências no por vir (futuro). Ao contrário as coordenações de pensamento possuem a possibilidade de reunir múltiplos dados simultâneos, o que aumenta seu poder de dedução, velocidade e sobre os possíveis (futuro), esta oposição entra as coordenações das ações e a coordenação mentais, no que diz a respeito da inteligência prática é vistas em todas as pesquisas. (PIAGET, 1978).

Piaget (1978) toma exemplo uma pesquisa da “A queda sucessivas dos dominós enfileirados” realizada em colaboração com C. Strazt, em que consistia simplesmente que os indivíduos enfileirasse alguns dominós de madeira dada algumas circunstâncias iniciais dada ao problema. Infere-se de início que: i) os dominós o primeiro dominó deve estar a certa distância para que haja o toque é uma condição imposta pela experiência, ii) a queda do primeiro desencadeia a queda do segundo também a primeira vista bastante evidente. O que constatou-se com as experiências foi que, até a segunda fase os indivíduos não conseguem prever que a distância mesmo que por pouco do tamanho de um dominó o impeça de cair, pois essa condição exclui o processo.

Então, como uma coordenação material e causal pode levar a conhecimentos limitando-se a um saber prático (savoirfaire), e também sendo estas idênticas a algumas coordenações da lógica, sem que para isso seja necessário elaborar o mínimo de ações mais gerais. A razão disto como explica Piaget, é o fato da ação possui características de organização e até mesmo de auto regulação, ou seja, os movimentos que fazem parte ação não ocorrem de forma linear, mas se atarem de forma de ciclos relativamente fechados de que esquemas, que se conservam pelo próprio exercício, integrando os objetivos já utilizados que caracterizam uma assimilação cognitiva.

Piaget (1978) resume bem esse pensamento:

Compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é apenas utiliza-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão, mas que esta ultrapassa, visto que esta atinge um saber que precede a ação e pode abster-se dela. (PIAGET, 1948, p. 179).

[...] em síntese, a compreensão ou procura da razão só pode ultrapassar os sucessos práticos e enriquecer os pensamento na medida em que, pelos dois motivos precedentes e conjuntos, o mundo razões se amplia sobre os possíveis e transborda assim o real. (op. cit.).

## 2.4 CONCEITO DE EQUILIBRAÇÃO DENTRO DA TEORIA DE PIAGET.

Segundo Melo (1980) a equilibração é um princípio que organiza as experiências que o indivíduo tem com o meio, sendo que ela se faz necessária em todo o processo de desenvolvimento do sujeito, desde o estágio mais elementar ao

estágio do nível mais complexo. A medida que se processa a equilibração vai ocorrendo processos de equilíbrio e desequilíbrio tendo como finalidade a adaptação. O desequilíbrio surge quando não existe estabilidade entre o processo de assimilação e acomodação, aos processos de desequilíbrio que provocam aprimoramento e ampliação da estrutura do desenvolvimento cognitivo Piaget denomina de equilibração majorante.

Para Piaget a inteligência tem fonte os processos de desequilíbrios, o desequilíbrio é um processo positivo desde que o indivíduo consiga superá-lo, portanto segundo Melo (1980) a inteligência é uma busca sempre a equilibração. O processo de equilibração é um processo contínuo, pois constantemente o indivíduo interage como o meio, contudo, o estado de equilibração é processo descontínuo uma vez que um equilibração caminha para um estado mais estável.

Existem alguns aspectos dentro do processo de equilibração que merecem destaque dentro os quais pode-se citar: a regulação, compensação e equilíbrio majorante. A regulação é uma reação a algo que constitua dificuldade a assimilação, podendo ocorrer de duas maneiras, a primeira por resistência do ao Objeto ao processo de assimilação e a segunda por meio de lacunas, carência ou insuficiência de um conhecimento que seria indispensável para resolver um problema (PIAGET, 1976).

## CAPITULO 3

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

Carl Sagan

### METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 A PROPOSTA DE PESQUISA

Esta é uma pesquisa de cunho qualitativo que sob a ótica de Bogdan e Biklen (1994) é um tipo de pesquisa que incide em diversos aspectos da vida educativa. A pesquisa qualitativa possui cinco características que dependendo de sua profundidade e abordagens pode ou não contemplar essas características. Para que seja caracterizada como uma pesquisa qualitativa esta deve possuir: 1) o ambiente natural como fonte direta de dados, constituindo o investigador o principal instrumento; 2) é uma investigação descritiva; 3) é um processo investigativo que interessa-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos; 4) os investigadores tendem a analisar seus dados de forma indutiva; 5) os pesquisadores passam a ver sua pesquisa a partir das perspectiva dos participantes. (BOGDAN E BIKLEN, 1994).

Com base nos procedimentos a pesquisa é uma pesquisa ação que na definição de Thiollent (1985) é uma pesquisa com base empírica que é realizada e concebida com uma estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema, onde pesquisador e participantes estão envolvidos de forma colaborativa.

A base teórica embasa-se na Epistemológica Genética de Jean Piaget, que concebe o conhecimento como uma construção, ou seja, o a ação do sujeito do conhecimento sobre o objeto constrói conhecimento. Dessa forma o conhecimento não parte unicamente do sujeito e nem unicamente do objeto, mas de uma zona indiferenciada entre o sujeito e o objeto. Dessa forma entende-se que uma metodologia ativa, onde o sujeito é capaz de agir sobre o conhecimento em sala de aula, de forma mais participativa é capaz de gerar bons resultados.

### 3.2 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA

Com base na epistemologia genética de Jean Piaget, busca-se compreender Quais as características que favorecem o ensino e aprendizagem do conceito de Força inercial em alunos do primeiro ano do ensino médio mediado por uma unidade de Ensino?

Para tentar dar resposta a essa questão criou-se como objetivo geral desta pesquisa Analisar o processo de aquisição do conceito de Força inercial pelos alunos da primeira série do Ensino Médio da Escola Ruth Prestes

Para alcançar tal objetivo e responder o problema da pesquisa proposto, os objetivos específicos dessa pesquisa são:

- ✓ Identificar as concepções espontâneas dos alunos acerca do conceito de Referencial, movimento, repouso, Força, força inercial;
- ✓ Desenvolver com base nas concepções espontâneas dos alunos uma proposta para o ensino e aprendizagem do conceito forças inercial dentro do conteúdo de Dinâmica;
- ✓ Desenvolver um estudo diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem através da prática docente e da dinâmica de sala de aula;
- ✓ Caracterizar as aprendizagens construídas do conceito a partir da unidade de ensino para que sejam sistematizados os conceitos fundamentais necessários à compreensão e aprendizagem do conceito de Força inercial.

### 3.3 CONTEXTO DA PESQUISA: CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA ALDEIA DO CONHECIMENTO RUTH PRESTES GONÇALVES

A Escola Aldeia do conhecimento Ruth Prestes Gonçalves foi inaugurada no dia 03 de junho de 2003 pelo então Governado Carlos Eduardo Braga e a Secretária de Estado da Educação Rosane Marques Crespo Costa. A escola foi criada pelo decreto lei nº 23443/03 de junho de 200, está localizada na zona Norte de Manaus,



na Avenida Noel Nutels, 51-Cidade Nova I. A escola atende alunos da Cidade Nova e áreas adjacentes, totalizando mais de 10 bairros.

O nome da escola é em homenagem a Professora Ruth Prestes, pedagoga e Mestre em Educação, com vasta experiência na área educacional lecionando em todos os níveis de ensino.

A escola iniciou suas atividades escolares no dia 08 de abril de 2003 atendendo 1500 alunos por turno, oferecendo à comunidade o Ensino Fundamental, Ensino Médio Regular e o Projeto Tempo de Acelerar, totalizando sua matrícula inicial em 3500 alunos nos três turnos. Nos anos de 2004 e 2005 por conta da demanda a Escola trabalhou também com anexo, a Escola Paula Matias, oferecendo o ensino fundamental. Nos anos de 2006 e 2007, a Escola ofereceu o ensino fundamental de 5° a 8°, EJA e Ensino Regular com mais de 3.000 alunos. Atualmente a escola oferece somente o ensino médio.

A escola foi construída seguindo os padrões de qualidade e modernização estabelecida pelo plano de revitalização da Educação do governo no do Amazonas. Atualmente está com 76 dependências, distribuídas em 24 salas de aula, diretoria, secretaria, sala dos professores, sala de pedagogos, biblioteca, auditório, TV escola, Cantina, depósitos, laboratório de informática, laboratório de ciências e banheiro de alunos e funcionários.

### 3.4 SUJEITOS DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como participantes 25 alunos, sendo 12 (doze) meninas e 13 (treze) meninos, regularmente matriculados na 1° série do Ensino Médio da Escola Ruth Prestes do período Vespertino, os indivíduos da pesquisa estão na faixa etária de 14 a 17 anos e possuem uma média de idade de 16 anos.

A escolha dos indivíduos correu primeiramente para atender o objetivo da pesquisa que se propõe a Compreensão e Análise do processo do Ensino-aprendizagem de conceitos Físicos e em particular a aprendizagem do conceito de Forças inerciais. O outro aspecto de escolha foi determinado durante a conversa preliminar com o professor um sorteio entre as 6 (seis) turmas, sendo: 1° ano 1, 1° ano 2, 1° ano 3, 1° ano 4, 1° ano 5 e 1° ano 7. Para o sorteio optou-se pela Amostragem aleatória simples (GIL, 1989), onde foram atribuídos um número

distinto de 1 a 6 a cada turma em pequenos papéis para que fosse escolhida a turma que seria trabalhada, por exemplo, 1º ano 1 foi atribuído o número 1, 1º ano 2 foi atribuído o número 2 e assim por diante. Para dar andamento do sorteio foi pedido a uma pessoa presente que escolhesse um dos papéis, a turma escolhida foi sorteado o número 3 que corresponde a turma 1º ano 3.

Por se tratar de adolescentes ainda em formação será enviado um termo de consentimento para os responsáveis para que os alunos possam participar da pesquisa (APENDICE F), Delval (2002) chama a atenção a implicações éticas da pesquisa, por se tratar de adolescentes e sempre aconselhável pedir autorização por escrito dos pais e da escola.

### 3.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de observação estruturada, aplicação de questionários. A observação sendo um elemento básico de toda pesquisa científica, esta tem como objetivo ajudar o pesquisador a identificar e obter provas a respeito dos objetivos sobre os quais os indivíduos não possuem consciência, no contexto da descoberta obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade (LAKATOS, 2012). Para proceder com a observação escolhemos a observação sistemática fazendo uso de questionário (apêndice A) e gravação áudio e vídeo.

Escolheu-se o questionário como instrumento de pesquisa por ser um instrumento de custo relativamente baixo, e que pode ser aplicado a vários indivíduos ao mesmo tempo, e sendo possível manter seu anonimato quando necessário. O questionário que foi construído tem como objetivo a coleta das concepções espontâneas dos alunos acerca dos conceitos de referencial, movimento, força e força de inércia (apêndice C). para sua validação realizou-se um pré-teste deste instrumento com uma turma de segundo ano, uma vez que estes já tiveram contato com o conteúdo de 1º ano e assim torna-se mais fácil identificar possíveis incoerências com o instrumento de pesquisa.

### 3.6 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS.

O andamento da pesquisa concretizou-se em três fases: (1) coleta inicial e análise das concepções espontâneas dos alunos, (2) observação da dinâmica de sala de aula, por meio de um questionário e gravação em áudio e vídeos. (3) aplicação das Unidades de Ensino-UE. A pesquisa teve um total de sete intervenções, seguindo a orientação de exposição do conceito, discussão e avaliação. O primeiro encontro foi dedicado a fornecer aos participantes os objetivos da pesquisa e sanar algumas dúvidas sobre o trabalho. Neste primeiro contato também coletou-se as noções espontâneas dos estudantes acerca dos conceitos de trajetória e espaço, repouso e movimento e referencial. Para tanto foi construído e aplicado um questionário com 15 questões, que primeiramente foi validado com uma turma d 2º ano.

No segundo momento dedicou-se a observação das aulas para que pudéssemos conhecer um pouco mais sobre a dinâmica de sala de aula, assim como as concepções espontâneas dos professores aos quais ele se utilizava para construir suas aulas. A observação contou com a observação de 10 aulas que foram distribuídas entre as aulas “tradicionais” e aulas de laboratório. As observações da dinâmica escola contou com um protocolo de observação com dois eixos, um destinado aos professores que avaliavam a sua construção didático pedagógica e outro destinado a interação dos alunos.

No terceiro momento culminou na construção da unidade de ensino. As unidades tiveram como ponto de partida as concepções extraídas na fase preliminar da pesquisa, e a partir dessas concepções estruturou-se sequencias com os conceitos chaves a apreensão e compreensão do conceito de força de inercias.

A primeira intervenção contou com uma revisão dos conceitos básicos de cinemática com o tema: introdução ao estudo dos movimentos. A segunda intervenção trabalhou-se com os conceitos de referencial dos estudantes com base em um material construído pelo pesquisador e apresentação em Power point e um questionário ao final de aula.

Na terceira intervenção trabalhou-se o conceito de força através de uma experimentação em sala de aula, com auxílio do professor titular, onde os alunos tiveram a oportunidade de não apenas observar mas trabalhar em equipe para solucionar a problema apresentado.

As demais intervenções versaram sobre as leis de Newton especialmente as leis de inércia e a segunda lei. E por fim iniciamos a sequência referente às forças inerciais. Fizemos uma introdução ao conceito de força inercial através de aulas áudio visuais e apresentação Power point. E por fim discutiu-se sobre a força centrípeta de inércia.

Como análise final tínhamos como meta a realização de uma entrevista final através do questionário base que seria realizado nas dependências da escola em horários marcados. No entanto, devido a paralizações e antecipações de aula não foi possível realizar a pesquisa clínica, pois apenas um aluno compareceu à escola, desta maneira tornou-se inviável a construção de uma discussão em cima de um sujeito. Dessa forma, optou-se por exclusão da entrevista clínica.

### 3.7 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.

Para auxiliar na coleta serão construídos os seguintes instrumentos:

#### 3.7.1 Roteiro para observação em sala de aula (apêndice a)

O protocolo de observação de sala de aula foi construído para capturar elementos importantes da dinâmica de sala de aula. Divide-se em dois eixos um destinado ao professor onde tentaremos observar como este conduz suas aulas, a maneira como ele expõe o conteúdo, se a aula tem objetivos e se esses objetivos foram alcançados. Outra parte destina-se ao aluno, onde tentaremos observar sua manifestação oral, motivação etc..

#### 3.7.2 Roteiro para a entrevista docente (apêndice b).

O roteiro para a entrevista docente foi construído com finalidade de questionar as ideias de senso comum sobre ensino e aprendizagem em ciências (Gil-Pérez, 2011) assim como suas concepções espontâneas acerca de sua epistemologia (BECKER, 2003, VASCONCELOS 2000).

### 3.8 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Segundo Minayo (2009) a análise de conteúdo surge no século XX e era utilizada para interpretar as comunicações durante a Primeira Guerra, essa técnica de análise de dados surge no auge do Behaviorismo que tinha suas bases no Positivismo e que defendia uma maior cientificidade na pesquisa, nos Estados Unidos essa técnica foi bastante utilizada na análise de jornais e revistas. Depois da segunda metade do século passado houve muitas discussões acerca da validade do método o que dividiu os pesquisadores em dois grupos, um que defendia os aspectos quantitativos da técnica, ou seja, a frequência com que as unidades de significados aparecem no discurso de um indivíduo ou de grupo de indivíduos, e outra que defendia os aspectos qualitativos da análise, priorizando além do número de vezes que uma determinada unidade de registro aparece no discurso como também sua ausência, pois como defendido por Bardin (1979) a ausência de certas expressões ou palavras pode caracterizar um bloqueio desta.

Segundo Bardin (1979) a análise de Conteúdo é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens, temáticos e objetivos do conteúdo indicadores (quantitativos ou não) que permitem inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) desta mensagem (BARDIN, 1979 p. 42).

Podemos observar através da fala de Bardin que durante a década de 70 algumas mudanças dentro das análises de mensagens, ou seja, já aceitavam-se mais de uma técnica para a análises do conteúdo de mensagens, já se admitia a possibilidade através da perspectiva qualitativa, e também de inferências que partiam da descrições de conteúdos explícitos das comunicações (MINAYO, 2009). Para Minayo (2009) a técnica de análise de conteúdo pode ser utilizada nas mais diversas situações como, por exemplo, a análises de obras literárias, depoimentos de leitores de jornal ou de telespectadores de um programa de televisão entre outros.

Segundo Bardin (1979) a análise de conteúdo perpassa por três momentos ou polos cronológicos sendo eles: a Pré-análise, a exploração do material e tratamento dos resultados (inferência e interpretação). A Pré-análise é uma etapa de

organização, sistematização e operacionalização ideias iniciais, nesta fase o pesquisador faz uma leitura do material coletado, e passa a ter uma visão de conjunto, e através desse contato inicial o pesquisador começa a elaborar os primeiros pressupostos que servirão para a interpretação final (MINAYO, 2009). De acordo com Bardin (2009) a pré-análise tem como objetivo a organização, é o momento da pesquisa em que o pesquisador estabelece um primeiro contato com o material e onde a leitura vai se tornando cada vez mais clara e precisa, é o que Bardin chama de “Leitura Flutuante”.

A fase da Pré-análise apesar de ser um momento intuitivo, visando a operacionalização e a sistematização dos dados pode ainda ser subdividida em três missões: a escolha dos documentos, a formulação das hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentarão a análise final.

Logo após a fase da Pré-análise, temos a fase de exploração, neste momento da fase de análise e interpretação dos dados que o pesquisador age semelhante um minarólogo que busca melhor classificar seus dados, esse momento da pesquisa Bardin (2009) ressalta que a consiste essencialmente em codificação dos dados coletados. Para a autora podemos organizar a codificação através de três escolhas: o recorte, a enumeração e a classificação.

Como etapa final temos o tratamento de dados, equenado os dados obtidos já passaram por uma análise é realizado uma síntese interpretativa desse material (MINAYO, 2009). Bardin nos diz que é nessa fase que os dados brutos são tratados de maneira a se tornarem significativos, a partir do qual o pesquisador pode fazer inferências e adiantar interpretações sobre os seus objetivos.

Aplicada a nossa pesquisa, as orientações de Bardin (1979) e Minayo (2009), nos orienta que a pré-análise será o momento em que nós nos debruçaremos sobre os dados obtidos na coleta de dados, na fase exploratória será um momento em que utilizaremos da nossa intuição e baseado na Fundamentação teórica para realizar classificação desse material, possamos chegar a reagrupar esse material através de unidades de sentido.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **4.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ESPÔNTANEAS.**

O instrumento de coleta de concepção prévia (apêndice B) contém 15 questões, sendo de caráter subjetivo as questões 1, 2, 3 e 6, tendo como objetivo capturar as concepções espontâneas dos alunos com relação aos conceitos de referencial, movimento relativo e força, que são conceitos estruturantes do conceito de força de Inércia, e estão intimamente ligados ao conceito que pretendíamos desenvolver durante a pesquisa. Com relação a primeira questão que abordava sobre o conceito de referencial, pretendíamos averiguar não apenas se os estudantes possuíam alguma concepção sobre o conceito de Referencial, como também identificar qual o nível de abstração os sujeitos de encontravam. Pois com base na literatura consultada a maioria dos alunos que estão cursando o Ensino Médio ou que já passaram por uma educação formal possuem diversos níveis de elaboração acerca do conceito de referencial. Alguns relacionam esse conceito a objetos concretos fixos a terra, pessoas, e em alguns casos estes podem apresentar um nível abstração mais elaborada desse conceito próximo ao conceito científico.

Na interrogativa de número dois pretendia-se perceber como os estudantes compreendiam o conceito de movimento e repouso, e como eles interpretavam situações em que esses dois conceitos apareciam simultaneamente dependendo do referencial escolhido. Dessa forma, os aspectos que seriam analisados eram: 1) inserir o aluno em uma situação do seu cotidiano; 2) como eles responderiam ao fato de serem colocados como observadores; 3) se o aluno conseguiria compreender e explicar a situação Física sobre dois pontos de vista diferentes, onde o referencial é relativo e depende da perspectiva do observador.

No problema número três abordou-se sobre o conceito de força, tendo como finalidade que o aluno expusesse sua concepção sobre este conceito, uma vez que ele dentre os diversos conceitos físicos é o que mais está presente no em seu dia a dia.

As demais questões eram objetivas, tendo como referência artigos que pesquisaram sobre tema (Silveira, 1992, Monteiro, 2015, Clemente, 2010) e em

livros acadêmicos (TIPLER, 2012). As questões de 4 a 15 do questionário aplicado versavam sobre as concepções de força, movimento, repouso, referencial, referencial inercial e movimento relativo. Com base na literatura escolhida foi possível acompanhar uma tendência nas respostas dadas pelos sujeitos pesquisados, mesmo que em sala de aula exista uma heterogeneidade entre os indivíduos, existe um padrão nas suas escolhas, ou seja, suas construções e suas representações são quase similares em decorrências de suas concepções espontâneas.

Um encontro prévio foi agendado com o professor um dia anterior a aplicação dos instrumentos de concepção prévia na turma escolhida. No diálogo entre o professor pesquisador-PP e professor do 2º ano que será identificado como professor “C”, falou-se acerca da pretensão de validar os instrumentos de coleta de dados com uma turma de segundo ano, pois estes estudantes já haveriam tido contato com o conteúdo de forças inerciais (força centrífuga) e que isso nos auxiliaria na detecção de algumas incoerências que podiam existir. No dia marcado encontramos o professor C na sala dos professores, aproveitou-se o momento para retirar suas dúvidas sobre o projeto de pesquisa. Foi esclarecido ao docente os pontos que para ele ainda não tinham ficados claros, suas principais dúvidas giravam em torno do que realmente iria ser coletado em sala, confirmamos ao docente que não era objetivo da pesquisa testar os conhecimentos da turma, e sim averiguar as possíveis concepções espontâneas dos alunos a respeito de Força e outros conceitos dentro do conteúdo de cinemática e dinâmica, e também validar nosso instrumento de coleta.

Apesar do professor C mostra-se muito solícito este não escondia a preocupação em nos realizarmos uma pesquisa com uma de suas turmas, e durante as conversas eles nos faz a seguinte indagação “**professor qual é o tipo de turma que o senhor quer fazer a pesquisa? Uma turma boa uma turma mais ou menos, porque uma turma boa o senhor vai ter bastante dados.** Professor “A” **qual é melhor turma para o professor fazer a pesquisa** [a professora assinala que seria a turma segundo ano dois] **lá tem uns alunos muitos bons**, outro professor brinca **leva ele pro primeiro ano quatro** [ se referindo a turma mais bagunceiras] **mas o professor J ainda não chegou é horário dele lá**[o professor C responde] **não.. nós não vamos fazer isso com a pesquisa do colega...**[ outa professora sugere, enquanto preenche o diário] **olha o professor de F não veio, é horário vago lá na turma 2 ano 1, eu gosto deles ele são aplicados** (diário de pesquisa)



Embora a pesquisa não objetivasse elucidar sobre o “desconforto” dos docentes com a pesquisa acadêmica dentro do ambiente escolar, não pôde-se deixar de notar certo incomodo e ao mesmo tempo curiosidade do professor sobre a pesquisa. Nesse o momento o professor pergunta **“tudo bem professor para o senhor? O senhor fica lá na turma aí é bom que eles não ficam fora ai adianto tempo, já vai bater o tempo ai você sobe comigo eu te apresento a turma”**

Então, no segundo horário nos dirigimos a turma segundo ano 1. Esta turma era composta por cerca de 30 alunos, em sua maioria meninas, com idade média de dezessete anos. O professor titular apresentou-nos a turma, falou por cerca de 3min então nos deu a palavra. Em seguida, foi explanado acerca dos objetivos da pesquisa e de alguns princípios éticos envolvidos, avisou os alunos que esses não eram obrigados a realizar o teste e se estes não se sentissem a vontade que esse não seria penalizados sobre qualquer circunstancias. Dos 25 alunos presentes, dois alunos pediram para se retirar da sala, e um permaneceu em sala, mas não realizou o teste. Dos 22 alunos que realizaram o teste (imagem 04) apenas 21 retornou.

Aplicação durou em torno de 25 minutos, onde foi possível detectar um erro na segunda questão do questionário, em que o aluno poderia simplesmente dizer se o objeto estava parado ou em movimento, sem apresentar qualquer justificativa, e dessa forma, nenhuma inferência poderia ser realizada sobre a resposta, sendo assim, inserimos após aplicação do teste este item nesta questão, para que o aluno justificasse sua resposta. Também solicitou-se aos estudantes que colocassem observações naquelas questões em que eles não compreenderam, ou naquelas em que o comando esteve um confuso. Finalizada essa etapa, prosseguimos para as correções do questionário e para a aplicação na turma experimental.

**Figura 04:** Validação dos instrumentos de Conhecimentos.



Fonte: dados da pesquisa empírica

Sobre a aplicação do teste diagnóstico realizaremos apenas algumas observações. Com relação a primeira questão um indivíduo deixou a questão em branco, quatro responderam de forma próxima ou conceito e três conceito ligado a pessoa. Com as demais questões de 7 a 12 percebemos que já podíamos notar uma tendência nas respostas dadas pelos estudantes, como já previsto na literatura lida e por observações preliminares. A sexta questão não foi respondida por nenhum dos 21 entrevistados o que nos dá a entender que a questão não estava bem clara e sofreu modificações para ser aplicado na turma experimental. As demais questões não apresentaram nenhum problema o que nos levou a crer que elas estavam claras e serviram a objetivo que era averiguar as concepções espontâneas dos indivíduos

Embora a finalidade do teste fosse averiguar a concepções espontâneas dos sujeitos acerca dos conceitos físicos envolvidos na aprendizagem de força inercial, um fato chamou bastante atenção na pesquisa. Um dos sujeitos durante a aplicação do teste demonstrou não estar muito preocupado com o teste diagnóstico. Este foi o primeiro a entregar o teste e logo voltou a seu assento e se debruçou sobre ele. Em uma conversa informal com o professor “C” este nos informou que de acordo com as características do aluno, informadas pelo professor pesquisador este já estava “reprovado” em quase todas as disciplinas. Tudo apontava para o descarte desse dado, Durante a fase de exploração deparei-me com um sujeito que aparente apenas marcou as questões e que indicava que este dado seria descartado, como pode ser confirmado na figura 05.

**Figura 05:** reposta do aluno do segundo ano

1. O que é um referencial? (Nesta questão você citar exemplos, explicar situações onde este fenômeno físico ocorre)

NÃO SEI DEVE SER QU  
S DEPENDE DE QUE RESPONDE FO  
Digo que NÃO SEI MESMO AS AULAS  
DE FÍSICA AMO PASSADA BUGAZETAVA PRAICARAMB

2. Um aluno, ao ler este livro, está em sua sala de aula, sentado em uma cadeira. O aluno está em repouso ou em movimento? Justifique sua resposta.

NÃO SEI, QUE DIA FOI ISSO  
NUNCA NEM VI  
DE FÍSIC

3. O que é força? (Nesta questão você citar exemplos, explicar situações onde este fenômeno físico ocorre)

NÃO SEI SOU BURRO  
SEI NEM ESREVER DIREITO

Fonte: Silva (2018)

Seria mais uma daquelas anedotas contadas por professores durante o intervalo de aula, em que os docentes fazem pequenos “diagnósticos” em relação a algumas turmas ou alguns alunos. No entanto, após as algumas leituras procurando compreender a dinâmica de construção de conhecimento em sala de aula, buscou-se apoio em Vasconcellos (2000) o apoio para compreender aquele fato “inusitado” durante a pesquisa, que em primeira análise podia aparentar se tratar de uma “afrota” e um “desmazelo” com a pesquisa. Sobe o olhar de Vasconcellos esse acontecimento pode se compreendida da seguinte forma:

Considerando a prática formal da avaliação que vigora no sistema educacional brasileiro, o aluno acaba se submetendo a uma aprendizagem mecânica, só para conseguir produzir o que é “dado” pelo professor, ou vai fazer parte do enorme contingente de reprovados ou evadidos. [...] o grande contingente encontra-se nos setores mais pobres da população escolar, ou seja, a escola expulsa de seus bancos os filhos dos trabalhadores, os que mais precisam dela. (VASCONCELLOS, 2000, p. 27)

Esse fato nos trás a reflexão de como são feitas certas práticas escolares, se é realmente importante que nossos alunos apenas “decorem” certos conceitos, ou que reproduza de forma correta como um papagaio, ou que consiga torna-se um ser crítico ciente de seus deveres e responsabilidades.

## 4.2 ABORDAGEM INICIAL COM OS SUJEITOS DA PESQUISA E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Após o contato com o docente lançamos a proposta sobre a possibilidade de se realizar a pesquisa em uma de suas turmas, desde início o professor mostrou-se muito solícito a atender, apontando que gostaria de ajudar no que fosse necessário. Dessa forma, participou-se ao PT da turma, os objetivos e a dinâmica da pesquisa assim como a unidade de Ensino-UE que seria aplicado à turma. Acertado o andamento da pesquisa, assim como número de aula que seria necessário a aplicação da pesquisa, marcamos o dia do início da pesquisa. Durante a conversa com o docente a única preocupação foi em relação ao tempo necessário a aplicação pesquisa, pois a escola passaria por reformas, sobre esse fato novo confirmamos que seria revisto o tempo de aplicação. Confirmado a participação do professor, procurou-se a direção da escola e após uma semana os eventos que se sucederam na escola conseguimos falar com o diretor entregar o ofício e iniciar as atividades.

Durante as primeiras semanas foram feitas as observações da turmas e acompanhamos o professor durante 6 (seis aulas) pois este estava concluindo o bimestre e iria aplicar sua atividade. As aulas ocorreram no quarto tempo da segunda feira e no segundo tempo da quinta-feira, com isso o tempo de observação totalizaram três semanas, algumas aulas foram gravadas em áudio e vídeo, no fundo da sala para não inibir os alunos, e outras apenas foram gravadas em áudio, sempre com a permissão do professor e dos alunos. Dessa forma, analisaremos as concepções espontâneas dos alunos acerca dos conceitos estruturante (movimento, repouso, força, movimento relativo, referencial) e sobre os conceito de Referencial inercial e forças aparentes.

### 4.2.1 Análise das concepções espontâneas dos alunos

A aplicação dos questionários contou com a participação do professor titular-PT da turma, inicialmente este fez uma breve apresentação falando sobre os benefícios da pesquisa e de que forma esta poderia auxiliar a escola e aos próprios alunos, a explanação do PT durou cerca de oito minutos. Em seguida foi a vez do Professor Pesquisador-PP de apresentar aos alunos a pesquisa assim como seus

objetivos. Na ocasião apresentou-se alunos as sequências das aulas, o termos éticos inclusive a assinatura do termo do Termo de Assentimento do Menor, esta fase inicial durou cerca de onze minutos, como cada aula possui em média 50 minutos a professora de Língua portuguesa nos cedeu parte do tempo para que os alunos concluíssem a atividade, por estarem em atividade a coleta ocorreu no laboratório multidisciplinar da escola figura 07. Os dados dessa coleta serão descritos abaixo.

**Figura 07:** coleta das concepções espontâneas dos alunos



**Fonte:** Silva (2018)

#### 4.2.1 Concepção dos alunos sobre Referencial

Em Física para que seja possível compreender e estudar um movimento de um corpo é necessário que se escolha um referencial ou sistema de referencia através do qual esse movimento será descrito. Dependendo do referencial escolhido as leis da mecânica podem ter aspectos bem complexos, dessa forma, e sempre aconselhável escolher referenciais em que as leis da mecânica possam ser equivalentes e possuam o aspecto mais simples possível (WATARI, 2004). O estudo do movimento sempre esteve no pensamento do ser humano, isso explica porque vários estudiosos dedicaram parte de sua vida para a compreensão desses fenômenos, como Aristóteles, Galileu Galilei, Zenão, Newton, Einstein etc.(KARAN, 2007)

Por tratar-se de um fenômeno que está presente na vida do ser humano desde os primeiros traços de inteligência é fundamental que o aluno compreenda os

vários aspectos desse conceito. Nesse sentido, nesta parte da pesquisa será destinada a discutir as concepções espontâneas dos alunos caracterizando seus aspectos e suas principais características. A compreensão das concepções foi de fundamental importância para a construção da Unidade de Ensino e dos materiais que foram utilizados nas intervenções em sala de aula. Os dados obtidos através das concepções dos estudantes foi o ponto de partida que aluno refletisse sobre as teorias e conceitos envolvidos na pesquisa, para que eles pudessem formular suas próprias hipóteses, discuti-las e testá-las, para que fossem capazes de reconstruir suas próprias explicações causais sobre os fenômenos (GOMES, 2009).

Para isso, faremos uma análise da primeira questão do questionário que foi aplicado aos alunos na fase de coleta das concepções espontâneas. Por tratar-se de uma questão subjetiva em que os alunos deviam dissertar sobre o conceito, e assim expor suas opiniões, este foi um dos pontos da pesquisa em que os estudantes mais apresentaram dificuldade. Esta impressão inicial do professor pesquisador foi confirmado pelo professor titular **“eu não passo questões discursivas porque muitos deles não conseguem construir um parágrafo que seja, as vezes ele fazem três linhas ou duas com muita dificuldade”**(trecho da entrevista), as colocações do professor é reafirmado por pesquisa como de Marquesi (2011)

o estudante do ensino médio ainda tem extrema dificuldade para escrever e, então, na maioria das vezes, ele reproduz, em sua escrita, frases, clichês ou trechos de textos lidos”, ou seja, ele enfrenta dificuldades em produzir um texto que contenha uma unidade de sentido (MARQUESI, 2011, p, 135)

Com relação a esse fato Ribeiro (2000) corrobora com o seguinte pensamento “Tal atividade apontou para a dificuldade dos mesmos em explicitar seu entendimento, apesar de uma alta habilidade em resolver os problemas”.

As análises foram feitas e colocamos as falas dos alunos em três categorias. Referencial relacionado a objetos (realidade concreta ou objetividade direta), correlacionado a velocidade, relacionado a pessoas (egocêntrica).

Embora os estudantes apresentassem grandes dificuldades em construir um pensamento coerente e relação aos conceitos apresentados, partimos do princípio que estes dentro de suas particularidades poderiam possuir diversos níveis de construção de conceitos físicos, ou seja, assim como afirma Piaget eles deviam

estar em diferentes níveis de formalização do conceito indo de níveis menos elaborados a níveis mais complexos. De acordo com a literatura pudemos identificar algumas categorias que discutiremos a seguir:

a) Concepção sobre o conceito de Referencial Inercial: Sujeitos que relacionam suas explicações objetos parados ou em movimento

**Quadro 01:** concepções dos indivíduos acerca de referencial

Sujeitos	1. O que é um referencial?(aqui nesta pergunta você pode citar exemplos, explicar situações onde esse fenômeno físico ocorre)
YTA	É um <b>ponto material</b> que serve como referência, exemplo, <b>um poste</b> sobre uma <b>calçada</b> é o referencial de um <b>carro passando</b> .
VFS	É um <b>ponto material</b> que serve para saber se um corpo está em movimento ou em repouso em relação [incompleto], por exemplo, um barco está <b>se afastando</b> em relação <b>ao farol</b> , o referencial é o farol.
MS	É um <b>ponto material</b> que serve como referencia exemplo, uma <b>bicicleta</b> em relação a um <b>poste</b> .
JSL	É um ponto que define um corpo esta em <b>repouso ou em movimento</b> , por exemplo, um ônibus para em sua estação com pessoas sentadas dentro, o ônibus está em repouso <b>em relação as pessoas</b> .
YCC	Referencial é um <b>ponto material</b> que serve como referencia a outro corpo. Ex: <b>um poste</b> e <b>uma calçada</b> , a calçada é um referencial ao poste que está em cima
PGNR	É um corpo que serve de referencia para outro corpo.

**Fonte:** pesquisa empírica

Encontramos dentro dessa categoria indivíduos que baseiam suas explicações pautados na objetividade concreta, ou seja, apoiam-se sua conclusões em percepções sensórias e demonstram uma forte dependência dessa relação para fundamentar suas explicações, isso torna-se evidente pois a maioria dos alunos que encontram-se dentro dessa categoria utilizam expressões tais como “**um poste... uma calçada-YTA**”, “**ao farol-VFS**”, “**bicicleta...poste-MS**”. Esse dado vai ao encontro com as conclusões de Borges (2005) quando diz que:

Ainda que não tenham atingido o patamar formal, tanto para o conceito de Movimento Relativo como para o de Sistema de Referência, os alunos que apresentam o entendimento no limiar do modo concreto para o modo formal

de pensamento demonstram mais habilidade em **explicitar esse entendimento. Esse resultado vai ao encontro do nosso pressuposto teórico de que a clareza e inteligibilidade de uma explicação correspondem**, em algum grau, ao nível de formalização do pensamento (AMANTES E OTTO, 2005, P.10)

Os textos também deixam muito claro que esse conceito foi trabalhado de forma matematizada como na maioria dos livros textos, e que não foi dedicado um maior tempo para que o aluno refletisse sobre o conceito. Apesar de apresentar dentro de suas respostas conceitos utilizados pela Física como, por exemplo, **“ponto material”** não deixam de ser o nível mais básico do conceito. Outro fato que nos chamou atenção foi a relação que esses sujeitos fazem com o conceito de movimento, embora seja possível constatar subníveis dentro dessa própria categoria.

Nível-I aplicados apenas a objetos parados: enquadram-se nesse grupo os sujeitos que possuem o nível mais básico em relação ao conceito de referencial. Os alunos que enquadram-se nesse grupo percebem o conceito de referencial apenas como algo estático, não o relacionando com desse conceito **movimento**, e que este serve apenas para situar os objetos no espaço, como se pode notar nos argumentos de **“PGNR-É um corpo que serve de referência para outro corpo”** e também na explicação de **“YCC- Referencial é um ponto material que serve como referência a outro corpo. Ex: um poste e uma calçada, a calçada é um referencial ao poste que está em cima”**.

Quando esses sujeitos utilizam-se desse tipo de argumento para justificar suas respostas cria-se em seu pensamento uma falsa ideia que o conceito de referencial serve apenas para localizar objetos imóveis no espaço. Não encontra-se nas explicações desse grupo a presença da noção de movimentos relativos, de simultaneidade de movimentos. Ignoram também a possibilidades que podem existir referenciais que podem mover-se com velocidades relativas uns em relação aos outros, ou de dar explicações para o fato de que embora este esteja em repouso em relação a um determinado referencial, seu movimento pode ser descrito de outra forma a partir de outro referencial como, por exemplo, as estrelas fixas.

Quando um dos indivíduos utiliza a frase **“ponto material”** pode inferir-se que este pode ser qualquer ponto no espaço, suscitando uma desvinculação da realidade concreta, mas ao dizer **“um ponto material que serve como referência a**



**outro corpo**”, utilizando-se da palavra “**outro**” o sujeito deixa claro que tratar-se de um objeto ou corpo da realidade direta.

No nível II encontramos sujeitos que embora utilizem-se de termos usados frequentemente em textos físicos para classificar movimento ou repouso de uma partícula, estes sujeitos não declaram de forma explícita em suas explicações, como podemos perceber na explicação de “**MS-É um ponto material que serve como referência exemplo, uma bicicleta em relação a um poste**”. Note que ao utilizar-se da frase “**uma bicicleta em relação a um poste**” não é possível inferir a primeira vista se a bicicleta está parada ou em movimento, e nem que este indivíduo faz menção o conceito de referencial com o aspecto de movimento. Em uma análise mais atenta percebe-se o aluno ao usar a palavra “**bicicleta**” deixa implícito uma relação do objeto coma a ideia de movimento, uma vez que esse objeto é utilizado na maioria das vezes para locomover-se, imagina-se que esta possa estar em movimento em relação ao poste.

No nível III, encontramos sujeitos com um entendimento sobre referencial um pouco mais elaborado do que os sujeitos do grupo anterior, mesmo que estes utilizem-se de objetos da realidade concreta para justificar suas respostas, já é possível perceber no discurso de alguns sujeitos que compõem esta categoria o aparecimento de uma relação direta ou explícita do conceito de referencial com o conceito de movimento. Na argumentação de “**YTA-É um ponto material que serve como referência, exemplo, um poste sobre uma calçada é o referencial de um carro passando**”, veja que ao utilizar o termo “**passando**” infere-se que o corpo em questão desloca-se com certa velocidade, embora o indivíduo não declare abertamente esse fato, mais ainda assim imagina-se que o referencial está parado e apenas o corpo em que é analisado seu movimento que move-se com certa velocidade. Para instigar esse aluno poderíamos colocar a seguinte questão é o carro que move-se em relação a calçada e o poste ou é o poste e a calçada que afasta-se do carro? Partindo disso podemos discutir o conceito de velocidade relativa movimento simultâneos entre outros.

Com base nos dados coletados e nas inferências realizadas a partir das argumentações dos estudantes, conclui-se que o professor em posse desses dados pode melhor reestruturar e repensar sua prática e sua postura metodológica partindo

das concepções espontâneas dos alunos, ou partindo de investigações do que o aluno já sabe sobre o tema que será tratado em sala de aula.

não é produtivo ignorar a bagagem cultural do aluno e todo o conjunto de noções espontâneas que ele carrega ao se deparar com o ensino formal na escola. Se não cuidar adequadamente da física espontânea dos alunos sobrarão duas estruturas superpostas, entre as quais os alunos escolherão uma dependendo do contexto; em geral quando o problema envolver muitos elementos formais usarão a aprendizagem formal; quando o problema envolver elementos do dia-a-dia e com características bem figurativas ou capazes de estimular a percepção, usarão o esquema espontâneo (VILLANI et. al., 1982, pp. 125-150).

Dessa forma, é preciso que o professor mude sua postura frente as concepções espontâneas que o aluno possui, e que este avalie sua própria postura em sala de aula e seu próprio papel no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que, em posse do conhecimento das concepções espontâneas do aluno o professor possa conduzir, avaliar e reestrutura sua prática, buscando dessa maneira novas práticas educativas. (ZYLBERSZTAJN, 1983)

b) Sujeitos que relacionam o conceito de referencial a pessoas e objetos

**Quadro 02:** categoria relacionada a pessoas e objetos

Sujeitos	<b>1. O que é um referencial?(aqui nesta pergunta você pode citar exemplos, explicar situações onde esse fenômeno físico ocorre)</b>
NOS	Referencial é algo <b>que a gente usa</b> para saber se um corpo está em repouso ou em movimento.
LH	É um determinado ponto em que podemos dizer se estamos em repouso ou em movimento a determinado objeto.
JSL	É um ponto que define um corpo esta em <b>repouso ou em movimento</b> , por exemplo, um ônibus para em sua estação com pessoas sentadas dentro, o ônibus está em repouso <b>em relação as pessoas</b> .
CA	É um corpo que usamos para verificar se a partícula está em repouso ou em movimento.
BP	É um ponto no qual nos orientamos para saber se o corpo está em repouso ou em movimento.

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

Nessa categoria encontramos uma quantidade expressiva de sujeitos que em suas arguições usam termos que remete a pessoas. Infere-se desse grupo que o sujeito do conhecimento vê-se como o espectador do movimento, inserindo-se como parte ativa do problema, ou seja, agora como observador é capaz de dizer se um corpo está em repouso ou em movimento, como pode-se perceber na fala dos sujeitos NOS quando ela diz **“algo que a gente usa”**, percebe-se que mesmo que o sujeito torne-se parte fundamental do problema, ainda assim utiliza a palavra **“algo”**, embora não deixe explícito do que se trata este “algo” que pode tratar-se de um objeto, um corpo, uma partícula. É possível perceber também na fala dos entrevistados que não apenas o sujeito pode vir a integrar-se ao problema como também compartilhar a ideia de que outros indivíduos no mesmo referencial podem chegar a mesma conclusão, o sujeito não fixa a análise somente em si, mas tenta compreender o fenômeno a partir da perspectiva do outro, é o desprender-se de si como afirma Piaget, o que pode ser notado na fala de CA quando afirma **“que usamos para verificar”** ou de BP **“nos orientamos”**. Nessas duas falas é possível perceber que esses dois sujeitos encontram-se descentralizados de si e passam a perceber o problema sobre a perspectiva do outro e também como parte integrante da realidade, passando a ver o problema não apenas de sua perspectiva, mas também da perspectiva do outro.

c) Indivíduos que relacionam o conceito de referencial somente pessoas (como observador)

**Quadro 03: categoria relacionada a pessoas**

Sujeitos	1. O que é um referencial?(aqui nesta pergunta você pode citar exemplos, explicar situações onde esse fenômeno físico ocorre)
TVNL	O referencial é onde <b>eu posso estar ou não em movimento ou repouso</b> , por exemplo, uma bicicleta está a 20 km/h de uma casa.
RLLS	Referencial é um ponto que mede <b>se eu estou</b> em repouso ou em movimento relação a ele.

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

Encontram-se nesta categoria indivíduos com nível mais básico do de formalização sobre o conceito estudado, o qual classificamos como formalização

egocêntrica do pensamento devido a linguagem utilizada relação ao conceito estudado, que na compreensão de Piaget é a dificuldade do sujeito em se advertir das diferenças e dos pontos de vista entre os interlocutores, sendo, então, incapaz de descentralização. O que pode caracterizar uma falta de coordenação de pontos de vista. Percebe-se isso na fala de TVNL quando diz “**eu posso estar ou não em movimento ou repouso**”, o sujeito não coloca-se como observador mas sim como objeto, questiona-se como este sujeito realmente se reconhece como objeto a que ele atribui esse estado de movimento ou repouso, podendo ser uma “força muscular” o sujeito movimenta-se por vontade própria ou é impelido por algo. É razoável lembrar que o egocentrismo não é uma fase ou estágio e sim um fenômeno cuja manifestação dá-se no âmbito cognitivo, que para Piaget a criança sai de um estado de egocentrismo a uma descentralização através da percepção dos movimentos. Nessa categoria podemos perceber que tanto a explicação como a compreensão do(s) fenômeno(s) Físicos passam pela centralização do ponto de vista do observador que coloca-se não como agente ou como espectador, mas sim como agente passivo, é o que percebe-se através do pronome e pelo verbo usado pelos dois indivíduos “eu estou” e “se eu posso estar”. É o que Piaget denomina como egocentrismo adolescente que na voz de Pozo & Crespo (2009):

Assim, para o aluno com uma visão fundamentalmente **egocêntrica**, na qual o sistema de referência é dado por sua própria percepção do fenômeno, é difícil compreender a relatividade do movimento, ou como a mesma magnitude pode tomar valores diferentes em função do observador e do sistema de referência utilizado. Essa visão do movimento dos corpos, centrada no movimento percebido e que ignora o sistema de referência, também provoca dificuldades para diferenciar entre as diversas magnitudes utilizadas para definir e explicar o movimento dos corpos (POZO & CREPO, 2009, p. 216)

d) Surgimento da construção “formal” do conceito de referencial

**Quadro 04:** nível elaborado do conceito de referencial

Sujeitos	<b>1. O que é um referencial?(aqui nesta pergunta você pode citar exemplos, explicar situações onde esse fenômeno físico ocorre)</b>
NOS	Referencial é <b>algo</b> que a gente usa para saber se um corpo está em repouso ou em movimento.
EAS	É <b>um ponto</b> para saber se o corpo está em movimento

	ou em repouso.
JSL	É um ponto que define um corpo esta em <b>repouso ou em movimento</b> , por exemplo, um ônibus para em sua estação com pessoas sentadas dentro, o ônibus está em repouso <b>em relação as pessoas</b> .
SAS	É um ponto onde serve para: indicar se o corpo está em repouso ou em movimento.
SCS	Um corpo usado como referencial <b>É um ponto que define</b> se o ponto material está em repouso ou em movimento
LH	É um <b>determinado ponto</b> em que podemos dizer se estamos em repouso ou em movimento a determinado objeto.
BP	É um ponto no qual nos orientamos para saber se o corpo está em repouso ou em movimento.

**Fonte:** dados pesquisa empírica

Nesse grupo encontramos sujeitos que apresentam um nível conceitual ou uma representação mental próxima a do conceito científico, embora os sujeitos não demonstrem uma visão rebuscada sobre o tema trabalhado. Podemos perceber através das explicações dos sujeitos que: a) há uma descentralização entre o sujeito e o objeto, isso fica claro na fala dos indivíduos e no uso frequente de palavras que determina que o Referencial é tudo menos o sujeito, como por exemplo, NSO “é algo que a gente usa”, EAS “É um ponto para saber”, JSL “É um ponto que define”, SAS “É um ponto onde serve para: indicar”, SCS “**É um ponto que define**”. Percebe-se que os objetos são colocados como ferramentas que serão utilizados para determinar uma dada localização, ou para situar determinado corpo no espaço. b) o sujeito destaca-se como observador e como o único responsável por inferir se o objeto está em movimento ou em repouso, ao mesmo tempo que destaca que esse ponto de vista pode ser compartilhado não só por ele, mas também outros indivíduos que possam estar observado o esmo fenômeno, é que pode ser observado nas falas de LH “podemos dizer” e BP “nos orientamos para saber”. c) e por fim o referencial como “algo” (NOS), “ponto” (EAS, JSL, SAS, SCS, LH e BP) afirmam que não só um referencial pode ser um ponto material no espaço (objetos, árvores, pessoas, etc..) como também este pode ocupar qualquer ponto no espaço, abrindo espaço para a generalização, também nota-se que os sujeitos desse grupo não se utilizam de exemplos para justificar suas repostas, o que nos faz inferir que estes concebem que o referencial é um ponto imaginário que pode ocupar qualquer lugar no espaço.

apesar de nenhum dos indivíduos não mencionar em suas falas sobre os eixos de coordenadas não retira o mérito de suas respostas.

#### e) Conceito de referencial como princípio de velocidade

**Quadro 05:** referencial como princípio de velocidade

Sujeitos	1. O que é um referencial?(aqui nesta pergunta você pode citar exemplos, explicar situações onde esse fenômeno físico ocorre)
JVNA	É um <b>ponto material</b> onde se refere, se um corpo está em movimento e repouso, por exemplo, uma moto está a <b>75 km/h</b> em relação a uma casa.
TVNL	O referencial é onde <b>eu posso</b> estar ou não em movimento ou repouso, por exemplo, uma bicicleta <b>está a 20 km/h</b> de uma casa.
JSS	É um <b>ponto material</b> que serve como referencia, para se dizer, se uma partícula está em repouso ou em movimento. Ex. um carro <b>está a 60 km/h</b> em movimento, em relação a um poste.

**Fonte:** pesquisa empírica

Constata-se através da fala dos sujeitos que os mesmos relacionam o conceito de referencial ao conceito de velocidade média, e a este atribuem um valor numérico para torná-lo mais inteligível, para os sujeitos pesquisados não basta apenas explicitar que o referencial pode ser usado para determinar o estado de repouso ou movimento de um objeto, como também torna-se necessário atribuir um quantitativo numérico como pode ser observado nas afirmações dos indivíduos pesquisados: JVNA-“está a 75 km/h”, TVNL-“está a 20 km/h” e JSS-“ está a 60 km/h”.

### 4.3 CATEGORIA 2: concepção sobre o conceito de Força

#### 4.3.1 Concepção sobre o conceito de força

Algumas pesquisas realizadas (SILVEIRA, 1992 E 1996, PREGNOLATTO, 1992, LABURÚ, 1993, MACHADO, 2016, GOMES, 2010, NEVES, 2000) para determinar as concepções espontâneas dos alunos que estão cursando o ensino médio e também aqueles que já se encontram em cursos superiores de Física demonstram que os jovens estudantes costumam relacionar o conceito de força ao conceito de velocidade, e não ao de aceleração, e que também esta força aponta no

sentido da velocidade existindo uma proporcionalidade direta entre elas, ou seja, a medida que uma aumenta outra diminui (CLEMENTE, 2010), concluindo dessa forma que  $V=0$  se  $F=0$ ,  $F=KV$ , por  $V$  constante se  $F=0$ ,  $F=Ka$  (PEDUZZI, 1985). A força é o conceito Físico que mais está presente no dia a dia dos jovens estudantes, e está relacionado quase sempre com a atividade de empurrar, levantar puxar. Esta relação está muito próxima da concepção de peso que a maioria das crianças possuem, que de acordo com Piaget (1975, p. 58), “O peso é, com efeito, uma força por muito tempo concebida em relação direta com os esforços musculares inerentes ao ato de levantar”

Monteiro (2015) aponta alguns aspectos com relação a força e movimento:

Se um corpo se move num dado sentido, é porque está atuando uma força nesse sentido; ii) Sob a ação de uma força constante, um corpo move-se com velocidade constante; iii) O valor da velocidade de um corpo é proporcional a intensidade da força que nele atua; iv) A aceleração de um corpo é devida a um aumento da força que nele atua; v) Na ausência de força, um corpo está em repouso, ou, se está a mover-se, acaba por parar; vi) Na ausência de força, um corpo move-se até parar porque armazenou uma espécie de “ímpeto” durante a atuação de uma força a que foi submetido anteriormente; vii) As forças que não produzem movimentos não existem. É o caso da reação de uma mesa sobre um corpo, que “não existe” porque o corpo não se move para cima; viii) A ação que um corpo exerce noutro e a reação que este exerce no primeiro dependem de aspectos figurativos, tais como a forma e a posição dos corpos, a massa dos mesmos, o seu tamanho, o estado cinético em que se encontram etc.; ix) A força é uma propriedade de um corpo (MONTEIRO, 2015 p. 2)

Acrescenta-se a esse dado que na maior parte do tempo os alunos estão sujeitos a informações dos mais variados meios de informação como jornais, revistas, internet etc. que podem contribuir para reforçar ou induzir as concepções espontâneas em relação a esse conceito (KARAM, 2006) Dessa forma, foi solicitado aos alunos que respondessem a segunda questão do questionário para que pudéssemos extrair sua concepção de força e assim traçar a melhor estratégia para uma abordagem na UE.

De acordo com uma análise prévia do material pode-se perceber que a maiorias dos estudantes mantem um padrão nas respostas, muitas delas recheadas de impressões que pode ser vistos em muitos livros didáticos e até na fala dos professores, o que tornou a categorização um pouco difícil, porém, uma determinada

parcela dos alunos ao exemplificarem suas respostas deixam explícitos parte dessas concepções. Considerando as respostas dadas pelos alunos **Quadro 03**, dividimos as respostas em três categorias: **Nível I**- ação sobre um corpo, **Nível II**- agente Físico, **Nível III**- interação entre dois corpos.

**Quadro 06:** respostas dos estudantes a 2 questão

SUJEITOS	<b>2. O que é força? (Nesta questão você citar exemplos, explicar situações onde este fenômeno físico ocorre)</b>
JNS	Não respondeu.
JVNA	É um agente Físico, que age sobre um corpo, que resulta na interação dele contra outro corpo, modifica a velocidade ou causa a deformação sobre ele: empurra uma pessoa
NOS	é movimento exercido sobre um corpo
VC	É o agente Físico capaz de alterar o estado de repouso ou de M.U de um corpo material
TVNL	É o agente Físico que altera o estado de repouso ou movimento de um corpo. Exemplo, chutar um balde
YTA	É a interação entre dois corpos, causando uma mudança
EAS	É um movimento exercido sobre um corpo
VFS	Força é tudo aquilo que age sobre um corpo que resulta na interação dele com outro corpo, modifica a velocidade ou causa deformação. Exemplo, quando uma pessoa empurra um carro.
MS	É um movimento exercido pelo corpo.
JSL	É um agente Físico capaz de alterar o movimento de M.U ou repouso
YCC	Força é tudo aquilo que age sobre um corpo e tem que resultar na interação dele com outro corpo
ACSV	Movimento exercido sobre um corpo
JSS	É a interação entre dois corpos, causando uma mudança.
DCMS	É um agente Físico, que age sobre um corpo, que resulta na interação dele contra outro corpo, modifica a velocidade ou causa a deformação sobre ele. Exemplo, eu empurrando a geladeira, assim modificando a posição inicial.
SAS	É um movimento aplicado sobre um corpo
O	Força é quando um corpo aplica uma força em outro corpo. Exemplo, se eu aplicar minha mão numa parede empurrando eu estaria aplicando uma força sobre ela
SCS	Um movimento que é exercido sobre um corpo em repouso



ISU	É uma ação sobre um corpo que modifica seu movimento
SST	um movimento exercido sobre um corpo
RLLS	É o que altera o estado de movimento ou de repouso de um corpo
LH	É o agente Físico que altera o estado de repouso ou movimento de um corpo
JR	Força é tudo aquilo que age sobre um corpo e que resulta da interação dele com outro corpo. Exemplo, bater em um saco de farinha
PGNR	É um movimento exercido à um corpo. Empurra alguém, jogar uma bola
CA	É o movimento exercido sobre um corpo
BP	É o movimento exercido sobre um corpo

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

**Quadro 07: Categorização referente a questão 2-o que é força?**

CATEGORIAS	ALUNOS	FR	%
Agente físico	LH, JVNA, NOS, TVNL, MS, DCMS	6	18,75
Interação	JVNA, VFS, JSS, DCMS, JR	5	15,62
Altera o estado de repouso ou o estado de movimento	VC, TVNL, JSL, ISU, SST	5	15,63
Ação sobre o corpo	JVNA, VFS, YCC, DCMS, ISU, JR	6	18,75
Movimento exercido sobre o corpo	SAS, ACSV, MS, YTA, NOS, SCS, SST, CA, BP, PGNR	10	31,3

FR- Frequência das respostas

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

#### 4.3.2 Conceito de força como agente físico

Dentre os indivíduos pesquisados existem alguns sujeitos que admitem a existência de algum “agente Físico” capaz de mudar o estado de inércia do corpo e que segundo a perspectiva dos estudantes este provocará efeitos diferentes (deformação ou velocidade) dependendo da força aplicada ou de sua natureza. Os dados dessa pesquisa vão ao encontro a resultados de artigos já publicados por Pregnotatto (1992) e Silva (2008). Como mostra o quadro 04 neste grupo inserem-se

6 (seis) indivíduos que somam cerca de 18,75% e que se utilizam desse termo para conceituar força, não deixando claro o que seria esse **agente**, podendo este ser externo ou interno.

É possível perceber que alguns sujeitos atribuem essa mudança a aplicação de uma “Força muscular” isso se torna claro na fala de JVNA “**empurrar uma pessoa**” e TVNL “**chutar um balde**” que são exemplificações do seu dia a dia, o que nos faz acreditar que o desenvolvimento do conceito nestes indivíduos faz-se a partir de suas experiências cotidianas ou como afirma Piaget (1975) uma relação direta com esforços musculares com a apreensão desse conceito, sendo que na ótica da perspectiva do indivíduo sempre será necessário um agente externo capaz de colocar o corpo em movimento.

Dessa forma, estes indivíduos não estão familiarizados com o movimento dos planetas que não existe nenhuma força motora responsável pelo seu movimento, e que os planetas estão apenas em uma eterna queda livre em direção a estrela, não havendo nenhuma relação entre força e velocidade e que esse modo de pensar induz que uma grande Força imprime uma grande velocidade (GOMES, 2010)

#### 4.3.3 Conceito de força como Interação

Os indivíduos que inserem-se nesse grupo afirmam que devido a ação de uma força há como resultado a interação dos corpos, não deixando explícito de que forma se apresenta essa interação, que pode ser de campo ou por contato assim como confirmado por Silva (2008), essas afirmações deixam margem a muitas interpretações, em alguns casos os estudantes afirmam interação é responsável por uma “mudança” (ACSV), que pode ser atribuído a retirada do seu estado de repouso ou simples deslocamento, como afirma DCMS “eu empurrando a geladeira, assim modificando a posição inicial” ou indivíduo O “eu aplicar minha mão numa parede empurrando eu estaria aplicando uma força sobre ela”. Fica evidente com esses dois exemplos que certa parte dos alunos imaginam que a interação por contato é a única forma de permitir que um corpo em movimento, os nos leva a crer que estes desconhecem o conceito de Força de campo, o princípio da Força gravitacional e a Força eletromagnética. Além do que como explica Nussenzveig (2005)

e todas as forças fossem devidas ao contato com outros corpos, bastaria a ausência do contato para estabelecer a ausência de forças. O exemplo da força-peso, e das forças elétricas e magnéticas, mostra que existem forças que atuam sem que haja contato direto com o corpo responsável pela força. (NUSSENZVEIG, 2005 p.80)

#### 4.3.4 Conceito de força como alteração do estado de repouso ou do estado de movimento

Outro aspecto confirmado por parte dos alunos cerca de 15,62% foi a relação entre força, movimento e repouso. Embora cientes dessa relação existente entre esses conceitos eles explicam esses fenômeno maneira equivocada relacionando força com velocidade e não com sua aceleração, como comprova a maioria das pesquisas nessa área, grande parte dessas concepções acerca desses fenômenos físicos podem ter contribuição de outros meio de informação além da escola, como revistas jornais, televisão e internet (CLEMENTE, 2010; PEDUZZI, 1985; GOMES, 2010).

Quando são solicitados que representem as forças que estão presente em um corpo quer este esteja em movimento quer esteja em repouso grande parte dos levados pela concepção que a força está na direção do movimento, dessa forma propomos que estes respondessem as questões de 7 a 12 (apêndice B) para que pudéssemos verificar a relação do conceito de força. Para complementar a questão 2 sobre força propomos que os alunos respondessem cinco questões retirados da literatura sobre o assunto (SILVEIRA, 189, MONTEIRO, 2015; CLEMENTE, 2010, PREGNOLATTO, 1992) que são as principais referenciais dentro da literatura que se utilizaram desse tipo de teste para detectar as concepções previas dos estudantes.

#### 4.3.5 Conceito de força como ação sobre o corpo

Embora a Dinâmica Newtoniana seja alicerçada na ideia de que um movimento retilíneo uniforme pode manter-se em movimento sem que seja necessária a ação de uma força atuando diretamente sobre o corpo em movimento, essa é uma das concepções espontâneas que mais os estudantes apresentam dificuldades para a sua compreensão. E isso não poderia ser diferente, uma vez que

nossa experiência cotidiana parece demonstrar que para que um corpo entre em movimento devemos aplicar sobre ele uma força.

Essa ideia de que existe uma força atuando sobre o corpo em movimento encontra-se na maioria das falas dos estudantes, como se percebe no discurso de JSS-“é interação entre dois corpos que **causa uma mudança**” ou na fala de JVNA-“**que age sobre um corpo**”. Essa ideia intuitiva que a maioria dos alunos parece assemelha-se em grande parte com a visão aristotélica sobre o movimento. Para Aristóteles o movimento era entendido como uma **mudança**, podendo ser violento ou natural. Depreende-se também das falas dos alunos que para que haja movimento é necessário a existência da ação contínua de uma força como é percebido na fala de VFS-“**quando uma pessoas empurra um carro**”. Por encontra-se em um mundo com atrito as pessoas e principalmente os estudantes possuem a ideia de que todo corpo tende a imobilidade, ou seja, assim como Aristotélicos grande parcela dos alunos acreditam que todo corpo possui a tendencial natural e espontânea de diminuir seu movimento até finalmente parar isso comprova-se através de seu postulado número 1 que de Aristóteles em que ele afirma que “*enquanto estiver sob a ação de uma força externa, um corpo mantém seu estado de movimento*”

#### 4.3.6 Movimento exercido sobre e pelo corpo

Este grupo empregou a palavra movimento para designar força. Cerca de 31,3% indicaram que força é um movimento aplicado a um corpo, que pode ser tanto “exercido”(NOS, EAS, ACSV, CA e BP), que pode ser exercida por uma pessoa ou por outro corpo. A palavra exercer pode aparentemente não suscitar muita coisa, porém esta é uma palavra bastante usada nos exemplos de manuais de Física, livros didáticos e por professores em sala de aula, como por exemplo, João exerce força sobre, e com isso ao exercer força sobre determinado objeto o individuo acaba recendo uma pressão é o que confirma SAS “É um movimento **aplicado sobre** um corpo”, depreende-se também que estes jovens possuem além de uma concepção de Força como puxar, empurrar, levantar um conceito já relacionado com o ambiente escolar. Dessa forma, pode inferir-se que o conceito de força que a maioria desses alunos apresentam está relacionado ao conceito de pressão, como podemos

observar no discurso de MS “É um movimento **aplicado pelo** corpo”, assim, o aluno afirma que a força (Pressão) é aplicada pelo corpo que em pode ser compreendido como sendo um corpo ou objeto que está sobre uma determinada área exercendo uma pressão.

Para Aristóteles o movimento violento e a velocidade do corpo deveriam ser diretamente proporcionais à força motora exercida, e inversamente proporcional à resistência ao movimento que se deve principalmente ao peso do objeto (ARDEN, 2014). Nesse sentido concebemos que estes alunos estão fazendo uma relação de proporcionalidade através da fórmula  $F=P \cdot A$ .

#### 4.4 Análises das questões objetivas

O questionário aplicado foi adaptado de algumas publicações já existentes na literatura composto de 15 questões. Das 15 questões de 11 tiveram como finalidade além de detectar as concepções espontâneas dos alunos, corroborar na compreensão das afirmações dos mesmos acerca dos conceitos, confrontando com pesquisas já publicadas. As questões possuem entre 4 e 5 alternativas em que uma corresponde a concepção newtoniana sobre força e movimento e as demais sobre as concepções aristotélicas e galileanas. As questões possuem como princípio básico que os alunos ao responderem as questões seguiram padrões que estarão de acordo com suas concepções.

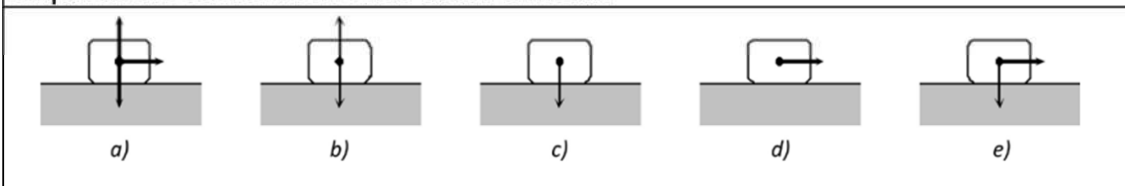
As questões 7 e 8 versam sobre movimento horizontal, na primeira admite-se que o atrito seja desprezível e na segunda a existência do atrito. A diferença nas duas condições é frequentemente os alunos admitem que na ausência de atrito o corpo se move devido uma força resultante que está no sentido do movimento, e com questões com atrito (resistência) a força inicial de lançamento inicia-se em grande módulo e no decorrer do movimento a força vai se extinguindo. As questões foram tabuladas e dispostas em gráficos para melhor compreensão

Na sétima questão foi perguntado ao estudante sobre o movimento de um corpo em uma superfície com atrito desprezível, como mostra o quadro 05. As setas indicam as possíveis forças que atuam nesse corpo após o lançamento, que também representam as possíveis concepções que o estudante pode possuir sobre o fenômeno físico. Como podemos observar no quadro 05 após ser lançado pela

criança o bloco move-se sem nenhuma resistência com velocidade constante, e por isso, a única força atuando será a atração gravitacional da terra, e pela força de contato normal. Por isso, o aluno ao afirmar se que existe uma força atuando no corpo na direção do movimento enquanto este se move estará implicitamente afirmando que chegou a essa conclusão por acreditar que o corpo move-se segundo leis aristotélicas ou galileanas.

**Quadro 08:** concepção de um movimento retilíneo sem atrito

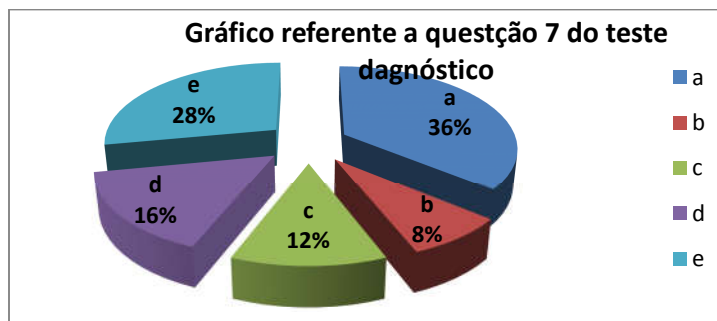
7. Um bloco de gelo, após ter sido colocado em movimento por uma criança, desliza para a direita sobre a superfície lisa de uma mesa de vidro horizontal, com atrito desprezível. Qual alternativa melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre o bloco enquanto ele estiver deslizando sobre a mesa?



Fonte: adaptado de Chicórá (2017)

Como podemos observar no gráfico 01, grande parte dos alunos escolheram as questões a e c, nessas duas questões existe uma seta que representa a força no sentido do movimento, embora admitam que exista uma Força gravitacional e uma resultante (força normal) os alunos são levadas a crer que existe uma força que é responsável por manter o corpo em movimento. Para 36% dos alunos as forças que estão presentes neste corpo em movimento é a força peso que está direcionada para baixo e uma força contrária provavelmente esses fazem uso da terceira lei da dinâmica, embora a força que está no sentido do movimento não possua um par de força, com base na literatura consultada isso deve-se ao fato da força de atrito que normalmente ser a principal força de resistência não está presente no problema e por isso, não há necessidade de indica-la.

**Gráfico 01:** concepção dos alunos sobre Força



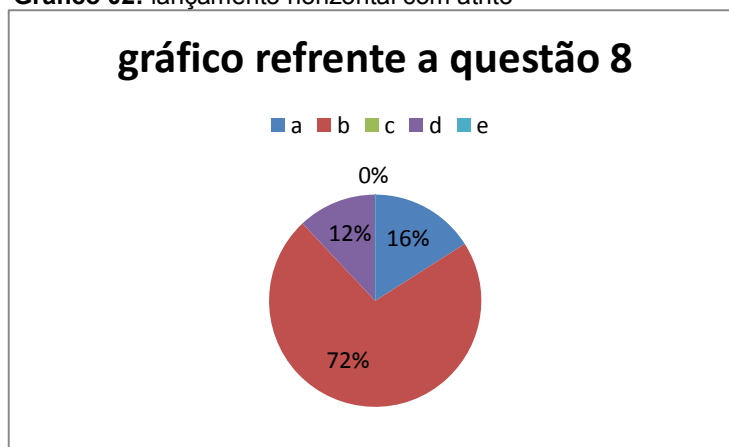
Com a relação a oitava questão do teste os alunos afirmaram que inicialmente o corpo inicia seu movimento com uma grande velocidade devido esse corpo ser lançado com uma grande força. A maioria dos alunos acredita que ao lançarem um corpo é necessária aplicar a eles uma considerável força, para chegar a essa conclusão usam como parâmetro principal a experiência cotidiana, é justificável esse conclusão por parte dos estudantes, uma vez que a maioria dos corpos que são postos em movimento em nosso dia a dia devido a proporcionalidade de suas massas é necessário lançá-lo com considerável força, conseqüentemente devido às forças de resistência (atrito, resistência do ar) o objeto iniciará seu movimento com uma grande velocidade e depois cessará a estas forças de Resistencia.

Cerca de 72% dos alunos indicaram a alternativa b como a respostas correta, isso demonstra que os alunos além de não dominarem os conceitos básicos de mecânica estes ainda possuem grandes dificuldades em compreender em sua totalidade o estado de movimento de um copo lançado, seja este lançado vertical ou horizontalmente. Couto (2009) comenta que parte dessa confusão deve-se ao fato do aluno não saber diferenciar o “sistema abstrato” do “sistema real”, e nem as condições em que esse modelo foi criado, e por não compreender porque em Física certos aspectos da realidade são levados em consideração em detrimento momento e em outros desconsiderados ou até considerados irrelevantes para o estudo, que a maioria dos estudantes elegem as concepções espontâneas como para parâmetro para analisar grande parte dos fenômenos físicos.

O esforço em separar o que deve ser relevante ou não ao abordar uma situação ajudaria os estudantes a se tornarem cada vez mais autônomos. Como mostra a gráfico 02 os adolescentes acreditam que ao lançarem um corpo a força usada no lançamento fica contida neste, e frequentemente acreditam que para

representar esta força devem utilizados vetores proporcionais a força, ou seja, o tamanho do vetor indica a quantidade da força utilizada, e quando este não está mais representado é porque a força acabou.

**Gráfico 02:** lançamento horizontal com atrito



Fonte: Silva (2018)

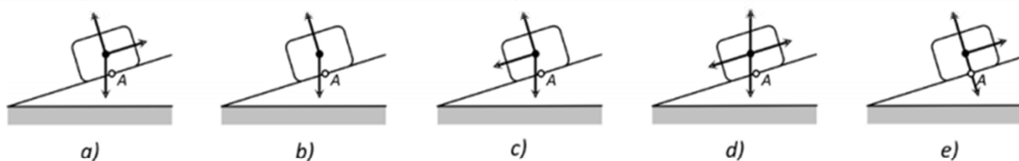
A nona questão (quadro 06) apresenta um modelo bastante conhecido dos alunos, o plano inclinado, onde a maior falha dos alunos encontra-se em indicar as forças e suas componentes. Nesta questão os alunos admitem a existência da força peso e que esta direciona-se para o centro da terra, e em contra resposta existe a força normal, porém como na maiorias dos casos também indicam uma força na direção do lançamento do corpo. Alguns alunos ainda demonstram erros conceituais o que denota que não foi dado o tempo suficiente para que os alunos refletissem sobre assunto, o que nos chama atenção é o fato que 28% dos alunos não compreenderem que sendo a força normal uma força de reação devido ao conato dos corpos e por isso perpendicular a superfície onde esse corpo se encontra, muitos estudantes foram levados a considerar como corretas as alternativas **de e** onde são representadas a força normal e a força peso de forma equivocada (quadro 06 e gráfico 03). Apenas uma fração muito pequena dos alunos cerca de 4% marcaram a questão onde aplica-se corretamente a concepção newtoniana do



movimento o que nos indica que antes de ser trabalhado esse conceito de força devem ser invocados alguns aspectos básicos das leis de Newton.

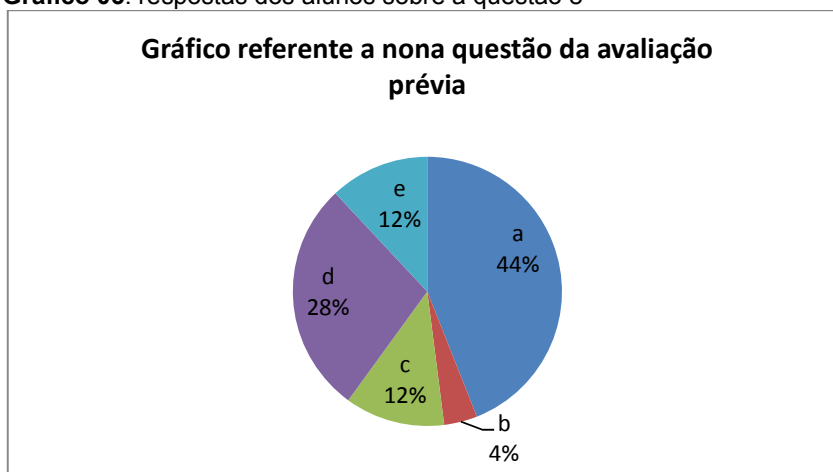
**Quadro 09:** bloco lançado em um plano inclinado

9. Um bloco de gelo é jogado para cima ao longo de uma superfície inclinada lisa. Marque a opção que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre ele, ao passar pelo ponto A, ainda subindo. Despreze o atrito.



**Fonte:** adaptado de Chicóira (2017)

**Gráfico 03:** respostas dos alunos sobre a questão 8



**Fonte:** Silva (2018)

#### 4.5 OBSERVAÇÃO DA SALA DE AULA DE ACORDO COM OS PRECEITOS CONSTRUTIVISTAS

#### 4.5.1 Análise das concepções pedagógicas do professor

Sabemos que muitas das atitudes que os professores tomam dentro de sala de aula têm uma relação estreita com a concepção que este possui do ensino e consequentemente do processo de construção de conhecimento em sala de aula.

Um professor que matem uma postura empirista do conhecimento em sala de aula acredita que o conhecimento pode ser transmitido, e que para que aluno aprenda tudo que este precisa fazer é apenas sentar em sua carteira e assistir passivamente a aula ministrada pelo professor (Becker, 2001).

Um professor que trabalha segundo essa epistemologia concebe que seu aluno é uma tábula rasa não apenas quando nasce como ser humano, mas frente a qualquer conteúdo estocado em sua grade curricular. Dessa forma, a cada etapa da vida do estudante o professor empirista acredita que seu aluno não sabe nada em termos de conceitos, leitura, aritmética ou qualquer outro conteúdo que este pretende ensinar, e que ele somente ele é capaz de produzir um novo conhecimento no aluno (Becker, 2001, p. 17).

Existe um segundo modelo que está mais presente na concepção pedagógica do professor do que em sua própria prática dentro de sala de aula. Segundo esse modelo, a criança já traz um conhecimento (hereditário) tudo que o professor necessita é fazer com que esse conhecimento aflore, ou seja, venha a tona. Fica evidente que à medida que um dos polos (Professor e Aluno) envolvidos no processo se tora independente a variável Ensino desaparece. O professor que trabalha segundo essa concepção abre mão daquilo de mais importante em sua prática que é a intervenção. (BECKER, 2001)

Existe ainda uma terceira concepção, a concepção construtivista do conhecimento, que baseia-se em grande parte desse trabalho. O professor que guia sua prática segundo as concepções construtivistas, acredita que o aluno só aprende, ou só construirá algo novo se este agir sobre o objeto do conhecimento, sela ele um material, um conceito ou uma situação, através de processos assimilativos, e ainda que este responda para si seus conflitos, por processor acomodativos, e através disso em uma etapa posterior se aproprie não mais das ações e, sim dos mecanismos íntimos dessas ações.

O professor que trabalha segundo essas concepções, nega as duas primeiras, pois este compreende que o conhecimento não nasce com a criança, embora este não deixe de considerar a importância dessa bagagem hereditária, o que ele rejeita-se é o fato de que a criança já possa trazer um conhecimento programado. Outro aspecto dessa concepção é que o professor acredita que seu aluno não é uma tábula rasa, e que os conhecimentos adquiridos durante sua experiência, servirão como base para a construção de um novo conhecimento (BECKER, 2001).

Com bases nesse esclarecimento analisamos a interação pedagógica em sala para que pudéssemos compreender o funcionamento da construção e aprendizagem dos conceitos Físicos em sala de aula. Com base as concepções construtivistas, procuramos analisar a interação entre os atores envolvidos no processo (professor-aluno, aluno-aluno), o conteúdo abordado durante as observações, os objetivos de aprendizagem e os procedimentos realizados pelo professor, e principalmente a ação dos estudantes frente à aprendizagem do novo conteúdo. Baseamos nossas impressões de acordo com o protocolo de observação construído para esse fim, que contemplasse tanto as ações do professor como as dos alunos. Durante essa fase de exploração buscou-se os principais aspectos que compõe a dinâmica escolar.

Destacaremos alguns aspectos que foram alvo de nossas observações de acordo com o protocolo de observação, o primeiro diz a respeito da prática do professor em sala de aula, a metodologia utilizada, os objetivos das aulas, recursos didáticos, interação com os alunos e a identificação com sua profissão. Para análise da prática docente foram utilizados além das observações de sala de aula, entrevista e registros de conversas informais com o professor e seu comportamento durante os intervalos. De um modo geral percebe-se que o docente mantém uma relacionamento bastante saudável com seus alunos assumindo as vezes caráter paternalista, nas “broncas” e elogio durante o intervalo. O que pode ser constatado na sua fala quando diz:

“eu não consigo sair de sala e deixar de professor, eu vejo como alguns colegas ficam diante de certa situação, eu não consigo ver e ficar calado, eu brinco quando tenho que brincar, brigo quando tem que chamar a atenção, eu sou eu sou assim... eu sou desse jeito”(TRECHO DA ENTREVISTA RETIRADO DA ENTREVISTA)

#### 4.5.2 Prática de sala de aula e o trabalho pedagógico do professor

Durante essa fase da pesquisa acompanhamos o professor durante 10 (dez) aulas, no primeiro dia de observação acompanhamos o professor em todas as turmas durante seu dia de trabalho, o objetivo era coletar o maior número de informações em relação sua prática, metodologia utilizada, avaliação e principais objetivos alcançados. Para auxiliar na observação algumas aulas foram gravadas em áudio e vídeo e outras apenas em áudio para não influenciar no comportamento dos alunos em sala de aula.

Com base em alguns aspectos construtivistas vamos discutir a dinâmica de sala de aula e alguns trechos serão destacados para corroborar com nossas impressões. Para isso recortamos alguns trechos das transcrições das aulas que achamos importante, a primeira que caracterizava o fim do bimestre e as aulas práticas em laboratório. Essa fase foi de suma importância para o professor, pois foi possível construir uma visão mais ampla dos sujeitos que estão envolvidos na pesquisa

#### 4.5.3 Prática docente- a aula expositiva

O professor entra em sala de aula e os alunos estão todos alvoroçados é final de bimestre e os alunos estão entregando os últimos relatórios da feira de arte-LITERART que comporá a nota, o professor fica próximo a sua mesa e recebe os trabalhos dos alunos, alguns ainda estão terminando em sala de aula e professor adverte **“isso é pra terminar em casa”** e reprende todos os alunos, apesar das “brincas” o clima que passa em sala de aula é bastante amigável e os aspectos afetivos de professor-aluno é benéfico segundo a concepção construtivista. A entrega dos trabalhos dura cerca de três minutos e então o professor sinaliza **“pronto...abram os cadernos!”** avisando que vai começar a aula, a turma começa a silenciar então inicia a chamada. Em seguida o professor avisa qual será a aula do dia, apenas a correção de exercício da aula passada.

“então vamos começar, então.. o que eu vou fazer agora, nós vamos terminar com... aqueles exercícios que foram passados os exemplos, abre

aí teu caderno [o aluno folheia o caderno para encontra a matéria da disciplina]... desses exemplos ai algum fez algum!? [os alunos respondem que não] então vamos lá, vamos lá.. o primeiro exemplo vai dizer o seguinte... [começa a descrever o problema] [ alguns alunos conversam no da sala o professor repreende]... ei agora só eu que falo, é pra prestar atenção no quadro não quero ouvir ninguém falar [novamente é interrompido com conversas paralelas]...quem é que tá batendo papo ai atrás? Maria (nome Fictício) vira pra frente, colega senta direito, essa cadeira não é pra sentar de ladinho, ladinho a gente senta na praça... só olha pra frente (aula do dia 25 de setembro de 2017)

Nesse pequeno trecho é possível perceber algumas características da metodologia tradicional na prática do professor, uma delas é que o professor não deixa claro o objetivo da aprendizagem, que resume-se apenas na correção do exercício da aula anterior, que servirá apenas para o treinamento de algoritmos e fixação dos exercícios. Outro aspecto observado foi que o professor durante a sua exposição abre pouco espaço para o diálogo com os alunos e em nenhum momento ele abre discussão para que o aluno tenha tempo de refletir sobre o que foi aprendido, os alunos apenas limitam-se a responder dados que estão no problema e aspectos teóricos como onde é “visto” leis de Newton (o conteúdo que está sendo repassado é aplicação das leis de Newton).

Durante a maior parte de sua explanação o professor permanece no quadro resolvendo as questões propostas, a participação dos alunos resume-se a repetições mecânicas de conceitos chaves, o professor resolve toda a questão, restando apenas aos alunos apenas acompanhar o raciocínio do professor.

“[o alunos copiam a primeira questão] **professor:** oque ele pergunta aqui...? qual a força de reação, ó segunda lei de Newton... se o bloco está sobre a superfície, força peso a de reação de apoio é a força..? **alunos: normal...**  
**professor:** e tu já sabe o que diz, uma é igual a outra oque muda é só é ooo... sennt... **alunos: sentido, professor:** então a força normal ou a normal também é igual ao **alunos: Peso, Professor:** aqui duas coisas, o que tu procura FN (força Normal) quer saber quem é a força normal, tu sabe qual o peso, tu sabe a força normal não é, como eu calculo o peso?  
**Alunos: massa vezes a gravidade Professor:** pronto, massa vezes a gravidade nunca me esqueço, força normal é igual.. qual é a massa?  
**Alunos: seis Newtons... Professor: qual é a gravidade?... alunos: 10m/s<sup>2</sup>.. Professor:** dez é na superfície da terra, arredondado, **que dá 60 N...** alguma pergunta..? **Alunos: Nãoo...**” adiante agora é hora de copiar(trecho da aula do dia 25 de setembro de 2107)

Como podemos perceber grande parte do diálogo de sala de aula é propriamente do professor, os alunos permanecem sentados olhando para a

resolução do problema, enquanto o professor faz perguntas rápidas e fáceis, em quais respostas não passam de uma frase completa ou uma palavra. Vasconcellos denomina esse episódio da construção do conhecimento em sala de aula de “Didática do atalho” o professor querendo ganhar tempo dá logo quase tudo pronto para o aluno, a fórmula o algoritmo, dessa forma ele deixa de lado um fator muito importante, o tempo que o aluno levaria para se apropriar do conhecimento. Para o aluno a “Didática do atalho” parece inicialmente vantajosa, poupa tempo e trabalho, porém mais tarde o aluno percebe que não aprendeu, pois não lembra da sequência ou não sabe como resolver, e dessa forma, nas avaliações vê-se obrigado a decorar a fórmula, o resumo a questão.

BRUBACHER (1961) apud Vasconcellos (2000) resume o ensino tradicional da seguinte forma:

O processo de ensino-aprendizagem pode ser assim sintetizado: o professor passa para o aluno, através do método de exposição verbal da matéria, bem como exercícios de fixação e memorização, os conteúdos acumulados culturalmente pelo homem, considerados como verdades absolutas. Nesse processo predomina a autoridade do professor enquanto o aluno é reduzido a mero agente passivo. Os conteúdos, por sua vez, pouco tem a ver com a realidade concreta dos alunos, com sua vivência (BRUBACHER, 1961 apud VASCONCELLOS, 2000).

Essa concepção sobre o ensino perdura até hoje não apenas por seus pressupostos, acriança é uma tábula rasa, como também por seu peso histórico, pois a maioria das novas gerações de professores se deu através dos moldes da “concepção tradicional”. Além disso, existem diversos fatores que corroboram para a manutenção da Metodologia expositiva tais como: 1) legitimação social, ou seja, por ser um método universalmente aceito, pois pais não ousam questionar, 2) o que é cobrado do aluno é apenas um conjunto de informações que serão decoradas e cobradas na prova, 3) cumprimento de sua tarefa, ou seja, o professor precisa cumprir um extenso programa, pois na concepção da escola professor bom é aquele que cumpre o programa, 4) normalmente é uma metodologia que para ser aplicada não necessita de muitos recursos, investimentos ou materiais didáticos, além do que é cômoda para o professor pois não precisa atualizar-se. (VASCONCELLOS, 2000).

Esta postura do professor é que Becker (2001) denomina de pedagogia diretiva, em que professor acredita que todo o conhecimento vem de si, como

podemos perceber em uma de suas falas “ei agora só que falo”, como se o que o conhecimento durante sua carreira pudesse ser transmitido aos alunos.

No que diz respeito aos materiais utilizados em sala de aula, o professor utiliza-se apenas de seus argumentos para conduzir a construção do conhecimento em sala, a aula transcorre quase integralmente com o professor em frente ao quadro ensinando os alunos os procedimentos de algoritmos, como podemos perceber no trecho abaixo:

Professor: O quê que eu faço, só vou fazer isso 5a igual a vinte. Correto? Dois e três, cinco. Eu passei tudo pro mesmo membro, e quando só inverte tudo, não mexo no sinal de ninguém. “a’ é igual a vinte sobre cinco, que é igual a quatro metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ); tranquilo pessoal? Se eu achei “a” na letra b ele vai pedir  $F_{ab}$  e na letra c ele vai pedir  $F_{ba}$ . Tirando a bola do sinal eu já resolvi isso, tá as duas formulas ou esta, estão [ se referindo a tamanho da equação], ou esta aqui. Vou primeiro achar  $F_{ab}$ .  $F_{ab}$  é igual a massa de B vezes a aceleração, quem é  $F_{ab}$ ? É o que eu quero, que é a massa de B?(observação das aulas).

Depreende-se que a prática do docente está sistematicamente arraigada na concepção empirista do conhecimento, pois o conhecimento está fluindo de um único polo, o do professor, não há espaço para a reflexão da tomada de consciência por parte do aluno. A ação como mero exercício prático não possibilita ao aluno a construção de algo novo, pois uma pessoa pode passar a vida toda desenvolvendo uma atividade prática sem ao menos tomar consciência disso, ou mesmo aluno pode ser exímio na resolução de algoritmos e não ter consciência dos processos que levaram a isso. (Becker, 2001).

Por isso mesmo Freire afirma:

no processo de aprendizagem, só aprende verdadeiramente aquele que se apropria do aprendido, transformando-o em apreendido, com o que pode, por isso mesmo, reinventá-lo; aquele que é capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas (FREIRE, 1997, p. 27-28)

#### 4.5.4 Prática docente- as propostas de aulas experimentais

O ensino de ciências e especialmente o ensino de Física tem a experimentação como essencial para a aprendizagem dos conceitos físicos, no entanto, as decisões tomadas pela maioria dos professores para planejar e conduzir

suas práticas nem sempre estão apoiadas em teorias pedagógicas coerentes, e sim em teorias e concepções espontâneas adquiridas ao longo de suas trajetórias, seja por influência direta de seus professores ou através da prática de sala de aula. Nesse sentido, conhecer as concepções espontâneas do professor é tão importante quanto a concepção os alunos (GIL-PÉRESZ, 2011). Essas concepções espontâneas sobre o ensino e o conhecimento influenciam diretamente sobre sua percepção sobre experimento, experimentação e atividade prática. (ROSITO, 2000)

Macedo (1994) define a prática e as escolhas do professor da seguinte forma:

Na sala de aula, a professora ou o professor utilizam-se da intuição para interpretar o que está acontecendo ali. Suas intuições na prática pedagógica são importantes para ordenar o modo como trabalham com se relacionam com seus alunos. a intuição é organizadora dessas conduta (MACEDO, 1994, p. 24)

Nesse sentido, dedicaremos esta parte de nosso trabalho a analisar as práticas de laboratório desenvolvidas pelo professor durante a de pesquisa de campo, no qual foi possível destacar algumas concepções que este possuiu sobre ensino e aprendizagem. Para tanto, faremos uma análise das ações que se depreendem do seu fazer pedagógico durante as práticas desenvolvidas em sala de aula, para que possamos sintetizar e caracterizar as principais concepções implícitas ou explícitas.

As aulas práticas foram desenvolvidas no laboratório multidisciplinar da escola, que está estruturado para realização de aulas práticas das áreas das Ciências Naturais (Biologia, química, Física) e Matemática. O laboratório possui uma estrutura simples, mas fornece as condições necessárias para que o professor possa desenvolver uma boa prática. Para análise da prática docente e aprendizagem de conceitos em sala de aula, destacamos dois momentos de práticas de laboratório onde uma foi gravada em áudio e vídeo e outra apenas em áudio, para que não interferisse o no processo de ensino e percurso das aulas.

O professor sempre iniciava suas aulas dizendo o que seria visto na aula, em seguida fazia uma pequena recapitulação do conteúdo da aula anterior que corresponde segundo nossas análises à explicitação dos objetivos da aula.

**Professor:** vamos lá, na aula de hoje nós vamos dar continuidade no que estávamos vendo... Mecânica dos Fluidos, não é isso! Na primeira aula nós conhecemos um pouco do laboratório, lembrem disso né!



**Alunos:** [ ao fundo] sim..

**Professor:** não foi isso, nós vimos a vidraria, vimos alguns instrumentos que tem aqui, pra que serve e outras coisa mais, inclusive na próxima aula eu vou dar a primeira carimbada, que eu vou dar os carimbos, quantos carimbos tiver vai ser tua nota da segunda AV, algumas vezes aqui eu vou fazer os experimentos e outras é vocês que vão fazer.. tranquilos... eu vou dividir por equipes, e numa aula uma equipe vai fazer os experimentos

Dessa forma, o professor preocupou-se em conceder aos alunos conhecimentos que serão necessários a nova etapa. Embora o docente mantivesse em sua prática de laboratório comportamentos estritamente tradicionais de ensino, como por exemplo, a ideia da transmissão do conhecimento, este sempre mostrou-se preocupado em desenvolver novas práticas o que o que demonstra um comprometimento com o seu trabalho e com o aluno.

Durante sua prática de laboratório o professor construiu roteiros os quais distribuía aos alunos, pode-se observar através do bom andamento das suas aulas, que o docente possuía um cuidado em planejar suas aulas antecipadamente, fato este que transpareceu por meio do assunto ministrado, demonstrando que este tem domínio da matéria a ser ensinada, embora em alguns aspectos do conhecimentos fossem apenas utilizados para “ensinar bem” e transmitir os conteúdos a ser aprendidos do que realmente para a discussão com seus alunos.

O professor também buscava sempre que podia relacionar os conteúdos com aspectos do cotidiano do aluno **“no nosso corpo a maior parte do nosso corpo é formado por fluidos, as lágrimas quando a gente chora são fluidos, o suor é um fluido, o sangue que está em nossas veias tudo isso são fluidos, a nossa saliva é um fluido”**, desta forma, tentava aproximar o conteúdo ministrado em sala do vivenciado pelo aluno.

O docente ainda guarda em sua prática alguns aspectos da metodologia tradicional implícitos em na sua fala, quando classifica o alunos como “bons” ou “ruins”, dessa maneira o professor deixa transparecer que parte ele acredita que parte do sucesso ou fracasso da aprendizagem dos alunos é apenas uma questão de “prestar atenção e fazer direitinho a tarefa”. (VASCONCELLOS, 2000). Fato que pôde ser comprovado na fala do professor quando afirma **“é uma turma boa assim... boa de melhorar..[risos], eles são bons, são muito brincalhões, mas eles são bons, não é verdade?”**, o que mostra que este professor já possui um

pré-conceito da turma, embora latente, mas que pode influenciar no seu comportamento em relação a turma.

A respeito da metodologia empregada, embora a proposta fosse uma aula de laboratório (experimento, experimentação ou aula prática) o professor abre pouco espaço para a participação dos alunos, e quando estes participavam era tão somente pra responder perguntas cujas respostas já eram pré-estabelecidas, tais como **“mecânica é o estudo de quê?”**, **“se eu tenho massa eu tenho?”**, como afirma Becker (2001) quando isso ocorre em sala de aula“ nada de novo acontece: Velhas perguntas são respondidas com velhas respostas”

Outro aspecto que ficou bastante evidente na prática docente foi a “ação dos alunos”, ou melhor, a “falta de ação” dos alunos frente a prática, o que pôde ser percebido nas maioria das aulas, embora a proposta fosse que a prática tivesse uma relação com a experiência imediata do aluno, estes não agem sobre o conhecimento, apenas o professor realizar todas as etapas da aprendizagem, inclusive a parte que caberia aos alunos que seria a reflexão sobre o que foi aprendido como podemos inferir sobre este trecho retirado de umas das aulas:

...”então veja, você sendo esperto e prestando atenção, **você já pode fazer a relação assim**, olha o professor está fazendo pressão com esses exemplos de uma pessoa com dois pés e alguém com um pé só, aí ele disse que dois pés a pressão é uma e se tiver um pé só a pressão vai ser maior, **então quer dizer, aí eu vou começar fazer a relação**, é preciso ser inteligente e vocês são, mas as vezes não usam, então quer dizer assim, ora! Pressão tem a ver com a área, porque tem dois pés, tem duas áreas, agora só tem uma área agora e só um pé, entoa quando mudou a área mudou a pressão ó, então quer dizer que a pressão está diretamente ligada com a área com a força que está sendo aplicada, se eu aplico uma força sobre uma área pequena, a mesma força eu for aplicar em uma área grande os valores são diferentes, então se aqui a força peso for aplicado em dois pés a pressão vai ser maior, ela vai dar x, se for plicado em um pé só ela aumentou x mais alguma coisa, tranquilo isso?”(DADOS DA PESQUISA EMPIRICA)

O que para o professor possa parecer uma atitude perfeitamente normal e condicente como atribuição da prática, impede que o discente tenha a chance desse aluno refletir sobre o que ele aprendeu.

“À medida que o treinamento exige o fazer sem compreender, separando a prática da teoria, ele subtrai a matéria-prima do reflexionamento, anulando o processor de construção das condições prévias de todo o desenvolvimento cognitivo, portanto de toda a aprendizagem, uma vez que o reflexionamento

do fazer ou da prática é condição necessária do desenvolvimento do conhecimento”. (BECKER, 2003, p. 69)

## 4.6 INTERVENÇÃO EM SALA DE AULA: APLICAÇÃO E ANÁLISE DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Neste capítulo iremos discutir a respeito da intervenção pedagógica realizada com a turma pesquisada, que trata da parte empírica desta pesquisa, através da Unidade de Ensino-UE compostas pelas sequências didáticas que foram construídas com base no teste diagnóstico, coleta das concepções espontâneas dos alunos, observação didático pedagógica do professor, interação dos agentes participantes processo de construção de conceitos físicos em sala de aula.

Nesse sentido, tanto a unidade de Ensino como as sequências didáticas que a compõe foram construídas com base na concepção construtivista de ensino e em especial na teoria epistemológica de Jean Piaget, assim como alguns autores Piagetianos, (BECKER, VASCONCELOS, MACEDO), contemplando principalmente os processos ativos, a tomada de consciência, equilíbrio por meio do qual o indivíduo agindo sobre o material de ensino e capaz de acionar os esquemas mentais e dessa forma construir seu conhecimento.

### 4.6.1 Planejamento da unidade de ensino e das sequências

**Quadro 10:** Resumo da Sequência didática

<b>Unidade de Ensino</b>		
<b>Conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Nº de aulas</b>
1-Conceitos Básicos de Cinemática	Construir os básicos de Cinemática e dinâmica	2
2-Referencial e tipos de referencial	Diferenciar os conceitos de ponto material e referencial	1
3-Referencias inerciais e não inerciais	Construir a noção de conceito Relativo	2
Força: hidrostática	Utilizar a experimentação para desenvolver a autonomia do aluno	1
4-Leis de Newton e conceito de Força	Construir a noção de Força em suas diversas formas	2
5-Forças de inercia e Força centrípeta	Elaborar a noção básica de Forças Inerciais	1

**Fonte:** pesquisa empírica

4.6.2 Introdução ao estudo dos movimentos: movimento, repouso, referencial, espaço.

a) Primeiro encontro e revisão de cinemática

A aula de introdução do trabalho foi dividida em dois momentos. No primeiro fizemos uma pequena apresentação do trabalho utilizando um resumo como os principais objetivos, como seriam os encontros e como seria a aula, no decorrer da explanação falou-se alguns minutos sobre os cuidados que teríamos sobre a sua identificação e que não era necessário ninguém se identificar. Após as explicações perguntamos que algum fazia objeção a participação no projeto e que ninguém seria prejudicado, que o objetivo principal era buscar solucionar alguns problemas que nos professores encontramos em no dia a dia de sala de aulas. Após a explanação partimos para a revisão de alguns conceitos de cinemática, embora esse conteúdo introdutório já tivesse sido repassado aos alunos, achamos por bem revisar novamente para que esse fato não influenciasse sobre o andamento do trabalho. A respeito do primeiro encontro fizemos algumas anotações:

**Dúvidas com relação ao projeto:** Com relação às informações sobre o projeto os jovens não fizeram muitos questionamentos, mesmo porque o professor titular da turma já havia repassado algumas informações aos alunos, e também após o sorteio da turma o professor pesquisador começou a acompanhá-los junto com o professor.

**Comportamento dos alunos:** De início os alunos achavam que se tratava de um estagiário que ficaria com as aulas do professor, mas esse equívoco foi sanado e foi explicado os fundamentos da pesquisa. O que pôde ser notado foi certa apreensão e timidez por parte dos alunos, houve pouca participação destes na aula, e muitas vezes foi necessário o professor pesquisador direcionar algumas perguntas a algum dos presentes para fazer com que estes se sentissem mais a vontade. Talvez porque o professor titular tenha informado aos estudantes que algumas atividades seriam requisito de avaliação, como por exemplo, a participação e assiduidade.

**A aula de revisão:** a aula tinha como propósito lembrar alguns conceitos básicos já vistos no início do ano letivo, contudo a revisão fez-se necessária, pois a

presença de algumas dúvidas poderia influenciar no resultado final da pesquisa. A aula era composta por uma pequena revisão em power point com conceitos básicos tais como: ponto material, corpo extenso, velocidade e aceleração dentre outros. Uma pequena dinâmica para fixar os conceitos vistos, que se chama “correr para aprender”, dado como exemplo na maioria dos manuais, para essa dinâmica foi feita algumas adaptações para a sala de aula, trocamos o correr pelo andar, o cronômetro pelo celular. Esta aula foi apenas para adaptação ao novo professor e a “nova” metodologia que seria utilizada. O professor pesquisador já havia realizado esse tipo de situação com algumas de suas turmas e os resultados foram satisfatórios, boa parte de dúvidas em relação a conceitos como tempo, hora, mudanças de unidades foram sanadas.

**Com relação à dinâmica:** a dinâmica transcorreu bem, pudemos notar alguns momentos de interação entre a turma, principalmente na divisão das tarefas de medir o espaço e anotar no caderno os resultados. A ideia principal seria que os alunos fizessem a dinâmica, e seguida fossem ao laboratório de informática para colocar os dados na planilha Excel para que fosse construído o gráfico de SxT. Porém, não foi possível, pois o laboratório estava ocupado por outro docente. Mas com apesar dos contratemplos a dinâmica ocorreu bem e atendeu ao propósito que era quebrar o gelo do primeiro encontro.

**Administração do tempo:** por se tratar de uma aula inaugural esta fluiu de forma muito rápida, sendo necessário um dos professores ceder parte do tempo para a conclusão do exercício. Isso nos motivou a condensar as aulas para que atrapalhasse o trabalho dos outros docentes, uma vez que o semestre ia ser “corrido” como afirmou o professor e não teria como ceder-nos tantas aulas, uma vez que a escola passaria por reformas e poderia atrapalhar a finalização das notas e entrega do bimestre. Com isso, restou-nos como falamos condensar algumas atividades, para que pudéssemos aplicar a pesquisa de forma satisfatório, e dessa forma não atrapalhar o trabalho do professor.

#### 4.6.3 referencial

O professor pesquisador chega à sala e os alunos vão aos poucos entrando, no dia marcado para a primeira aula choveu bastante e alguns alunos ainda não

havam chegado a escola, por isso, esperamos uns 5min. O professor pesquisador-PP começa a montar o equipamento enquanto isso alguns alunos conversam e outros ajustam seus materiais. Os sujeitos ficam curiosos com os materiais pedagógicos que o professor trouxe para a aula, principalmente com a maquete que com materiais de baixo custo e querem pra que “serve”. A aula teve como objetivo oportunizar aos alunos mecanismos conceituais para a aprendizagem de conceitos de Mecânica clássica.

Após a montagem do equipamento o professor começa a aula com uma pequena apresentação sobre o que seria discutido no dia, quais seriam os objetivos dos instrumentos pedagógicos. A explanação do PP segue foi transcrito como segue abaixo.

Nós vamos continuar falando um pouco mais que a gente viu na primeira aula, sei que é um assunto que vocês já viram com o professor J, mas vamos lembrar alguns conceitos, esses conceitos que são básicos para o estudo tanto da Física do primeiro ano como também de outros caminhos que vocês iam seguir, uma vez que existem alguns cursos que têm a física em seus currículos “né”, quem vai seguir ai na área das engenharias e ciências naturais... Até a biologia hoje em dia estão vendo conceitos básicos de Física. Pois bem, vamos começar.... Primeiramente eu gostaria que vocês se organizassem em grupo, [uma aluna questiona] **de quantos professor?**, PP: **não sei, vejam ai se organizem de forma que vocês fiquem distribuídos e não fique ninguém sozinho, porque vocês vão precisar discutir entre si algumas coisas que serão vista na aula** (segundo dia de intervenção).

Os alunos começam a organizar-se em grupos, determinado os grupos o PP continua a explanação, lembrando aos alunos sobre o pesquisa sobre as concepções espontâneas ocorridas antes das aulas observacionais. Como se segue, o diálogo retirado da aula de intervenção mostra esse momento de interação.

Muito bem, lembram que a gente fez um teste lá no laboratório e tinham algumas perguntas, vocês lembram de alguma daquelas perguntas que estavam naquela prova [ os alunos se olham e começam a sorrir] [um aluno responde] A: acho que falava de força uma coisa assim, PP: bem não tem problema, eu trouxe algumas coisas pra gente trabalhar hoje, eu destaquei algumas respostas de vocês, é claro que não tem o nome de ninguém e não precisa se identificar, se a pessoa quiser se identificar dizendo essa ai fui eu, mas é ate melhor que não. Bem, eu trouxe também essa maquete [ o professor se aproxima da maquete] que representa uma pequena parte da cidade, tem uns carrinhos [ o professor toca no carro] aqui... Que podem ser movimentar, como vocês podem ver, ai antes de começar nossa aula eu pergunto pra vocês... Quantos referenciais existem aqui? E por quê? Discutam rapidamente ais com seus colegas pra ver que vocês chegam a alguma conclusão, podem chegar perto da maquete tocar (diário de campo)

**Figura 08:** aula de intervenção de Referencial



Fonte: Silva (2017)

Durante o período que foi dado aos alunos para que interagissem com a maquete e fizessem anotações, poucos deles se levantaram, alguns olharam de suas carteiras, anotaram alguma coisa no papel e, de repente um dos alunos se aproxima da maquete exclama **“olha eu pense que estava preso”**. Sua interação também é muito baixa, alguns alunos conversam e apontam pra maquete, embora outros apenas olhem. Ao fundo da sala duas estudantes aparentam se interessar pelo material, então o PP retoma o questionamento.

PP: **bom e ai quantos referenciais existem ai e por quê? Ou se não existe nenhum?** [o primeiro grupo responde] A1: **19**, PP: **bem ele disse que tem dezenove, outra equipe aí outro grupo, mas esse porque eu não entendi muito bem, porque você diz que tem 19?**, A1: **porque todo corpo que ocupa determinado espaço pode ser dado como referencial**[ um aluno assovia como se estivesse concordando com o grupo] PP: **gostei da resposta bastante interessante, vocês**, A2: **acho que tem cinco**, PP: **cinco, por quê?**, A2: **eu acho que as “calçada” a “lua”**[um aluno exclama a lua?], **bem eu acho que as pessoas também são mas...**PP: **então tu contou que os são?** A2: **Não...** [a aluno fica em duvida quanto seu argumento] **isso... isso...**[ aponta para os materiais]PP: **ainda tem amis alguém que quer falar alguma coisa?** A3: **tem...** [A2 volta a pedir a palavra] A2: **pera ai, acho que a gente não contou direito, acho que tem mais de 6...** A4: **são vários, são vários**[os alunos riem porque não entendem o ponto de vista do aluno]PP: **porque você acha que têm vários?** A4: **porque “tá” vendo esse cara aqui na bicicleta? Ele pode” tá” em movimento, esse placa aqui pode ser um ponto referencial**[ se aproxima da maquete]**esse aqui pode ser, esse ônibus aqui pode ser, por exemplo essas janelas pode ser, são vários desse ai** [ os alunos riem] A4: **bem o senhor disse que era pra gente imaginar**, PP **muito bem, continua**,A4:**bem acho que é isso, cada coisa aqui pode ser um referencial**(transcrição da primeira intervenção)

O que observou-se foi que alguns alunos não quiseram se manifestar com medo de se expor e errar, essa atitude da maioria dos alunos do ensino médio pode

influenciar negativamente no seu aprendizado e impedindo seu progresso. Essa atitude passiva, embora muito corriqueira nas salas de aulas, não apenas em Física como também em outras disciplinas, é fruto do modelo de aprendizagem ao qual o aluno estava e está sendo submetido, seu poder argumentativo é muito baixo para alunos que já estavam em determinado curso de sua carreira estudantil, pois estão acostumados com aulas em que o professor apenas fala e o aluno não tem voz.

Este fato chamou bastante atenção, uma vez que, a maioria das aulas estava calcada na participação ativa do aluno, ou seja, a interação do professor pesquisador e alunos e os alunos entre si, caso contrário o professor correria o risco de ficar tagarelado em frente ao quadro e os alunos apenas “recebendo informações” que para si não fariam o menor sentido.

Quanto o material construído, este superou as expectativas quanto a seu propósito e mostrou grande utilidade para a discussão do conceito de referencial e possíveis tipos de referenciais, embora a pequena maquete fosse construída partir de alguns materiais acessíveis e de baixo custo, mostrou perfeitamente adequada, pois permitiu com que os alunos interagissem mesmo que a distância, mas que estes tiveram um apoio concreto para melhor expor suas colocações.

Não havia um protocolo pré-estabelecido de perguntas para conduzir os questionamentos em sala de aula, optou-se por deixar os alunos a vontade, sempre usando frases como: muito bem, pode me explicar melhor, não entendi bem seu pensamento, pode me explicar melhor?. O cuidado foi no sentido o de não interromper os alunos em suas explicações e suas construções. Pois como os preceitos construtivistas explica, não se pode prever o que acontecerá em uma aula, embora tenhamos preparado a aula, algumas situações reais fogem ao controle, como por exemplo, não se sabe como será a reação dos alunos frente o material e a nova metodologias.

O conhecimento acerca do método clínico piagetiano corroborou para a manutenção da técnica metodológica, mesmo não sendo utilizada em sua totalidade, pois não se tratava da interação com um sujeito e sim um grupo de sujeitos, esta contribuiu para que o professor pesquisador centrasse sua atenção no aluno, e principalmente não o interrompesse quando este começasse a construir suas explicações, isso contribuiu para que nós conseguíssemos conduzir as equipes a



falar e externar seus pensamentos, para que estes pudessem em contatos com seus esquemas construíssem argumentos para a uma possível tomada de consciência.

O grande inimigo do método utilizado foi na verdade a “timidez” do alunos, mesmo que alguns conseguissem construir bons argumentos como o aluno A4 que percebeu que qualquer objeto poderia ser tomado como um ponto de referência, suas explicações foram bastante vagas e seus pensamentos as vezes eram interrompidos . Em respeito com a A2 percebe que a aluna entra em desequilíbrio e tenta contra argumentar elaborando outra resposta, embora centrando-se em pontos fixos na terra e até fora da terra (a lua), que não estava nem incluída no sistema estudado, comprovou que um material que a priori tinha tudo para dar errado mostrou-se bastante proveitoso.

Com relação ao feedback das explicações o PP os conduziu durante a aula, e sempre retomando as questões colocadas pelos alunos, sempre tomando o devido cuidado para que estes não perdessem um pouco de interatividade que ainda construía-se em sala.

Na sequência o professor pesquisador contrapõe os conceitos de corpos extensos, corpo material ou ponto material com base em figura em slide de uma corrida de cavalos. O objetivo era que os alunos percebessem que corpos materiais são corpos que por apresentarem uma determinada “forma”, podem não ser bons referenciais, e que o objeto o qual se pretende estudar pode apresentar várias distâncias e por esse motivo não poderia ser utilizado como um “bom” sistema de referencia.

**PP: Por exemplo, temos aqui uma corrida de cavalos, o que é interessante em uma corrida de cavalos, o que determina o vencedor o vencedor da corrida de cavalos?, A1: velocidade! PP: é, a velocidade também influência, mas quem é o vencedor na corrida de cavalos? A3: o que ganha [risos][o PP [percebeu que a sua pergunta ainda não ficou clara, e tenta reelaborar seu pensamento] A4: não é o último [ironizando a resposta óbvia do colega] A5: é que chega primeiro[brinca], A4: será o que vai mais rápido, A1: o que tem a melhor performance [ A4 completa seu pensamento] pela linha de chegada, PP: bom, ele vai ter que cruzar a linha de chegada, você acha que o cavalo que vai cruzar a linha de chegada, vai ser aquele cavalo que vai ultrapassar a linha toda ou só uma parte dele? A5: não... A2: uma parte [os alunos ainda não atentaram para os tamanhos dos cavalos e não os reconhecem como corpo extenso apesar que de já terem falado desse conceito durante a maquete] PP: o que vale para um vencedor numa corrida de cavalos é uma parte determinada do cavalo ou cavalo todo? Alunos: o cavalo todo, [o professor olha pra turma o cavalo todo?] A2: parte, PP: vocês já viram nas**

**olimpíadas como os corredores se esticam pra cruzar a linha de chegada!** A3: **Bolt** [se referindo a Usain Bolt]

Neste trecho, dois pontos merecem destaque, primeiro o professor pesquisador não atenta para a clareza de suas perguntas, talvez uma pergunta mais direta seria melhor, embora não se torna-se tão frutífera quanto a experiência, pois, as vezes nós professores pensamos que estamos sendo claros, porém na maioria das vezes esse pode não ser o caso, isso mostra que a técnica precisa ser aperfeiçoada um pouco mais. A segunda é que apesar dos alunos usarem constantemente o termo, “ponto material” na maioria de suas explicações durante a aula, nunca se questionaram sobre a razão de desse conceito. O professor pesquisador passa uma ultima dinâmica para que eles consigam se questionar de o porquê de um corpo extenso ser um bom ponte de referência.

O objetivo dessa atividade é simplesmente que o aluno compreendesse as diferenças entre os dois conceitos citados acima. O professor pesquisador pede que dois alunos fiquem a uma certa distância, então pede que um terceiro aluno pegue uma fita métrica. E começa a dinâmica, e tenta ser um pouco mais claro

PP: **bem, os colegas estão parados ou em movimento?** A1: **parados,**  
 PP: **então, a posição delas não deve mudar em relação em um determinado referencial, certa?** [os alunos apenas balançam a cabeça]  
 PP: **você, eu que você meça a distancia entre eles dois**[a aluno vai e mede a distancia entre os dois pés dos alunos] A1: metro e 27cm PP: **tema outa forma de medir?** AA: não, PP: **vocês tem certeza?** A1: **estão na mesma distancia, vai dá a mesma coisa,** PP: **então pega e mede a fita do pé dela ate o nariz** [risos], **vai lá e mede,** A1: **um metro e 53, 52 eu acho,** PP: **e aí, eles saíram do lugar? Como pode isso? Estou parado e a posição muda?** A3: **é porque a distancia é maior, porque o senhor num lugar diferente.** PP: **e o que eu posso dizer sobre isso?,** A1: **que dependendo do lugar o valor é diferente,** PP: **então é por isso que um corpo, objeto não é um com referencial.** (transcrição da aula de intervenção)

Os dados de observação demonstram que, mesmo já tendo passado pelo ensino formal desses conceitos a maioria dos alunos não conseguiu discutir com profundidade sobre os conceitos que abordados na atividade, isso demonstra que a ele não foi oportunizado o tempo para refletir sobre o que aprendeu o que caracteriza uma aprendizagem tipicamente mecânica, pois conceitos como corpo extenso e corpo material são os conceitos que estão presentes na maioria “problemas” de Física básica, inclusive em livros textos. Quando A1 argumenta

“**estão na mesma distância, vai dá a mesma coisa**”, do seu ponto vista a única distância correta seria a distância entre os pés da aluna A até B, não questionando-se sobre a possibilidade de que a distância entre membros da colega em relação a um determinado ponto na sala poderia ter uma medida diferente, o que mostra um deficiência muito preocupante no poder argumentativo desse alunos.

Após as explicações, foi passado um vídeo de cerca de quatro minutos onde com um pequeno resumo do havia sido abordado nesta aula. Repassamos um questionário com três questões básicas de cunho subjetivo para que o aluno comentasse sobre o que foi fala em sala de aula. Algumas dessas questões foram transcritas abaixo:

Agora com base do que você observou em sala de aula, responda as seguintes questões. Que seria um referencial do ponto de Físico?

**Equipe 1:** “É tudo aquilo que pode ser posto em comparação a outro corpo, dependendo do ponto de vista de algum observador, fazendo assim dizer-se um corpo está em repouso e movimento”

**Equipe 02:** “referencial pode determinar se estamos em movimento ou em repouso sobre determinado ponto, esse ponto, esse ponto pode ser qualquer coisa, também depende de quem é o observador, quem vê”.

**AS (preferiu responder ao questionário sozinha):**É todo referencial que não tem aceleração ou seja está em repouso ou em MRUV”

**PGNR (preferiu responder ao questionário sozinha):**“é um ponto que pode definir se um corpo está em movimento ou repouso. Como um motoboy em relação a moto está em repouso, porém em relação a um carro andando, está em movimento”

Equipe 03: “É o que utilizamos como referencia para dizer se um corpo está em repouso ou em movimento. Ex. um aluno sentado na sala de aula, e um ônibus passando frente a escola, a aluna está em movimento em relação ao ônibus”

**OCRJ- (preferiu responder ao questionário sozinha):** bom é a posição em relação a qual se observa os movimentos dos objetos, um menino que está passando pela rua e nela há

vários “prédio” e na rua vários “pessoa” e o menino passar por uma placa de transito ela é um referencial.

**KO-(preferiu responder ao questionário sozinho):** É um ponto material ou posição em relação a qual se observa o movimento dos objetos. Exemplo: uma cidade que tem carros parados

**YTA-(preferiu responder ao questionário sozinho):** “Um referencial é um ponto, objeto, etc., que pode ser a base para medir uma distância, velocidade, direção, sentido, ou seja, qualquer ponto material que sirva de referencia”.

**ICC-(preferiu responder ao questionário sozinha):** “Referencial é relativo depende que posição está o observador. Por exemplo se eu estou lendo um livro sentada eu vou estra em repouso, mas o referencial é a cadeira, então seu levantar eu vou estar em movimento pois há alteração d entre eu e a cadeira”

Equipe 03: “é um objeto de estudo utilizado para verificar se a partícula está em repouso ou em movimento”

Equipe 04: “Referencial é “agente” mesmo que tem que dar exemplo: um carro onde eu estou dirigindo no caso o carro é o meu referencial, onde o meu corpo está praticamente em repouso, talvez em movimento meu braço ia estar em movimento”

Observa-se nos argumentos dos alunos o surgimento de alguns conceitos tais como: perspectiva do observador e relatividade, que caminha em direção a um conceito mais elaborado de referencial, tais conceitos estão implícitos nos discursos dos estudantes, no entanto alguns mantêm-se presos ao conceitos vistos na coleta inicial

Mas conseguimos ver certa evolução no poder de argumentação dos sujeitos, como por exemplo, o sujeito YTA respondeu quando ao mesmo questionamento: **“É um ponto material que serve como referência, exemplo, um poste sobre uma calçada é o referencial de um carro passando”**. E no segundo questionamento após a maquete os vídeos e a dinâmica que compunham a UE referente ao conteúdo e ao conceito de referencial fez o seguinte discurso: **“Um referencial é um ponto, objeto, etc., que pode ser a base para medir uma distância, velocidade, direção, sentido, ou seja, qualquer ponto material que sirva de**

**referencia”**. O sujeito apresenta uma melhora significativa não apenas no seu discurso como também no seu poder de argumentação. É prematuro afirmar que essa evolução deve-se a metodologia empregada. Porém a evolução do discurso do sujeito após o contato com a Unidade de Ensino-UE contribuiu para que o sujeito começasse a elaborar seus próprios conceitos mesmo que ainda impregnado de concepções espontâneas e pelo discurso do professor, construindo suas próprias relações e levando sua aprendizagem a um novo patamar.

#### **a) Análise da segunda questão**

Em relação a segunda questão cuja finalidade principal era perceber se os alunos haviam compreendido os conceitos referentes a simultaneidade dos eventos, onde dois observadores observam o mesmo fenômeno e se esse fato decorre por efeito da perspectiva de diferentes observadores. Para esta questão os sujeitos pesquisados se posicionaram de formas diferentes, por se tratar de um conceito chave admitido como fundamental para a compreensão do conceito de referencial não inercial e conseqüentemente de força inercial, dedicou-se nesse momento um grande esforço para suprimir a maior quantidade de dúvidas dos estudantes.

A questão que será discutida e analisada a seguir também foi colocada aos sujeitos durante a coleta das concepções espontâneas dos alunos, e grande parte deles deixaram essa questão em branco ou responderam que não sabiam do tratava-se o conceito. A questão colocada foi a seguinte. *Um astronauta (observador) que esta fora da terra e uma pessoa que esta ao meu lado descreveria movimentos diferentes para o mesmo fenômeno. Pôr quê?* As respostas foram transcritas para a análise de acordo com o quadro 8.

No quadro abaixo pode-se distinguir dois momentos, a primeiro corresponde a análise das respostas espontâneas no início da pesquisa onde a maioria dos sujeitos responderam de forma bastante vaga através de suas concepções, no segundo momento após a sequência de atividades envolvendo a maquete e as atividades em sala de aula, percebe-se que os sujeitos já conseguem responder com um nível de formalidade mais próximo do conceito científico, embora ainda possuam alguns indivíduos que conservem em suas falas algumas concepções espontâneas.

**Quadro 11:** contraposição entre as respostas iniciais e as respostas após a intervenção de referencial

Sujeitos	Um astronauta (observador) que esta fora da terra e uma pessoa que esta ao meu lado descreveria movimentos diferentes para o mesmo fenômeno. Pôr quê?	
JNS	Em repouso	Sim porque eles estão em espaços diferentes, isto torna a visão de ambos observadores diferentes. O que esta na terra não sente o movimento o movimento da terra pois tem uma visão privilegiada, já o astronauta observa melhor porque tem uma visão mais ampla.
JVNA	Em repouso	
LH	Repouso, não há variação de espaço	São fenômenos que um deles está indo em relação a rotação da terra e o astronauta está em repouso
CA	Dependendo do referencial pode estar em repouso ou em movimento	
SAS	Depende do referencial	Sim, pois um está em movimento em relação a o outro
PGNR	Repouso.	Sim, pois o astronauta em relação a terra está em movimento a pessoas que está a meu lado está em repouso, daí ele verá fenômeno diferentes
JR	Repouso	Sim. Porque um está em movimento em relação ao outro.
O	Repouso	Sim porque o astronauta está no lado desse referencial
ISU	Repouso	Sim. Porque o astronauta vai estar fora da terra e por isso vai ter uma visão diferente
SCS	Dependendo do referencial ele pode estar nas duas posições	Faltou
JSS	Repouso	Sim pois um está em movimento em relação ao o outro
ITA	Repouso	Sim. Porque o astronauta e a pessoa estariam vendo tal fenômeno de ângulos diferentes
YCC	Ele está em repouso, pois está parado junto ao livro que é o seu referencial.	Sim. Pois eles estão observando de uma maneira diferente pois não estão na mesma posição.
SST	Ele esta... não sei porque não tem referencial	Sim. Porque ambos estão em posições diferentes
DCMS	Em repouso	Porque ambos estão em posições diferentes
AC	Dependendo do referencial ele pode estar nas duas situações, em repouso.	Sim. Porque o astronauta vai estar vendo a terra girar em movimento e a pessoa que está ao meu lado ele vai ver um a terra normal achando que a terra está em repouso.
VFS	Em repouso	Sim porque o astronauta vai estar vendo a terra em movimento e a pessoa que está ao meu lado vai sentir a terra parada.
SCS	Dependendo do referencial ele pode estar nas duas situações	Sim. Pois, um vai estar em movimento em relação ao outro.
MS	Repouso	Sim. Porque as duas pessoas vai ver o fenômeno de ângulos nulos diferentes
RLLS	Repouso, pois o espaço entre eles dois não muda.	Sim. Porque o astronauta vai ver a terra caminhando e a pessoa vai estar parada
NSO	Está em repouso pois não tem referencial .dependendo do referencial pode identificar	Sim. Estão em lugares diferentes e viram fenômenos diferentes
JSL	Repouso, pois a distancia entre eles não se altera.	Sim. Por estarem locais diferentes vão ver fenômenos diferentes
VC	Repouso	Sim. Porque eles estão em espaços diferentes, pois o astronauta tem uma melhor visão do que está na terra.
BP	Só podemos dizer se ele está em repouso ou em movimento se tivermos um referencial, é relativo.	Sim. Pois os dois estão em espaços diferentes com visões diferentes

**Fonte:** pesquisa empírica

Alguns pontos merecem destaque na fala dos sujeitos. A primeira como podemos observar é uma significativa mudança nas suas respostas, embora já estivessem estudado esse conteúdo no primeiro bimestre, alguns não conseguiram elaborar um conceito do que seria um referencial do ponto de vista físico, o que pode se dizer que a aprendizagem desse conteúdo se deu de forma mecânica através de treino de algoritmo. É possível ver nos discursos dos docentes algumas relações construídas pelos sujeitos, mesmo que algumas dessas relações sejam mediáticas já esboçam um caminho para a tomada de consciência, uma vez como explica o próprio Piaget (1978) à tomada de consciência dá-se através das relações entre os objetos ou ideias e não sobre elas mesmas com o auxílio da palavra.

Como constatado em pesquisas anteriores, os alunos do Ensino Médio lidam com muita eficácia com problemas que envolvem conceitos mais abstratos, sem que o foco seja a conceitualização. Embora, quando são solicitados que verbalizem seus. ideias o fazem destreza, e quando o fazem, se valem de pouco elementos para poder defini-lo (AMANTES, 2005).

#### **4.6.4 FORÇA: aula experimental sobre pressão nos líquidos**

Em virtude de uma reforma que passaria o educandário, o bimestre seria comprimido, sendo assim o professor titular da turma nos sugeriu que fosse realizada prática de laboratório com a turma pesquisada, uma vez que as outras turmas estavam tendo aula no laboratório, e também para que os alunos fossem avaliados e que para que eles não atrasassem em relação às outras turmas, com isso, verificamos a possibilidade de continuar com o tema de nosso trabalho que em sequência seria abordados as leis de Newton.

Na ocasião o PT da turma nos falou que esse assunto já havia sido ministrado e entraria com o conteúdo de hidrostática. Neste sentido, houve uma pequena mudança em nosso cronograma, apesar desta aula não estar programa esta tornou-se de longe uma das atividades mais frutíferas da pesquisa. Dessa forma, preparamos para a turma uma prática com o experimento da balança hidráulica como mostra a imagem abaixo:

**Figura 09:** aplicação da aula pratica sobre o assunto de hidrostática



Fonte: Silva (2018)

A ideia inicial era realizar uma aula que estivesse dentro do assunto que o PT iria ministra e que também não fugisse tanto do próximo assunto, em que seria discutido o conceito de Força para que nós pudéssemos fazer um link com o conteúdo de força inercial e força centrípeta de inércia. A partir dessa ideia construiu-se um aparato experimental com matérias acessíveis e de baixo custo.

O objetivo principal do experimento era que os alunos (re)descobrissem fazendo uso de conhecimentos já adquiridos e dos equipamentos que estavam sobre a bancada, a quantidade de massa e com isso a força que seria possível colocar o êmbolo menor em movimento. Os conceitos trabalhados foram: força, aceleração da gravidade, conceitos de e cálculo de áreas. Constatou-se a partir do experimento realizado que não estavam envolvidos apenas os conhecimentos básicos de força e sim um relação de conceitos estruturantes que compõem do conceito de pressão em que está envolvido o conceitos de força.

Evidente que a simples constatação por parte do não seria conveniente nem para os alunos, que não exercitariam seus esquemas de ação e tomada de consciência, não saberiam resolver os conflitos de ordem motora nem teórica e nem para os objetivos que se propõem essa pesquisa que tem como filosofia que os alunos construam suas próprias explicações dos fenômenos, mesmo que a princípio estas venham carregadas de concepções espontâneas, mas o professor pode a partir dessas novas ideias construir outras bases de diálogo.

Sendo assim, os materiais que os alunos dispunham na bancada era uma balança de precisão, uma régua de 30 centímetros e um béquer, com água tingida. O tingimento da água era apenas para que eles pudessem ver medida em volume, com isso a aula foi dividida em quatro momentos. Inicialmente professor titular-PT realizou uma breve revisão sobre o conteúdo que seria abordado na dinâmica em



sala de aula. Logo após as considerações do PT professor pesquisador-PP fez alguns esclarecimentos sobre os quais considerou pertinente sobre a natureza do experimento e sobre os objetivos a serem alcançados. Os principais pontos serão discutidos na linha abaixo.

Ao iniciar a experimentação o PP fala sobre os objetivos a serem alcançados, relembra que na ciência quando os cientistas vão até o laboratório eles muitas vezes não sabem ao certo o que vão encontrar, e que estes não vão com a ideia simplesmente verificar as leis. Faz uma breve revisão histórica sobre os fluidos, suas principais características:

PP: como o professor falou, os líquidos eles tem umas características bastante interessantes, primeiro eles são incompressíveis como o professor falou, em meados de 1500, 1600, a gente fala assim porque a ciência não acontece assim, em meados de 1500, 1600 Pascal ele descobriu que a pressão exercida em um líquido, ele é transmitido em igualdade as paredes do recipiente que ele está contido, se eu aplicar uma força nesse embolo, então se eu aplicar uma força aqui nesse embolo, ele vai ter que transmitir esse mesma força para esse embolo, a diferença é que a força que aplicar aqui vai ser  $n$  vezes menor que a força que é necessária aqui, então por que isso acontece? [...] então o que a gente vai fazer aqui hoje? Então o que eu fiz, fiz dois modelos.

Inicialmente o professor pesquisador preocupou-se em esclarecer aos estudantes que não seria mais uma aula de laboratório em que eles iam apenas verificar mais um conteúdo. O PP explicou pontos importantes em relação a prática, tirou algumas dúvidas a respeito dos conceitos básicos, e em seguida orienta que os estudantes iniciem o experimento, como esperado a iniciativa dos alunos é moderada, pois estes acostumaram-se com o professor fazendo toda a prática. Dessa forma, o professor explica mais sobre o eles teria que fazer.

PP: o que temos na realidade aqui, como eu falei pra vocês as forças nos êmbolos elas são proporcionais, e a questão que nos vamos colocar aqui pra vocês fazerem o experimento, eu não posso dizer assim há acontecer isso, o que eu posso dizer é só dar as pistas, normalmente quando o cientista vai ao laboratório, ele não vai com as ideias pré-prontas, o experimento não é pra confirmar o experimento não é pra demonstrar o que ele descobriu na realidade nos vamos fazer uma simulação da realidade, o que acontece de verdade. Então o que a gente tem aqui, a gente tem um elevador hidrostático, nos temos um líquido que é a água, e também o que a gente pode entender nesse experimento.

O momento de maior interação da aula entre professor- aluno e aluno-aluno foi transcrita abaixo, pois foi o momento em que os alunos tornaram-se mais independentes realizando a maior parte dos procedimentos. Como podemos ver nos trechos destacados abaixo.

PP: O que temos aqui? (Os alunos não respondem então o professor titular interfere vamos lá pessoal. O professor novamente indaga).

A1: (responde) uma balança, acho que a gente vai pesar alguma coisa

PP: Vocês já virem esse experimento aqui, né? Tem nós manual da vida,

PP: bom agora é com vocês, o que no temos aqui que nos podemos usar?(os alunos ficam em silencio).

PT: bora pessoal, vocês são tão falantes, agora é hora, vamos lá.

A1: (aluna se aproxima da bancada) bom a gente tem aqui uma balança, acho que a gente vai pesar alguma coisa. Temos a vasilha

PT: Becker tem que falar o nome

A: Becker com água, não sei “pra quê”.

PT: bora pessoal bora participar

A2: (os alunos começam a participar e olha)

PP: bom a gente pode ir devagar, vocês já viram o esquema dessa experiência no livro, bom, o esquema e mais ou menos assim [o professor começa a desenhar o esquema no quadro, bem vamos lá, esse é o esquema da experiência, aqui, nos temos essa área maior e aqui, e dou outro lado nos temos a área menor. Que na verdade representa as áreas das seringas, se aplicar um peso aqui (o professor volta ao experimento)isso aqui abaixa, **questão que eu lanço a vocês é a seguinte, como eu posso descobrir a força, que colocando nesse embolo menor é capaz de colocar o embolo maior em movimento?** Vamos lá.

AA: (um dos alunos olha fixo para o experimento)

PP: vamos lá, vou dar uma dica pra vocês.

PT: é que esse assunto a gente ainda não viu direto.

PP: Tá bom, então vou dar umas dicas pra vocês, quando eu coloco esse copo com a agua aqui, qual a força que tá atuando.

A: força peso

PP: então como eu posso calcular o peso?

A : massa vezes gravidade

PP: isso, agora eu tenho como calcular o peso, e como eu faça pra calcular a área do círculo? [os alunos se olha e começa a ri]

PT: vamos lá pessoal, isso é assunto de 5ª serie

PP: bom eu posso, não sei... eu abria e mediria com a régua. E agora existe outra forma de medir.

A: você pode usar um fio, e colocar em volta e medir com a régua (os alunos começam a rir).

PP: é mas não tem fio aqui!

A; eu posso medir com isso [ o aluno retira um fone de ouvido do bolso, os alunos começam a rir]

PP: não sei, será que vai dar certo? “Me mostra” aqui como você faria . [o aluno se aproxima da bancada e mede com o fone, nesse momento percebo que outros alunos se aproxima pra ver se o procedimento do colega iria dar certo]

A: aluno mede, mais ou menos 5cm

PP: será que é isso? Não sei.

PT: mas isso não é a área da círculo, o que é isso pessoal?

Alunos olham

PT: isso ai é comprimento da circunferência, como eu calculo a área da circunferência? ( $2\pi r$ ) coloca a formula lá no quadro.

Nesse momento os alunos calculam os rios, um com o diâmetro da circunferência e o outro com a comprimento da circunferência

A1: deu 0,79 mm professor

A2: o meu deu 0,6

Pp: porque deu esse diferença?

A1: acho que o fio é muito grosso..(o aluno tenta de novo, agora aperto o máximo)continua dando isso

PP: é se você tivesse uma linha, talvez desse o menor. Mas foi uma boa medida...

A1: a seringa maior está dando 20mm,

PP: E agora como eu descubro o peso? Tem que quando peso pra ela começar a descer.

A: a gente usa o Becker,

Os alunos começa a colocar a água de vagar no Becker, de repente o Becker começa a vira, alguns seguram enquanto a outros enchem.

PP: E agora?

A: agora é só pesar na balança

PT: sim, mas é o peso que vocês ter achar na balança?

AA: :sim

PT: é, meu Deus é a massa...é a massa, e ai como eu acho peso, A1; pela fórmula lá aponta pra formula no quadro.

PP: bom agora vocês tem a massa, tem o raio agora é me dizer qual é a menor força... (alguns alunos começam a calcular enquanto outros apenas observam o procedimento)

Quando o professor decide trabalhar com experimento em sala de aula este não deve servir apenas para demonstrar conhecimentos já apresentado e nem para verificar leis plenamente estruturadas (CARVALHO, 2005). A experimentação deve partir sempre de um problema sugerido pelo professor **“questão que eu lanço a vocês é a seguinte, como eu posso descobrir a força, que colocando nesse embolo menor é capaz de colocar o embolo maior em movimento?”**. Como afirma Carvalho:

O problema é a mola propulsora das variadas ações dos alunos: ele motiva, desafia e desperta o interesse e gera discussões. Resolver um problema intrigante é motivo de alegria, pois promove auto-confiança necessária para que o aluno conte o que fez e tente dar explicação (CARVALHO, 2005, p. 20-21)

Dessa forma, não poderíamos simplesmente chegar até os alunos e dizer calculem a força necessária para que o sistema entre em movimento. Queríamos que primeiramente os alunos participassem ativamente do experimento, apenas com o auxílio do professor para que eles propusessem suas próprias soluções como, por exemplo, o aluno **“você pode usar um fio, e colocar em volta e medir com a régua”** apesar de que não era exatamente o raio da circunferência, mas o aluno usando de artifício próprio propôs uma solução diferente para a situação dada pelo professor, embora inusitada esta seria uma possível solução ao problema caso estes não pudessem desmontar a seringa do equipamento.

Apesar do aluno não explicar com palavras suas ações e sim através da demonstração diante do professor, demonstra que o aluno ainda não sabe resolver a questão levantada pelo professor, mas já começa construir várias hipóteses, como no caso de sua medida ser maior que a do colega e de pronto elaborar uma hipótese para a discrepância **“acho que o fio é muito grosso”**, claro que caberia uma interferência do professor sobre a diferença entre as medidas dos materiais, mas o erro era infinitamente pequeno para a solução proposta, que o professor pesquisador prefere não interferir na situação proposta pelo aluno. Sobre a autonomia do aluno e o trabalho ativo Piaget diz que:

Conquistar por si mesmo um certo saber, com a realização de pesquisas livres, e por meio de um esforço espontâneo, levava a retê-lo muito mais; isso possibilitará sobretudo ao aluno a aquisição de um método que lhe será útil por toda a vida e aumentará permanentemente a sua curiosidade, se o risco de estanca-la, quando mais não seja, ao invés de deixar que a memória prevaleça sobre o raciocínio, ou submeter a inteligência a exercícios impostos de fora, aprenderá fazer por si mesmo funcionar sua razão e construirá suas próprias noções (PIAGET, 1968, p. 62).

E é isso que buscamos na maioria das nossas atividades, que estes consigam elaborar suas próprias explicações e que assim possam construir uma compreensão dos fenômenos, pois todo o processo poderia ser simplesmente mudado se o professor já trouxesse os dados prontos.

Por final a troca de experiência entre o professor pesquisador e professor titular foi bastante significativa, que após a atividade desenvolvida na sala pesquisada propôs que nós levássemos a proposta para as outras turmas e em umas das turmas ele fala **“ele tem uma proposta de não partir direto pra solução”**, recebemos como bastante significativo e motivador, pois a pesquisa estava cumprindo parte de seu papel o de não apontar erros, mas sim de subsidiar solução para problemas que nós professores nos deparamos todos os dias.

#### 4.6.5 Lei de Newton: Inércia

A intervenção sobre as leis da dinâmica ocorreu logo após a aula de laboratório solicitada pelo PT. Ao chegarmos ao educandário o professor titular informou-nos que havia sido marcada uma reunião para tratar do horário de HTP

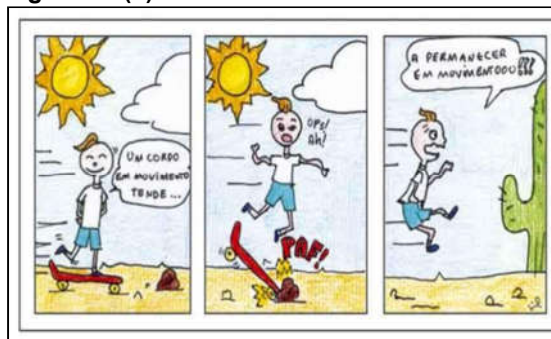
dos professores que ocorreria no às 4h horas da tarde, por esse motivo o horário teria tempo seria reduzido, e os alunos saíam mais cedo.

O planejamento foi construído para ser aplicado em três momentos. No primeiro, seria repassado um questionário composto de dez questões de múltipla escolha e algumas questões que haviam sido repassadas na averiguação inicial, para que se pudesse ter uma noção do entendimento que os alunos já possuíam, uma vez que eles já haviam tido contato com o tema. No segundo momento a intervenção, e por fim faria novamente o diagnóstico.

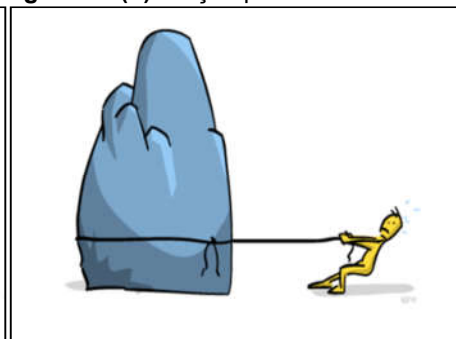
Devido este contratempo, foi necessário fazer algumas modificações no cronograma, pois a aula só ocorreria na outra semana. Nisso optou-se em não aplicar o teste inicial e diminuir a quantidade de Slides que haviam sido preparado, optou-se por deixar as informações mais pertinentes ao objetivo da aula, que seria que ao final os alunos conseguissem construir seu próprio conceito de Força, assim como compreender os principais características das leis de movimento.

O professor pesquisador inicial a aula com um vídeo do Hi-mem<sup>1</sup> antigo personagem dos quadrinhos, e questiona aos alunos, se o que o herói fala está correto, “é possível ter força”, alguns alunos esboçam uma tentativa, mas não conseguem explicar o porquê, uma aluna diz apenas “acho que não está certo”. Com isso, o professor pesquisador sugeriu que eles olhassem as duas figuras.

**Figura 10 (a):** menino andando Skate



**Figura 10 (b):** força aplicada



**Fonte:** <https://megaarquivo.wordpress.com/2012/08/15/6523-fisica-a-inercia/>

Com relação a primeira pergunta a maioria dos jovens conseguiram relacionar corretamente o conceito, embora a maioria deles relacionassem com termos como “**tem que continuar em movimento**”, “com a mesma velocidade”. Já na segunda

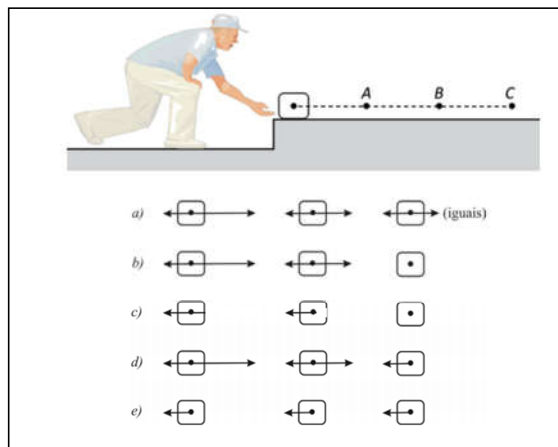
<sup>1</sup> Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=nhtk91Kr8Vc>

houve um pouco mais de dificuldade, pois, como já era esperada os alunos relacionaram o movimento da pedra a **“pra movimentar a pedra é mais difícil porque ela é mas pesada”**. Embora seja comum imaginarmos a expressão matemática da lei de fundamental da dinâmica expressa na forma de  $(f=m*a)$  essa equação não foi proposta inicialmente por Newton e sim por Euler em 1750, Newton enuncia em seu principia a da seguinte forma “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida inicialmente”. (GARDELLI, 1999), ou seja, embora se utilizando de esquemas imediatos, os sujeitos em parte consideram de forma “coerente” a lei de Newton.

Constatou-se que os sujeitos empregavam constantemente a palavra “pesado” mais “leve” referindo-se a quantidade de massa que o corpo, sobre esse fato fazendo uma correlação com as pesquisa sobre as quantidades físicas na criança, Piaget diz que, por ser uma força com que a criança tem contato desde muito cedo, para poder analisa-la de forma correta é preciso compreender esse relação existe entre peso e movimento, Piaget ainda relata que o peso é “uma relação objetiva ligada a ações de carregar, puxar e empurrar” (Piaget, 1975, p. 73). De certo modo, isso explica de forma razoável que o adolescente relacione o caso explícito na figura com o fato de esse possuir um maior peso, ou seja, uma maior massa inercial.

Outro aspecto constatado na coleta de concepções espontâneas foi o fato dos estudantes em sua maioria relacionam movimento a concepção da existência do movimento enquanto no corpo existir uma força, o que pode ser constatado na figura 11.

**Figura 11:** ilustração da oitava questão do questionário de concepções



Fonte: adaptado de Silva (2013)

Apesar de enunciarem razoavelmente a primeira lei, nesta questão os alunos foram unânimes em assinalar as alternativas que a força na direção do movimento ia se dissipando aos poucos, ou seja, na hora de resolver esse tipo de situação os alunos se valem de artifícios que contrariam o entendimento científico da primeira lei, pois uma vez, colocada em movimento as forças resultantes nesse corpo tem que ser nula, e a única força atuando neste caso seria a força oposta ao movimento que seria a força de atrito. Sobre este conteúdo abordado, foi necessário disponibilizar aos alunos um tempo maior para que estes refletissem sobre os aspectos que realmente estavam envolvido no problema. Durante as discussões, foram confirmadas algumas hipóteses que tínhamos em relação a concepção da questão, a maioria dos alunos afirmaram ter relacionado a finalização do movimento as setas que supostamente representariam as forças. Após a aula houve um aumento nas respostas corretas dos alunos, porém, fazendo um paralelo com pesquisa de Silva (2015) onde foi colocada seguinte questão:

**Quadro 12:** questão proposta por Silva 2015



**Questão 1: Um homem empurra um carrinho de supermercado e este se movimenta com velocidade constante. O que acontece com o carrinho de supermercado um certo tempo depois que o homem para de empurrá-lo? Marque a única alternativa correta.**

- a) Continua em movimento indefinidamente por inércia.
- b) Continua em movimento pois acumulou a força do homem.
- c) Para porque não existe nenhuma força atuando sobre ele.
- d) Para porque o repouso é o estado natural do carrinho.
- e) Para porque uma força o faz parar. [Gabarito]

Fonte: Silva (2015)

Silva (2015) pôde perceber que também houve um aumento significativo nas repostas dadas pelos alunos pesquisados, o pesquisador percebeu que:

Os números para o pós-teste aumentaram conforme a previsão e reforçam a ideia de associação da Inércia ao MRU. Contudo, também pode indicar uma aprendizagem mecânica do estudante ao apenas memorizar a Primeira Lei de Newton e relacioná-la arbitrariamente à Inércia, sem saber relacioná-la a situações problemas (SILVA, 2015, p. 80)

Nesse sentido, uma vez que a proposta da pesquisa é que o aluno consiga agir sobre o objeto de estudo e com isso, construir suas próprias explicações os testes realizados não vislumbram que o sujeito possa ter apreendido o conceito de inércia, por esse motivo nos concentramos em analisar suas posturas frente ao material e à interação em sala de aula.

#### 4.6.6 Forças inerciais e força centrífuga de inércia.

O conceito de força é um conceito que está presente na vida de nossos estudantes desde muito cedo, por essa razão torna-se tão difícil que estes se desfaçam de suas concepções espontâneas (CHICÓRA, 2017). Aspirar que o aluno compreendesse conceito de força de inércia, tornou-se durante a pesquisa uma tarefa muito complexa. Primeiramente, constatou-se que seria inviável que o aluno compreendesse o conceito seu o uso de um formalismo matemático. Segundo, que o próprio estudo das forças inerciais rendeu e ainda rende a ciência boas discussões, existindo muita dúvida em relação a sua natureza (ASSIS, 1978).

A definição de Força de inércia parte da própria definição de força, que de acordo com Assis (1998) é uma força que diferente das demais tais como força de atrito, forças elásticas, forças gravitacional etc. não provem da interação entre corpos e sim devido a referenciais não inerciais, que nada mais é do que referenciais acelerados. As leis da mecânica se estabeleceu em que Newton convencionou como referencial inercial, ou seja, o movimento dos corpos em relação ao espaço absoluto e imutável. Este princípio rendeu a Newton grandes críticas, de muitos cientistas da época como D'Alembert, Ernest Mach e do próprio Einstein.

Como isso, partiu-se do princípio de que para que o aluno consiga apreender um conceito tão abstrato como o conceito de força de inércia, ele precisaria primeiramente apoderar-se de alguns conceitos que concebemos como estruturadores desse conceito, como o conceito de referencial inercial, referencial não inercial, e do próprio conceito de força como interação entre os corpos, para que finalmente o possa ser introduzido de forma satisfatória, pois esses conceitos se entrelaçam.

Seguindo a hipótese anteriormente descrita construiu-se uma sequência composta pelos conceitos de força de inércia, referencial inercial e não inerciais e força centrípeta de inércia. Com base nas concepções dos alunos sobre força catalogada no início da pesquisa, e tendo em mente que são concepções de difícil superação, propomos que o aluno tivesse um contato prévio com os conceitos e através desse primeiro contato estes pudessem explicar e construir seus próprios conceitos, ou pelo menos construir uma ideia de inicial do conceito.

Constatou-se que em um único encontro não foi possível tratar adequadamente o conceitos, então dividimos a intervenção em dois momentos, um primeiro para o tratamento referencial e seus principais tipos e uma segunda para tratar o conceito de força e força inercial, colocando em pauta tudo o que foi visto.

Desta forma, aula teve como principal objetivo expor através de uma aula dialogada qualitativamente e quantitativamente o conceito de inércia, por meio de discussão das leis de Newton em sistemas acelerados, através de conceitos referenciais inerciais e não inerciais, movimentos relativos e forças inercias. Houve também a necessidade de se fazer um resgate do contexto histórico conceito de inércia e das discussões acerca da natureza das forças inerciais subsidiadas pelos trabalhos de D'Alembert e Assis, salientando as diferenças entre os referenciais

inerciais e não inerciais, e a forças fictícias como decorrentes de referenciais acelerados.

Partiu-se do princípio que os alunos desconheciam tanto o conceito de forças de inércia assim como sua natureza, uma vez que na maioria dos livros textos o conceito de forças de inerciais é explorado como sendo forças não reais segundo uma concepção newtoniana. Para darmos início a intervenção, foi disponibilizado para os alunos uma folha de exercício contendo quatro figuras para que estes indicassem onde estavam os pares de as forças.

A primeira gravura foi um boneco puxando um caixote, nesta figura os alunos poderiam facilmente indicar a foçar muscular de reação e as forças de atrito. a segunda figura foi o plano inclinado, esse foi a situação que os docentes mais apresentam problemas conceituais em localizar as forças. A terceira figura foi a de um pêndulo com três situações e por fim uma carroça sendo puxada por um cavalo, uma situação mais complexa que poderia levar um maior tempo para ser analisada. O objetivo principal desse trabalho era verificar se ainda restavam dúvidas em relação ao conceito de força como processo de interação. Após a análise dos alunos, solicitou-se que eles trocassem com os colegas suas “provas” para que pudessem analisar.

Houve algumas dificuldades principalmente em relação ao plano inclinado e a carroça, com relação ao pêndulo houve apenas alguns erros conceituais com relação a extremos do pêndulo. Após a dinâmica o professor iniciou o processo das forças fictícias e dinâmica de aula.

Para discussão de Referenciais não inerciais confeccionamos um material para auxiliar a compreensão do conceito tendo como base os vídeos do PSSC disponíveis na rede como mostra a figuras (12 e 13). Como esse material pretendia-se que o aluno construísse uma imagem mental do que seria um sistema de referencia, uma vez que estes possuíam apenas um pré-conceito do utilizado em funções matemáticas.

Dessa forma, discutiremos as contribuições acerca dos sistemas de referencia inerciais e não inercias, utilizando alguns exemplos próximos ao cotidiano do aluno.

#### 4.6.7 Referencias inercias e não inerciais

No início da intervenção o professor pesquisador realizou uma breve revisão de conceitos abordados em aulas interiores, tais como referencial, posição, movimentos relativos e sistemas de coordenadas. Durante a etapa inicial apresentou-se aos alunos o conceito de sistema de coordenadas, através de um vídeo<sup>2</sup> do Physical Science Study Committee-PSSC, apresentação em slide e um material didático construído a partir do vídeo para que alunos tivesse algo de concreto para trabalhar.

Convencionou-se a partir desta aula um sistema de referencia são retas ortogonais entre si (ver figura 12) que tem como finalidade localizar a posição de uma partícula no espaço tridimensional, a partir desse momento a preocupação deu-se principalmente que o aluno trabalhasse com o conceito de sistema de coordenadas não somente com o conceito de referencial, sobre os quais a maioria dos alunos se referiam como objetos da realidade concreta.

Para consolidar o conceito apresentou-se aos alunos exemplos de tipos sistemas de coordenadas: coordenadas cartesianas, coordenadas geodésicas e coordenadas polares relacionado com os estudos de cinemática angular. Aproveitou-se o conhecimento que os alunos já possuíam sobre o conceito de coordenadas cartesianas referente aos estudos de funções matemáticas e também do próprio estudo de movimento em Física, para iniciarmos a discussão. O objetivo era os que alunos utilizassem durante as discussões um sistema de coordenadas que fosse simples e que esses já possuíssem certa familiaridade partimos para os estudos dos movimentos com as coordenadas cartesianas no espaço.

Ao invés de apresentar o sistema de referência já construído como sendo a junção de três retas em ângulos retos, preferimos mostrar o papel de cada uma, primeiramente analisamos os movimentos em uma dimensão figura a e b, em seguida movimentos em duas dimensões figura c, e por fim movimentos em três dimensões. Grande parte dos alunos demorou aceitar a coordenada z, o que mostra que apesar dos alunos se situarem em um mundo tridimensional, foram condicionados a trabalhar apenas com as coordenadas  $x$  e  $y$ , para transpor essa

---

<sup>2</sup> disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=rfJjkQfuHfY>>

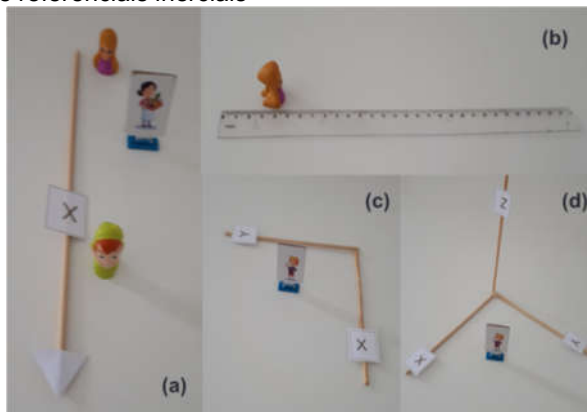
dificuldade o professor citou um exemplo em que falava do voo de aviões, pois para localizarmos estes objetos necessitamos dos dados das coordenadas  $z$ .

**Figura 12:** eixo de coordenadas cartesianas



Fonte: PSSC

**Figura 13:** materiais utilizados na revisão de referenciais inerciais



Fonte: Silva (2018)

Destaca-se desse dia de trabalho dois pontos. O primeiro que a maioria dos alunos parecerem aceitar o novo conceito de coordenadas uma vez que grande parte dos alunos havia trabalhado com conceito semelhante em matemática e também em alguns conteúdos em Física. O segundo ponto foi que, ao serem solicitados que explicassem sobre a seguinte questão “você sabe o que é um referencial inercial”, nenhum dos alunos presentes conseguiu responder esta questão nem ao menos em nível de senso comum, alguns alunos chegaram a afirmar que nunca ouviram falar “disso”, o que não nos causou estranheza, pois a maioria dos professores tem a admitir a leis de Newton como absolutas, embora saibamos de suas limitações a nível quântico e relativístico. Em uma ocasião o

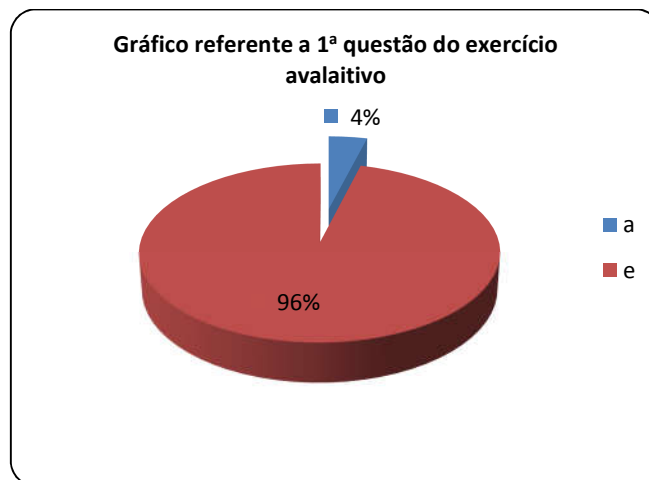
professor titular afirmou “**eles não conhecem por esse nome**” se referido ao conceito de força, o que podemos também de antemão supor que os alunos não tiveram contato com o conceito de Sistemas de Referência Não Inerciais-SRNI.

Nesse momento o professor teve que intervir apresentado os conceitos e o porquê de tal definição. Para a compreensão desse conceito apresentamos alguns vídeos curtos de movimento através da perspectiva de dois observadores, o primeiro fixo na terra e outro em movimento com um sistema de referência. Com relação a perspectiva dos movimentos relativos os alunos apresentaram um desenvolvimento que considera-se como satisfatório, uma vez a maioria conseguiu responder de maneira aceitável maioria das questões propostas ao final da aula. Nesse sentido discutiremos a seguir algumas das questões da avaliação apresentadas aos alunos a seguir.

Grande parte das questões versavam sobre movimento relativo sob a perspectiva de dois observadores, que retratavam situações próximas ao cotidiano do aluno para que estas fossem melhor assimiladas.

Com relação à primeira questão em que tínhamos um paraquedista saltando de um avião em movimento, perguntou-se aos alunos qual seria o movimento descrito pelo paraquedista. Como mostra o gráfico 04, 24 alunos responderam corretamente a questão e apenas um aluno marcou a letra “a” que afirmava que o movimento do paraquedista seria um movimento para baixo, questionado sobre a questão o aluno relacionou com um exemplo usado em um dos vídeos em que um estudante em cima de um skate em movimento lança uma bolinha para o alto e fala que da perspectiva do Skatista a bola faz um movimento retilíneo de subida e de descida e na questão não estava clara que o movimento devia ser analisado de um observador fixo na terra ou um fixo no avião. Argumentei que realmente a questão apresentava uma falha nesse sentido de não especificar os observadores ou os referenciais e que sua resposta não estava totalmente incorreta, que realmente da perspectiva de um referencial fixo no avião o paraquedista acompanhara o movimento do avião até certa distancia.

**Gráfico04:** referente a primeira questão

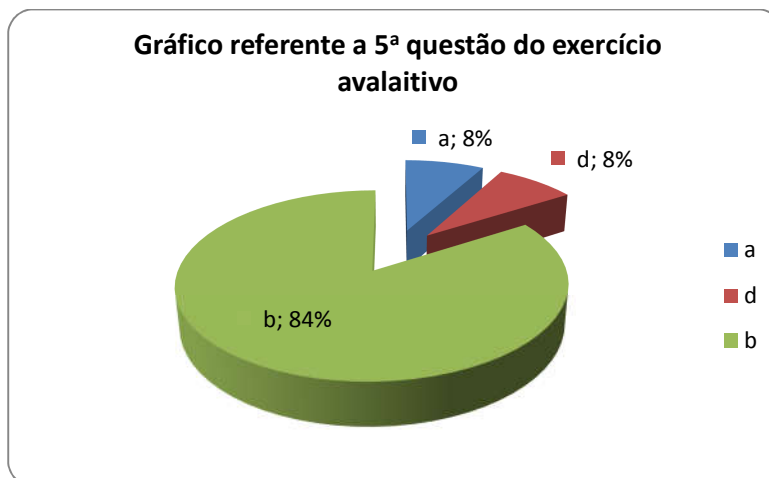


Fonte: Dados da pesquisa empírica.

Com relação à terceira questão questionou-se aos alunos sobre a afirmativa de estamos sempre em movimento, essa questão buscou verificar a compreensão dos alunos acerca de algumas questões levantadas em sala de aula e durante a pesquisa de concepções sobre a possibilidade de o objeto estar em movimento e repouso simultaneamente diante de diferentes referenciais. Para subsidiar essa discussão foi utilizado vídeos e imagens em Power point, descrevendo situações em que um jovem está subindo contra a direção de uma escada rolante, em que depreende-se duas situações, a primeira é que a escada ele está em movimento e em relação a sujeito que estão filmando a ação, e em movimento em relação a escada. Para a compreensão da escolha do sol e das estrelas fixas o professor utilizou um pequeno trecho da parábola do balde Newton e a escolha de referenciais absolutos.

Observou-se que grande maioria dos alunos conseguiu relacionar o estudo dos movimentos sob a perspectiva de dois referenciais, um adotando o referencial da terra em que existe a possibilidade de um corpo estar em repouso em relação a terra e em movimento em relação as estrelas ‘fixas’. Dois alunos assinalaram a alternativa “a” onde se afirma que o sol sempre será o referencial adotado, negando a relatividade do movimento, e dois alunos marcaram a letra “d” que afirmava que existe a possibilidade de um objeto não poder permanecer realmente parado.

**Gráfico 05:** questão sobre referenciais relativos



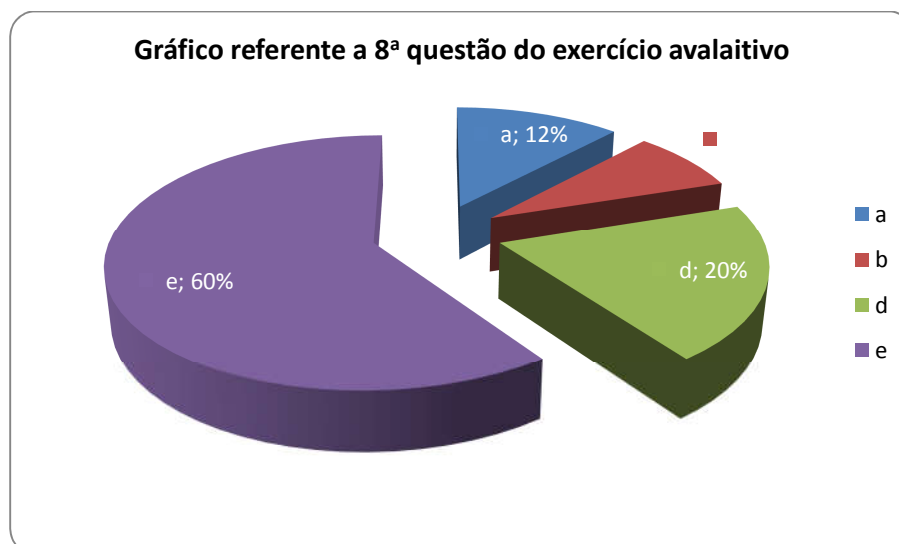
**Fonte:** Dados da pesquisa empírica

Outra questão que gerou dúvida entre os alunos foi a questão de número oito, que falava sobre o conceito de partícula livre, e a primeira lei da dinâmica onde a somatória dos corpos sendo igual a zero pode estar em movimento retilíneo uniforme ou em seu estado de repouso. Compreendemos que novo conceito envolvido (partícula livre) causou não apenas estranheza como confusão, uma vez que foi explicitado para os alunos que a possibilidade de existir uma partícula livre de ações de forças na prática é impossível, mas que poderiam imaginar situações em que a partícula poderia ser considerada livre.

Grande parte dos alunos conseguiram apreender os principais conceitos sobre a questão, ou seja, admitir que uma partícula livre a somatória das forças que atuam no corpo é igual a zero, com isso admite-se que a partícula pode estar em MRU-Movimento Retilíneo Uniforme com velocidade constante e sem aceleração ou em repouso com velocidade igual a zero, e que a partícula livre de ações de forças está em um SRI, como mostra o gráfico.

**Gráfico:** referente a questão 8





**Fonte:** Dados da pesquisa empírica

Através do gráfico podemos perceber que 15 alunos conseguiram obter êxito em relação a questão proposta, em que se admite-se todas as afirmativas como corretas mostrando uma compreensão dos conceitos de partícula livre, SRI e SRNI. 5 alunos assinalaram apenas a questão “d” como questão correta talvez levados pela ideia de que a questão apresentava mais de uma questão correta. 3 alunos marcaram a questão “b” como questão correta, o que indica alguns alunos ainda relacionam a lei de inércia com algumas palavras como “parado” “repouso” MRU, embora o fato de uma partícula estar em movimento e repouso a partir de um determinado referencial causar grande confusão na cabeça dos estudantes. 2 alunos marcaram a alternativa “a” como a única alternativa correta, talvez alunos relacionaram a palavra partícula livre do comando da questão e foram levados a optar por essa alternativa.

Também foi lançada aos alunos uma questão subjetiva acerca dos movimentos relativos para pudéssemos verificar a aprendizagem das principais características dos movimentos relativos discutidos durante a etapa, uma vez que as leis da dinâmica embasam-se em movimentos absolutos e movimentos relativos. De acordo com as principais repostas dos alunos podemos identificar uma evolução significativa em relação aos conceitos abordados em sala de aula em face das concepções espontâneas coletadas. Nesse sentido transcrevemos para a das produções escritas dos estudantes transcrevemos algumas respostas dos alunos em relação esse conceito

Grupo 1-É o movimento que **pode ser visto** de diferentes pontos de referência.

Grupo 2-É o movimento de um corpo **em relação** a um ponto de referencia, por exemplo, um objeto ou outro objeto.

É o movimento que um corpo em relação a outro.

É quando um movimento pode ser visto de diferentes formas dependendo do referencial em que ele está.

É quando um movimento pode ser visto de varias formas

Um movimento é relativo quando ele pode ser visto sob vários pontos de vista, ou seja, depende do observador;

É quando o movimento depende de quem esta vendo, ou de onde se observa o movimento de um objeto;

É quando um mesmo movimento pode ser observado de varias maneiras.

É o movimento que depende do referencial de onde se observa alguma coisa

É quando observo um movimento de uma maneira e outra pessoa descreve de outra forma

A ideia principal era que os alunos não apenas descrevessem o conceito aceito como cientificamente correto, mas que compreendessem que o conceito de movimento é um conceito relativo, uma vez que um mesmo objeto pode estar em estado de repouso em relação a um primeiro referencial, e em movimento em relação a um segundo referencial (VILLATE, 2012). Dessa forma, pretendia-se observar o progresso alcançado por cada aluno desde as primeiras observações de suas concepções espontâneas, quando estes ainda passavam de um modelo imediato do referencial a um modelo “modelo mais formal” do conceito. Partiu-se da premissa que através das atividades propostas pelo professor pesquisador e das atividades desenvolvidas por eles em sala de aula era possível observar a construção do conceito de movimento relativo e também sua evolução (JUNIOR, 2015).

Com base nas respostas coletadas foi possível destacar caracterizar as ideias centrais nos discursos dos estudantes com relação ao conceito de movimento relativo. O que percebe-se é que em algumas repostas o conceito de movimento relativo aparece implicitamente, e em outras observa-se uma leve aproximação do conceito cientificamente aceito. Constatou-se também que a maioria dos estudantes

relacionam a ideia de relatividade com o próprio conceito de movimento, embora estas pareçam em primeira análise similares estes constituem-se em constructos diferentes, a exemplo temos o aluno-1, que afirma que o sentido de relatividade de movimento está ligado ao próprio fenômeno, pois este pode ser estudado de diferentes ponto no espaço. É fácil perceber que o estudante está migrando de um modelo mais ligado ao espaço concreto a um modelo mais abstrato, apesar de que ainda não seja possível afirmar que este compreenda a complexidade do conceito em todos os seus aspectos. Com base nesses dados construímos a tabela abaixo.

**Quadro 13: Conceito de movimento reativo na concepção dos estudantes**

“pode ser visto de diferentes pontos de referência”.	Não explicito
Movimento em relação a outro corpo	Movimento de corpos em relação uns aos outros
Pode ser visto de diferentes formas	Depende do referencial o movimento assumira varias formas
Depende de quem esta vendo	O observador define o tipo de movimento
Pode ser observado de varias maneiras	O referencial define o numero de estados
Observo um movimento de uma maneira e outra pessoa descreve de outra forma	Pessoas diferentes observam fenômenos diferentes

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

No quadro resumo é possível perceber os diferentes níveis de abstrações em que os alunos se encontram. Em relação ao nível não explicito, pode-se inferir que o aluno já possui uma compreensão mesmo que básica do conceito de relatividade do movimento, embora não deixe claro que nos diferentes “pontos de referencia” os estados inerciais serão diferentes, ou seja, se em determinado referencial o objeto ou partícula pode estar ao mesmo tempo em repouso ou movimento. Com relação a uma possível evolução do conceito de referencial, o que pode-se afirmar é que em nenhuma das respostas os estudantes mencionaram objeto físicos da realidade imediata, como haviam afirmado nas coleta inicial, mesmo que os conceitos de referencial e movimentos relativo ainda possuam níveis de compreensão diferentes, já é possível se admitir que os estados de “repouso” e de “movimento” já começam

ser encarados como estados dependentes do referencial adotado, como foi a proposta inicial da intervenção, o que caracteriza uma conquista parcial do conceito de movimento relativo.

Quando os alunos afirmam que “**é um movimento que um corpo possui em relação a outro**” ou “**movimento de em relação a um ponto**”, observa-se que as palavras “**ponto**”, “**objeto**” e “**corpo**”, apesar de designarem a mesma ideia de referencial, estes não deixam claro se estes movimentos são simultâneos, ou se as duas partículas movimentam-se umas em relação as outras, ou ainda se uma está em repouso e a outra em movimento. De qualquer maneira a ideia de reatividade está mais explícita do que no primeiro grupo. Outro dado que pode ser extraído desse grupo é que em nenhuma das respostas dadas pelos alunos, estes mencionaram o conceito de “sistema de referencia”, o que pode-se concluir desse fato é que grande parte dos alunos ainda buscam na realidade imediata com base em seus sentidos, ou em construções parcialmente intuitivas construir suas imagens mentais.

Sobre esse fato Amantes e Borges (2005) afirma que:

Podemos dizer que os estudantes em geral entendem melhor o conceito de Movimento Relativo do que o de Sistema de Referência, mas seu entendimento se encontra no patamar concreto ou em patamares inferiores de pensamento. Esse resultado pode ser explicado justamente pelo fato de que, para o conceito de Movimento Relativo, o estudante possui referentes mais imediatos no mundo sensorial, assim como experiências diretas de percepção da relatividade do movimento (AMANTES E BORGES, 2005, p. 10)

Outra característica confirmada por esta pesquisa é que os alunos relacionam o conceito de movimento relativo com a trajetória que o corpo executa durante o estudo, isso fica evidente nas falas de “**pode ser visto de diferentes formas**”, “**pode ser visto de varias formas**”, “**pode ser observado de varias maneiras**”. É perceptível que as palavras usadas pelo os alunos consultados que estes não estão referindo-se ao estado de repouso e movimento, mas sim exclusivamente a trajetória descrita pela partícula livre. Constatou-se também que nas maiorias das explicações em sala aula os alunos utilizavam o exemplo exposto na maioria dos livros em que uma das pessoas esta dentro de um vagão e solta uma bola e os “**movimento**” descrito pela bola são observados diferentemente pelos dois observadores. Neste

grupo, o observador tem um papel fundamental na descrição do fenômeno, como mostra o trecho “**pode ser visto**”, disto infere-se o sujeito como parte ativa do processo assinalado pelo ato de observar caracterizando uma interação entre sujeito e objeto de estudo.

Mesmo que a maioria dos estudos destaque que os alunos do ensino médio operam no nível operacional concreto (AMANTES, 2005), é possível encontrar estudantes que possuem um entendimento mais elaborado sobre o tema, a exemplo “**É o movimento que depende do referencial de onde se observa alguma coisa**”, pode-se inferir nesta declaração em relação aos estudos dos movimentos relativos dois pontos importantes, o primeiro é a declaração explícita de dependência do referencial onde se observa o fenômeno físico, o segundo é o próprio ato de observar que já define uma dependência da descrição que define estudo do movimento como sendo relativo ao observador.

Nesse sentido, somos levados a acreditar que a Unidade de Ensino corroborou com a apreensão do conceito proposto, uma vez que diferentes níveis de compreensão foram observados nas respostas dadas pelos docentes. Outro fato que corrobora com nossas afirmações é a omissão nos discursos dos estudantes de objetos da realidade imediata, embora seja prematuro afirmar que estes não estejam mais operando a partir da realidade imediata, a unidade de ensino a partir das sequências utilizadas e por meio dos conceitos chaves ou conceitos estruturantes como denominamos nesta pesquisa, demonstra que é possível construir um entendimento do conceito de força de inércia a partir da sequência como a que foi adotada nesta pesquisa, indo ao encontro de outras como a de Júnior (2015).

#### 4.6.8 Aula de força de Inércia

Na intervenção sobre o conceito de inércia buscou-se como objetivo que ao final da aula os alunos pudessem: compreender o conceito de força de inércia; reconhecer as forças inerciais como sendo decorrentes de referencias acelerados, apontar os limites conceituais que levaram a imposição das forças inerciais, e os processos históricos que levaram a implementação das forças de inércia.

Para dar suporte a intervenção de força inercial foram apresentados aos alunos vídeos e apresentação em power point, tendo como base os trabalhos do

PSSC disponíveis na internet e os trabalhos de Chaib (2016), Monteiro (2015), Lima Junior (2015), Pessoa Junior (2014), Santos (2011), Gardelli (2010), Freitas (2002), Neves (2000), Zylbersztajn (1999).

É de se esperar que ao serem questionados tanto em relação a lei da inércia ou a segunda lei da dinâmica que os estudantes dirigissem sua atenção a proporção da massa envolvida na descrição do fenômeno, mas necessariamente ao peso do corpo, em detrimento a sua massa inercial, ou seja, a resistência oferecida pelos corpos a mudança de seus estados de movimento ou repouso. Também observou-se que a maioria dos estudantes tendem a relacionar as fenômenos em referências acelerados como decorrentes da lei da inércia.

Foi realizado no início do diálogo com os alunos a apresentação dos objetivos a serem alcançados com a aula, uma pequena revisão sobre o conceito de força e, em seguida fez-se uma contextualização histórica através da apresentação das ideias sobre o movimento dos principais colaboradores para a criação desse conceito como: Aristóteles, Copérnico, Galileu e Newton, e por fim apresentou-se o conceito de força de inércia. As colocações apresentadas pelo professor pesquisador iniciava-se a partir situações cotidianas em que os alunos possuíam alguma familiaridade, citou-se como exemplo, situações em que um móvel em movimento freia bruscamente e os passageiros são lançados para frente. Neste primeiro questionamento todos os alunos presentes foram categóricos em afirmar que esse fenômeno ocorria devido inércia dos corpos.

Partiu-se desse questionamento, pois a maioria dos alunos usam ônibus como meio de transporte e frequentemente convivem com esse fenômeno, nesse sentido foi lançado aos estudantes um segundo questionamento se **“ao invés disso o ônibus estivesse parado e então o motorista arrancasse de uma vez?”**, um aluno então afirma **“o corpo está parado e deve continuar parado”**, para o aluno isso parece óbvio, e isso não torna-se absurdo uma vez que a experiência cotidiana corrobora para isso. Esta colocação foi o ponto de inicial para explicar a validade das leis de Newton tomando-se como referência o ônibus, pois para os passageiros que se encontram dentro do ônibus é como se uma força os lançasse para frente, mas sabe-se que isso não acontece. Continuando o raciocínio professor questiona **“o que fala mesmo a lei da inércia?”**, mais uma vez os alunos definem como sendo a partir de repouso ou movimento, então o professor lembra, mas se a

somatória das forças é nula que força puxa os passageiros para trás ou joga para frente do ônibus? Os alunos olham-se sem saber o que dizer.

Neste momento o professor exhibe um vídeo com cerca de 9min, em que se apresentavam movimentos acelerado. Introduzimos um pequeno formalismo matemático simples exemplificando um pêndulo pendurado em um teto de um vagão sendo examinado a partir de dois observadores, um fixo na terra e outro no referencial do vagão (CABRAL, 1998). Não houve a necessidade de um formalismo matemático mais elaborado uma vez que o objetivo era que os alunos tivessem um contato com conceito apenas de forma qualitativa, pois uma abordagem mais quantitativa poderia torna-se um obstáculo para a aprendizagem do conceito como mostrou Freitas (2000) que indica para essa faixa etária e nível operacional uma abordagem mais qualitativa.

Para finalizar a discussão o professor pesquisador utiliza o experimento do balde de Newton para suscitar mais questionamentos na turma, o objetivo era fazer com os alunos compreendessem o contexto que foi elaborado o conceito de inércia. O experimento constou de uma garrafa PET cortada abaixo de seu meio, com quatro furos em sua borda, como índice de refração da água e do plástico são bastante próximos tingiu-se a água com tinta de impressora vermelha. Durante a prática percebeu-se que era necessário colocar uma quantidade razoável de água para que a curvatura da água fosse percebida, e também uma quantidade de giro tinha que considerável. Após a dinâmica o professor questionou os alunos se eles conseguiam explicar esse fenômeno, muitos relacionaram a força centrífuga embora não conseguissem explicar sua natureza, outros associaram a máquina de lavar, mas também não conseguiram explicar porque a água subia. O professor pesquisador explicou que esse simples experimento consolidou toda a teoria de Newton em argumentar contra as forças inerciais, a argumentação e os slides tiveram como referencia os trabalhos de Zylbersztajn e Assis (1999), Neves (2000), Santos (2011) e Chaib (2015).

Ao final da intervenção os alunos foi solicitado aos alunos se estes conseguiam diferenciar o conceito de força e o conceito de força de inércia. Dessa forma, oferecemos dois questionamentos: **1) O quê realmente define uma força do ponto vista físico, 2) considerando o que foi visto em sala de aula, explique o que são as forças inerciais?** O professor solicitou que os alunos formassem duplas

ou trios para que pudessem discutir e chegar ao consenso de qual seria a resposta que a equipe acharia mais “correta”. As respostas foram transcritas abaixo:

Primeira questão:

**Grupo 1:** É a **interação** entre dois corpos e que tem uma força resultante

**Grupo 2;** são forças de **interação** por exemplo a gravidade

**Grupo 3:** são forças de **interação** acontecem sempre em pares por exemplo, a gravitação

**Grupo 4:** primeiramente é a **interação** que pode haver entre dois corpos, causando contato ou não.

**Grupo 5:** precisa ter **interação** e não contato, se tiver uma força e não tiver contato ela vai ser uma força do tipo gravitacional, ou seja, se define em duas partes.

**Grupo 6:** A força precisa da **interação** entre dois corpos Físicos e vai depender do tipo de força, gravitacional ou contato,

**Grupo 7:** não precisa necessariamente ter contato

Grupo 8: vejamos que força Física é corpo que bota força em outro sendo em aceleração constante e etc, o importante é que haja movimento.

**Grupo 9:** Interação, gravitação, força a distância.

**Grupo 10:** Força física é a força que causa interação entre dois corpos

**Grupo 11:** Força Física é a interação que não necessariamente precisa ter contato que chamo gravitacional e quando tem contato necessariamente precisa ter pares.

DC: força, interação, gravitação, pares

**Grupo 12:** A força acontece por meio da interação, podendo ter contato ou não, por exemplo, gravitacional, quando tem contato e acontece em pares de força.

**Tabela 01:** Conceitos chaves de força em relação a primeira questão



Força física	Movimento	Interação	Em pares	Força resultante	Depende do tipo de força	Comparação com outras forças	Intermediário	Elaborado	Aceleração
		G1		G1					
		G2				G2			
		G3	G3			G3			
		G4						G4	
		G5				G5	G5		
		G6			G6	G6			
							G7		
G8	G8								G8
		G9				G9			
		G10							
		G11	G11			G11			
		DC	DC			DC			
		G12				G12		G12	

**Fonte:** Dados da pesquisa empírica

Durante a análise das respostas dos alunos, percebemos que as mesmas possuíam muitas semelhanças, isso pode ser influenciado pela explanação do professor pesquisador e pelos materiais utilizados na intervenção. Como podemos ver em um trecho retirado da aula

Força é o processo de interação entre corpos, podendo estes corpos estarem em contato ou não, por exemplo, todo mundo sabe que a terra atrai a lua não é, por força gravitacional, bom a terra esta não está em contato com a lua mesmo assim causa influencia, outra força que a gente vê no dia a dia, a força magnética, quem já brincou com um imã, [alguns alunos levantam a mão] pois é... Um atrai o outro a certa distância ali tem uma força. (aula de introdução a Força)

O que podemos notar de antemão é que grande parte dos alunos usaram a palavra “interação” para definir o conceito de força, isso já demonstra uma evolução significativa em face dos conceitos coletado no início da pesquisa através das concepções espontâneas. Existe um conceito que começa a emergir no diálogo dos estudantes que é o conceito de “força de campo”, para determinar a interações a distância onde não existe a eminência de contato físico, em algumas vezes nota-se a referência à força gravitacional para designar ação a distância.

Na categorização, os conceitos chaves foram dispostos para que pudéssemos distanciar aquilo que era devido à construção dos alunos, influência da fala do professor e da intervenção didática. Os conceitos chaves são conceitos

aparecem em grande parte dos referencias lidos, que classificamos como o requisito básico para a conceitualização de força.

A respeito à aprendizagem e profundidade do conceito, podemos perceber através da tabela que a dupla 8, representada pelo grupo G8 foi a única equipe que possui o menor número de congruência de conceitos chaves, dessa forma pode-se afirmar que esta está no nível mais básico da construção do conceito de força, ou não explicitas, muito próximo ao senso comum. Isso torna-se evidente em alguns conceitos utilizados em sua definição de força, G8: **“vejamos que força Física é corpo que bota força em outro sendo em aceleração constante e etc., o importante é que haja movimento”**.

Nesta definição do G8 há alguns aspectos que precisam ser analisados. Primeiramente quando a equipe diz **“bota força”**, por meio do verbo que esta equipe utiliza podemos inferir que o verbo **“colocar”** é utilizado no sentido de **“imprimir”** muito próximo do conceito impetus utilizado por cientistas como Aristóteles e outros, em que acredita-se que parte da força é transferida do movente ao corpo movido. Pode-se inferir que implicitamente esse grupo admite força como um processo de interação, embora essa força se dê em forma de contato físico, força muscular ou ação de outro corpo que por ventura já esteja em movimento e venha a colidir com este. Novamente percebemos a relação força e movimento, embora um novo dado seja adicionado. A troca do conceito de velocidade por aceleração pode se um indício de começo de compreensão do conceito, possivelmente inferido através das análises quantitativas da expressão matemática da segunda lei da dinâmica.

No grupo-G1 constatamos além das características comuns entre os demais grupos a indicação de uma **“força resultante”**, que pode indicar que esses sujeitos admitem além das características gerais do conceito de força a presença de um aspecto responsável pela interação e conseqüentemente pelo movimento, pois muitos alunos apesar de ter conhecimentos da lei da inércia admitem que a presença de uma força resultante na eminência de um movimento, pois esta é maior que as forças opostas ao movimento, como o atrito, por exemplo.

A característica que o diferencia o G6 dos demais e, portanto, o define como grupo de análise é o fato desses sujeitos admitirem que força dependerá do tipo de força, como podemos perceber em sua afirmação **“Grupo 6: A força precisa da**

**interação entre dois corpos físicos e vai depender do tipo de força, gravitacional ou contato”**,

Este grupo admite a interação como característica primeira para caracterização do conceito de força, no entanto, o tipo de interação seja esta de contato ou a distância não ficou muito claro nesse grupo, pois ainda não compreende que a força gravitacional é um processo de interação entre massas, confusão essa que pode ser discutida no tópico das leis de Kepler.

Os grupos G5 e G7 encontram-se os sujeitos em que denominamos de grupos intermediários, que são sujeitos que incluíram além dos demais conceitos uma característica fundamental que é admitir que a força não implica necessariamente em contato. Este fato a primeira vista ser simples se sem valor qualitativo, mas se refletirmos a partir da percepção dos estudantes isso por significar uma característica que mais ficou explícita para eles. Sobre esse entendimento de força Cruz (1985) diz que:

O conceito de força é uma destes conceitos cujas origens não poderemos datar com precisão. No que poderíamos denominar estágio pré-científico, a ideia de força surgiu provavelmente da consciência do esforço dispendido em ações como movimentar os braços e as pernas, da sensação de superar a resistência de um corpo pesado ao levantá-lo do solo, ou ao levá-lo de um lugar a outro. Claramente, as noções de força, esforço, potência, trabalho, intensidade aparecem como sinônimos na linguagem do senso comum. É importante salientar que estas construções do chamado senso comum estão presentes em cada um de nós e formam a base sobre a qual vai se superpor o conhecimento estabelecido. A presença dessa base faz com que o aprendizado de Física seja por vezes bastante conflituoso. (CRUZ, 1985, p.1).

Se admitirmos que esses sujeitos na realidade estejam em uma fase de transição, pois acabaram de sair do ensino fundamental e que “na maioria das vezes, enfatiza apenas os aspectos biológicos e, mesmo que tratem de temas da Física, não os distinguem como tal” (BACCON, 2008, p. 1). Considerando que os conceitos apresentados aos alunos nessa transição do ensino fundamental para o Ensino Médio são em sua maioria conceitos “retirados” dos livros didáticos com significado de puxões e agarrão, a existência de ação de uma força aplicada que não seja em si por contato pode vir a se tornar para eles um dado novo. E isso em si, não torna-se um dado longe de ser trivial, pois assombrou os físicos e o próprio Newton durante anos, que conhecendo sua existência não conseguiu explicar como a

força gravitacional mantinha corpos unidos como a lua a terra, vindo este fato ser esclarecido somente em 1905 com a teoria da relatividade (JUNIOR, 2014).

E finalmente o grupo G4, este grupo conseguiu reunir todas as características que estão presentes em dos conceitos formais de força, estes consideram o fato de que esta não necessariamente precise de contato, admitindo a existência de força à distância, que possibilitará uma melhor apreensão de campo de força.

Do ponto de vista da aprendizagem podemos afirmar que a abertura de diálogo em sala de aula oportunizou aos estudantes um ambiente propício à troca de ideias entre professor pesquisador e aluno como afirma Brito:

Nesse contexto, é necessário disponibilizar tempo e espaço para que os alunos argumentem sobre os fenômenos estudados, que reflitam sobre suas afirmações, que construam conclusões pela troca de experiências no grupo, que adquiram o hábito de trabalhar com refutações até chegar à evolução dos conceitos envolvidos no fenômeno. (Brito, 2016, p. 129).

Como relação a evolução do conceito de força desde o primeiro encontro a conclusão desta pesquisa pode-se observar um distanciamento nas colocações da maioria dos alunos em função de suas observações do mundo sensorial imediato como bem assinalou Brito (2016).

a progressão no entendimento sobre determinados fenômenos se efetua por meio do rompimento de concepções arraigadas às observações no mundo sensorial, promovendo a capacidade de conceber esses fenômenos de maneira mais ampla em situações hipotéticas, através de raciocínios apoiados em princípios e teorias. (RIBEIRO, 2005, p.13)

Em grande parte destacamos que a verbalização e o envolvimento dos alunos evoluiu de forma satisfatória a fim de atender as expectativas mínimas do pesquisador sendo esta nos momentos das produções escritas ou em interação com o professor durante a dinâmica de aula. Sobre este aspecto buscamos suporte em Ribeiro que diz:

acreditamos que os estudantes podem nos fornecer pistas de como esse entendimento se encontra articulado quando solicitados a verbalizar seu entendimento de maneira direta. (Ribeiro, 2005, p. 20)

Um dos traços mais característicos da inteligência operatória formal é o raciocínio hipotético-dedutivo, que é a capacidade de raciocinar “sobre simples

suposições, sem relação necessária com a realidade ou com as crenças do indivíduo, confiado apenas na necessidade de raciocinar.” (PIAGET, 1947, p. 191).

#### 4.6.9 Considerações sobre o conceito de forças inercial

Com relação à aprendizagem do conceito de força inercial, a proposta foi partir do entendimento dos alunos, de suas concepções espontâneas, conceitos discutidos em intervenções anteriores como o conceito de referencial e sistemas de referência, referencial inercial e não inercial, como base estruturante do conceito de forças inerciais.

Apesar do conceito de força de inércia ser um conceito que pode ser visualizado em alguns aspectos da vida dos estudantes, em acelerações e desacelerações, este conceito é pouco discutido no ensino médio e até mesmo nos cursos de formação de professores. Dessa forma, não é usual ensinar ou se discutir teorias concorrentes na Física, é como se o currículo de ciência quisesse silenciar todas as controvérsias científicas mais legítimas, isso faz com que muitos estudantes se quer tenham a oportunidade de conhecer alternativas teóricas do campo no qual foi educado (LIMA JUNIOR, 2015)

Apesar de o conceito de força inercial ser um conceito bastante abstrato, concebemos que o aluno não consegue explicitar totalmente aquilo que ele sabe, seja verbalmente ou através de sua participação em sala, ou por escrito quando são solicitados (AMANTES, 2004). Outro ponto a ser observado é que o entendimento do conceito por parte do aluno pode passar por vários níveis de formalização, alguns não totalmente explícitos, criando sentido claros apenas na construção mental do aluno. A construção do trabalho até aqui contou com uma dinâmica em torno de conceitos que como inicialmente afirmamos é fundamental para a construção do conceito de força inercial, iniciando desde o conceito primitivo de referencial dos alunos até o conceito de força de inércia e os pressupostos. Esta linha de pensamento foi necessária para o que o aluno pudesse ter a oportunidade de acompanhar a gradação do conceito e de sua dependência com outros conceitos bases, pois como afirma Lima Junior (2015) **“qualquer discussão sobre as forças inerciais não pode fugir a análise do conceito de inércia e referencial inercial”**.

Nesse sentido compreendemos que grande parte das colocações dos alunos pode vir influenciada em parte por suas próprias construções e em parte pela influência do professor pesquisador. Dessa forma, organizamos as repostas dos estudantes em categorias nas quais suas ideias estão inseridas, estas foram divididas em cinco grupos que serão discutidas abaixo.

**Questão 2. Considerando o que foi visto em sala de aula, explique o que são as forças inerciais?**

Grupo 1: são a resistência que o corpo tem de sair de repouso, ou permanecer em movimento uniforme.

Grupo 2: É a resistência em que o corpo tem de sair do repouso ou um

Grupo3: são a resistência que o corpo tem

Grupo 4: É basicamente a força que te joga para fora do carro em movimento

Grupo 5: são propriedade da matéria de resistir a matéria

Grupo 6: força inercial precisa de uma aceleração

Grupo 7: São forças variáveis sempre diferente da primeira.

Grupo 8: são forças que aparecem em com a aceleração.

Grupo 9: é quando uma força que age na gente não aparece

Grupo 10; são forças que aparecem no sistema devido a interação das massas

Grupo 11: aparecem com a aceleração

DC: são forças que aparecem no sistema com interação de massa.

Grupo 12: É a resistência que tem um corpo

**Tabela 02:** categorias do conceito força dos alunos

CATEGORIAS		FREQUÊNCIA	%
Resistência	G1; G2; G3; G12	4	21,10%
Aceleração	G6; G8; G11	3	15,70%
Propriedade intrínseca da matéria	G1; G2; G3; G5	4	21,10%

Iteração entre corpos	G10; DC	2	10,50%
Forças que surgem	G8; G10; G11; DC	4	21,10%
Sair de seu estado	G1; G2	2	10,50%
TOTAL		19	100%

**Fonte:** dados da pesquisa empírica

21,1% dos estudantes chegaram à conclusão que a força de inércia é devido a resistência que um corpo possui de sair de estado de movimento de repouso ou permanecer em seu estado de movimento retilíneo uniforme. Observa-se primeiramente neste grupo que apesar de a maior parte dos estudantes chegarem a conclusão que a força de inércia é a resistência que certos corpos possuem de sair de seu estado de inércia, seja de repouso seja de MRU, estes ainda não relacionam o conceito estudado com o aspecto deste, ser em função de referencias não inerciais, ou sua aceleração ou desaceleração. O que pode-se inferir em primeira análise dessa estrutura de construção dos estudantes é que estes concentram-se principalmente na características dos objeto, como por exemplo, sua massa inercial do que as características de seus referenciais. Dessa forma, conclui-se que a resistência a mudança de estado de movimento a que se referem os sujeitos está definida pelas características matérias e dimensões dos “objetos” envolvidos e não pelas relações com o resto dos corpos do universo (LIMA JUNIOR, 2015).

Outro conceito estruturante bastante presente nas argumentações dos estudantes quando se trata do conceito de força inercial é o conceito de **aceleração**. O que se observou durante a aplicação da unidade de ensino, e também durante as intervenções é que, embora os estudantes conseguissem perceber a importância da aceleração dentro da dinâmica da força inercial, ou seja, mesmo em posse desse dado a maioria não citou em suas falas o fato da força e inércia ser uma reação contrária direção da aceleração. Mesmo quando se tratou desse conceito a partir de exemplos mais próximos a suas realidades como no caso do ônibus, por exemplo, poucos alunos admitiram que a força inercial tinha sentido oposto a desaceleração, indicando o sentido da força no sentido o deslocamento do sujeito em questão. Neste sentido, 15,70% dos estudantes como a característica fundamental que define as forças de inércia.

A força de inércia como propriedade inerente do corpo foi apontado por 21,10% dos como sendo a característica que define esse conceito. Com relação a este dado apresentado pelos estudantes, esperava-se um número maior em relação e esse pensamento, pois o conceito de inércia como propriedade intrínseca da matéria é muito divulgada principalmente nos livros didáticos. O que percebe-se é que não existe no ensino médio, e isso fica claro nas discussões dos alunos, que não há um aprofundamento sobre a princípio fundamental da inércia, por exemplo, não se discute a relação entre o princípio da inércia e os referenciais inerciais, ou o porquê da necessidade de se postular a existências de referenciais inerciais para o cumprimento das leis da mecânica caso não seja utilizado um referencial inercial para uma partícula isolada que não esteja com uma velocidade constante, sendo necessário a utilização do conceito de forças fictícia para análise do comportamento físico dessa partícula em referenciais acelerados (CABRAL, 1984).

Durante a aplicação e diálogo com a turma pesquisada tomou-se cuidado em migrar de um conceito de força enquanto puxões e agarrões, para um conceito de força como processo interativo entre corpos quer estejam estes próximos ou a uma determinada distância, por meio da concepção de interação gravitacional com bases nos trabalhos de Assis (1999; 2013). Na explicação do G10 percebemos **“são forças que aparecem no sistema devido a interação das massas”**. Pode-se afirmar com certo grau de certeza que esse grupo conseguiu compreender a nova “teoria” de que a inércia dos corpos é devido a interação da massa do corpo de prova com as demais massas no universo.

Tem-se esse dado como bastante significativo, demonstrando um avanço na compreensão dos estudantes em relação ao conceito, pois no início da pesquisa a maioria dos estudantes desconheciam totalmente o Princípio de Mach ou forças inerciais como ação de referencias inerciais, dado este que vem a colaborar com a ideia inicial dessa pesquisa de que é possível através de uma exploração qualitativa discutir conceitos abstratos como a força de inércia. A explicação com base na interação com o resto da massa dispersa no espaço parece plausível quanto a existência do espaço absoluto de Newton, mesmo que estas ainda sejam apenas conjecturas filosóficas é salutar que os estudantes tenham a oportunidade de conhecer teorias alternativas para poder explicar o porque da matéria no universo se comportar dessa maneira.



Um dado curioso que pode ser percebido através é que se separamos os grupos de através da análise das ideias contidos na tabela 01, em torno das quais se esturram os pensamentos explicativos percebemos que:

Resistência	$A=\{G1, G2, G3, G121\}$
Aceleração	$B=\{G6, G8, G11\}$
Propriedade Interna	$C=\{G1, G2, G3, G5\}$
Interação	$D=\{G10, DC\}$
Força surgida	$E=\{G8, G10, G11, DC\}$
Inercia $F= \{G1, G2\}$	
Pode-se observar que	
$F \subset A$	
$D \subset E$	

Pode se supor que o conjunto A é o patamar em que na qual a estrutura reflexiva foi retirada. O que se pode à primeira vista supor que os patamares inferiores dos seis grupos, suas ideias centrais podem servir como base estruturante ao novo conceito ou a nova teoria (Mecânica Relacional)

Nesse momento podemos supor que o novo conceito já encontra-se na esturados estudantes, o que resta apenas descobrir é que, se essas núcleos em torno dos quais se estruturam as ideias dos estudantes podem ser aplicadas a outras situações, pois como afirma Piaget uma coisa é você saber um conceito outra é você poder aplicar a outras situações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Não há nada que seja maior evidência de insanidade do que fazer a mesma coisa dia após dia e esperar resultados diferentes.”

Albert Einstein

Este trabalho teve como objetivo Analisar o processo de aquisição do conceito de força inercial por alunos da 1ª série do Ensino Médio da Escola Ruth Prestes

Para que essa pesquisa se concretizasse enfrentou-se muitos caminhos e desafios. A primeira grande dificuldade encontrada foi encontrar trabalhos relacionados ao tema proposto que nos fornecessem os caminhos que pudessem ser seguidos, aja vista que embora existam trabalhos como, por exemplo, de Severo (2016) estas pesquisas tem objetivos divergiam da intenção dessa pesquisa. A falta de referência adequada não desmotivou o pesquisador que apoiou-se em uma revisão histórica para fundamentar a pesquisa.

No que diz respeito a revisão histórica do conceito de força de inércia esta teve uma contribuição crucial para a compreensão da complexidade do conceito e as principais dificuldades para sua implementação no ensino médio, principalmente nas séries iniciais.

No que tange a concepção dos instrumentos de pesquisa, em particular o questionário de concepção espontânea este estruturou-se de forma a capturar as diversas concepções acerca dos conceitos abordados. O antecambamento de questões objetivas e subjetivas constitui-se em uma ferramenta que pode não apenas coletar dados estatísticos através das questões fechadas, como também a impressões dos estudantes em relação aos conceitos.

Quanto as construções escritas e as respostas dadas pelos estudantes, estas mostrou-se um obstáculo a ser superado, pois grande parte dos alunos não estavam familiarizados com abordagem pretendida na pesquisa, em que lhe eram dada a oportunidade de expor suas opiniões e construir seus próprio conceito. Essa dificuldade em construir argumentos foi comprovados através de outras pesquisas

publicadas, isso tornou-se evidente nos materiais escritos dos alunos, onde muitos deles enfrentavam uma grande dificuldade em construir argumentações lógicas, o dificultou parte da análise. Alguns discentes pediam para que o PP elaborasse uma resposta para que eles pudessem “copiar”

No que diz respeito à coleta prévia com os sujeitos entrevistados, o que ficou evidente é que os conceitos de força inercial, referencial inercial e referencial não inercial não foram abordados em conteúdos anteriores. Com relação às concepções de força, velocidade e movimento os alunos demonstraram conhecimentos próximos a estudantes que cursam as séries iniciais. Não foi possível coletar uma concepção inicial em relação ao conceito de Força inercial, uma vez estes estudantes não tiveram nenhum contato inicial com o conceito, deste modo, foi necessária a construção da sequência para que os alunos pudessem conceber o conceito, neste sentido a contextualização histórica do conceito colaborou de uma forma bastante satisfatória. No tocante à aprendizagem e a relação que estes alunos possuem com a disciplina de Física, os sujeitos pesquisados ainda veem a disciplina como uma ciência difícil de ser ensinada e que raramente participam conforme constatado por Santos (2013). Pode-se perceber de acordo com os dados coletados e impressões de sala de aula que os alunos ainda veem com estranheza a abordagem da disciplina de Física através de uma abordagem qualitativa.

Quando analisamos o modelo aplicado aos alunos iniciantes do ensino médio, através de um forte formalismo matemático, pouco tempo dedicado a reflexão e construção de conceitos físicos, não é difícil perceber o porquê alguns estudantes não possuem um apreço por essa disciplina. Esse fato ficou evidente no teste respondido por um dos sujeitos, que mostrou não só o desconhecimento com o tema, como também um total descaso com sua aprendizagem. O que se pode afirmar é que o modelo de aula a que esse estudante foi submetido, não apenas no ensino médio, mas em toda a sua trajetória acadêmica em nada contribuiu para o seu desenvolvimento, o resultado dessa aprendizagem, ou da não aprendizagem faz com que este aluno muitas vezes saia da escola e se integre ao contingente de reprovados ou evadidos o que confirma a opinião de Vasconcelos (2000).

Com relação ao conceito de Referencial os dados mostram que existe uma tendência natural dos estudantes em caracterizar referencial como relacionado aos aspectos da realidade física imediata. Grande parte desses indivíduos acredita que

referencial esteja ligado a objetos imóveis fixos a superfície da terra, tais como, árvores, calçadas, postes, casas etc. É possível identificar nesses sujeitos patamares de entendimento diferentes, o que pode suscitar diferentes graus de entendimento.

Com relação aos resultados dessa pesquisa é prematuro apontar que os sujeitos tiveram uma aprendizagem duradoura, o que pode ser inferido é a evolução contatada nos conceitos de força e referencial e apreensão de alguns conceitos-chaves de força inercial. Outro dado importante foi que os sujeitos dados da pesquisa empírica apontam para uma evolução significativa da aprendizagem, uma vez que alguns sujeitos deixaram de elaborar suas construções por meio de percepções sensitivas e imediatistas, atribuímos essa mudança as reflexões construídas pelos próprios estudantes, uma vez que foi oportunizado a eles construir hipóteses a partir de suas concepções intuitivas.

Com relação ao conceito de força inercial os dados empíricos demonstram que é possível a aprendizagem desse conceito de forma qualitativa com o uso mínimo de formalismo matemático. A abordagem histórica da Física também mostrou-se uma boa aliada para apreensão desse conceito, uma vez que essa discussão ainda não se encontra resolvido pela ciência.

Sobre o aspecto da dinâmica de sala de aula, é possível afirmar que a proposta a partir de uma filosofia construtivista e com base na postura ativa do estudante como corresponsável pela sua aprendizagem aliado a dinâmica de diálogo dentro de sala de aula é capaz de subsidiar a construção/elaboração de conceitos abstratos como a força inercial.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BECKER, F. A origem do conhecimento e a Aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BIAGGIO, A. M. B. **Psicologia o Desenvolvimento**. 9ª ed. Petrópolis, Vozes, 1988. 332 p.

BONADIMAN, A. **Álgebra Linear no Ensino Fundamental: Produzindo Significados para as operações básicas com expressões Algébricas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 300. (Dissertação de Mestrado)

BORGES, O.; AMANTES, A. **O entendimento de estudantes do ensino médio sobre Sistema de Referência e Movimento Relativo**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003.

BORGES, R. M. R. **Repensando o Ensino de Ciências**. In: Construtivismo e Ensino de Ciências. Roque Moraes (Org)-Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. 230 p.

BRANDÃO, C. R. O que é educação. São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção Primeiros Passos).

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais: Física**. MEC. Brasília, p. 148. 2002

CAROLI, A, CALLIOLI, C. A, FEITOSA, M. O. **Matrizes, vetores, geometria analítica: teoria e exercícios**. 17ª Ed. São Paulo: Nobel, 1986. SIMMONS, George F. Cálculo com geometria analítica. São Paulo: Pearson Makron Books, 1987.

CLEMENT, L. DUARTE, D. A, FISSMER, S. F. **Concepções Espontâneas em Física: Calouros**. R.B.C.E.T., vol3, num 2, mai./ago. 2010

COLL, C. PALACIOS, J. MARCHESI, A.Org. **Desenvolvimento Psicológico e Educação**: Psicologia da Educação. Vol. 2 Trad. Angélica Mello Alves. Alianza editorial, 1993.

DELVAL, J. **Introdução à Prática do Método Clínico**: Descobrimo o Pensamento das Crianças. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FREITAS, J. C. C. **Um interessante Problema de Vestibular Envolvendo a Não-Conservação da Energia Mecânica em um Referencial Acelerado**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, nº. 3, Setembro, 2002

FREZZA, J. S. **Construção de Modelos e Teorias Físicas: da Mecânica Clássica de Newton à Mecânica Relativística de Einstein, um estudo em Epistemologia genética**. Universidade federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 95. 2015. (Tese de Doutorado)

FREZZA, J. S. **Noções de Referencial Inercial: Um estudo de epistemologia genética com alunos de Física**. Universidade federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 115. 2011. (Dissertação de Mestrado)

GAZZINELLI, R. **Teoria da Relatividade Especial**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2005

GOMES, L. C. FUSINATO, P. A. NEVES, M. C. D. **Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica**. Ciênc. educ. (Bauru) [online]. 2010, vol.16, n.2, pp.341-353. ISSN 1516-7313

KARAM, R.A.S. CRUZ, S. M. S. C. COIMBRA, D. **Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 105-114, (2007)

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F.O; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de**

**ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.** In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/1547.pdf>. Acesso em: 05 de jan. de 2016.

LEITE, O. R. V. **Geometria Analítica Espacial**- São Paulo, Edições Loyola, 2005, 9ª ed. 251p.

LUIZ, A. M. **Física 1: Mecânica: Teoria e Problemas Resolvidos.** São Paulo. Livraria da Física, 2006.

MACEDO, L. **Ensaio Construtivistas.** 3. Ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.  
MANTOAN, M. T. .É. Processo de conhecimento: tipos de abstração e tomada de consciência. Memos do NIED, n. 27. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1994. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/memos/article/download/83/82>>. Acesso em: fev. 2017.

MELO, M. I. M. **Aplicações da Teoria de Piaget ao Ensino da Matemática Elementar.** Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, p. 368. 1980. (dissertação de Mestrado)

MINAYO, M. C. S. DESLANDES, S.F. GOMES, R. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade.** 28. ed- Petrópolis, Rj: Vozes, 2009

MONTEIRO, M. M. MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, 4501. 2015

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas.** Revista brasileira de Ensino de Física vo. 22, nº 1, Março, 2000. Disponível em <[http://http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22\\_94.pdf](http://http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_94.pdf)> acessado em 02 de setembro de 2014 as 14 horas.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências – V1(1), pp.20-39, 1996.

NICOLODI, R. **O Ensino da Matemática na Educação de Jovens e adultos: uma abordagem a partir de sequências didáticas.** Universidade Regional de Blumenau. Blumenau/SC, p. 130, 2011(Dissertação de Mestrado).

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica.** 4º edição-São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Maria Marly. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

OSTERMANN, F. MOREIRA, M. A. **Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores** Cad. Cat. Ens. Fís., v. 18, n. 2: p. 135-151, ago. 2001. Disponível em:<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85026/000306047.pdf?sequence=1>>.

PALÁCIOS, M. I. G. **Método Clínico-Crítico y etnografia em investigaciones sociales.** CADERNOS DE PESQUISA- vol.44 n.154 p.1052-1068 out./dez, 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v44n154/1980-5314-cp-44-154-01052.pdf>> acesso em 17 de fevereiro de 2017 às 17h e 16 min

PEDUZZI, L O. Q, PEDUZZI, S. S.**O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton.** Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(1): 6-15, abr. 1985.

PIAGET, J, INHELDER, B. **O desenvolvimento das quantidades Físicas na criança,** Ótica, 2º ed. Rio de Janeiro, Zahar.1975

PIAGET, J. **Epistemologia genética;** tradução de Alvaro Cabral-4ª ed.- São Paulo: editora WMF Martins Fontes, 2012, segunda tiragem, 2016.



PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Trad. Alvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1971. 387p.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Tradução Álvaro Cabral. 4.ed. LTC: Rio de Janeiro, 1987.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivette Braga, 14<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.

PIAGET, J.; BLANCHET, A; et al. **A tomada de consciência**. Trad. Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos; Ed. USP, 1978. 211p.

PIAGET, J. **Biologia do conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 1973

PREGNOLATO, H. Y.; PACCA, J. L. **Concepções de Força e Movimento**. Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 14 n° 1, 1992-Pesquisa em Ensino de Física. PSSC. Physics. 1a edição 1960. D.C. Heath

QUEIROZ, K. J. M, LIMA, V. A. A. **Método Clínico piagetiano nos estudos sobre Psicologia Moral: o uso de dilemas**. Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética Volume 3 Número 5 – Jan-Jul/2010

ROSA, C.W, ROSA , Á.B. da. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais**. Revista Iberoamericana de Educación/ Revista Ibero-americana de Educação ISSN: 1681-5653, n.º 58/2 – 15/02/12. disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/4689Werner.pdf>>

SALADINI, A. C. **Da Ação à Reflexão: O Processo de Tomada de Consciência**. Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética. Volume I n° 2, 2008.

SANTOS, M.L, NETO, D.A.O, OLIVEIRA, I.N, GONÇALVES, C.P, CASTRO, L.M. **Experimento Lúdico para o Estudo das Forças Inerciais**. IX Colóquio do Museu Pedagógico. 5 a 7 de outubro de 2011. ISSN: 2175-5493

SANTOS, P. M. **A concepção dos alunos sobre a disciplina física no Ensino Médio de uma Escola Pública na cidade de Manaus**. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, p. 84. 2013.( Dissertação de Mestrado)

SAVÉLIEV, I. V., **Curso de Física General**. Mecânica Física Molecular. Ed. MIR MOSCÚ. 1984.

SILVA, A. P. T. B; BASTOS, H. F. B. N.; DA COSTA, E.B. **Investigando as concepções de força em situações do cotidiano ao longo do ciclo da experiência Kellyana**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 287-309, 2008.

SILVA, A.S. **Conflito Cognitivo e Metas de Realização: Uma Experiência nas salas de aulas de Física do Ensino Médio**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 414. 2013. (Dissertação de Mestrado)

SIMMONS, G.F. **Cálculo com Geometria Analítica**. Tradução: SeijiHariki. São Paulo: McGraw-Hill, 1987

TAKIMOTO, E. **Historia da Física no Ensino Médio**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009.

THORNTON, S.T, MARION, J.B. **Dinâmica Clássica de Partículas e sistemas**. Trad. AllTasks. São Paulo: CengageLearning, 2012.

TIPLER, P. A. MOSCA, G. **Física para Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. Vol. 1, 6º edição. Trad. Paulo Machado Mors. LCT, 2009.

VIEIRA, P.C.S, NASCIMENTO, S.S, VILLANI, C.EP, PANZERA, Á.C. **Física: Proposta Curricular. Educação Básica 2005**. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; KISHINAMI, R. I.; HOSOUME, Y. **Analisando o Ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes**. Revista de Ensino de Física, v. 4, n. 3, p. 24-51, 1982.

WATARI, Mecânica Clássica, Vol1, São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2004.

WOLF, J.F.S. MORS, P.M. Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein. In Textos de apoio ao professor de física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física; editores Marco Antonio Moreira, Eliane AngelaVeit - Vol. 16, n. 5 (2005)

ZYLBERSTAJN, A. **A Evolução das Concepções sobre Força e Movimento**. Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: . Acesso em: 01 fev. 2018.

ZYLBERSZTAJN, A. **Concepções espontâneas em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino**. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.

## APÊNDICE



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA**

**APÊNDICE A- ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DE AULA**

**Professor Pesquisador: Glebson Moisés Espíndola da Silva**

**ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DE SALA DE AULA**

**Série/Turma: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

**Conteúdo Físico ministrado: \_\_\_\_\_**

**Objetivo da aula: \_\_\_\_\_**

Itens a observar na intervenção pedagógica do professor

ITENS A OBSERVAR	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS	ANÁLISE DE DADOS
Planejamento de aula				
Objetivo da aula				
Conteúdo: Apresentação; desdobramento/conceitos.				
Procedimentos: Exercícios, Orientação Oral, leitura, trabalho em grupo				
Interação com os alunos				
Recursos Didáticos				
Avaliação da aprendizagem				

Item a observar na ação dos alunos

ITENS A OBSERVAR	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS	ANÁLISE DE DADOS
Envolvimento e Participação				
Motivação e interesse				
Trabalho em equipe/interação				
Manifestação oral				
Relação com o professor				



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**APÊNDICE B FICHA DE AVALIAÇÃO DO ALUNO**

**Identificação do**

**aluno:** \_\_\_\_\_

**Idade:** \_\_\_\_\_ **sexo:** masculino ( ) Feminino ( )

**Bairro onde**

**mora:** \_\_\_\_\_

1. O que é um referencial?(Nesta questão você citar exemplos, explicar situações onde este fenômeno físico ocorre)

---

---

---

---

---

2. Um aluno, ao ler este livro, está em sua sala de aula, sentado em uma cadeira. O aluno está em repouso ou em movimento? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

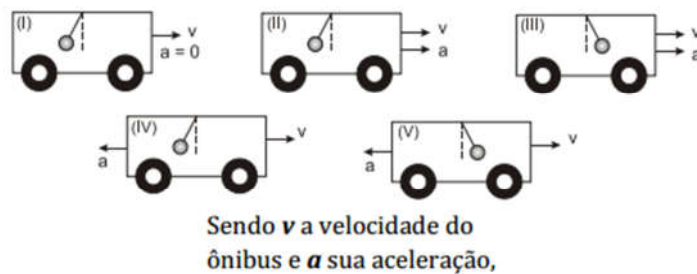
---

3. O que é força? (Nesta questão você citar exemplos, explicar situações onde este fenômeno físico corre)

---

---

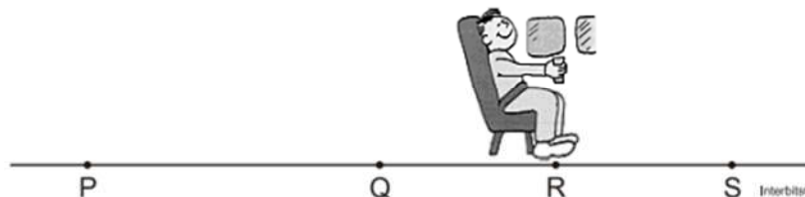
4. Belém tem sofrido com a carga de tráfego em suas vias de trânsito. Os motoristas de ônibus fazem frequentemente verdadeiros malabarismos, que impõem desconforto aos usuários devido às forças inerciais. Se fixarmos um pêndulo no teto do ônibus, podemos observar a presença de tais forças. Sem levar em conta os efeitos do ar em todas as situações hipotéticas, ilustradas abaixo, considere que o pêndulo está em repouso com relação ao ônibus e que o ônibus move-se horizontalmente. (MOURA, 2013)



a posição do pêndulo está ilustrada corretamente

- na situação (I).
- nas situações (II) e (V)
- nas situações (II) e (IV).
- nas situações (III) e (V).
- nas situações (III) e (IV).

5. No interior de um avião que se desloca horizontalmente em relação ao solo, com velocidade constante de 1000 km/h, um passageiro deixa cair um copo. Observe a ilustração abaixo, na qual estão indicados quatro pontos no piso do corredor do avião e a posição desse passageiro. (MOURA, 2013)



O copo, ao cair, atinge o piso do avião próximo ao ponto indicado pela seguinte letra:

a) P   b)   Q   c) R   d) S

6. Um pêndulo consiste em um objeto massivo preso a uma das extremidades de um fio de massa desprezível. A extremidade livre do fio é então presa ao teto de um vagão de metrô que passa a se mover com uma aceleração horizontal constante vista de um referencial fixo a Terra. Este sistema funciona como um acelerômetro. (MOURA, 2013) (RESPONDA NO VERSO)

a) Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam na massa do pêndulo, e diga onde (em qual objeto) agem as reações de cada uma das forças.

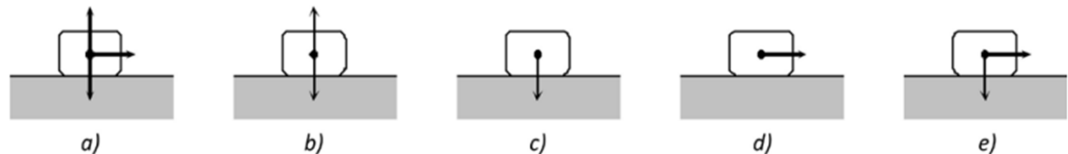
b) Comente sobre a validade da primeira lei de Newton aplicada ao movimento do pêndulo nestes referenciais:

i) Referencial fora do vagão fixo a terra.

ii) Referencial dentro do vagão e fixo ao piso.

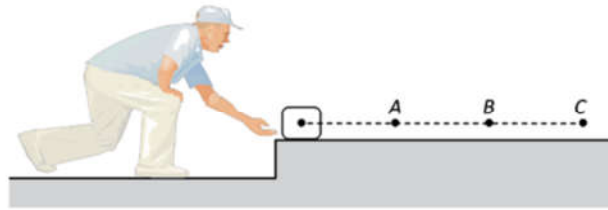
Dentre os referenciais descritos acima, qual é considerado inercial e qual é considerado não inercial? Explique?

7. Um bloco de gelo, após ter sido colocado em movimento por uma criança, desliza para a direita sobre a superfície lisa de uma mesa de vidro horizontal, com atrito desprezível. Qual alternativa melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre o bloco enquanto ele estiver deslizando sobre a mesa?



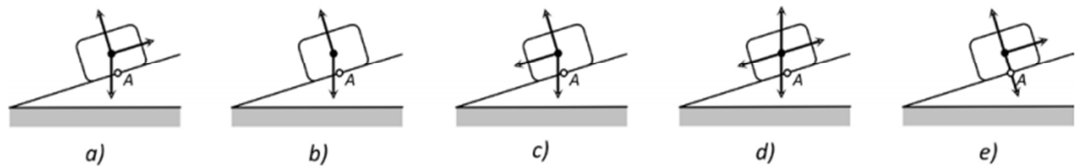
8. A figura refere-se a um pedreiro que lança com grande velocidade um tijolo para seu companheiro (não mostrado na figura), sobre um piso horizontal com atrito. Os pontos A e B são pontos da trajetória do tijolo após o lançamento, quando ele já está deslizando; no ponto C o tijolo está finalmente em repouso. As setas nos desenhos abaixo simbolizam as forças horizontais sobre o tijolo nos pontos A, B e C. Qual dos desenhos melhor representa essa(s) força(s)?



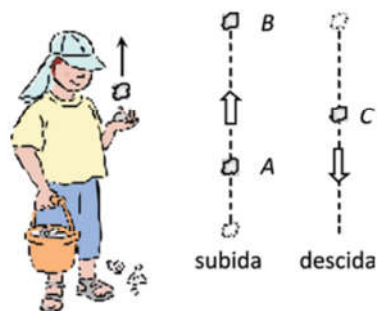


- a) (iguais)
- b)
- c)
- d)
- e)

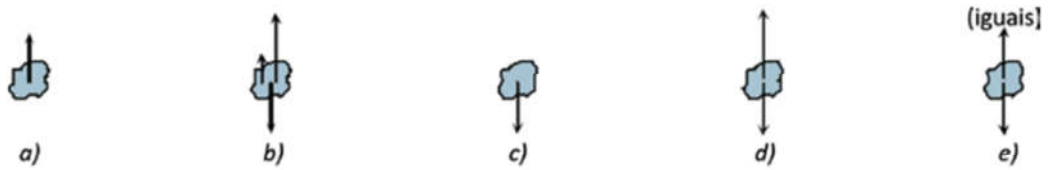
9. Um bloco de gelo é jogado para cima ao longo de uma superfície inclinada lisa. Marque a opção que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre ele, ao passar pelo ponto A, ainda subindo. Despreze o atrito.



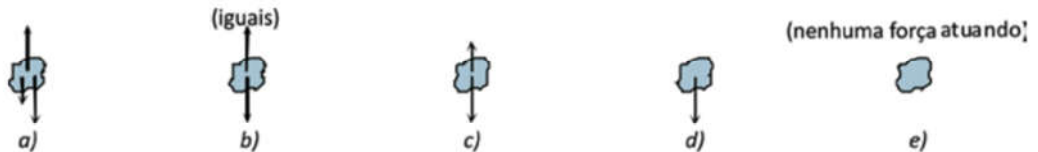
A situação aqui descrita se refere às perguntas 4, 5 e 6. Um menino lança verticalmente para cima uma pequena pedra, como mostra a figura abaixo. Suponha que seja desprezível a resistência ao movimento (queda livre). Assinale a alternativa que representa a(s) força(s) que age(m) sobre a pedra em cada uma das seguintes situações descritas a seguir.



10. No ponto A, quando ela, após deixar a mão do menino, está subindo.



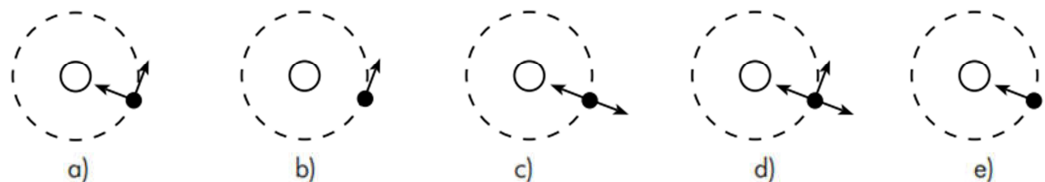
11. No ponto B, quando ela atinge o ponto mais alto de sua trajetória



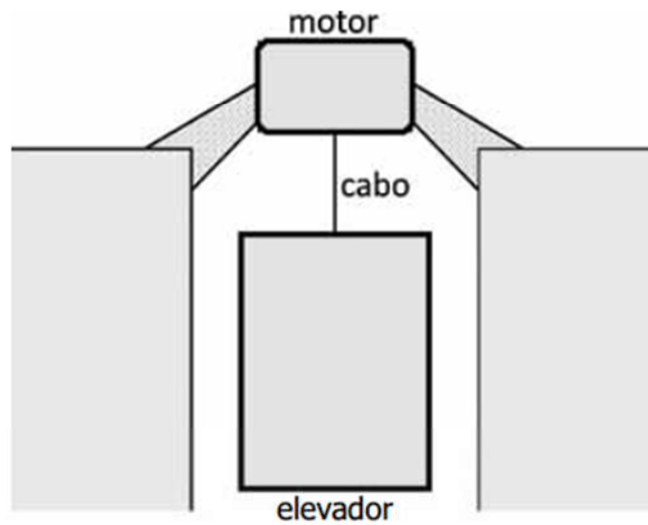
12. No ponto C, quando ela está descendo.



13. Suponha que as figuras abaixo mostrem a Lua girando em torno da Terra, por hipótese, em movimento circular uniforme. As setas mostram as forças que atuam sobre a Lua. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre a Lua?



A situação a seguir se refere às questões 8, 9 e 10. O esquema apresenta um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo). Através do cabo, o motor pode aplicar uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e de resistência do ar sobre o elevador)



14. O elevador está inicialmente parado e então o motor aplica uma força constante um pouco maior do que a força peso sobre o elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:

- a) com velocidade grande e constante.
- b) com velocidade que aumenta.
- c) com velocidade pequena e constante

15. O elevador está subindo e o motor está aplicando uma força muito maior do que a força peso sobre o elevador. Então, a força que o motor faz diminui, mas permanece ainda um pouco maior que o peso. Portanto, a velocidade do elevador:

- a) aumenta.
- b) diminui.
- c) não é alterada.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos seu (sua) filho(a), aluno(a) regularmente matriculado(a) na **Escola** Prof<sup>ª</sup> Ruth Prestes Goncalves no turno vespertino para participar da Pesquisa **“OS SISTEMAS DE REFERENCIA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA”**, sob a responsabilidade do pesquisador **GLEBSON MOISES ESPÍNDOLA DA SILVA** sob a orientação do **Prof. Dr. YURI EXPÓSITO NICÓT**, que tem como objetivo Estabelecer uma sequência de trabalho metodológico numa abordagem sócio construtivista para análise do processo de construção do conceito do de Forças inerciais na primeira série do Ensino Médio. Para tanto, precisamos de sua autorização como representante legal do(a) menor. A participação do aluno é voluntária e se dará por meio de entrevistas, testes diagnósticos e avaliativos, resolução de problemas de Física etc. durante a pesquisa também uso de filmadora, gravador de voz, câmera digital, observação e anotações do professor pesquisador, dinâmica de sala de aula, no que se refere à mobilização (cognitiva) dos alunos, suas produções escritas e manifestações orais quando descrevem suas produções ou quando dialogam entre si e com o professor durante o desenvolvimento das atividades pedagógicas. Através dos registros dessas atividades pretende-se compreender e analisar diagnóstico do processo de Ensino-Aprendizagem de Física no Ensino Médio, assim como, Caracterizar as ideais prévias dos alunos acerca dos conceitos Físicos. Para tal pretende-se Desenvolver uma Unidade de Ensino-UE para o Ensino/Aprendizagem dos conceitos de Referencial não inercial e forças inerciais dentro do conteúdo de Dinâmica para a 1<sup>a</sup> série do Ensino Médio, assim como, Caracterizar as aprendizagens construídas a partir do conceito de Forças inerciais tendo aporte teórico a Epistemologia genética de Jean Piaget para que sejam sistematizados os

conhecimentos prévios necessários à compreensão conceitos Físicos.. Os riscos decorrentes da participação do aluno na pesquisa podem ser advindos do constrangimento devido a não compreensão do objetivo e etapas da pesquisa, ou em trabalhar em equipe (socialização), ou ainda em expor dificuldades conceituais em Física durante o desenvolvimento da sequência didática de atividades. Se o(a) senhor(a) aceitar e autorizar o seu filho a participar, estará contribuindo para produzir conhecimentos a cerca de saberes necessários para uma nova organização didático-pedagógica de sala de aula no ensino de Física que favoreça a interação entre o sujeito e o meio, contemplando a manifestação oral e a tomada de consciência dos estudantes como condição necessária para a aprendizagem e construção do conhecimento Físico, a fim de contribuir não só para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como também, habilidades formativas, indispensáveis, hoje, para a constituição integral do estudante, principalmente, em sua vida pessoal e profissional. O senhor(a) tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa, e, muito menos ao aluno. O(A) senhor(a) e o aluno não terão nenhuma despesa e também não receberão nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade e, principalmente, a do aluno não serão divulgadas, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação sobre a pesquisa, O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Beco Marcos Furtado, 131, Condomínio Recanto do Mindú I, Apartamento 201, Bloco I, Próximo a Shizen ou pelos telefones (92) 99252-4402/ (92) 99252-1034, ou ainda poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-1181/Ramal 2004.

Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, RG N° \_\_\_\_\_ fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo e como

representante legal, autorizo expressamente o aluno \_\_\_\_\_ a participar do projeto, ciente de que não vamos ganhar nada e que podemos sair quando quisermos sem nenhum problema. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do responsável



**UFAM**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**

APÊNDICE D - TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Você está sendo convidado a participar da Pesquisa **“PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO”**, sob a responsabilidade do pesquisador **GLEBSON MOISES ESPÍNDOLA DA SILVA** sob a orientação do **Prof. Dr. YURI EXPÓSITO NICÓT**, que tem como objetivo Estabelecer uma sequência de trabalho metodológico numa abordagem sócio construtivista para análise do processo de construção do conceito do de Forças inerciais na primeira série do Ensino Médio. Pretendemos realizar esta pesquisa com adolescentes na faixa de 14 a 17 anos de idade, ou seja, alunos que estejam cursando o 1º ano do ensino médio. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita nas dependências da própria escola onde você estuda, ou seja, na **Escola** Prof<sup>a</sup> Ruth Prestes Goncalves no turno vespertino, caso aceitem você e seus colegas serão convidados a responder testes diagnósticos e avaliativos, sequências de aulas, que poderão ser no laboratório ou na sala de aula, e de atividades diferenciadas de Física individualmente e em grupo, acompanhadas sempre pelo professor titular e pesquisador. Para registro dessas atividades, o pesquisador fará uso de Filmadora, gravador, câmera digital, gravador de voz, observação e ficha de anotações, além de avaliações diagnóstico ao final de cada atividade.

As tarefas são simples e seguras, mas é possível que ocorra riscos, como constrangimento devido a não compreensão do objetivo e etapas da pesquisa, ou em trabalhar em equipe (socialização), ou ainda em expor dificuldades conceituais Físicas durante o desenvolvimento das sequências didáticas. Caso aconteça algo errado, você ou seu responsável podem me procurar para conversar ou podem ligar para mim, Professor Pesquisador **GLEBSON MOISÉS ESPÍNDOLA DA SILVA, NO NÚMERO (92) 99252-4440.**

Mas há coisas boas que podem acontecer se você participar da pesquisa. Além de aprender matemática, através de atividades dinâmicas e divertidas, você estará contribuindo para

a produção de conhecimentos, acerca de saberes necessários para uma nova organização da sala de aula no ensino de matemática, que ajudará não só você, mas, também, seus colegas de classe, alunos de outras turmas e até de outras escolas, a desenvolver habilidades e competências, dentro da matemática, necessárias para a constituição integral do estudante.

Se algumas das atividades acontecerem em outro horário, que não seja o seu horário de aula, e você morar longe da escola, eu (professor pesquisador) darei ao seu pai o valor em dinheiro, suficiente para o seu transporte. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa haverá o descarte das imagens feitas com o uso da filmadora e da câmera digital. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar pessoalmente ou através do celular número **994273553**.

Eu, \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa “**PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**”, que tem o objetivo de **Estabelecer uma sequência de trabalho metodológico numa abordagem sócio construtivista para análise do processo de construção do conceito de Forças inerciais na primeira série do Ensino Médio**. Eu entendi a informação apresentada neste **TERMO DE ASSENTIMENTO**. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. O pesquisador esclareceu minhas dúvidas e conversou com os meus responsáveis. Entendi que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Manaus, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor (aluno sujeito da pesquisa)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**APÊNDICE- E- UNIDADE DIDÁTICA**

Aula	Nº de aulas	Conteúdos	Objetivos	Metodologia	Material didático	Avaliação
1	1	Conceitos básicos de Cinemática: trajetória e espaço, movimento e repouso, Referencial.	Que o aluno possa identificar e compreender o diferente conceito da cinemática.	A metodologia adotada partirá da premissa que os alunos são coparticipes da construção do conhecimento e com isso sujeitos ativos da aprendizagem. Dessa forma, daremos prioridade para o fomento de discussão dentro de sala de aula.	Texto: a trajetória depende do referencial?	A avaliação será realizada ao final de cada encontro, como cada encontro terá como objetivo voltar às aulas para fomentar a discussão em sala de aula, ou seja para o aspecto qualitativo, as avaliações também terá o aspecto qualitativo, sendo destinado um quadro de perguntas para que o aluno explique seu entendimento sobre cada tema.
2	1	Tipos de Referenciais	Que o aluno diante de uma situação ou problema concreto, possa oferecer soluções para o fenômeno envolvido, identificando as várias formas de se identificar no espaço.		Como se localizar no espaço	
3	1	Referenciais inerciais e não inerciais	Abordar o conceito de Referencial inercial de forma qualitativa para que o aluno descreva o movimento envolvido com o referencial do bloco no referencial do vagão.		Texto: uma questão de Vestibular e o vídeo	
4	1	Leis de Newton e conceito de Força				
5	1	Forças inerciais			Força centrípeta	
6	1	Aplicação do experimento da impesantez	Demonstrar através de discussão qualitativa a relação entre a força gravitacional e a força de inercia			
7	1	Entrevista clínica	Captura as representações do alunos acerca do conceito de Forças inercias		Experimento-a	