

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

**DISCURSO FENOMENOLÓGICO DOS PROFESSORES SOBRE O
USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DA QUEDA DOS
CORPOS**

GABRIELA SELINGARDI

**Maringá – PR
2018**

GABRIELA SELINGARDI

**DISCURSO FENOMENOLÓGICO DOS PROFESSORES SOBRE O
USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DA QUEDA DOS
CORPOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni
Neves

Maringá – PR
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S465d Selingardi, Gabriela
Discurso fenomenológico dos professores sobre o uso da história da ciência no ensino da queda dos corpos / Gabriela Selingardi. -- Maringá, 2018.
147 f. : il. color., figs., tab.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2018.

1. Queda dos Corpos. 2. História da Ciência. 3. Ensino de Física. I. Neves, Marcos Cesar Danhoni, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

CDD 21.ed. 530.07

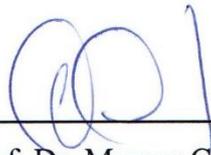
ECSL-1202/9

GABRIELA SELINGARDI

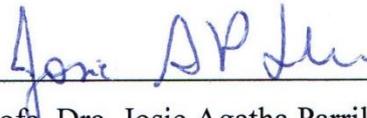
**Discurso fenomenológico dos professores sobre o uso da
História da Ciência no ensino de queda de corpos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em *Ensino de Ciências e Matemática*.

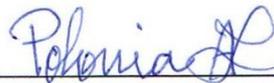
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG



Profa. Dra. Polonia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 19 de Fevereiro de 2018.

Dedico este trabalho
aos meus pais Paula e Sérgio,
aos meus avós Dirce e Barbosa,
ao meu companheiro Marco Aurélio
que, com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu
chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Para a realização desta dissertação, foi necessário o apoio, carinho e a colaboração de várias pessoas. Só tenho a agradecer a todos que passaram pelo meu caminho e que com certeza deixaram um pouco de si.

Primeiramente agradeço aos meus pais Paula e Sérgio, por me ensinarem tudo de melhor que poderiam, assim dar a base para que eu chegasse até aqui e encarasse este desafio de peito aberto. Obrigada por sempre me apoiarem em toda minha trajetória acadêmica.

Aos meus avós Dirce e Osvaldo Barbosa, por todo o apoio, dedicação, amor e incentivo que me deram, e por sempre acreditarem na minha capacidade. Obrigada pelo amor incondicional.

Ao meu companheiro Marco Aurélio, por todo o apoio, suporte e paciência. Seu companheirismo foi fundamental para a realização deste trabalho. Obrigada por sempre me incentivar e me apoiar em todas as situações. Te amo.

A minha cunhada, irmã e amiga Poli e Júnior, pelo apoio e incentivo que sempre me deram, vocês foram essenciais para minha formação. Em especial quero agradecer minha afilhada Rafaela, que ainda nem chegou ao mundo, mas já está tornando meus dias mais felizes. Obrigada por todos os momentos que compartilhamos.

Meus sogros José Luiz e Rosa, obrigada, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho que vocês têm por mim.

Não posso deixar de agradecer à minha cachorrinha Meg que sempre ficou nos meus pés durante as intermináveis horas de estudos e a Mel, Eros e Jessie pelos momentos de descontração. Os animais ocupam um lugar importante do grupo familiar, estes são excelentes companheiros, por isso é necessário agradecer-los.

Aos meus tios e primos, Luciano, Ibla, Maria Eduarda, Ana Carolina, Fernando, Viviane, Mateus, Ivone e Marcelo, que sempre me apoiaram e torceram para o meu sucesso.

Aos meus amigos Jaqueline, Kleber, Kauan e Isa, pela amizade, pela torcida e pelos momentos de descontração.

A minha nova família que me acolheu em Maringá Isabel, Reinaldo, Nádia e Luciano, só tenho agradecer vocês por todos os momentos que compartilhamos e por sempre estarem torcendo por mim. Obrigado por deixar eu fazer parte da família de vocês.

Aos meus amigos Li e Juliano, apesar da distância sempre estiveram me dando forças para nunca desistir. Obrigada às minhas pequenas Melissa e Melina, por tornarem meus dias mais felizes.

Aos meus amigos que a Unesp/Ilha Solteira meu deu de presente, Alice, Danilo e Adriele. Obrigada pelo apoio e carinho de vocês.

Ao meu amigo e irmão Wilians, que compartilhou junto comigo, minhas angustias, sofrimentos, alegrias e conquistas.

Aos meus amigos Mariele, Samuel, André e Luana pelo carinho, apoio e incentivo.

Ao Marcos Menezes pela amizade construída ao longo das discussões sobre o Ensino de Física. Obrigada por me ajudar e apoiar quando eu mais precisei e por me mostrar que nunca devemos desistir de lutar por uma educação de qualidade.

Aos amigos Felipe e Janaina por estarem ao meu lado durante esta etapa da minha vida.

Aos meus amigos Alessandra, Milene e João Luis, por compartilharem as angustias, alegrias e as conquistas.

As escolas e os professores de Mirandópolis/SP que participaram desta pesquisa. Obrigada pela colaboração e participação, vocês foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos professores da Unesp/Ilha Solteira que contribuíram para a minha formação.

Aos amigos do PCM-UEM, pelo incentivo e pelo apoio constante desempenhado ao longo desses dois anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, por toda a paciência, empenho e apoio na elaboração deste trabalho. Obrigada pela oportunidade e pela amizade.

A todos os professores do PCM-UEM pela contribuição na minha formação. A secretária, Sandra Grzegorzcyk pela atenção e carinho.

As professoras Polonia e Josie Agatha pela contribuição na qualificação. Obrigada por terem aceito o convite para participarem da defesa.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro que me possibilitou ter dedicação exclusiva nos estudos.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

Sozinha nada disso teria sido possível. Obrigada a todos!

Aos professores, [...] não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios [...]. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda.

Paulo Freire

Resumo

O processo de construção histórica da ciência converge com o processo de construção do conhecimento dos alunos (processo de aprendizagem). Observar, hipotetizar, colocar teorias ou percepções à prova sob certas circunstâncias, errar ou acertar e generalizar são comuns a ambos os processos. Entretanto, observa-se a pouca ou nenhuma referência ao emprego da História da Ciência no Ensino Médio. Tendo em vista essa problemática, esta pesquisa procura discutir as seguintes questões: Como os professores do Ensino Médio abordam a construção da História da Ciência ao ensinar Queda dos Corpos? Como esse tema é abordado no material de apoio dos professores? Dicotomia ou Convergência entre o discurso dos professores e o material de apoio? Diante dessas questões, o objetivo desta pesquisa constitui em relacionar a abordagem dos professores do Ensino Médio sobre a construção da História da Ciência ao tratar o conceito de Queda dos Corpos com o material de apoio que utilizam. A constituição dos dados foi realizada por meio de entrevistas gravadas e em seguida transcritas. A análise destes dados, foi fundamentada na fenomenologia de acordo com Bicudo (2000) e Martins (1988). A pesquisa mostra que os professores possuem lacunas em sua formação inicial, dificuldades em complementar o material de apoio, assim como concepções distorcidas sobre o uso da História da Ciência; apontando para a necessidade de um curso de formação continuada para estes professores.

Palavras chave: Queda dos Corpos; História da Ciência; Ensino de Física.

Abstract

The process of building the history of science converges with the process of building students' knowledge (learning process). Observe, hypothesize, put theories to the test or perceptions under right circumstances wrong or right and generalizing are common to both processes. However, there is little or no reference to the use of the History of Science in High School. In view of this problem, this research search to discuss the following questions: How do high school teachers approach the construction of the History of Science when teaching the Fall Bodies? How is this topic addressed in the teacher support material? Dichotomy or Convergence between teacher discourse and supportive material? In view of these questions, the objective of this research is to relate the approach of the professors of High School on the construction of the History of Science when dealing with the concept of Falling of the Bodies with the material of support that they use. The data gathering was done recorded interviews and then transcribed. The analysis of these data was based on phenomenology according to Bicudo (2000) and Martins (1988). The research indicates that the teachers have gaps in their initial formation, difficulties in complementing the support material, as well as distorted conceptions about the use of the History of Science; pointing to the need for a continuing training course for these teachers.

KEYWORDS: Fall bodies; History of Science; Physics Teaching.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Concepção Medieval	17
Figura 2: Concepção de Aristóteles se a Terra estivesse em movimento	18
Figura 3: Antiperistasis	22
Figura 4: Fotografia estroboscópica de duas esferas	31
Figura 5: Sumário do Caderno do Professor Volume 1	47
Figura 6: Continuação do Sumário do Caderno do Professor Volume 1	48
Figura 7: Sumário do Caderno do Professor Volume 2.....	49
Figura 8: Continuação do Sumário do Caderno do Professor Volume 2.....	50
Figura 9: Orientações para o Professor.....	51
Figura 10: Texto sobre a Queda Livre.....	53
Figura 11: Localização: Município de Mirandópolis na Microrregião de Andradina ..	56

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CINEMÁTICA ENVOLVENDO A QUEDA DOS CORPOS GRAVES	16
1.1 A Física Aristotélica do Movimento Natural	16
1.1.1 Movimento violento e a ausência do movimento no vácuo.....	19
1.1.2 Antiperistasis.....	22
1.2 Leonardo da Vinci e os estudos sobre a Queda dos Corpos	24
1.3 Galileu Galilei: e os estudos contidos nas Duas Novas Ciências	26
1.3.1 Duas Novas Ciências.....	27
1.3.2 A Queda Livre.....	27
1.3.3 Definições para o movimento uniformemente acelerado	32
1.3.4 O experimento do Plano Inclinado.....	34
1.3.5 A experiência da Torre de Pisa, de fato ocorreu?.....	36
2. IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA	38
2.1 Pseudo-História presentes nas aulas de Ciências.....	39
2.2 Lacunas nos livros didáticos e na formação dos professores.....	41
2.3 Obstáculos para inserir a História da Ciência no Ensino de Física	42
2.4 A História da Ciência na sala de aula	44
3. UM PANORAMA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO MATERIAL DE APOIO DOS PROFESSORES DO ESTADO DE SÃO PAULO	46
4. OS ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	55
4.1 O contexto da pesquisa	55
4.2 Uma proposta metodológica baseada na Fenomenologia.....	56
4.3 Constituição de dados	59
4.4 Análise dos dados	61
4.5 Os Sujeitos da Pesquisa	62

5. ANÁLISE DOS DADOS	64
5.1 As Unidades de Significados e as Compreensões ideográficas de cada sujeito	64
5.1.1 Sujeito 1	64
5.1.2 Sujeito 2	73
5.1.3 Sujeito 3	78
5.1.4 Sujeito 4	83
5.1.5 Sujeito 5	88
5.2 Convergências dos Discursos.....	93
5.2.1 1º Categoria: Utilização da História da Ciência no ensino de Física.....	94
5.2.2 2º Categoria: Abordagem do tema Queda dos Corpos	96
5.2.3 3º Categoria: Física associada com a Matemática.....	98
5.2.4 4º Categoria: Preocupação com a formalização Matemática	99
5.2.5 5º Categoria: Muito conteúdo nos “caderninhos”	100
5.2.6 6º Categoria: Mudança nos “caderninhos”	100
5.2.7 7º Categoria: Formação inicial.....	102
5.2.8 8º Categoria: Dificuldades enfrentadas pelos Professores.....	103
5.3 Compreensão nomotética geral dos discursos	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
REFERÊNCIAS	111
ANEXOS.....	114
Anexo A - Caderno do Professor, volume 1.....	114
Anexo B - Caderno do Professor, volume 2.....	133
Anexo C - Modelo Do Termo De Consentimento De Livre Esclarecimento.....	145

INTRODUÇÃO

A utilização da História da Ciência no Ensino Médio está cada vez mais escassa. Isso acontece devido a vários fatores e, dentre eles, como citado por Martins (2007), a carência de elementos históricos na formação inicial dos professores, livros didáticos inadequados, o currículo escolar, disponibilidade de tempo, desinteresse dos alunos, entre outros fatores. Um dos maiores problemas no ensino de Ciências é que este está baseado apenas em fórmulas, resoluções de exercícios e memorização de conceitos, e esses fatores fazem com que as aulas se tornem cada vez menos atrativas. Diante disso, ressalta-se a importância da utilização da História da Ciência, considerando-se que essa é uma das maneiras que se tem para superar o uso de fórmulas em sala de aula (MATTHEWS, 1995). O uso da História da Ciência é, portanto, essencial para “[...] tornar as aulas de ciência mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico [...]” (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Soma-se a isso o fato da História da Ciência também desempenhar um papel importante na compreensão de que a ciência não é linear, tampouco é feita apenas por uma única pessoa, concepções essas registradas em alguns livros didáticos; “[...] esses textos frequentemente parecem implicar que o conteúdo da ciência é exemplificado de forma ímpar pelas observações, leis e teorias descritas em suas páginas [...]” (KUHN, 1998, p. 20). O uso do livro didático é outro ponto importante a ser discutido, visto que muitos professores o consideram um guia a ser seguido à risca, e não apenas um entre vários instrumentos para constituir sua aula. Esses livros mostram, na verdade, segundo Kuhn (1998, p. 20), que “[...] os métodos científicos são simplesmente aqueles ilustrados pelas técnicas de manipulação empregadas na coleta de dados de manuais, juntamente com operações lógicas [...]”.

Nesse sentido, ver o ensino de Física apresentado apenas por fórmulas, resoluções Matemáticas e deixando de lado a História da Ciência, despertou o interesse para essa pesquisa com o enfoque em História da Ciência, em específico sobre o tema de Queda dos Corpos. Convém esclarecer sobre o pouco contato com a história (apenas na graduação, e esse contato foi mínimo para um curso de Licenciatura). Pela participação em projetos, ainda durante a graduação, foi possível perceber que a História da Ciência é pouquíssima ou, muitas vezes, sequer é utilizada no Ensino Médio. No pouco tempo de experiência em aulas ministradas no ensino médio, também foi possível perceber essa carência. Outra observação, é o fato de os professores ficarem presos ao material de apoio (Caderno do Professor) também constitui um fator que acredito prejudicar a elaboração da aula, visto que este material, na maioria das vezes, não aborda adequadamente a História da Ciência.

Tendo em vista a problemática da utilização da História da Ciência no Ensino Médio e uso do material de apoio este trabalho procura discutir as seguintes questões: Como os professores do Ensino Médio abordam a construção da História da Ciência ao ensinar Queda dos Corpos? Como esse tema é abordado no material de apoio dos professores? Dicotomia ou Convergência entre o discurso dos professores e o material de apoio?

A escolha pelo tema de Queda dos Corpos ocorreu pelo fato de tê-lo experimentado durante o Estágio Supervisionado na graduação, no qual foram cumpridas quarenta horas de regência, em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio. Ao ministrar as aulas, foi perceptível o quão profícuo era este conteúdo em relação à História da Ciência. Infelizmente, porém, o livro que a professora titular da turma utilizava (seguia à risca) não abordava a construção da História da Ciência do ensino de Queda dos Corpos, dando a entender que Galileu Galilei chegou sozinho ao conceito final. Assim, ao conversar com a professora foi possível perceber que ela não sabia abordar corretamente esse conceito, devido à sua formação, que era de Matemática. Diante dessa experiência, este trabalho, além de analisar o discurso dos professores, também realizará um resgate histórico da Queda dos Corpos, para que se possa promover uma compreensão ampla sobre esse tema.

Este trabalho apresenta como objetivo geral relacionar a abordagem dos professores do Ensino Médio sobre a construção da História da Ciência ao tratar o conceito de Queda dos Corpos com o material de apoio que utilizam. Entre os objetivos específicos buscou-se:

- a) Verificar como o processo histórico da ciência é tratado no material de apoio dos professores;
- b) Analisar como os professores do Ensino Médio abordam ou não a construção da História da Ciência ao tratar o conceito de Queda dos Corpos;
- c) Discutir as origens históricas do tema Queda dos Corpos;
- d) Enfatizar a importância da História da Ciência no ensino de Física.

Para responder as questões de pesquisa atendendo aos objetivos traçados, o presente trabalho será dividido em cinco capítulos.

No primeiro capítulo será realizado um resgate histórico, isto é, uma compreensão da construção dos conceitos cinemáticos envolvendo a Queda dos Corpos, discutindo os principais pontos da teoria de Aristóteles até Galileu Galilei.

No segundo capítulo, será abordado sobre a importância da História da Ciência no ensino de Física.

O terceiro capítulo, será apresentado um panorama do material de apoio que os professores utilizam em suas aulas, sendo este, um livro comum entre todos os professores das escolas do Estado de São Paulo (material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo - Caderno do Professor).

O quarto capítulo, abordará os encaminhamentos metodológicos, os quais serão fundamentados na fenomenologia de acordo com Bicudo (2000) e Martins (1988). Também estará exposto cada sujeito da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e as estratégias de análise.

No quinto capítulo, serão apresentadas as análises dos resultados, juntamente com as unidades de significados e as compreensões ideográficas de cada sujeito, em seguida as convergências dos discursos e sua compreensão eidética. Para finalizar o capítulo, será a apresentada uma compreensão nomotética de cada sujeito e depois uma compreensão nomotética geral.

No sexto capítulo estarão expostas as considerações finais, em que a partir dos resultados a pesquisa mostra que os professores possuem lacunas em sua formação inicial, dificuldades em complementar o material de apoio, assim como concepções distorcidas sobre o uso da História da Ciência, desta maneira, a pesquisa aponta a necessidade de um curso de formação continuada para estes professores.

1. A CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CINEMÁTICA ENVOLVENDO A QUEDA DOS CORPOS GRAVES

Neste capítulo, será realizada uma explanação sobre a construção dos conceitos de cinemática envolvendo a Queda dos Corpos Graves. A elaboração desses conceitos perpassa pelas ideias da ciência medieval até a ciência moderna, a qual exigiu grande esforço dos pensamentos e discussões entre os filósofos, para viabilizar uma conceitualização compreensível a todos.

A História da Ciência desempenha um papel importante na compreensão de que a ciência não é linear, tampouco é feita apenas por uma única pessoa. “Se a ciência é a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos atuais, então os cientistas são homens que, com ou sem sucesso, empenharam-se em contribuir com um ou outro elemento para essa constelação específica” (KUHN, 2017, p. 60). Vê-se, assim, a importância de discutir a História da Ciência, mostrando quais foram as pessoas e quando foi discutida determinada teoria ou lei científica (KUHN, 2017).

Segundo Ziman (1981, p. 17), “para se compreender o estado atual da Ciência, é necessário saber-se como chegou a ela [...]”. É importante observar, então, que filósofos e cientistas também passaram por dificuldades, erros, acertos, revoluções científicas que derrubaram suas ideias (KOYRÉ, 1982). Todos esses fatos são importantes para compreender a evolução do pensamento científico. Portanto, as discussões da construção dos conceitos de cinemática envolvendo a Queda dos Corpos deu início com Aristóteles (384-322 a.C.) de Estágira, sendo este um filósofo muito importante para o avanço do pensamento científico. De acordo com Peduzzi (1996 p. 49), “[...] a Física aristotélica apresenta-se como um referencial indispensável para a compreensão da Física medieval e da revolução na mecânica ocorrida no século XVII”.

Nas próximas seções, apresenta-se a forma como Aristóteles explicava sua concepção de movimento, visto que sua metodologia se reduzia a um determinado número de observações imediatas.

1.1 A Física Aristotélica do Movimento Natural

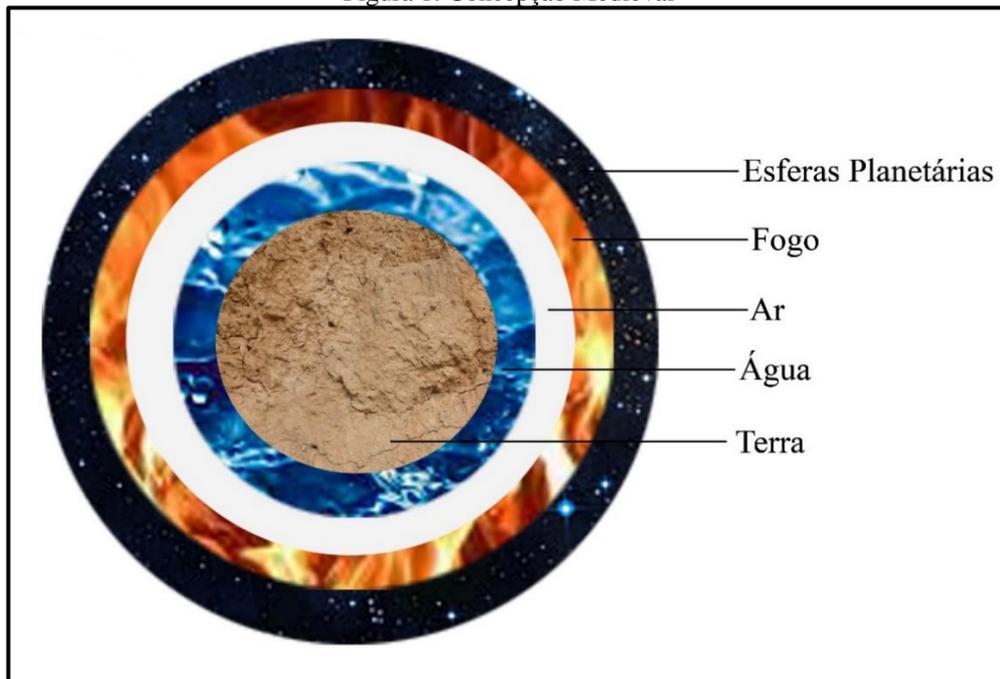
Para o filósofo grego Aristóteles, o mundo possuía duas características distintas: o sublunar (Terra) e o supralunar (céu), o que valia para o céu não valia para os objetos da Terra. Aristóteles admitia que o mundo sublunar era constituído por quatro elementos: água, terra, ar

e fogo. Esses elementos compõem apenas as coisas da Terra (PEDUZZI, 1996). No mundo supralunar, o éter era o quinto elemento que o preenchia, sendo esse um elemento puro e que não se mistura com os outros elementos da Terra (NEVES, 2000).

Segundo Neves (2000), para todos os corpos acima da esfera da Lua existia apenas um movimento aceitável, o movimento circular perfeito e eterno. Sendo, assim, quando Aristóteles olhava para o céu, ele via a perfeição (PEDUZZI, 1996). E para os corpos terrestres o movimento era sempre retilíneo, de baixo para cima ou de cima para baixo.

Os corpos terrestres, segundo Menezes et al. (2008), possuíam um movimento natural: quando se lançava uma pedra para o alto, essa acabava buscando seu lugar natural, caindo no solo. Os elementos que compõem todos os corpos da natureza tendem sempre a buscar pelos seus lugares naturais na ordem deste mundo, como se observa na Figura 1, um esboço de uma concepção medieval do universo.

Figura 1: Concepção Medieval



Fonte: PROJECTO FÍSICA, 1978. Editado pelo próprio autor.

Para um corpo cujo elemento predominante fosse a terra, e ele estivesse fora da terra, o seu movimento natural seria o de queda, como uma fruta que cai de uma árvore. Nesse raciocínio, o movimento natural da água também é para baixo. A fumaça e o ar teriam um movimento retilíneo para cima, devido ao seu lugar natural. Lembrando que, para Aristóteles, o movimento sempre era retilíneo, uma vez que a Terra ocupava o centro do universo. Dessa

forma, quando um corpo era retirado do seu lugar, a tendência seria sempre voltar a ocupar o seu lugar natural.

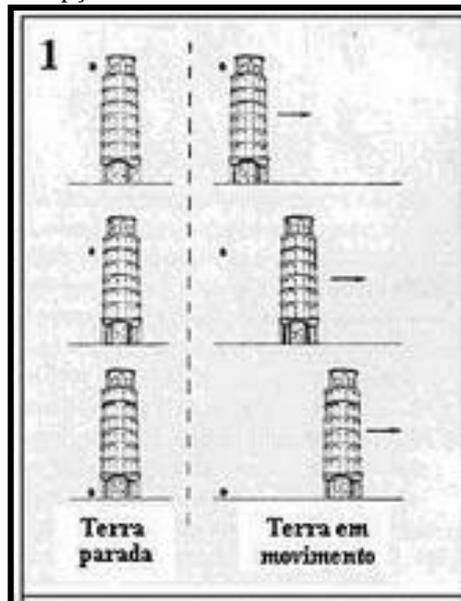
Conforme a teoria de que um corpo sempre volta para o seu lugar natural, Aristóteles começa a discutir sobre a queda dos objetos na Terra. Assim, ao abandonar uma pedra de uma certa altura, ela tem uma tendência natural de cair em direção ao solo. Para Aristóteles, ao abandonar dois objetos de “pesos¹” diferentes em uma mesma altura, o mais “pesado” chegaria ao solo primeiro, devido este ter maior tendência de buscar seu lugar natural.

Essa ideia de que um corpo com maior “peso²” chegaria ao solo primeiro foi sustentada por vários anos. Lembrando novamente que, para Aristóteles, o movimento da queda só poderia acontecer de uma única forma, sempre seria em linha reta, pois a Terra está fixa no centro do universo. A estabilidade da Terra pode ser verificada quando:

[...] lançando-se um objeto para cima este retornava, rigorosamente, ao mesmo lugar de onde partira. Se, por outro lado, a Terra estivesse em movimento (de rotação, ou de translação, ou de ambos, simultaneamente) isto, de acordo com o pensamento da época, não deveria acontecer porque enquanto o objeto estivesse no ar a Terra se deslocaria e, desta forma, o objeto cairia num ponto afastado em relação àquele do lançamento (PEDUZZI, 1996, p.50).

A Figura 2, ilustra a concepção de Aristóteles ao abandonar um objeto com a Terra em Movimento.

Figura 2: Concepção de Aristóteles se a Terra estivesse em movimento



Fonte: LUCCA, 2011.

¹ Para Aristóteles não havia diferença entre peso e massa (PEDUZZI, 1996).

² Até Galileu Galilei os corpos eram definidos em duas classes essenciais: os corpos graves e os corpos leves. O corpo leve tinha uma propriedade chamada leveza e o corpo grave uma propriedade chamada gravidade, ou seja, peso. A palavra peso não tinha a mesma conotação que tem hoje. Quem irá discutir sobre essa conotação será Isaac Newton.

De acordo com a Figura 2, Aristóteles não acreditava que um objeto poderia cair em movimento retilíneo e, ao mesmo tempo, movimentar-se juntamente com a Terra, isso seria impossível. Ptolomeu, Tycho e outros filósofos, astrônomos, também, confirmavam os argumentos de Aristóteles (GALILEI, 2011), os quais diziam que a Terra era imóvel:

[...] porque, quando ele estivesse a rotação diurna, uma torre, de cujo cimo se deixasse cair uma pedra, sendo transportada pela rotação da Terra, no tempo em que a pedra gasta para a sua descida, afastar-se-ia muitas centenas de braças para o oriente, e por tanto espaço deveria a pedra percutir na Terra afastada da base da torre [...]. (GALILEI, 2011, p. 208).

Essa teoria foi confirmada com vários outros experimentos, como o do navio, deixando cair uma bola de chumbo do alto do mastro de um navio parado, marcando o local onde ela bate e, em seguida, do mesmo lugar, deixando cair a mesma bola, mas com o navio em movimento “[...] a batida será afastada da outra por tanto espaço quanto o navio se adiantou durante a queda do chumbo” (GALILEI, 2011, p. 152), sendo que esse argumento foi confirmando porque “[...] o movimento natural da bola ocorre por linha reta em direção ao centro da Terra” (GALILEI, 2011, p. 152).

Diante da perspectiva desse e outros experimentos, seria possível confirmar que a Terra está fixa e no centro do universo, e os movimentos desses objetos sempre ocorrem de forma retilínea. Os corpos também poderiam realizar movimentos não naturais e retilíneos. Por exemplo, ao lançar uma pedra para cima, isso seria contrário ao seu movimento natural, sendo esse chamando de movimento violento. Desta maneira, para ocorrer outro tipo de movimento, seria necessária uma causa (força) atuando sobre o corpo para que ele se movesse.

1.1.1 Movimento violento e a ausência do movimento no vácuo

Para que ocorra o movimento violento, no caso de uma pedra arremessada para cima, deve haver a ação de um agente externo que aplica uma força. Assim, esse objeto continua o movimento e, em seguida, o corpo retorna ao seu lugar natural, lembrando que é a tendência natural do objeto retornar para o solo. Esse movimento violento só ocorreria se estivesse associado a uma força.

Outro fator importante sobre o movimento dos corpos é que, para Aristóteles, o meio, como o ar e a água, também influenciava o movimento de um corpo. Além disso, para ele não existia o movimento no vácuo (PEDUZZI, 1996). De acordo com Aristóteles:

[...] deve-se ter presente que todo movimento é ou por violência ou por natureza. Mas a existência do movimento violento pressupõe necessariamente aquela do movimento natural (de fato, o movimento violento é contra a natureza e, se é contra a natureza, é posterior àquele natural); de modo que se não existirá para qualquer corpo físico um movimento natural, não existirá sequer nenhum dos outros movimentos. Mas como poderá haver um movimento natural ao longo do vazio e infinito, se nestes não persiste nenhuma diferença? (ARISTÓTELES, 1993, p.91 apud NEVES, 2008, p. 44).

Dessa forma, é possível observar a justificativa de Aristóteles sobre a ausência do vácuo. Segundo Peduzzi (1996), esse movimento seria impossível, sem a resistência, o objeto apresentaria uma velocidade infinita. Sendo assim, para Aristóteles, há dois fatores principais para o movimento, a força motriz (F) e a resistência do meio (R). Logo, para ocorrer o movimento, a força motriz tem que ser maior que a resistência (COHEN, 1967).

Cohen (1967) analisa os efeitos para diferentes meios e conservando a força motriz, a experiência consiste em deixar cair livremente, de um mesmo ponto de partida, duas esferas de aço idênticas de mesmo peso e tamanho, em meios diferentes, isto é, uma esfera cairia através do ar e a outra em um cilindro com água. Ao deixar cair as duas esferas, é fácil perceber que a esfera que se deslocou através do ar teve uma velocidade muito maior do que a outra esfera que se deslocou no cilindro com água.

Essa experiência foi refeita várias vezes com outros tamanhos de bolas e outros materiais, sendo o resultado sempre o mesmo. Sendo assim, pode-se escrever esse resultado em forma de uma expressão Matemática (COHEN, 1967, p. 19):

$$V \propto \frac{1}{R} \quad (\text{Equação 1})$$

A equação 1 mostra que a velocidade é inversamente proporcional à resistência do meio, e a velocidade na água é menor do que a velocidade no ar. Dessa maneira, a água dificulta o movimento de um corpo (COHEN, 1967).

Em seguida, foram analisados outros experimentos: deixando cair duas esferas, uma através de um cilindro cheio de água e outra através de um cilindro com óleo, observa-se que a velocidade da esfera na água é maior que no óleo. Portanto, o óleo dificulta o movimento da esfera.

Cohen (1967) também observa os efeitos de diferentes forças motriz, visto que, ao caírem, simultaneamente, de uma mesma altura, duas esferas de pesos diferentes, em um cilindro cheio de água, a esfera de maior peso atinge o fundo mais rapidamente. Dessa maneira,

é evidente que quanto maior o peso, maior será a velocidade. A experiência foi realizada para diversos meios e o resultado produzido foi sempre o mesmo.

Dessa forma, pode-se expressar a afirmação dessa experiência em uma expressão Matemática (COHEN, 1967, p. 22):

$$V \propto F \quad (\text{Equação 2})$$

Assim, quanto maior a força motriz, maior será a velocidade. Logo, combinando a equação (1) com a equação (2), tem-se a lei aristotélica do movimento, onde a “velocidade (v) de um corpo que se move em uma dada distância é proporcional à razão entre a força motriz (F) em contato direto com o corpo móvel e a resistência ou densidade do meio (R), ou por notação moderna:” (ÉVORA, 1987, p. 75)

$$V \propto \frac{F}{R} \quad (\text{Equação 3})$$

A equação (3) apresenta alguns problemas, ela não pode ser aplicada para todas as condições de movimentos, pois, “[...] se a força motriz igualasse a resistência, a equação não daria o resultado de que a velocidade V seria igual a zero; nem dá um resultado igual a zero quando a força F é menor que a resistência R [...]” (COHEN, 1987, p. 23). Portanto, a equação (3) só será válida se a força motriz for maior que a resistência.

Dessa forma, se a densidade do meio tender a zero, a velocidade tenderia ao infinito, sendo que, para Aristóteles, isso é impossível, uma vez que, para ele, o vácuo é inexistente. De acordo com Neves (2008), a velocidade de um corpo em queda é determinada pelo peso do corpo e a densidade do meio, logo, na teoria cinemática aristotélica, não existe o conceito de aceleração.

Posteriormente, foi proposto algumas alterações na teoria aristotélica, no século V d.C., Johannes Philoponus sugere que (NEVES, 2008, p. 103):

$$V \propto (P - R) \quad (\text{Equação 4})$$

Diante disso, observa-se que a velocidade de um corpo deve ser obtida subtraindo a resistência do meio e não dividindo como se apresenta na equação (3), o meio diminui a

velocidade do corpo. Diante da equação (4), é possível perceber a viabilidade de um movimento no vácuo.

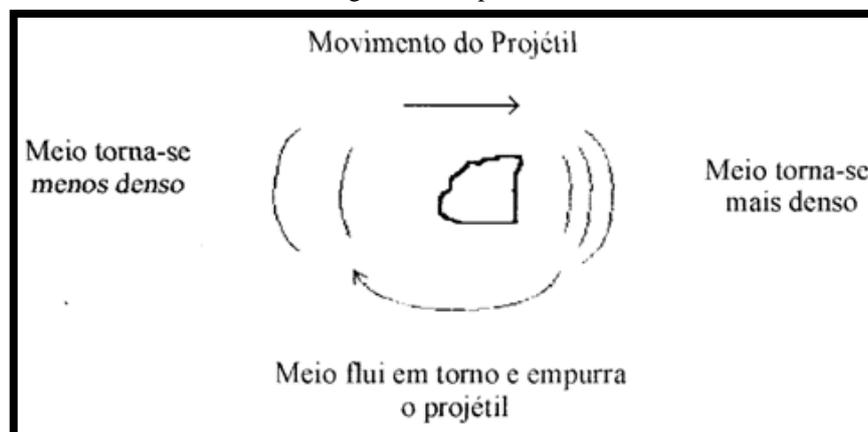
Por meio dos experimentos apresentados, pode-se entender que, ao soltar no ar dois corpos de uma mesma posição inicial, mas de pesos diferentes, o corpo de maior peso chegará ao solo primeiro, sendo que o corpo mais pesado adquire maior velocidade. Diante desse raciocínio, na Física aristotélica, ao abandonar duas esferas, considerando-se que o peso de uma é o dobro da outra, a velocidade do corpo mais pesado terá que ser o dobro da velocidade do corpo mais leve. No entanto, ao realizar esse experimento, percebe-se que a diferença das velocidades entre os corpos é mínima.

Como comentado por Neves (2008, p. 47), a Física aristotélica ainda tem outros conceitos a serem tratados, por exemplo: um objeto continuava em movimento mesmo não tendo mais contato com o agente externo, sendo que esse movimento só era possível porque existia um outro motor, “[...] ou seja, o ar, mesmo que imediatamente depois da passagem do corpo, fechava-se, deslocando-se da frente para trás do corpo; era a noção de *antiperistasis*”. Dessa forma, Aristóteles começou a estudar os movimentos dos projéteis após serem lançados.

1.1.2 *Antiperistasis*

Para Aristóteles, a força motriz é a causa para os movimentos, *cessante causa cessat effectus*, (cessada a causa, cessado o efeito) (NEVES, 2008). Portanto, para manter o projétil em movimento, após o lançamento, é necessária a ação do agente externo. Dessa forma, o movimento desse objeto continuava por um processo que Aristóteles chamou de *antiperistasis*. Logo, o ar deslocado pela passagem do objeto, o contorna para preencher o vazio deixado por ele, o que também permite sua impulsão para frente conforme ilustra na Figura 3.

Figura 3: Antiperistasis



Fonte: CAMARGO, 2000, p. 33.

Como esse processo não é perfeito, pois existe resistência e o objeto tem a tendência a voltar ao seu lugar natural, ele cai gradualmente. Dessa maneira, “[...] este movimento violento se mantém até que a força motriz originalmente impressa nesta porção de ar se dissipe. Assim, o meio, para Aristóteles, oferece tanto a força motriz como a resistência” (ÉVORA, 1987, p. 77). Com essa ideia de Aristóteles, é possível perceber, mais uma vez, a inviabilidade de um movimento no vácuo, sendo que esse não pode conservar o movimento, para o caso de um projétil.

As ideias de Aristóteles permaneceram durante muito tempo sem refutações, até que, na transição entre a Antiguidade e a Idade Média, começaram as discussões sobre suas ideias, e Philoponus de Alexandria foi um dos primeiros a contrapor-las. É preciso destacar, porém, que, antes de Philoponus, alguns pontos da dinâmica aristotélica foram discutidos por Hiparco, na Grécia antiga, que não concordavam com a ideia da *antiperistasis*, de Aristóteles.

Hiparco discutiu a ideia da *antiperistasis*. Para ele, existia uma “[...] força impressa que passava do motor ao movente e que diminuía enquanto o corpo se deslocava por meio de um meio dissipativo. Era uma espécie de impulso, *impetus* interno [...]” (NEVES, 2008, p.47). Esse conceito de *impetus* foi discutido no século VI por Philoponus, e, posteriormente, por Jean Buridan, no século XIV.

Philoponus critica a ideia de *antiperistasis* de Aristóteles, ele não concordava que o ar poderia fazer três movimentos. Dessa forma, ele comenta:

[...] o ar em questão deve fazer três movimentos diversos: deve ser empurrado pela flecha, deve mover-se para trás e, finalmente, deve girar e proceder novamente para frente. Uma vez que o ar é facilmente movido, e se move a uma distância considerável, como, em consequência, pode o ar, empurrado pela flecha, não se mover na direção do impulso impresso, mas, ao invés, girar para trás, por algum comando, e retrair o seu curso? Além do mais, como pode o ar, girando para trás, evitar de escapar para o espaço (circundante), e imprimir precisamente sobre a parte final da flecha, e novamente empurrá-la? (GRANT, 1983, p. 58 apud NEVES, 2008, p. 47).

De acordo com Évora (1987), Philoponus recusa a ideia de que o ar pode produzir tanto a força motriz como a resistência do movimento. Logo, Philoponus explicou o movimento dos projéteis de outra maneira, visto que, para ele, o movimento era realizado por meio de uma força motriz incorpórea.

[...] é necessário assumir que a alguma força motiva (motriz) incorpórea seja dada do projetor ao projétil, e que o ar posto em movimento contribui em nada ou muito pouco para o movimento do projétil... E não será necessário nenhum agente externo ao projetor (GRANT, 1958, p.58 apud NEVES, 2008, p. 47-48).

Então, para Philoponus, a força motriz irá diminuindo aos poucos. Essa diminuição ocorre devido ao meio e também devido à tendência natural do corpo retornar sempre para seu lugar natural. Essa diminuição da força motriz pode ocorrer até mesmo no vácuo.

Em seguida, as ideias de Philoponus foram desenvolvidas por Avicenna, sendo esse um pensador árabe. De acordo com Neves (2008), Avicenna explicou que um corpo poderia receber um empurrão na mesma proporção que seu peso. Esse empurrão poderia ser permanente na ausência de resistência externa. Só que as experiências não revelaram esses movimentos descritos; logo, Avicenna também negou a impossibilidade de um movimento no vácuo.

No século XII, o árabe-espanhol Avempace discutiu as leis do movimento, que negavam a teoria de Aristóteles, em que “[...] o tempo de queda de um corpo grave é diretamente proporcional à densidade e, portanto, à resistência do meio no qual cai o corpo” (NEVES, 2008, p. 48).

Posteriormente, Jean Buridan elaborou a teoria da força motriz incorpórea e da força motriz, sob o nome de teoria do *impetus*. Buridan comentava que o *impetus* impresso em um certo objeto, faria com que ele tendesse ao infinito, isto é, caso não fosse corrompido por alguma resistência externa. Dessa forma, ainda é possível perceber a noção de cessada a causa, cessado o efeito (NEVES, 2008). Para Buridan, um corpo mais pesado continha mais matéria; sendo, assim, esse receberia um *impetus* maior do que um corpo mais leve, podendo, então, durar mais tempo no ar.

É importante destacar que, apesar das críticas, a teoria de Aristóteles permaneceu durante séculos. Outro ponto importante era o fato de Aristóteles ser empirista, seu conhecimento era adquirido por meio dos sentidos, da percepção, não buscava raciocínios matemáticos para comprovar suas teorias.

1.2 Leonardo da Vinci e os estudos sobre a Queda dos Corpos

No período da Renascença, em 15 de abril de 1452, na cidade de Vinci, Itália, nasce Leonardo da Vinci. Da Vinci foi pintor, escultor, arquiteto, engenheiro, anatomista, botânico, astrônomo, cientista, músico, geólogo, escritor. De acordo com Koyré (1982), Da Vinci ofereceu uma importante contribuição para a evolução humana, deixando manuscritos contendo vários desenhos geométricos e mecânicos para a construção de máquinas. Esses manuscritos foram escritos da direita para a esquerda, para mantê-los protegidos, além de permanecerem muito tempo em segredo.

No final do século XIX, os manuscritos de Da Vinci foram encontrados e transcritos, em seguida, traduzidos e, finalmente, publicados por Jean-Paul Richter, Ravaisson-Mollien, Mac Curdy e outros. Da Vinci ficou conhecido como o fundador das técnicas e da ciência moderna (KOYRÉ, 1982).

Na obra de Da Vinci, ele não abordava a teoria, sendo mais prático. Da Vinci não explicava suas percepções por meio de fórmulas, leis, mas ele era capaz de compreender o assunto por meio de sua percepção. Assim, Da Vinci era um homem de *praxis*, pois, construía máquinas e não teorias.

Entre os estudos realizados por Da Vinci, foi encontrado um trabalho sobre a Queda dos Corpos. Nele Da Vinci explica que, quando um corpo “[...] desce livremente adquire um grau de movimento com cada grau de tempo, e com cada grau de movimento, ele adquire um grau de velocidade” (DA VINCI, 2004, p. 67). Essa explicação de Da Vinci está exposta na Tabela 1.

Tabela 1: Explicação da queda dos corpos de Da Vinci

Tempo de queda	Espaço Percorrido
1	1
2	$1 + 2 = 3$
3	$1 + 2 + 3 = 6$
4	$1 + 2 + 3 + 4 = 10$
5	$1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$

Fonte: NEVES, 2008

De acordo com a Tabela 1, Neves (2008) comenta que os espaços percorridos em períodos de tempos consecutivos eram proporcionais aos números inteiros. Dessa forma, quando um corpo grave movimenta uma unidade de tempo, ele percorre uma unidade de espaço e, assim, sucessivamente.

Leonardo Da Vinci merecia o mérito de ter entendido a estrutura da aceleração do movimento da Queda dos Corpos, embora fosse incapacitado de explicar seus entendimentos em termos matemáticos. Não se pode evitar, porém, que sua intuição estivesse essencialmente correta (KOYRÉ, 1982).

Assim, o pensamento de Da Vinci se diferencia de Aristóteles, no momento em que, para ele, há uma viabilidade de uma variação da velocidade no decorrer do movimento de queda. Portanto, esse assunto não era tão simples e persistiu até que Galileu Galilei apontasse outra solução.

1.3 Galileu Galilei: e os estudos contidos nas Duas Novas Ciências

A biografia de Galileu, aqui apresentada, fundamenta-se no livro *Duas Novas Ciências*³. Galileu Galilei nasceu no dia 15 de fevereiro de 1564. Coursou faculdade de Medicina, em Pisa, no ano de 1581, mas não concluiu, pois, seu maior interesse estava na Física e na Matemática. Portanto, ele abandonou a faculdade de Medicina e retornou para Florença. Em 1589, foi nomeado professor de Matemática, em Pisa e, durante esse tempo, pode pesquisar sobre os movimentos natural e violento, para poder chegar à lei da Queda dos Corpos Graves. Devido à morte de seu pai e também ao seu escasso salário, Galileu deixou seu cargo e retomou o pedido para a Cátedra de Matemática, em Pádua. A partir de sua nomeação, seu trabalho se dividiu em três períodos: o período paduano (1560-1610), período polêmico (1610-1633), e a retomada dos seus trabalhos sobre o movimento (1633-1642).

Período paduano: durante os dois primeiros anos seus estudos foram dedicados à estática. Em seguida, seu projeto de uma ciência geometrizado do movimento começou a tomar forma. Na sequência, o período mais criativo e de maior conquista ocorreu com a descoberta do telescópio. No entanto, Galileu não inventou o telescópio e sim aperfeiçoou esse equipamento, para realizar observações astronômicas.

Período polêmico: foi marcado pelas suas considerações astronômicas e filosóficas. A adesão de Galileu ao sistema copernicano gerou uma insatisfação entre os defensores da posição tradicional, sendo que esses não tinham como responder a Galileu com base na filosofia. Acabaram, então, refugiando-se na teologia. Dessa forma, Galileu começou as discussões entre teologia e ciências, para ele, as passagens bíblicas não possuíam autoridade. Galileu voltou então a Roma para evitar a proibição da doutrina copernicana, o que, infelizmente, não conseguiu. Assim, a sagrada congregação pronunciou a censura e condenou a teoria de Copérnico. Diante disso, de 1624 a 1630, Galileu se dedicou a obra acerca dos dois principais sistemas astronômicos, copernicano e ptolomaico. Apesar das dificuldades, em 1632, esse diálogo foi publicado. Cinco meses depois, seu livro foi proibido e Galileu foi acusado de defender a opinião copernicana em seu livro. Então, em 1633, foi pronunciada sua sentença, e Galileu foi obrigado a recitar publicamente que acreditava na igreja, assinando a abjuração. Com a abjuração, encerrava-se a polêmica.

³ Título original: *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Meccanica ed ai Movimenti Locali*, editado em 1638. Tradução e notas: Letizio Mariconda e Pablo R. Mariconda, sob o título *Duas Novas Ciências*, 2ª edição. São Paulo: Nova Stella, 1988.

Período e retomada da mecânica: em 1633, Galileu retorna a sua vila, em Arcetri, de onde não era permitido sair, e proibido de ensinar. Por outro lado, ele pode se dedicar a seus estudos sobre a mecânica, então, retomou o trabalho e iniciou a redação em forma dialógica da primeira jornada dos Discursos (*Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Meccanica ed ai Movimenti Locali*). Como foi proibida qualquer impressão ou reimpressão de sua autoria, Galileu sabia que teria dificuldades em publicar seu livro, foram várias tentativas em diferentes lugares, até que um editor holandês teve a permissão de visitar Galileu e os Elzeveris que já haviam publicado obras proibidas de Galileu aceitaram em publicar os Discursos. Galileu apagou todos os seus rastros no livro e, em 1638, seu livro foi publicado. Galileu já estava cego, mas sua atividade não se encerrou com a publicação do livro, no período de 1638-1639, ele dita a seu discípulo o texto dialogado que foi publicado com a sexta jornada dos Discursos. Galileu faleceu em 1642.

1.3.1 Duas Novas Ciências

O livro “Duas Novas Ciências”, que tem como título original *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Meccanica ed ai Movimenti Locali*, foi a última e mais importante obra de Galileu escrita quando estava confinado desde a condenação de 1633.

Esse livro foi escrito na forma de um diálogo, realizado pelos interlocutores: Salviati, Sagredo e Simplicio. Assim sendo, Salviati, foi um dos mais íntimos amigos de Galileu e também foi seu aluno, em Pádua. No livro, ele representa as novas ideias de Galileu; Sagredo tinha uma grande convivência e familiaridade com Galileu, ele representa um personagem angustiado para aprender; Simplicio foi um filósofo grego, conhecido como um dos mais importantes comentadores de Aristóteles. Dessa forma, no livro, ele é um representante aristotélico.

No livro, Galileu não é representado apenas por Salviati, uma vez que, este passa a ter suas próprias posições e dúvidas. Sagredo também representa Galileu em muitas dúvidas que não são respondidas por Salviati e Simplicio, tem uma ingenuidade do senso comum com dificuldades de entender o raciocínio matemático (GALILEI, 1988).

1.3.2 A Queda Livre

Entre as várias questões abordadas no livro *Duas Novas Ciências*, chega-se à discussão sobre a Queda dos Corpos Graves. Para Aristóteles, “as velocidades dos corpos em queda livre são proporcionais a seus pesos e inversamente proporcionais à resistência dos meios nos quais se movem, donde há impossibilidade do movimento no vácuo” (KOYRÉ, 1982, p. 210). Diante disso, apresenta-se um trecho do diálogo entre Simplício, Salviati e Sagredo sobre se realmente seria possível o movimento no vácuo.

Simplício – Aristóteles, pelo que me lembro, investe contra alguns filósofos antigos que introduziram o vácuo como sendo necessário para o movimento, dizendo que este sem aquele não poderia ter lugar. Aristóteles, opondo-se a isso, demonstra que, ao contrário, ao ter lugar (como vemos), o movimento destrói a suposição do vácuo; e sua argumentação é a seguinte. Faz duas suposições: a primeira concerne de pesos diferentes que se movem no mesmo meio; a outra concerne a um mesmo móvel que se move em diferentes meios. Quanto à primeira, supõe que móveis de pesos diferentes se movem no mesmo meio com velocidades desiguais, as quais mantêm entre si a mesma proporção que os pesos; de modo que, por exemplo, um móvel dez vezes mais pesado que outro, move-se com uma velocidade dez vezes maior. Na segunda proposição, admite que as velocidades do mesmo móvel, em meios diferentes, são entre si inversamente proporcionais à espessura, e densidade desses meios. De modo que, supondo-se, por exemplo, que a densidade da água é dez vezes maior que do ar, admite que a velocidade no ar é dez vezes maior que a velocidade na água. E desta segunda suposição deriva a seguinte demonstração: posto que a sutileza do vácuo difere infinitamente da corporeidade, por mais sutil que ela seja, de qualquer meio pleno, todo móvel que se move num meio pleno, percorrendo certa distância durante certo tempo, deveria mover-se instantaneamente no vazio: entretanto, o movimento instantâneo é impossível; logo é impossível introduzir o vácuo como fundamento do movimento.

Salviati – Percebe-se que o argumento é ad hominem, ou seja, contra aqueles que consideravam o vácuo como necessário para o movimento; mesmo que eu concedesse que o argumento é concludente, concedendo ao mesmo tempo que o movimento não tem lugar no vácuo, a suposição do vácuo, tomada absolutamente e não em relação ao movimento, não seria destruída. Para dizer, porém, o que poderiam por ventura ter respondido os filósofos antigos, e para que se perceba melhor o que permite concluir a demonstração de Aristóteles, parece-me que se poderia contestar as suposições postas, negando-as ambas. Quanto à primeira, duvido seriamente que Aristóteles jamais tenha verificado experimentalmente se é verdade que duas pedras, das quais uma pesa dez mais, soltadas no mesmo instante de uma altura de, por exemplo, cem braças⁴, têm velocidades tão diferentes que, no momento que a mais pesada chegasse ao chão, a outra não teria percorrido nem dez braças.

Simplício – Constatamos segundo suas próprias palavras que ele fez a experiência, pois ele diz: “vemos o mais pesado”; ora, este “ver” alude uma experiência efetuada. Sagredo – Mas eu Sr. Simplício, que não fiz a prova, asseguro-lhe que uma bala de canhão que pesa cem, duzentas ou mais libras, não precederá nem de um palmo a chegada ao solo de uma bala de mosquete de meia libra, mesmo que a altura da queda seja de duzentas braças (GALILEI, 1988, p.55).

⁴ Equivale aproximadamente de 55 à 65 centímetros de acordo com a região.

No discurso acima, Galileu faz uma experiência pensada para convencer que Aristóteles estava equivocado em dizer que uma pedra mais pesada chegaria ao solo antes de uma pedra mais leve. Embora, todos duvidassem que Aristóteles realmente teria realizado tal experiência.

Esse termo experiência pensada aqui utilizado, que “[...] Mach chamara de “experiências de pensamento” e sobre as quais Popper nos chama a atenção, desempenharam um papel muito importante na história do pensamento científico” (POPPER, 1959, p. 442⁵ apud KOYRÉ, 1982, p. 209). Vale destacar que algumas experiências são de difícil realização, ou algumas delas precisam de uma aparelhagem muito elaborada; assim, a imaginação elimina todas as dificuldades encontradas, e ainda realiza experimentos com objetos perfeitos, a imaginação obtém resultados precisos (KOYRÉ, 1982).

Na experiência pensada e realizada por Galileu sobre a bala de canhão e a bala de mosquete, fica claro que ele sabia as implicações da resistência do meio, visto que o meio influencia na Queda dos Corpos. Por isso, ao deixar cair dois objetos com pesos diferentes, eles chegam ao solo com uma mínima diferença, sendo que essa diferença é causada pela resistência do ar.

Em seguida, Galileu apresenta vários experimentos de pensamento, para a contestação da teoria de Aristóteles, entre eles:

Salviati – Sem recorrer a outras experiências, podemos provar claramente, através de uma demonstração breve e concludente, que não é verdade que um móvel mais pesado se move com maior velocidade que outro menos pesado, entendendo que ambas sejam da mesma matéria, como é o caso daqueles de que fala Aristóteles. Porém, diga-me, Sr. Simplicio, se admitis que a cada corpo pesado em queda corresponde uma velocidade naturalmente determinada, de modo que não se possa aumentá-la ou diminuí-la a não ser usando violência ou opondo-lhe alguma resistência?

Simplicio – Não se pode duvidar que o mesmo móvel no mesmo meio tem a mesma velocidade fixada e determinada pela natureza, que não pode ser aumentada a não ser acrescentando-lhe um novo ímpeto, nem diminuída salvo por algum impedimento que o retarde.

Salviati – Se tivéssemos, portanto, dois móveis, cujas velocidades naturais são desiguais, é evidente que, se uníssemos o mais lento com o mais rápido, este último seria parcialmente retardado e o mais lento aumentaria em parte sua velocidade devido ao mais veloz. Não concordais com minha opinião?

Simplicio – Parece-me que assim é indubitavelmente.

Salviati – Porém se é assim, e se é também verdade que uma grande pedra se move, por exemplo, com uma velocidade de oito graus e uma menor com uma velocidade de quatro graus, então unindo-as, o composto se moverá com uma velocidade menor que oito graus. Contudo, as duas pedras juntas formam uma pedra maior que aquela que se movia com oito graus de velocidade; do que se segue que esse composto (que

⁵ POPPER, Karl. *The Logic of Scientific Discovery*, Ap. XI. Nova York, 1959.

também é maior que a primeira pedra) se moverá mais lentamente que a primeira pedra, que é menor, o que contradiz vossa suposição. Vemos, pois, como, supondo que o móvel mais pesado se move com maior velocidade que o menos pesado, concluo que o mais pesado se move com menor velocidade.

Simplicio – Estou completamente confuso, pois parece-me que a pedra menor, unida à maior, aumenta seu peso e, aumentando seu peso, não vejo como não deva aumentarlhe também a velocidade ou, pelo menos, não diminuí-la.

Salviati – Aqui, Sr. Semplicio, cometeis outro erro, porque não é verdade que a pedra menor aumenta o peso da maior.

Simplicio – Oh! Eis algo que está além de meu entendimento! (GALILEI, 1988, p. 55-56).

No diálogo, é possível perceber o quanto Semplicio fica confuso ao perceber que a teoria de Aristóteles é inconsistente e contraditória. É difícil para Semplicio tentar acreditar na teoria proposta por Galileu, para ele, é quase impossível dois objetos de pesos diferentes chegarem ao solo ao mesmo tempo. Para Semplicio, o objeto mais pesado cai primeiro que um objeto mais leve, e esse pensamento se confirma quando ele diz:

Simplicio – Seu raciocínio é realmente bem conduzido; todavia, parece-me difícil de acreditar que uma gota de chumbo possa mover-se tão rapidamente quanto uma bala de canhão.

Salviati – [...] Aristóteles diz: “Uma bola de ferro de cem libras que cai de uma altura de cem braças chega ao solo antes que uma bola de uma libra tenha descido apenas uma braça”; eu afirmo que as duas chegam ao mesmo tempo. Constata-se, fazendo a experiência, que a maior precede a menor em dois dedos, ou seja, que no momento em que a maior chega ao solo, a outra está a uma distância de dois dedos: ora, quereis esconder as noventa e nove braças de Aristóteles sob esses dois dedos e, falando apenas de meu pequeno erro, silenciar sobre a enormidade do outro (GALILEI, 1988, p. 57).

Esse diálogo entre Semplicio e Salviati permite compreender que os corpos de pesos diferentes não chegam ao solo no mesmo instante, mas Galileu quer mostrar e fazer com que Semplicio entenda que o tempo de chegada desses corpos são muito próximos um do outro, e a diferença é quase imperceptível.

Em seguida, Salviati apresenta para Semplicio várias outras experiências, como, por exemplo: fazer com que a queda dos objetos aconteça em meios diferentes, e imaginando a queda de um objeto no vácuo. Após expor vários experimentos, Salviati conclui que sem a resistência do ar, os objetos caem ao mesmo tempo. Após essa afirmação, Semplicio comenta que:

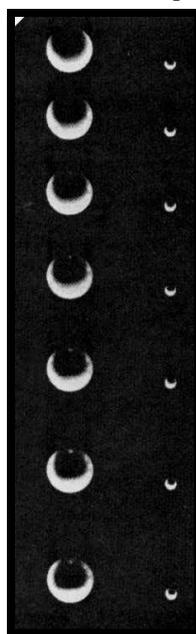
Simplicio – Marcante afirmação, Sr. Salviati. Jamais acreditaria que mesmo no vazio, caso nele fosse possível o movimento, um floco de lã se movesse com a mesma velocidade que um pedaço de chumbo.

Salviati – Devagar Sr. Simplicio [...]. Estamos tentando investigar o que aconteceria com os móveis de pesos muito diferentes num meio cuja resistência fosse nula, de modo que qualquer diferença de velocidade encontrada entre esses móveis deveria ser referida unicamente à desigualdade de peso. Já que somente espaço totalmente vazio de ar e de qualquer outro corpo, ainda que sutil e penetrável, poderia mostra-nos perceptivamente o que buscamos, e posto que não dispomos de semelhante espaço, observaremos o que ocorre nos meios mais sutis e menos resistentes por comparação com o que se vê acontecer nos meios menos sutis e mais resistentes. Se constatarmos efetivamente que os móveis de diferentes pesos específicos diferem cada vez menos em velocidade à medida que os meios são cada vez menos resistentes e que, finalmente, embora extremamente desiguais em peso, no meio mais tênue, ainda que não vazio, a desigualdade das velocidades é pequeníssima e quase inobservável, parece-me que poderemos admitir, como conjectura altamente provável, que no vazio suas velocidades seriam totalmente iguais (GALILEI, 1988, p.62).

Dessa forma, a teoria de Galileu de que dois corpos de pesos diferentes caem juntos no vácuo, foi comprovada anos após sua morte, com a invenção da bomba de vácuo.

Nos dias atuais, é fácil verificar esse movimento em laboratórios. Na Figura 4, está exposta uma imagem de duas esferas com pesos diferentes, usando uma fotografia estroboscópica.

Figura 4: Fotografia estroboscópica de duas esferas



Fonte: PROJECTO FÍSICA, 1978.

Portanto, com os recursos de hoje é simples compreender esse fenômeno. No entanto, na época de Galileu, foi um trabalho muito árduo conseguir explicá-lo sem recursos, Galileu teve que usar sua imaginação para poder compreendê-lo. Sendo assim, “aprender o que se deve

ignorar foi quase tão importante para o desenvolvimento da ciência como aprender o que se deve considerar” (PROJECTO FÍSICA, 1978, p. 48). Por isso, para compreender um certo fenômeno, naquela época, era preciso usar a imaginação, não bastava apenas observar o que ocorria em nossa volta.

De acordo com o Projecto Física (1978), para Galileu conseguir convencer as pessoas que Aristóteles estava equivocado em sua teoria, foi necessária muita habilidade experimental e talento matemático para descrever esse movimento.

1.3.3 Definições para o movimento uniformemente acelerado

Galileu demonstrou como escrever matematicamente o movimento dos corpos. Ele fizera a seguinte observação: “[...] uma pedra que cai de uma certa altura a partir do repouso adquire pouco a pouco novos acréscimos de velocidade, por que não posso acreditar que tais acréscimos de velocidade não ocorrem segundo a proporção mais simples e mais óbvia?” (GALILEU, 1988, p.127). De acordo com Galileu (1988), o movimento uniforme é aquele no qual um objeto percorre espaços iguais em tempos iguais, e um movimento uniformemente acelerado é quando, em tempos iguais, ocorrem iguais variações de velocidade, sendo que o segundo tipo de movimento, o que caracteriza a Queda dos Corpos (desprezando-se ou minimizando-se a resistência do ar).

Dessa forma, Galileu admite que esta não seria a única forma de definir a aceleração uniforme. Comenta que também pensou em outras maneiras de definir este termo, o qual, poderia ser “[...] se a velocidade aumentasse proporcionalmente à distância percorrida, em vez de ser proporcionalmente ao tempo” (PROJECTO FÍSICA, 1978, p.51). Nesse sentido, as duas descrições que Galileu faz sobre o movimento uniformemente acelerado parecem estar de acordo com o entendimento que se tem de aceleração. No entanto, Galileu teve que escolher apenas uma das afirmações.

De acordo com Cohen (1967), Galileu teve que estabelecer um critério para a escolha da descrição do movimento uniformemente acelerado; assim, para Galileu, a velocidade não poderia aumentar proporcionalmente à distância, pois isso levaria a uma “inconsistência lógica”, o que não aconteceria com a outra definição, na qual a velocidade aumenta proporcionalmente ao tempo. Cohen (1967) comentou sobre essa inconsistência lógica, que diz que “não há aqui inconsistência lógica: o problema é simplesmente que essa relação é incompatível com a hipótese de o corpo partir do repouso” (COHEN, 1967, p. 99).

Após Galileu ter definido o movimento uniformemente acelerado, em que a velocidade de um corpo em queda é proporcional ao tempo de queda, procurou uma forma para poder descrever os movimentos observados, visto precisar apresentar qual definição estava adequada para aqueles movimentos observados. Galileu, porém, teve algumas dificuldades, considerando que seria impossível conseguir efetuar medidas para verificar que a velocidade aumenta em proporção ao tempo. Como ele iria efetuar uma medida direta da velocidade e também do tempo de queda de um objeto, mesmo objetos abandonados em lugares muito altos, ganham velocidade muito rapidamente para se efetuar medidas com precisão, com os equipamentos disponíveis da época (PROJECTO FÍSICA, 1978).

Mesmo com essa dificuldade, Galileu tentou por outros caminhos provar sua hipótese, fazendo outras relações que pudesse comprovar. Diante disso, ele tentou relacionar a distância total percorrida por um objeto e seu tempo total. Nessa linha de raciocínio, Galileu concluiu: “[...] no movimento uniformemente acelerado iniciado a partir do repouso, a distância percorrida é proporcional ao quadrado do tempo decorrido” (PROJECTO FÍSICA, 1978, p.54),

$$d \propto t^2 \quad (\text{Equação 5})$$

Isso mostra que a distância percorrida por um objeto em queda livre é proporcional ao quadrado do tempo de queda. Galileu comenta que um objeto partindo do repouso e com movimento uniformemente acelerado, os deslocamentos d_1 , d_2 , d_3 e assim por diante, com intervalos de tempo iguais, são proporcionais aos números ímpares⁶, 1, 3, 5, e assim por diante (COHEN, 1967). Logo, Galileu conclui que “[...] durante intervalos iguais de tempo, as velocidades aumentam com os números naturais, os aumentos nas distâncias percorridas durante esses intervalos de tempos iguais estão entre si como os números ímpares, começando pela unidade” (COHEN, 1967, p. 101). Pode-se concluir, então, que essa afirmação de Galileu é contrária a de Leonardo da Vinci, que dizia que espaços percorridos em tempos iguais eram proporcionais aos números inteiros. Após essa explicação de Galileu, Simplicio comenta:

Simplicio – [...] estou plenamente convencido de que as coisas se passam assim, uma vez anunciada e aceita a definição do movimento uniformemente acelerado. Mas se é essa aceleração da qual se serve a natureza no movimento de queda dos graves, tenho no momento minhas dúvidas. Parece-me, pelo que diz respeito a mim e a outros que

⁶ O deslocamento se trata da diferença entre a posição final e a inicial. Por exemplo, para um objeto saindo do repouso, no intervalo de tempo de 1s (entre 0 e 1s) deve deslocar 1m (de 0 a 1m); para mais um intervalo de 1s (de 1 a 2s), o deslocamento deve ser igual a 3m (de 1 a 4m); para mais um intervalo de 1s (de 2 a 3s), o deslocamento deve agora ser de 5m (de 4 a 9m); e assim por diante. É possível perceber que a posição final, sob essa linha de raciocínio deve assumir valores com dependência do quadrado do tempo.

pensam como eu, que teria sido oportuno neste lugar apresentar uma das muitas experiências que, em diversos casos, concordam com as conclusões demonstradas (GALILEU, 1988, p.140).

Galileu apresenta uma de suas famosas experiências, a do plano inclinado, a partir dessa experiência, ele conseguiu comprovar suas hipóteses. A definição do movimento uniformemente acelerado Galileu obteve por meio da racionalidade, e esse experimento do plano inclinado veio apenas para corroborar suas hipóteses. Sendo assim, de acordo com Neves (2008), pode-se ter duas visões sobre Galileu, uma racionalista e outra empirista.

1.3.4 O experimento do Plano Inclinado

Galileu propôs o experimento do plano inclinado para poder comparar com o resultado que obteve racionalmente sobre o movimento uniformemente acelerado. Antes de apresentar o experimento, serão expostos os teoremas e as proposições deduzidos por Galileu.

Sagredo – [...] parece-me que até o presente conseguimos estabelecer a definição do movimento uniformemente acelerado, da qual se trata a continuação. Tal definição é: chamamos movimento igualmente acelerado ou uniformemente acelerado, aquele que, partindo do repouso, adquire em tempos iguais momentos iguais de velocidade (GALILEI, 1988, p. 133).

Sendo assim, Galileu começa a deduzir demonstrativamente seus teoremas e proposições, que são:

Teorema I – Proposição I: o tempo no qual um determinado espaço é percorrido por um móvel que parte do repouso com um movimento uniformemente acelerado é igual ao tempo no qual aquele mesmo espaço seria percorrido pelo mesmo móvel com um movimento uniforme, cujo grau de velocidade seja a metade do maior e último grau de velocidade alcançada no movimento uniformemente acelerado.

Teorema II – Proposição II: Se um móvel, partindo do repouso, cai com um movimento uniformemente acelerado, os espaços por ele percorridos em qualquer tempo estão entre si na razão dupla dos tempos, a saber, como os quadrados desses tempos (GALILEI, 1988, p. 136).

Após enunciar os teoremas, Galileu demonstra-os utilizando recursos geométricos. Em seguida, em diálogo com Sagredo, Salviati que representam Galileu, explica como foi realizado esse experimento do plano inclinado, realizado para comprovar que suas definições anteriores são verdadeiras.

Salviati – [...] Numa ripa, ou melhor dito, numa viga de madeira com um comprimento aproximado de 12 braças, uma largura de meia braça num lado e três dedos do outro, foi escavada uma canaleta neste lado menos largo com pouco mais que um dedo de largura. No interior desta canaleta perfeitamente retilínea, para ficar bem polida e limpa, foi colocada uma folha de pergaminho que era polida até ficar bem lisa; fazíamos descer por ela uma bola de bronze duríssima perfeitamente redonda e lisa. Uma vez construído o mencionado aparelho, ele era colocado numa posição inclinada, elevando sobre o horizonte uma de suas extremidades até a altura de uma ou duas braças, e se deixava descer (como afirmei) a bola pela canaleta, anotando como exporei mais adiante o tempo que empregava para uma descida completa; repetindo a mesma experiência muitas vezes para determinar exatamente a quantidade de tempo, na qual nunca se encontrava uma diferença nem mesmo da décima parte de uma batida de pulso. Feita e estabelecida com precisão tal operação, fizemos descer a mesma bola apenas por uma quarta parte do comprimento total da canaleta; e, medindo o tempo de queda, resultava ser sempre rigorosamente igual à metade do outro. Variando a seguir a experiência, e comparando o tempo requerido para percorrer todo o comprimento com o tempo requerido para percorrer a metade, ou os dois terços, ou os três quartos, ou para concluir qualquer outra fração, através de experiências repetidas mais de cem vezes, sempre se encontrava que os espaços percorridos estavam entre si como os quadrados dos tempos e isso em todas as inclinações do plano, ou seja, da canaleta, pela qual se fazia descer a bola. Observamos também que os tempos de queda para as diferentes inclinações do plano mantinham exatamente entre si aquela proporção que, como veremos mais adiante, foi encontrada e demonstrada pelo autor (GALILEI, 1988, p. 140).

Essa descrição do experimento do plano inclinado foi realizada tão cuidadosamente que outras pessoas também poderiam realizar o experimento. Após Galileu ter feito o experimento várias e várias vezes e com diferentes inclinações do plano, pode-se, então, concluir que sua definição estava correta, em que, “[...] os espaços percorridos estavam entre si como os quadrados dos tempos” (GALILEI, 1988, p. 140).

Um ponto importante a se destacar é como Galileu realizou as medidas do tempo, sendo que, naquela época, não existiam relógios. Inicialmente tentou fazer as medidas por meio de seus próprios batimentos cardíacos, mas não teve sucesso. Logo, ele utilizou um relógio de água.

Salviati – [...] No que diz respeito à medida do tempo, empregávamos um grande recipiente cheio de água, suspenso no alto, o qual através de um pequeno orifício feito no fundo, deixava cair um fino fio de água, que era recolhido num pequeno copo durante todo tempo em que a bola descia pela canaleta ou por suas partes. As quantidades de água assim recolhidas eram a cada vez pesadas com uma balança muito precisa, sendo as diferenças e proporções entre os pesos correspondentes às diferenças e proporções entre os tempos; e isto com tal precisão que, como afirmei, estas operações, muitas vezes repetidas, nunca diferiam de maneira significativa (GALILEI, 1988, p. 141).

Convém frisar que esse relógio de água utilizado por Galileu, em seu experimento, não foi inventado por ele. Os resultados obtidos utilizando esse relógio foram confirmados tempos depois com o aparecimento de outros relógios (PROJECTO FÍSICA, 1978).

Em relação ao seu experimento, houve alguns comentários que diziam que existia uma grande diferença entre a queda livre de um objeto e a queda de uma esfera em um plano inclinado. Durante a experiência, em nenhum momento Galileu se referiu aos ângulos utilizados para realizar o experimento. Concluiu-se, então, que, para realizar as medidas, ele utilizou apenas ângulos pequenos, visto que ao aumentar o ângulo significava aumentar também as velocidades, o que dificultaria as medições relacionadas ao tempo de descida da esfera (PROJECTO FÍSICA, 1978).

De acordo com Cohen (1967), outro ponto importante é que quando o plano inclinado atinge um ângulo muito grande, isso não permite que a esfera role igualmente como no plano inclinado. Ao aumentar os ângulos do plano, chega-se a um certo ponto onde a esfera começa a rolar e deslizar conjuntamente, e esse é um ponto que Galileu não comenta.

De acordo com Neves et al (2008), Galileu chegou na lei da Queda dos Corpos por meio de seus estudos, e seu experimento do plano inclinado foi apenas para comprovar a sua lei encontrada teoricamente. Destaca-se, assim, que seu experimento não foi realizado para formular uma lei e sim para confirmar que seu raciocínio estava certo.

Segundo Cohen (1967, p. 107), Galileu definiu o movimento uniformemente acelerado como um objeto “[...] partindo do repouso, no qual a velocidade sobre a mesma mudança a intervalos de tempo iguais corresponde a percorrer distâncias que são proporcionais aos quadrados dos tempos [...]”, e, em seguida, mostrou que sua lei estava correta, por meio, do experimento do plano inclinado. Diante desses resultados Galileu diz que, na ausência da resistência do ar, um objeto em queda livre sempre será acelerado. Seus resultados puderam ser confirmados trinta anos mais tarde, quando Robert Boyle conseguiu produzir o vácuo num cilindro e, assim, confirmar que corpos de diferentes pesos caem com a mesma velocidade (COHEN, 1967).

Cohen (1967) também comenta que Galileu não somente mediu o tempo de um corpo em queda livre usando o plano inclinado, pois, disse que já tinha efetuado esta medida quando deixou cair um objeto da torre de Pisa, mas o Padre Mersenne, um contemporâneo de Galileu, comenta que tentou realizar essa experiência, mas não conseguiu obter os mesmos resultados de Galileu. O experimento é um pouco polêmico, já que muitas pessoas não acreditam que Galileu realmente o tenha realizado.

1.3.5 A experiência da Torre de Pisa, de fato ocorreu?

Quando se fala de Galileu Galilei, imediatamente vem à mente a imagem da torre inclinada (torre de Pisa), visto que em muitos livros, essa imagem mostra que Galileu realizou nesse local a experiência da queda livre. Contam, os fatos, que Galileu subiu até à torre e lá de cima soltou dois objetos com pesos diferentes, e eles alcançaram o solo no mesmo instante.

Galileu teria realizado essa experiência para refutar as ideias de Aristóteles. Aristóteles relata que ao deixar cair objetos de uma mesma altura, mas com pesos diferentes, eles chegariam ao solo em tempos diferentes, o mais pesado chegaria antes do mais leve, sendo assim, a velocidade do objeto é proporcional ao seu peso. Dessa forma, Galileu queria provar para todos que Aristóteles estava errado. Assim, Galileu subiu na torre inclinada “[...] calmo e tranquilo, a despeito dos risos e gritos da multidão largou as duas bolas de ferro. Todos os olhares se dirigiram para o alto. Silêncio! E o que se viu: as duas bolas partir juntas, cair juntas e juntas tocar a terra ao pé da torre” (KOYRÉ, 1982, p. 200).

Essa história de que Galileu subiu na torre para fazer o experimento foi contada por seu biógrafo Viviani, e continua até os dias atuais (COHEN, 1967). De acordo com Cohen (1967), não existe nenhum outro documento que mostra que Galileu realmente realizou essa experiência; logo, muitos estudiosos duvidam que ela tenha realmente acontecido.

Então, como é possível ninguém mais ter comentado, nem mesmo os próprios amigos de Galileu? Existe apenas uma explicação para esse silêncio: “[...] se Galileu nunca fala da experiência de Pisa, é porque ele não fez. Aliás, felizmente para ele, pois, se tivesse feito, formulando o desafio que, para ele, formularam os historiadores que dele se ocuparam, a experiência poderia tê-lo deixado confuso” (KOYRÉ, 1982, p. 202).

Entretanto, se Galileu realmente tivesse realizado a experiência da torre inclinada na frente de todos, ele teria confirmado a ideia de Aristóteles de que corpos pesados chegam primeiro que os mais leves. Contudo, o que muitos não compreendiam era que essa diferença ocorria devido à resistência do ar. Galileu explica que ao deixar cair livremente dois objetos com pesos diferentes no vácuo, eles chegariam ao solo juntos. Sobre o movimento no ar, esse não poderia ser considerado livremente, neste caso, o objeto tem que vencer essa resistência, sendo ela pequena, mas não desprezível (KOYRÉ, 1982).

Essa pseudo experiência, ela é largamente utilizada nos livros didáticos como um exemplo empírico de algo que já mais foi realizado. Sendo que, ao deixar cair as duas bolas de pesos diferentes, estas não iriam chegar ao solo juntas. Portanto, a experiência da torre de Pisa pode ser considerada uma lenda, visto não estar escrito em nenhum lugar que isso realmente tenha acontecido, além do relato do biógrafo de Galileu.

2. IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física tem, como característica, um ensino linear, seguido pelo formalismo matemático e memorístico (NEVES, 1992). Nesse sentido, o ensino de Física não apresenta importância para os alunos, considerando-se que a maneira como é abordado desvincula o ensino da realidade do aluno. O ensino de Física precisa fazer sentido para eles, mostrando que a ciência está em constante transformação e que não é algo estático.

É necessário, portanto, romper com o pensamento newtoniano-cartesiano que fragmenta o saber, levando os professores a utilizarem metodologias centradas em memorização de conteúdo. Dessa forma, a educação tem, como desafio, romper com esse paradigma conservador presente até os dias atuais nas escolas (BEHRENS, 2003).

A inserção da História da Ciência é uma das ferramentas que os professores podem utilizar para tornar o ensino de Física mais humano, fazendo, assim, mais sentido ao aprendizado dos alunos e, mostrando, de fato, como se constrói um conceito. Acrescenta-se, ainda, que a História da Ciência contribui para o ensino, visto que, segundo Matthews (1995, p. 172),

[...] (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e, finalmente (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

Dessa maneira, o ensino de Física deve oportunizar aos alunos, um ensino contextualizado, promovendo uma melhor compreensão dos conceitos estudados. O docente precisa discutir com os alunos os obstáculos transpostos pelos cientistas para chegar às leis que sabemos nos dias de hoje, assim como as influências religiosas, o contexto político, social e econômico daquela época, pois todos esses fatores influenciavam na pesquisa dos estudiosos da ciência.

Vale lembrar que a inserção da História da Ciência no ensino de Física constitui apenas um dos instrumentos que os professores podem utilizar para mudar a visão de que a Física não é apenas memorização de equações. Nesse sentido, Martins (1990, p. 4) comenta que não se deve substituir as equações pela História da Ciência, mas integrá-las, pois “[...] ensinar um resultado sem a sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciências”.

Quando o professor não discute a História da Ciência, em sala de aula, os alunos têm uma grande tendência em acreditar que a ciência já está pronta, e que não há mais nada a ser discutido. Por isso, são importantes os debates da História da Ciência em sala de aula, ocasião em que os professores devem tirar essa visão dos alunos de que a ciência é algo estático e feita por gênios isolados.

Há vários argumentos a favor do uso da História da Ciência, Martins (1990), por exemplo, aponta alguns pontos positivos, ao mostrar a vida dos cientistas, a construção de um conceito, as controvérsias, as dificuldades que os cientistas tiveram para aceitar a sua nova ideia. Tudo isso faz com que as aulas se tornem mais motivadoras e os alunos tenham uma nova visão de ciências.

Além disso, conhecer a história, conhecer as concepções antigas, ajuda o professor a entender os pensamentos de seus alunos, podendo, assim, respeitar as ideias deles e tentar mudar suas concepções. Convém destacar que “[...] o aprendizado das ciências é, às vezes, dificultado por concepções de senso comum que, de um modo geral, coincidem com as concepções abandonadas ao longo da história” (MARTINS, 1990, p. 4). Neves (2008, p. 96) pontua que a “pesquisa em ensino de Física tem mostrado as grandes similaridades entre as concepções dos estudantes e aquelas cunhadas ao longo da história do conhecimento científico”. Portanto, é preciso conhecer a história para tentar mudar a visão dos alunos.

No que se refere ao tema Queda dos Corpos, percebe-se que muitos alunos têm uma visão aristotélica sobre ele, visto ser esse um fenômeno difícil de se imaginar sem a resistência do ar. Esse é um dos motivos importantes para apresentar aos alunos a evolução desse conceito, por meio da História da Ciência, para que eles possam entender que o pensamento deles é uma concepção do senso comum. É interessante, também, os alunos perceberem que o pensamento deles é parecido com o de Aristóteles e que, no decorrer dos anos, vários outros cientistas foram discutindo esse tema, até chegar na lei que é conhecida nos dias atuais.

2.1 Pseudo-História presentes nas aulas de Ciências

Para Neves (2002), a História da Ciência pode ser utilizada como ferramenta em sala de aula, pois contribui para que o estudante perceba o processo de produção do conhecimento científico como uma atividade humana historicamente situada. Entretanto, os professores precisam tomar alguns cuidados, pois muitos deles acabam por abordar uma pseudo-história, ou seja, uma História da Ciência distorcida e empobrecida.

De acordo com Allchin (2004, p. 186), a pseudo-história ocorre quando são abordadas “[...] ideias falsas sobre o processo histórico da ciência e a natureza do conhecimento científico, mesmo quando baseados em fatos reconhecidos”. Sobre a pseudo-história, Forato (2013, p. 1317) comenta que se trata de “[...] relatos romantizados, personagens perfeitos, descobertas monumentais e individuais, *insight* tipo eureka, senso do inevitável, trajetória óbvia”. Portanto, o professor precisa ter conhecimento do que representam essas pseudo-histórias para não abordarem em suas aulas. Na sequência, tem-se alguns exemplos.

O uso de contos sobre os cientistas é um dos exemplos de pseudo-história, muitos professores acabam contando a vida dos cientistas, como: Newton descobriu a gravidade quando uma maçã caiu em sua cabeça, Arquimedes saiu gritando eureka, Galileu subiu na torre de Pisa para verificar qual objeto chegaria ao solo primeiro, entre outras histórias. Esses tipos de contos são usados para prender a atenção dos alunos, contudo, podem apresentar algumas visões distorcidas dos cientistas (MARTINS, 1990).

De acordo com Martins (1990), quando o professor utiliza, em sua aula, alguns desses contos como forma de convencimento e ameaça, isso se torna um dos pontos mais cruéis, por exemplo, “[...] a lei da gravitação universal é verdadeira porque Newton provou [...]” (MARTINS, 1990, p. 4). Esses exemplos utilizam “[...] a autoridade de um grande nome para reprimir dúvidas e impor doutrinas” (MARTINS, 1990, p. 4). Dessa forma, os alunos acreditam que não há mais nada para se discutir, pois, para eles, a ciência já está pronta e acabada.

Outro exemplo encontra-se no uso de cronologias, quando o nome dos cientistas vem acompanhado com data e ano, juntamente com sua “descoberta”. Essas datas, porém, são pouco úteis (MARTINS, 1990). Os alunos entendem, então, que um único cientista descobriu determinada lei. Quando não são abordados os detalhes históricos, o contexto em que foi construído o conceito, os cientistas envolvidos, os erros e as dificuldades, os alunos têm uma grande tendência em acreditar na ciência como verdade absoluta e com “descobertas” realizadas por uma única pessoa apenas.

É importante destacar que, muitas vezes, os cientistas são apresentados para os alunos como heróis, que eles não cometiam erros, que não tinham falhas e nem dificuldades. Muitas pessoas continuam com essa visão pelo fato de não saber a verdadeira História da Ciência, pois muitos acreditam que eles são como personagens de filmes de super-heróis, sempre fortes e que não cometem falhas. Na verdade, a ciência não tem heróis, ela é construída por vários cientistas, não sendo, portanto, individual ou solitária e isso tem que estar claro para os alunos.

É essencial comentar, então, que não se deve utilizar a História da Ciência, mostrando apenas o que deu certo, e sim mostrar os erros, pois é a partir do erro que se aprende e, assim,

vai construindo uma ideia. Como comentado por Bachelard (1996), o erro assume um papel fundamental na aprendizagem, pois muito se aprende com ele. Dessa maneira, é importante apresentar os erros que os cientistas tiveram, mostrando que eles também erraram e que a ciência não tem apenas um lado certo.

Sendo assim, diante dos exemplos citados, todos compõem uma pseudo-história, em que são apresentadas histórias simplificadas e distorcidas, muitas delas presentes nos livros didáticos. Martins (2006) comenta que essa pseudo-história não estão presentes somente nas salas de aulas, mas também na cultura popular.

É preciso que os professores fiquem atentos ao tipo de História da Ciência que aborda em sala de aula. Muitos acreditam que, ao falar da vida do cientista e o ano que ele “descobriu” determinado conceito, já se está abordando a História da Ciência em suas aulas. Além disso, os professores também devem atentar ao tipo de história inserida nos livros didáticos, pois “[...] esses textos frequentemente parecem implicar que o conteúdo da ciência é exemplificado de forma ímpar pelas observações, leis e teorias descritas em suas páginas [...]” (KUHN, 1998, p. 20). Dessa maneira, os professores precisam ficar atentos para não abordar uma pseudo-história em suas aulas.

2.2 Lacunas nos livros didáticos e na formação dos professores

Para a inserção da História da Ciência no ensino de Física, os professores precisam ficar atentos para não transmitir uma visão distorcida da história. Além de os professores terem algumas lacunas em sua formação, outro problema encontrado são os livros didáticos. Segundo Martins (2006, p. xxii), os livros didáticos “[...] enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou, as teorias e os conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos”, não apresenta, no entanto, em nenhum momento, a construção do conceito. Além disso os livros didáticos apresentam o trabalho científico como uma “[...] tarefa de gênios isolados que se encerram em uma torre de marfim, desligados da realidade [...]” (GIL-PÉREZ *et al*, 2001, p. 137).

Diante dessa deficiência dos livros didáticos e também da formação inicial dos professores, muitos deles optam por não abordar a História da Ciência em suas aulas. Dessa forma, reproduzem apenas o que está nos livros, visto que muitos desses materiais estão baseados apenas em conceitos matemáticos. Os professores acabam, então, treinando seus alunos para repetir os conceitos, e aplicar as fórmulas e, assim, a ciência apresentada para os

alunos torna-se “[...] uma ciência sem vida, sem história, sem alma [...]” (NEVES, 1992, p. 216).

Os livros não abordam a forma como foi construído um conceito e, além disso, os livros acabam apresentando o cientista como heróis, e que o caminhar da ciência foi realizado apenas por uma pessoa e, assim, apresentam as ideias de antigamente como sendo erradas. “Infelizmente, nos livros didáticos e de divulgação, a física aristotélica e medieval é pré-concebida como algo de profundamente errado, de *non sense*, de absurdo. É tratada, inclusive, de forma jocosa! (NEVES, 2008, p. 96).

Além das lacunas e dos problemas apresentado nos livros didáticos, há também incompletudes na formação dos professores, pois muitos deles também vieram de um ensino fragmentado e sem base sobre a História da Ciência. Sendo assim, para ministrar uma boa aula com discussões históricas, é preciso existir bons professores. Para Matthews (1995), um bom professor é aquele que está em ser instruído em História da Ciência, pois é difícil imaginar um bom professor que não conhece a história da sua disciplina.

Seria, no mínimo, esquisito imaginar um bom professor de literatura que não tivesse conhecimento dos elementos da crítica literária: a tradição que discute o que tem, ou não, valor literário, como a literatura se relaciona com a sociedade, a história dos gêneros literários, etc. Da mesma forma, também deve ser estranho imaginar um bom professor de ciências que não detenha um conhecimento razoavelmente sólido da terminologia de sua própria disciplina causa, lei, explicação, modelo, teoria, fato; ou nenhum conhecimento dos objetivos muitas vezes conflitantes de sua própria disciplina descrever, controlar, compreender; ou mesmo nenhum conhecimento da dimensão cultural e histórica de sua disciplina (MATTHEWS, 1995, p. 188).

Ainda segundo Matthews (1995, p. 188), a História da Ciência promove um ensino de melhor qualidade, crítico e humano, mas, para isso, o professor precisa ter “[...] um conhecimento crítico (conhecimento histórico e filosófico) de sua disciplina”. O professor que tem esse conhecimento conseguirá analisar a História da Ciência presente nos livros didáticos, podendo, assim, verificar se realmente aborda a História da Ciência, ou apenas uma pseudo-história.

2.3 Obstáculos para inserir a História da Ciência no Ensino de Física

A História da Ciência é utilizada para tornar o ensino de Física mais interessante, e também tornando sua aprendizagem mais compreensível. Mostrar que o conhecimento que temos hoje, sobre determinado assunto, foi construído de forma lenta e gradual é muito

importante para os alunos perceberem que a ciência não pode fornecer respostas eternas, mas, ao contrário está em constante processo de crescimento (FEYRABEND, 1979).

Entretanto, para inserir a História da Ciência nas aulas de Física, há vários obstáculos a serem superados, dentre eles, Martins (2006, p. xxiii) cita três:

(1) a carência de um número suficiente de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a História das Ciências; (2) a falta de material didático adequado (texto sobre História da Ciência) que possa ser utilizado no ensino; e (3) equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação.

De acordo com Matthews (1995), os livros didáticos quase não apresentam a História da Ciência, e os professores acabam usando-os de forma pronta e também como único material didático utilizado em sala de aula. Quando os livros abordam a História da Ciência, eles são apresentados como uma pseudo-história, ou seja, não mostram como de fato foi construído um conceito e, sim, fatos isolados.

Além das deficiências dos livros didáticos, há uma grande lacuna na formação dos professores, pois eles também tiveram uma educação sem bases históricas. Diante disso, essa visão empobrecida dos professores gera desinteresses nos alunos, devido à sua educação fragmentada e desprovida de uma educação da História da Ciência. Sendo assim, reproduzem o que aprenderam em suas aulas. De acordo com Neves (1992, p. 221), “[...] para esse fenômeno educacional, descobrimos uma ciência desprovida de imaginação, criatividade, formação, historicidade [...]”, isto é, seus alunos são carentes de um pensamento crítico e criativo.

É importante destacar que a maioria dos professores de Física não têm sua formação inicial em Física e, sim, em Matemática, ou outras áreas afins. Nesse sentido, suas aulas são baseadas em resolução de exercícios, pois é a parte que eles se sentem mais seguros em ministrar suas aulas.

Nesse sentido, Martins (2006, p. xxiii) comenta que vários professores que “[...] dão aula de história da ciência sem ter uma formação adequada e que, por isso, podem nem saber distinguir um bom livro de um péssimo livro de história da ciência, que podem por esse motivo, transmitir uma visão totalmente inadequada da história da ciência [...]. Por esse motivo, escolhem seguir à risca apenas os livros didáticos.

Essas deficiências dificultam os professores a diferenciar o que é uma pseudo-história de uma História da Ciência, ensinando ciências para os alunos de forma empobrecida e

distorcida, pois se baseiam apenas nos livros didáticos. Portanto, para enfrentar esses obstáculos, os professores precisam ficar atentos à pseudo-história presente nos livros didáticos.

2.4 A História da Ciência na sala de aula

Nos livros didáticos, uma ciência neutra é apresentada. No entanto, Feyerabend (1979) comentou que qualquer método científico nunca é completamente neutro, pois, está contaminado de crenças, ideologias, preferências e tendências históricas.

Ao discutir História da Ciência, na sala de aula, o professor estará discutindo os aspectos sociais, econômicos, políticos e religiosos. Esses aspectos são importantes para a formação dos alunos, isto é, agindo assim, o professor estará formando cidadãos críticos, capazes de argumentar e discutir em sociedade.

Além de motivar os alunos, e aumentar o interesse nas aulas de Física, a História da Ciência é fundamental para que os estudantes não saiam do Ensino Médio com uma visão fragmentada e reduzida, voltando-se, dessa forma, ao pensamento newtoniano-cartesiano, que apresenta uma epistemologia reducionista que fragmenta tanta a nossa realidade externa como a interna.

É interessante comentar que o pensamento newtoniano-cartesiano tem uma visão fragmentada e irá levar, professores e alunos, à reprodução de conhecimento, ou seja, os docentes utilizarão metodologias centradas na memorização do conteúdo, na cópia, sem apresentar nenhum sentido para os alunos que realizam as atividades (BEHRENS, 2003). Nesse sentido, Neves (1998, p. 74) comentou que,

[...] a visão cartesiana imperante, que vê o ensino como um somatório discretizado de objetivos (docentes, discentes, condições e jornadas de trabalho, etc.), aniquila a possibilidade de construção do conhecimento. O que temos vistos nas últimas décadas é a ciência sendo *apreendida* como um *dado* e não como uma possibilidade de construção e integração com as demais ciências e com as necessidades diárias do cidadão comum. Assim, currículos progressistas, órfãos de mudanças político-econômicas também necessárias assim como o aval de uma comunidade científica desinteressada pelos problemas da educação, acabam sendo relidos, quando muito, sob a ótica de uma *ciência como descoberta*, onde reduzimos sua essência quase a crença religiosa, no sentido de uma verdade absoluta, imutável.

Percebe-se, dessa forma, que as escolas atuais caminham num paradigma conservador, onde a escola tem um papel fundamental de treinar os alunos, pois o sistema capitalista exige uma escola que articule a formação do jovem para o sistema produtivo. Tem-se, assim, uma educação sem criatividade, uma educação precarizada, alunos alienados e sem formação crítica.

De tudo o que foi exposto fica a forte impressão de que é preciso resgatar, e já (!), sobretudo na escola, uma ciência contextualizada e orientada para as suas descobertas. Uma epistemologia se faz necessária, ligada a uma estrutura que devolva ao indivíduo sua condição de atribuidor de significados aos fenômenos do mundo e, o que é mais importante, sua condição de construir a ciência, a Física, em sua compreensão efetiva, imaginativa e elucidativa (NEVES, 1992, p. 224).

No entanto, observa-se, nas escolas, que o “[...] ensino de ciências e de Física permanece inalterado, cumprindo seu papel de ensino dogmatizador e “desmemoriado”, no sentido de uma absoluta falta de historicidade” (NEVES, 1992, p. 224). É preciso, então, romper com esses obstáculos, fazer com que os professores ministrem suas aulas de forma mais contextualizada, contribuindo para que seus alunos se tornem cidadãos críticos e não pessoas alienadas.

A inserção da História da Ciência nas aulas de Física é importante para os alunos se tornarem mais críticos e, além disso, tirar desses alunos a concepção de que a Física é igual à Matemática, considerando que a falta de clareza dos professores entre a Física e a Matemática reflete nos alunos, pois a Física é apresentada para eles apenas baseada em equações.

Nesse contexto, a História da Ciência fornece para os alunos um ensino contextualizado, visto serem abordados vários aspectos (social, econômico, político, religioso) e em diversos contextos. Matthews (1995) comenta, além disso, que estudar a História da Ciência é interessante para entendermos a nossa herança cultural sobre os conceitos. Acrescenta-se, ainda, que, para se apreender um conceito, é necessário compreender o seu processo histórico.

3. UM PANORAMA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO MATERIAL DE APOIO DOS PROFESSORES DO ESTADO DE SÃO PAULO

A Secretária da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP), em 2007 verificou que os alunos tiveram um baixo rendimento nas avaliações de larga escala. Sendo assim, para suprir esse baixo rendimento dos alunos, foi traçado um plano com dez metas para serem atingidas e dentre elas estava a distribuição do material de apoio dos professores e alunos (CASSIARI, 2011).

Desta maneira, em 2008 o programa São Paulo Faz Escola, criou o *Caderno do Professor* e o *Caderno do Aluno*, com o objetivo de unificar o currículo escolar de todas as escolas estaduais e melhorar o desempenho dos alunos. Nos dias atuais o caderno do professor e do aluno é dividido em dois volumes, sendo que o primeiro volume é abordado no primeiro e segundo bimestre, e o segundo volume no terceiro e quarto bimestre.

Neste capítulo, apresenta-se apenas um panorama desse material (Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo – Caderno do Professor, Física, Ensino Médio 1º Série, Volume 1 e Volume 2, 2014 – 2017). Esse material é chamado, por muitos professores, de “caderninho”⁷.

Os professores entrevistados nesta pesquisa comentaram que a Diretoria de Ensino exige que eles cumpram todo o conteúdo do material de apoio, embora digam que eles não precisam seguir à risca, mas devem abordar todos os temas, devido as avaliações de larga escala serem baseadas nesses conteúdos, como, por exemplo, a prova do Saresp⁸ e Ideb⁹.

Dessa forma, devido à carência de professores formados em Física, estes acabam seguindo todo o “caderninho”, visto que, este material possui todas as orientações que o professor precisa desenvolver em sua aula. Além de trazer as respostas dos exercícios, são apresentadas sugestões de estratégias, recursos, grade de avaliação e proposta de recuperação. Contudo, um dos problemas desse caderno é que ele limita o conhecimento do professor e do aluno, e assim, acaba engessando a ação dos professores. Pelo fato da maioria dos professores

⁷ Este caderno de apoio dos professores, são conhecidos como “caderninhos” o que denota um uso pejorativo do material didático.

⁸ “O Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp). No Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), os alunos do 3º, 5º, 7º e 9º anos do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio têm seus conhecimentos avaliados por meio de provas com questões de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e redação”. (SEE/SP, 2017, disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/saresp>, acesso em 24 de agosto de 2017).

⁹ “Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, criado em 2007, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), formulado para medir a qualidade do aprendizado nacional e estabelecer metas para a melhoria do ensino” (Ministério da Educação, 2017, disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conhecao-ideb>, acesso em 18 de janeiro de 2018).

não ter formação em Licenciatura em Física, acabam optando por seguir apenas o “caderninho”. Além do problema da formação, encontra-se outras questões, como uma carga horária muito exaustiva, assim, acabam não tendo tempo para preparar suas aulas. Na Figura 5 e Figura 6, está exposto o sumário¹⁰ do caderno do professor Volume 1 e na Figura 7 e 8 o sumário¹¹ do Volume 2.

Figura 5: Sumário do Caderno do Professor Volume 1

 SUMÁRIO	
Orientação sobre os conteúdos do volume	6
Tema 1 – Grandezas do movimento: identificação, caracterização e estimativa de valores	8
Situação de Aprendizagem 1 – Levantamento e classificação dos movimentos do cotidiano	9
Situação de Aprendizagem 2 – Identificando as variáveis relevantes de um movimento	12
Situação de Aprendizagem 3 – Estimando valores de grandezas dos movimentos	18
Grade de avaliação	22
Propostas de questões para aplicação em avaliação	23
Tema 2 – Quantidade de movimento linear: variação e conservação	27
Situação de Aprendizagem 4 – Alterando os movimentos	27
Situação de Aprendizagem 5 – A força de uma interação	33
Situação de Aprendizagem 6 – Compensando os movimentos na ação de forças internas	37
Situação de Aprendizagem 7 – A conservação do momento linear	42
Situação de Aprendizagem 8 – O conhecimento físico ajuda a julgar ações do nosso dia a dia	44
Grade de avaliação	48
Propostas de questões para aplicação em avaliação	49
Tema 3 – Leis de Newton	52
Situação de Aprendizagem 9 – Análise das partes de um sistema de corpos	53
Situação de Aprendizagem 10 – Comparando as leis de Newton e a Lei da Conservação da quantidade de movimento	59
Grade de avaliação	62
Propostas de questões para aplicação em avaliação	63
Proposta de Situação de Recuperação	66

Fonte: SÃO PAULO, 2014-2017.

¹⁰ No anexo A, está exposto o conteúdo do tema 1 do volume 1.

¹¹ No anexo B, está exposto o conteúdo do tema 2 do volume 2, sendo este o único momento em que é abordado o tema Queda Livre.

Figura 6: Continuação do Sumário do Caderno do Professor Volume 1

Tema 4 – Trabalho e energia mecânica 68

Situação de Aprendizagem 11 – Formas de energia envolvidas em movimentos do cotidiano 69

Situação de Aprendizagem 12 – Conservação de energia em sistemas do cotidiano 78

Situação de Aprendizagem 13 – Riscos da alta velocidade em veículos 82

Grade de avaliação 89

Propostas de questões para aplicação em avaliação 90

Tema 5 – Equilíbrio estático e dinâmico 94

Situação de Aprendizagem 14 – A evolução das máquinas mecânicas 95

Situação de Aprendizagem 15 – Avaliando situações de equilíbrio estático 99

Situação de Aprendizagem 16 – O torque em situações de equilíbrio 104

Situação de Aprendizagem 17 – Ampliação de forças: aumentando o deslocamento na realização de trabalho 110

Grade de avaliação 115

Propostas de questões para aplicação em avaliação 116

Proposta de Situação de Recuperação 120

Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema 122

Considerações finais 125

Quadro de conteúdos do Ensino Médio 126

Figura 7: Sumário do Caderno do Professor Volume 2

 **SUMÁRIO**

Orientação sobre os conteúdos do volume	8
Tema 1 – Universo: elementos que o compõem	9
Situação de Aprendizagem 1 – Um passeio pela galáxia	9
Situação de Aprendizagem 2 – O que tem lá em cima?	14
Situação de Aprendizagem 3 – A Terra é uma bolinha	20
Situação de Aprendizagem 4 – O Sistema Solar	29
Situação de Aprendizagem 5 – Um pulinho à Alfa do Centauro	37
Grade de avaliação	50
Propostas de questões para aplicação em avaliação	51
Tema 2 – Interação gravitacional	53
Situação de Aprendizagem 6 – As aventuras de Selene	53
Grade de avaliação	62
Propostas de questões para aplicação em avaliação	63
Proposta de Situação de Recuperação	64
Tema 3 – Universo, Terra e vida: Sistema Solar	65
Situação de Aprendizagem 7 – Matéria, movimento e Universo	65
Situação de Aprendizagem 8 – 2001: o futuro que já passou	72
Situação de Aprendizagem 9 – As leis de Kepler	83
Grade de avaliação	87
Propostas de questões para aplicação em avaliação	88

Figura 8: Continuação do Sumário do Caderno do Professor Volume 2

Tema 4 – Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana	89
Situação de Aprendizagem 10 – Dimensões do espaço e do tempo	89
Situação de Aprendizagem 11 – A enciclopédia galáctica	105
Grade de avaliação	109
Propostas de questões para aplicação em avaliação	109
Proposta de Situação de Recuperação	110
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	111
Considerações finais	117
Quadro de conteúdos do Ensino Médio	118

Fonte: SÃO PAULO, 2014-2017.

No sumário, encontram-se todas as informações do Caderno do Professor. No primeiro semestre, o professor precisa cumprir todos os cinco temas do Volume 1, e no segundo semestre os quadros temas do Volume 2, sendo que cada tema está composto por várias situações de aprendizagens. Ao iniciar cada situação de aprendizagem, encontra-se uma orientação para o professor sobre o que será abordado nesse conteúdo e como ele deve proceder. Na figura 9, pode-se ver um exemplo dessa orientação, nesse caso, está exposto a situação de aprendizagem 1, do caderno do professor de Física, volume 1.

Figura 9: Orientações para o Professor

Física – 1ª série – Volume 1

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DO COTIDIANO^a

Esta primeira Situação de Aprendizagem inicia-se com um exercício de sensibilização que tem como objetivo fazer um levantamento dos movimentos realizados pelos alunos durante um dia e a identificação dos motivos pelos quais eles os realizam. A partir do reconhecimento das finalidades e das causas que

levaram à execução desses movimentos, eles são classificados, o que resulta em um planejamento das aulas. A relevância desse procedimento está no fato de o estudo dos movimentos se iniciar com elementos do mundo dos alunos e contar com a participação deles na organização do que será estudado.

Conteúdos e temas: movimentos que se realizam no cotidiano e grandezas relevantes para sua observação.

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever movimentos de situações cotidianas; identificar a presença de movimentos no cotidiano; classificar os movimentos reconhecendo as grandezas que os caracterizam; planejar o estudo dos movimentos contemplando as classificações efetuadas.

Sugestão de estratégias: atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

Sugestão de recursos: roteiro 1 de atividade em grupo visando identificar e classificar os movimentos e os elementos e grandezas que os caracterizam.

Sugestão de avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos sobre as grandezas e os elementos dos movimentos e sobre as formas de organizá-los em grupos a partir de suas características.

Fonte: SÃO PAULO, 2014-2017.

No final de cada tema, o caderno apresenta uma proposta de questões para avaliações, na qual, são apresentados vários exercícios sobre o conteúdo estudado, constituindo, essas, uma opção para o professor utilizar em suas avaliações, também é apresentado uma proposta de recuperação para os alunos.

É importante destacar que, no início do caderno, é realizado uma apresentação para os professores. Nele está exposto que,

[...] o *Caderno do Professor*, criado pelo programa São Paulo Faz Escola, apresenta orientações didático-pedagógicas e traz como base o conteúdo do Currículo Oficial do Estado de São Paulo, que pode ser utilizado como complemento à Matriz Curricular. Observem que as atividades ora propostas podem ser complementadas por outras que julgarem pertinentes ou necessárias, dependendo do seu planejamento e da adequação da proposta de ensino deste material à realidade da sua escola e de seus alunos. O *Caderno* tem a proposição de apoiá-los no planejamento de suas aulas para que explorem em seus alunos as competências e habilidades necessárias que comportam a construção do saber e a apropriação dos conteúdos das disciplinas, além de permitir uma avaliação constante, por parte dos docentes, das práticas

metodológicas em sala de aula, objetivando a diversificação do ensino e a melhoria da qualidade do fazer pedagógico (SÃO PAULO, 2014-2017, p.03, *grifo nosso*).

O Caderno do Professor tem como função apoio didático, e não como o único instrumento no processo de ensino e aprendizagem. Todavia, esse acaba sendo o único material que o professor utiliza, devido à indisponibilidade de tempo para poder preparar uma aula utilizando outros recursos.

É importante destacar que, para avaliar os livros didáticos, o PNLD propõe uma ficha de avaliação que se compõe de cinco blocos, e cada um apresenta vários critérios. Dessa forma, os avaliadores podem analisar se os livros estão de acordo com esses indicadores. Dentre os critérios, foi destacado dois, que registram que o livro didático deve “[...] evita tratar os conceitos centrais da Física de forma compartimentalizada; e; contemplar a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos, evitando reduzi-la a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas [...]” (PNLD, 2015).

Diante dessas duas afirmações, e analisando o material de apoio do professor do Estado de São Paulo, do primeiro ano do Ensino Médio de Física (“caderninho”), percebe-se que esse material, além de ter um ensino superficial, mostra também um conhecimento fragmentado e desconexo. Nos conteúdos abordados não se encontra nenhuma parte histórica, sempre, ao iniciar um conteúdo, ele já começa com perguntas, problemas e exercícios.

O Caderno do Professor, Volume 1 é abordado o tema, *Movimentos: Grandezas, Variações e Conservações*. Este material não traz muita descrição, por exemplo, no estudo da mecânica, em outros livros, inicialmente já é apresentada a definição de cinemática, e, assim, já se discute sobre os movimentos: retilíneo, variado, verticais, parabólicos, circulares. No entanto, esse caderno começa abordando o fenômeno, ou seja, a compreensão, noção da velocidade, como, rapidez. Depois, aborda a questão da quantidade de movimento, isto é, do momento linear.

Após trabalhar com a quantidade de movimento, na sequência, são abordadas as Leis de Newton. E, no avançar desse conteúdo, às vezes, o professor precisa voltar para a parte da cinemática, para a descrição, visto que é preciso explicar como se determina a aceleração de um objeto. Esse caderno, então, retira muitos conceitos que seriam importantes para a compreensão. Por outro lado, entende-se que a limitação de alguns conceitos ocorre devido a esse caderno ser projetado para duas aulas semanais. Dessa forma, é evidente que serão retirados alguns conteúdos.

Isso faz com que a tarefa do professor seja de resgatar esses conteúdos, ou melhorar, a parte da construção desse conhecimento. Este “caderninho” não processa esse raciocínio da

construção, ele já traz o conhecimento pronto, sem abordar como esse conhecimento foi construído. Cabe ao professor, portanto, realizar essa complementação, sendo esse um dos problemas que os professores enfrentam, pois, se eles não têm a formação inicial em Física, como eles vão saber o que deve ser complementado? Logo, para que o aluno compreenda um conceito, é preciso trabalhar alguns que foram importantes anteriormente e, além disso, mostrar a parte histórica do tema que está sendo abordado.

No Volume 2 do caderno do professor, é abordado o tema: *Universo, Terra e Vida*. Ao analisar este volume, é encontrado no *Tema 2 – Interação gravitacional* a discussão sobre o tema de queda livre. Porém, é apenas apresentado as fórmulas para calcular o movimento simultâneo, lançamento horizontal e lançamento oblíquo, em seguida um pequeno texto sobre experimento realizado por David Scott, na missão Apollo 15, na Lua. Na Figura 10, está exposto o texto que é abordado no material de apoio do professor e também do aluno.

Figura 10: Texto sobre a Queda Livre

 Bem, na minha mão esquerda eu tenho uma pena; na minha mão direita, um martelo.

Imagino que um dos motivos para estarmos aqui hoje é por causa de um cavalheiro chamado Galileu, que há muito tempo fez uma descoberta muito importante sobre objetos em queda em campos gravitacionais. Pensamos: que lugar seria melhor do que a Lua para confirmar suas descobertas?

E pensamos em fazer isso aqui para vocês. A pena é, como seria apropriado, uma pena de falcão, homenageando o nosso Falcão¹.

Eu vou largar os dois juntos aqui e, ao que se espera, eles atingirão o chão ao mesmo tempo.

[pausa]

Isto prova que o senhor Galileu estava correto em suas afirmações.

Apollo Lunar Surface Journal. The hammer and the feather. Transcrição de Eric M. Jones, 1996. Tradução Luís Paulo de Carvalho Piassi. Disponível em: <<http://www.hq.nasa.gov/alsj>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

¹ O falcão é o símbolo da Força Aérea dos Estados Unidos.



© Johnson Space Center Collection/NASA

Figura 12.

Fonte: SÃO PAULO, 2014-2017.

Diante deste texto, o qual apresenta o experimento realizado por David Scott, percebe-se uma pseudo-história no decorrer do texto. No primeiro parágrafo do texto diz que: “[...] um

dos motivos para estarmos aqui hoje e por causa de um cavalheiro chamado Galileu, que há muito tempo fez uma descoberta muito importante sobre objetos em queda em campos gravitacionais” (SÃO PAULO, 2014-2017, p. 60, grifo nosso). Neste trecho o autor coloca que Galileu fez uma descoberta, desta forma, entende-se que surgiu um *insght* e ele “descobriu” que dois objetos de massas diferentes chegam juntos ao solo e que somente Galileu discutiu sobre esse assunto.

Essas histórias são contadas para prender a atenção dos alunos, contudo, podem apresentar algumas visões distorcidas dos cientistas (MARTINS, 1990). Diante deste texto, o professor precisar der uma base para poder saber discutir em sala de aula, pois, aquele professor que não tem uma boa formação inicial, irá chegar na sala de aula e apenas “transmitir” o conteúdo para o aluno. Desta forma, eles terão uma visão de uma ciência linear, uma ciência que foi descoberta e não construída.

A discussão sobre o tema de queda livre, foi encontrado apenas no Volume 2, somente esse pequeno texto da Figura 9 e alguns exercícios para os alunos aplicarem as fórmulas, sendo que, essas formulas são apresentados para eles em um quadro. No entanto, no Volume 1 não foi discutido em nenhum momento estes tipos de movimentos (retilíneo, variado, verticais, parabólicos, circulares).

É importante frisar que a História da Ciência é importante para o aluno compreender que a Física não é feita apenas por uma pessoa, e que a ciência não é linear e mostrando, de fato, como é construído um conceito. Contudo, no Caderno do Professor, não foi encontrado a construção das ciências, apenas fatos isolados da História da Ciência, o que torna o ensino sem sentido para os alunos.

Cachapuz et al (2005) comentam que os currículos estão muito centrados em formar cientistas e não em preparar os alunos para serem cidadãos críticos, pois, estão muitos mais interessados com assuntos conceituais e não processuais. Isso acaba mostrando para os alunos uma visão deformada e empobrecida da ciência, desmotivando os alunos em quererem aprender. Portanto, o ensino mostra uma ciência pronta e sempre associada a um método científico.

Essa é a direção que o Caderno do Professor está tomando, a de mostrar para o aluno um ensino de Física linear, baseado em formalizações Matemáticas, assim, desvinculando o ensino da realidade do aluno.

4. OS ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será apresentado o contexto da pesquisa e os encaminhamentos metodológicos, os quais estão fundamentados na fenomenologia de acordo com Bicudo (2000) e Martins (1988). Também estará exposto cada sujeito da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e as estratégias de análise.

4.1 O contexto da pesquisa

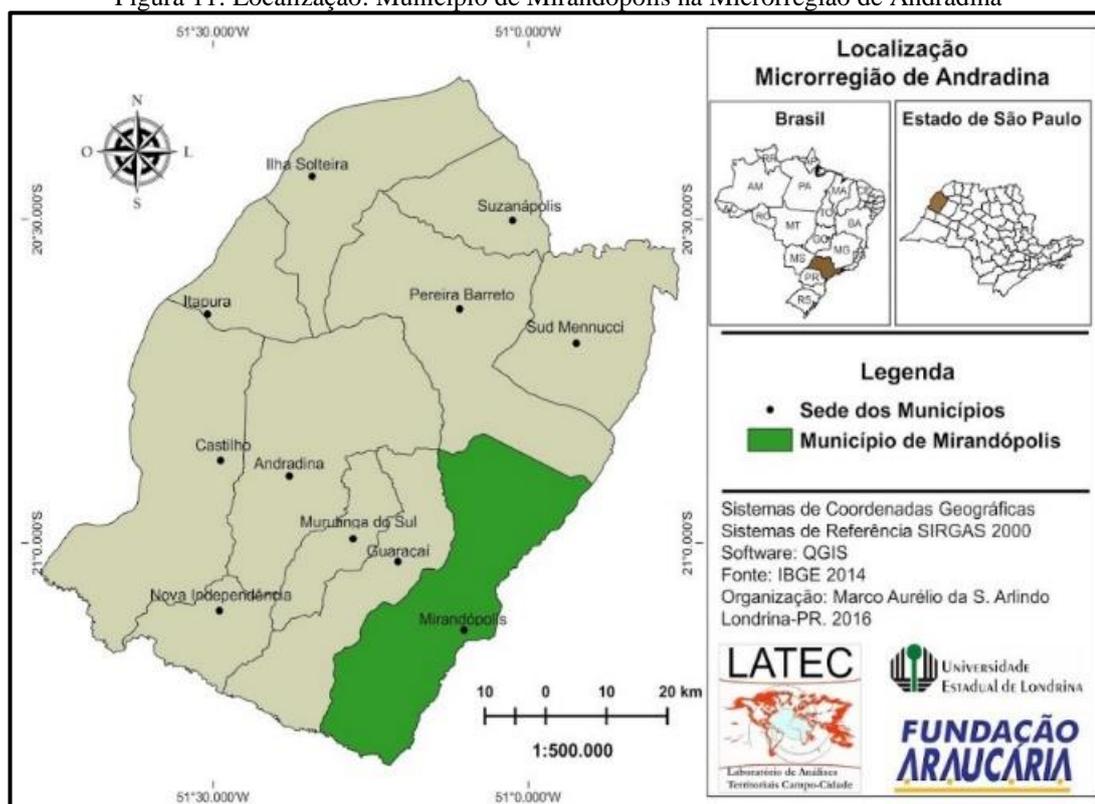
Com o objetivo de elucidar o problema central da pesquisa: “Como os professores do Ensino Médio abordam a construção da História da Ciência ao ensinar Queda dos Corpos? Como esse tema é abordado no material de apoio dos professores? Dicotomia ou Convergência entre o discurso dos professores e o material de apoio? ”. Foram realizadas entrevistas com professores do Ensino Médio, de acordo, com os pressupostos da pesquisa fenomenológica.

A presente pesquisa analisou os discursos dos professores, como eles abordam a construção da História da Ciência, ao ensinar o tema Queda dos Corpos. Para isso, os professores de Física das escolas da Rede Pública de ensino foram entrevistados. Além dos discursos dos professores, analisou-se o material de apoio dos professores – Caderno do Professor. Dessa forma, compararam-se as semelhanças e diferenças nos discursos dos professores das escolas.

A pesquisa foi desenvolvida nas três¹² escolas estaduais do município de Mirandópolis/SP, com um total de 5 professores de Física (três professores eram de uma escola, e os outros dois em escolas distintas). O município de Mirandópolis (Figura 11) situa-se no interior do Estado de São Paulo, especificamente na Microrregião de Andradina. O município conta com uma população estimada de 29.181 habitantes (IBGE, 2016).

¹² O município de Mirandópolis possui apenas três escolas estaduais de Ensino Médio.

Figura 11: Localização: Município de Mirandópolis na Microrregião de Andradina



Fonte: IBGE, 2016.

A identidade dos sujeitos foi preservada, de acordo com as exigências do Conselho de Ética da Universidade Estadual de Maringá (UEM)¹³. Optou-se por realizar a pesquisa nessa cidade, devido à viabilidade que a pesquisadora tinha com a direção e professores das escolas.

4.2 Uma proposta metodológica baseada na Fenomenologia

A proposta metodológica desta pesquisa tem uma abordagem fenomenológica, sendo ela de natureza qualitativa. Martins e Bicudo (1989) pontuam o que se deve fazer inicialmente é situar o fenômeno¹⁴, só é possível ter fenômeno enquanto tiver um sujeito em que ele esteja situado. Assim, o pesquisador está interessado no *sujeito que está aprendendo*, no *sujeito que está ansioso*, no *sujeito que está com medo*, etc. Há sempre um sujeito, em uma situação, vivenciado o fenômeno” (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 75).

¹³ Pesquisa aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 66288417.3.0000.0104 e Número do Parecer: 2.122.452

¹⁴ O significado de fenômeno vem da expressão grega *fainomenon* e deriva-se do verbo *fainestai* que quer dizer mostrar-se a si mesmo. Assim, *fainomenon* significa aquilo que se mostra, que se manifesta. (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 21).

Edmund Husserl (1859 – 1938), precursor da filosofia Moderna, deu um novo olhar para a fenomenologia, e sua principal preocupação concentra-se no estudo da essência das coisas. A fenomenologia, de acordo com o pensamento husserliano, “[...] é a ciência que confere um sentido ao ser e ao fenômeno em uma associação indissolúvel [...]. Essa relação, entre o fenômeno e o ser experienciador, desvela uma consciência intencional” (NEVES, 2005, p. 49).

De acordo com Martins (1988), a fenomenologia não está apenas interessada naquilo que se mostra, mas, sim, de como os fenômenos se mostram. Assim, as descrições se tornam possíveis pelo princípio da intencionalidade, “[...] neste princípio a consciência é sempre compreendida como consciência de alguma coisa, a consciência só é consciência quando ela está dirigida para um objeto, sendo este objeto definido na sua relação com a consciência do ser; objeto como *objeto-para-o-ser*” (NEVES, 2005, p. 49). O significado que é dado ao um fenômeno é um correlato intencional da consciência.

Dartigues (1992) também comentou que essa relação da consciência com o objeto é indissociável, fora dessa associação não é possível ter objeto e nem consciência. Essa correlação é denominada de *noesis* (o que é visto) e *noema* (ato de ver).

A fenomenologia pode ser vista enquanto postura/atitude, um modo de compreender o mundo, e não como uma teoria, no sentido de explicar. Uma das “[...] lições da fenomenologia é de recusar pressupostos ou pré-concepções sobre a natureza do tema proposto. Essa suspensão de pré-conceitos recebe o nome de *epoché* - colocação do mundo entre parênteses - e é essencial na procura de ver o fenômeno tal como ele é [...]” (NEVES, 1991, p. 31).

Recusar teorias não quer dizer que o pesquisador é uma tábula rasa, nenhum pesquisador inicia um estudo sem ter percorrido a teoria (MARTINS, 1988). Há um cuidado a ser tomado durante a pesquisa fenomenológica, no qual, “[...] cabe ao pesquisador qualitativo efetuar, através da intersubjetividade, a formulação de uma interrogação significativa, onde as descrições dos resultados levem à uma inteligibilidade articulada do tema tratado [...]” (NEVES, 1991, p. 31). Nesse sentido, é preciso ficar atento para que as concepções prévias do pesquisador não tenham interferências em seus resultados.

Sendo assim, para compreender o sentido que o sujeito atribui a um fenômeno, a pesquisa fenomenológica busca “[...] ir-à-coisa-mesma e não a conceitos ou ideias que tratam da coisa, é preciso irmos ao sujeito que percebe e perguntarmos o que faz sentido para ele, tendo como meta a compreensão do fenômeno investigado [...]” (BICUDO, 2000, p. 74). Dessa forma, o sujeito descreve o seu sentido, ou algo que lhe faz sentido.

Assim, na pesquisa fenomenológica, o trabalho inicia com uma interrogação sobre o fenômeno que se pretende estudar, e durante o discurso do sujeito, o pesquisador não poderá

fazer interrupções. Em seguida, os discursos são transcritos e, a partir dele, é possível realizar uma compreensão. Sendo assim, “[...] a compreensão desses discursos só é possível porque o sujeito é encarado como um atribuidor de significados” (NEVES, 2005, p. 51).

Após fazer a releitura dos discursos, o trabalho fundamental da fenomenologia é a redução fenomenológica. Essa redução, de acordo com Neves (2005, p. 51), “[...] é clareza, a compreensão da possibilidade do aprender, do fazer, do estar, do ser e do vir-a-ser”. Após a releitura, é extraído trechos dos discursos que podem indicar as essências do fenômeno que está sendo estudado. Dessa forma, terá as “Unidades de Significados” (MARTINS; BICUDO, 1989). De acordo com Neves (1991), é importante ressaltar que cada Unidade de Significados destacada é diferente para cada pesquisador, não podendo, assim, fugir do encontro intersubjetivo.

Depois de separar as Unidades de Significados, deve-se realizar uma compreensão da situação relatada de cada unidade. Esse procedimento só ocorre “[...] através do uso da reflexão e da variação imaginativa. Variar imaginativamente as unidades, significa a verificação, nos diferentes momentos do dia, da alteração da estrutura psicológica” (NEVES, 2005, p. 52).

Por fim, é realizada uma compreensão ideográfica¹⁵ do sujeito e esse é um momento em que o pesquisador deve “[...] analisá-la psicologicamente, expressando o que encontra na forma que lhe parece mais reveladora do caso particular investigado. Ao fazer isso, ele “[...] estará isolando as *unidades de significados* para fazer a sua análise psicológica” (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 101). Vários autores comentam que esse é um dos momentos mais complicados da pesquisa, devido não ter regras a serem seguidas. Esse um momento exige muito esforço e dedicação do pesquisador.

Martins e Bicudo (1989) comentaram que o pesquisador, ao mesmo tempo em que descobre, atribui significado àquilo que está descobrindo e vendo. O *insight*¹⁶ psicológico é tanto uma descoberta, quanto uma criação”. Portanto, para esses autores, o *insight* surge conforme o pesquisador tem um contato intenso com as descrições, o que exige dele uma postura particular.

Após fazer a compreensão ideográfica de cada sujeito¹⁷, o próximo momento dessa análise fenomenológica consiste em realizar as categorias, isto é, agrupar as convergências dos

¹⁵ A análise ideográfica refere-se ao emprego de ideogramas, ou seja, de representações de ideias por meio de símbolos. Efetivamente, trata-se da análise da ideologia que permeia as descrições ingênuas do sujeito (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 100).

¹⁶ *Insight* significa evidência, ver dentro da situação, para além do onticamente manifesto. É um ato cognitivo que mostra com clareza, em um lance, a reunião de articulações (BICUDO, 2011, p. 59).

¹⁷ A quantidade de sujeito varia conforme a pesquisa, não existe um número correto de sujeitos.

discursos em categorias. Esse momento é chamado de compreensão nomotética, e é dividida em dois momentos. A primeira realiza uma compreensão eidética das convergências de cada categoria e, em seguida, uma compreensão nomotética geral dos sujeitos.

As categorias são compostas pelas Unidades de Significados, formando, assim, as convergências entre os discursos dos sujeitos. Após realizar esse agrupamento das Unidades de Significados, faz-se uma compreensão eidética¹⁸ das convergências de cada categoria. Para Martins e Bicudo (1989, p. 76), “[...] *compreender eideticamente* significam tomar o fenômeno seriamente diante dos olhos e estudá-lo de maneira sistemática para poder vir a compreender o objeto na sua intenção total, na sua essência, e não apenas na sua representação”.

Por fim, após realizar a compreensão eidética das categorias, é feita a compreensão nomotética¹⁹ geral. De acordo com Neves (2005, p.138), essa compreensão “[...]abrirá a possibilidade da compreensão geral de uma ciência que se tematiza na globalidade do mundo dos sujeitos, vem precedida das convergências que surgem [...]” nos discursos. Esse é um momento de realizar uma análise geral de todos os discursos, diferente da compreensão ideográfica que realiza uma análise individual dos sujeitos.

4.3 Constituição de dados

O instrumento para a constituição de dados deu-se mediante entrevistas gravadas e, em seguida, transcritas. A fenomenologia trabalha com a consciência do sujeito, por meio de suas expressões e experiências, sendo assim, Bicudo (2000) comentou que, para saber o que faz sentido, deve-se *ir-à-coisa-mesmo*, não se deve recorrer a conceitos, sim, ir direto ao sujeito e perguntar o que faz sentido para ele. Dessa forma, “[...] o sujeito expõe aquilo que faz sentido, ou seja, relata, *descreve* o percebido” (BICUDO, 2000, p.74).

Nesse sentido, fez-se a seguinte pergunta para os sujeitos entrevistados: “O que é para você o uso da História da Ciência no ensino da Queda dos Corpos, na Física?”. De acordo com os pressupostos da fenomenologia, a entrevista não utiliza perguntas pré-estabelecidas, mas apenas uma pergunta inicial.

As entrevistas foram realizadas no próprio local de trabalho dos sujeitos, com data e horário marcados por eles, sendo estas realizadas no final de junho de 2017. É importante

¹⁸ Eidético refere-se à essência do fenômeno (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 77).

¹⁹ O termo *nomotético* deriva-se de *nomos* que significa uso de leis. Nomotético indica a elaboração de leis, portanto indica algo de caráter legislativo que se origina de fatos ou que se baseia e fatos (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 105).

esclarecer que, antes de iniciar as entrevistas, foi entregue para todos os sujeitos da pesquisa um termo de consentimento livre esclarecido²⁰, destacando que as identidades de todos os sujeitos seriam preservadas e que as informações seriam utilizadas somente para o fim desta pesquisa.

Após fazer a pergunta para o sujeito, não houve interferências do pesquisador durante o discurso do entrevistado. Só houve interrupções quando se percebeu que o entrevistado estava desviando do assunto abordado, ou para esclarecer alguma dúvida.

Assim, a pesquisa fenomenológica está dirigida “[...] para expressões claras sobre as percepções que o sujeito tem daquilo que está sendo pesquisado, as quais são expressas pelo próprio sujeito que as percebe. [...] O pesquisador não está preocupado com os fatos, mas com o que os eventos significam para os sujeitos” (MARTINS; BICUDO, 1989, p. 93). Quando é realizada a interrogação e o sujeito começa a descrever suas experiências, ele retorna,

[...] ao mundo-vida, ao mundo ímpar do ser, é a possibilidade de recolocar as essências constitutivas do mundo na existência. É no estudo da imanência do ser que a Fenomenologia se impõe como campo possível de uma filosofia transcendental, que descreve a experiência do ser do homem tal como ele é, e não segundo as proposições de supostas leis gerais, que nada generalizam. Intuir as essências que residem em cada ser é, pois, a tarefa básica da Fenomenologia (NEVES, 2005, p. 48).

Dessa forma, cada sujeito terá uma descrição diferente para o fenômeno exposto, essa descrição irá depender da experiência de cada um. Os significados que eles atribuem ao fenômeno depende de sua consciência.

De acordo com Bicudo (2011), a experiência vivida pelo sujeito é dada por uma mediação da linguagem, e pode ser, escrita, falada, gestual ou outros tipos de linguagens. Entretanto, é sempre por meio da linguagem que se pode conhecer a experiência vivida pelo sujeito. Sendo assim, o sujeito realiza a descrição “[...] mediante a linguagem, em quaisquer que sejam suas modalidades de expressão. Essa facticidade solicita um trabalho interpretativo hermenêutico, visando compreender sentido, significação e significado apontado na descrição” (BICUDO, 2011, p.46).

Ainda segundo a autora, a fenomenologia tem como foco principal conhecer o que certo fenômeno “[...] significa e como ele é experienciado. Sua proposta não é explicar ocorrências a partir de teorias e pressupostos já conhecidos” (BICUDO, 2011, p. 46).

²⁰ Este Termo encontra-se no anexo C.

Após realizar as entrevistas, tem-se a descrição dos sujeitos sobre suas experiências vividas, e com essas descrições realizou-se uma interpretação para compreender a vivência de cada sujeito, trazendo, assim, o sentido que cada um atribui ao fenômeno pesquisado.

4.4 Análise dos dados

As entrevistas realizadas com os professores foram transcritas e analisadas conforme os pressupostos da fenomenologia. Nesse sentido, Bicudo (2011, p. 56) comentou que,

[...] o sujeito descreve suas vivências de modo noemático, ou seja, dando conta dos aspectos estruturais das experiências por ele vividas. Os significados que o pesquisador pode compreender nas descrições não se mostram de imediato, de modo direto, mas vão se revelando mediante a compreensão do sentido das experiências vividas pelo sujeito, olhadas em sua totalidade. A totalidade, como sabemos, não é dada em si, nem pela soma de aspectos das experiências vividas, mas surge no trabalho de busca tematicamente focada e que se preocupa e procede de modo rigoroso.

Nessa perspectiva, Martins e Bicudo (1989) esclareceram que, a partir da descrição, tem-se o acesso de mundo-vida de cada sujeito. Esses autores, no entanto, comentaram que não existe uma teoria que diz como analisar essas descrições. Acrescentaram, ainda, que é importante realizar uma leitura atenta das descrições, isto é, deve-se ler quantas vezes for preciso, até o pesquisador obter um *insight* para compreender o que o sujeito estava querendo dizer. Convém que o pesquisador sempre tente se colocar no lugar do sujeito pesquisado.

Após realizar a leitura e releitura das descrições, o texto foi dividido em unidades para compreender o fenômeno interrogado, separando as Unidades de Significados. Assim, para Martins e Bicudo (1989, p. 95), “essa não é uma fase rígida, com prescrições a serem seguidas, pois é possível que diferentes pesquisadores indiquem diferentes significados, de acordo com suas perspectivas e interrogações”.

Depois de ter discriminado as Unidades de Significados dos discursos, fez-se uma compreensão da situação relatada de cada unidade que foi separada. No final de todas essas compreensões, realizou-se uma compreensão ideográfica do sujeito. Esse processo foi realizado com os cinco sujeitos da pesquisa.

A compreensão ideográfica do sujeito “[...] penetra e enreda-se nos meandros das descrições ingênuas do sujeito, tomadas em sua individualidade. [...] Revela a estrutura do discurso do sujeito, evidenciando os aspectos noemáticos da descrição” (BICUDO, 2011, p. 58). Nesse sentido, Neves (2005, p. 53) comentou que:

O acesso direto ao *lebenswelt* do ser, ao seu pensar, ao seu ser, ainda não está aberto de todo. Cabe ainda resgatar de cada conjunto de unidades uma inteligibilidade do indivíduo. É uma das etapas mais difíceis da pesquisa, pois são necessários certos *insights* psicológicos para caracterizar o ser em sua unidade essencial e básica.

Essa compreensão ideográfica é uma análise complicada de ser realizada, Martins e Bicudo (1989, p. 101) pontuaram que os “[...] a forma pela qual chega-se a um *insight* permanece sempre em mistério, pois o *insight* psicológico parece ocorrer mais como resultado de uma excitação espontânea do que de regras explícitas; em grande parte é de caráter intuitivo”. Esses *insights* ocorrem conforme o pesquisador tem mais contato com as descrições.

Depois de ter realizado a compreensão ideográfica de cada participante da pesquisa, distinguiram-se as categorias, agrupando-se as Unidades de Significados que se convergiam em categorias. Esse momento é chamado de compreensão nomotética. Essa análise indica que,

[...] a transcendência do individual articulada por meio de compreensões abertas pela análise ideográfica, quando devemos atentar às convergências e divergências articuladas nesse momento e avançar em direção ao seguinte, quando perseguimos grandes convergências cuja interpretação solicita *insights*, variação imaginativa, evidências e esforços para expressar essas articulações pela linguagem. Solicita, enfim, compreensão da estrutura do fenômeno interrogado, tomando os individuais como casos de compreensões mais gerais que dizem agora de ideias estruturais concernentes à região de inquérito (BICUDO, 2011, p. 59).

A compreensão nomotética do conjunto dos sujeitos constitui a etapa final do processo fenomenológico e ocorre em dois momentos. O primeiro foi realizado após reunir as Unidades de Significados em categorias, foi feita uma compreensão eidética de cada categoria encontrada. Eidético, para Martins e Bicudo (1898), significa compreender a essência do fenômeno.

Em seguida, após ter finalizado a compreensão de todas as categorias, foi realizado uma compreensão nomotética geral dos sujeitos, “[...] nela há o movimento da psicologia individual para o aspecto psicológico geral presente na manifestação do fenômeno situado” (MARTINS; BICUDO, 1898, p.106). Sendo, assim, após ter realizado todos os momentos da fenomenologia, foi possível chegar à essência do fenômeno.

4.5 Os Sujeitos da Pesquisa

Todos os sujeitos da pesquisa são professores do Ensino Médio e ministram aulas de Física, porém eles têm formações distintas.

O sujeito 1 é graduado em Licenciatura em Física, com mestrado na área de Educação para a Ciência e está no último ano do doutorado, na mesma área. Ministra aulas no Ensino

Médio há 12 anos e, há 10 anos, na rede Pública. Atualmente, trabalha com iniciação científica com os alunos do Ensino Médio, na rede Pública. Também ministra aulas no Ensino Superior Privado.

O sujeito 2 é graduado em Licenciatura em Matemática, podendo lecionar aulas de Física e Matemática. Exerce a profissão há 2 anos. No primeiro ano, lecionou apenas aulas de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio da rede Pública. Este é o seu primeiro ano lecionando aulas de Física na rede Pública.

O sujeito 3 tem Licenciatura curta em Ciências, com habilitação em Matemática. Ministra aulas de Matemática e Ciência, no Ensino Médio e Fundamental. Exerce a profissão há 20 anos na rede Pública de ensino e 3 anos ministra aulas de Física.

O sujeito 4 é graduado em Matemática, com mestrado em topologia algébrica, começou o doutorado, mas não o concluiu. Exerce a profissão há 17 anos: por 10 anos ministrou aulas no Ensino Superior Privado, nos cursos de engenharia e, há 7 anos, leciona aulas de Física e Matemática no Ensino Médio e Fundamental da rede Pública e Privada.

O sujeito 5 é graduado em Licenciatura curta em Ciências, com habilitação em Matemática. Exerce a profissão há 20 anos, ministrando aulas de Matemática e Ciências, no ensino Fundamental e Médio; e Física no Ensino Médio, em escolas da Rede Pública e Privada.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo inicia-se a redução fenomenológica, sendo que, cada discurso é lido e relido várias vezes e em seguida é destaca as unidades de significados que são importantes para a presente pesquisa. Abaixo de cada unidade de significado está apresentado uma compreensão relatado da unidade e por fim uma compreensão ideográfica do sujeito. Após realizar a compreensão ideográfica dos cinco sujeitos envolvidos na pesquisa, foi realizada as convergências dos discursos e sua compreensão eidética. Para finalizar este capítulo, está apresentada uma compreensão nomotécia geral dos discursos.

5.1 As Unidades de Significados e as Compreensões ideográficas de cada sujeito

Inicialmente, discriminam-se as Unidades de Significados, de acordo com a pergunta norteadora: “O que é para você o uso da História da Ciência no ensino da Queda dos Corpos, na Física? ”. Em seguida, apresenta-se uma compreensão relatada na unidade, no qual, cada Unidade de Significado apresenta uma compreensão e, finalmente, a compreensão ideográfica do sujeito.

5.1.1 Sujeito 1

Unidade de Significado 1:

“[...] para contextualizar para os alunos qual era o contexto em que aquele conhecimento foi produzido, por que se não, os alunos têm uma forte tendência em achar que Física é resolver probleminhas de matemática”.

Compreensão da situação relatada na unidade 1:

O sujeito comenta que utiliza a História da Ciência para contextualizar os alunos, mostrando, um ensino de Física mais humano e menos memorístico. Isso mostra que ele está preocupado em mudar essa visão dos alunos, em que a Física se concentra em apenas resolver problemas matemáticos, apresentando, assim, a importância de utilizar a História da Ciência.

Unidade de Significado 2:

“[...] eu trabalho com a História da Ciência porque eu quero trazer por trás daquele conhecimento científico, quais eram as intenções daquelas pessoas que estavam produzindo, as tensões que existiam, os debates, os embates, os problemas vivenciados”.

Compreensão da situação relatada na unidade 2:

O sujeito apresenta, para seus alunos, uma ciência não linear e que, para se chegar no conceito, mostra que esse foi construído por várias pessoas e em épocas diferentes. Koyré (1982) comentou, que é importante observar, que filósofos e cientistas também passaram por dificuldades, erros, acertos, revoluções científicas que derrubaram suas ideias. Sendo, assim, é importante mostrar todo esse período para os alunos, assim, eles abandonam essa ideia de ciência linear e de que somente uma pessoa chegou ao conceito final. Infelizmente, é essa concepção que muitos livros didáticos registram.

Unidade de Significado 3:

“[...] antes de queda livre na verdade eu trabalho um pouquinho com o contexto falando sobre a estrutura da matéria, e eu falo sobre o Aristóteles e sobre a escola aristotélica quando fala que os materiais eram compostos de quatro tipos de substâncias, e qual que era as propriedades das substâncias [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 3:

É essencial trabalhar essa parte com os alunos, de acordo com Peduzzi (1996 p. 49), “[...] a Física aristotélica apresenta-se como um referencial indispensável para a compreensão da Física medieval e da revolução na mecânica ocorrida no século XVII”. É preciso, portanto, discutir com os alunos a origem desse conceito, como tudo começou, para que eles possam entender o processo todo e não apenas o conceito final.

Unidade de Significado 4:

“[...] eu começo a partir dali porque Aristóteles foi o primeiro que é... de uma maneira não formal, mas acabou trazendo uma ideia, que é uma concepção que os alunos e as pessoas trazem até hoje, de que corpos com massas diferentes caem tempo diferente[...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 4:

É interessante mostrar para os alunos a construção deste tema, Queda dos Corpos, utilizando a História da Ciência. Dessa forma, certamente, eles conseguirão entender que o pensamento deles é uma concepção do senso comum. Convém lembrar que essa ideia de que corpos com massas diferentes caem em tempos diferentes é um pensamento que vem sendo discutida desde a época de Aristóteles.

Unidade de Significado 5:

“ E ai ele dizia que a própria constituição da matéria era o responsável por fazer com que os corpos caíssem em tempos diferentes, então, a matéria era composta de ar, fogo, terra, e água. Então o lugar natural do ar e do fogo era para cima, lugar natural da água e da terra era pra baixo, então corpos que eram mais compostos de terra e água caíam com mais facilidade do que corpos que tinham na sua composição outros tipos de coisa”.

Compreensão da situação relatada na unidade 5:

Essa fala do sujeito permite perceber que ele aborda o conteúdo de uma maneira adequada. Antes de começar o conteúdo de Queda dos Corpos, ele introduz aos alunos todos os conceitos que Aristóteles julgava estar correto, ele acreditava que corpos sempre buscavam o seu lugar natural. Então, quanto mais quantidade de matéria maior a tendência de buscar o lugar natural, e quanto mais massa um corpo possuía, maior era sua velocidade. É importante apresentar esses conceitos para os alunos, e isso só é possível por meio da História da Ciência. Esse é um momento importante do professor, ele tem que estar preparado e disposto para ministrar uma aula assim, visto que o “caderninho” que eles utilizam não tem abordado essa parte histórica, cabendo assim, o professor complementar esse conteúdo.

Unidade de Significado 6:

“[...]a gente trabalho muito essa questão da concepção de Aristóteles também e também para justificar a queda dos corpos, mas junto com isso, a gente percebe que eles vão comentando coisas do dia a dia, eles falam: então por isso que as coisas acontecem; por isso que a gente tem essa impressão. Então a ideia por trás, é a compreensão do fenômeno, [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 6:

Nesta unidade de significado, fica claro que o sujeito está preocupado em fazer com que o aluno compreenda o fenômeno, sem decorar fórmulas Matemática, considerando-se que um ensino baseado em formalização não faz sentido para o aluno. Percebe-se que, no momento em que o sujeito trabalha com a História da Ciência, os alunos começam a se envolver nas aulas, trazendo problemas e situações do dia a dia. É nessa situação que se vê que o ensino está fazendo sentido para o aluno, é quando ele consegue relacionar o que está aprendendo com o seu cotidiano.

Unidade de Significado 7:

“É muito interessante eles perceberem que corpos com pesos diferentes caem ao mesmo tempo se não houver nenhuma resistência agindo sobre eles, e aí a gente começa a falar sobre essa parte, depois a gente vai para a formulação Matemática, que é a parte onde a gente vai então descrever o movimento em si, né, mas essa formulação Matemática eu não fico muito, muito, preso a ela, por conta de que ela é apenas uma um recurso adicional para compreensão”.

Compreensão da situação relatada na unidade 7:

O sujeito entende que ensinar Física é não fazer o aluno decorar equações Matemáticas, ou mesmo apenas pedir para ele resolver uma lista com vários exercícios. Ensinar Física é, sim, fazer o aluno compreender o fenômeno estudado. A Matemática é apenas um complemento para o ensino de Física. O sujeito percebe que os alunos estão compreendendo o fenômeno, e ele acaba achando esse momento de entendimento muito interessante, pois, consegue perceber que houve uma evolução na aprendizagem, e os alunos começaram a entender e perceber porquê os objetos de mesma massa atingem o solo juntos.

Unidade de Significado 8:

“[...]depois que a gente explorou a queda dos corpos, a gente vai para a queda dos corpos em outros planetas, aí a gente vai discutir aqui a questão da gravidade, e nós vamos problematizar gravidade, o que é essa tal gravidade?, porque uma coisa está sempre atrelada a outra, então para eles a gravidade é o fato de cair e aí a gente já começa a colocar vários outros problemas em relação a isso, [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 8:

O sujeito comenta que está sempre problematizando algum conceito, então, ele mantém uma postura de mediador, pois, coloca problemas para os alunos pensarem, refletirem e tentarem responder com suas próprias palavras. Isso é essencial para a formação do aluno como cidadão, é a partir desses momentos que os alunos aprendem a serem críticos e argumentarem diante de uma situação.

Unidade de Significado 9:

“ Eu acho que eu tive uma boa formação, em relação ao que a gente vê por aí né. Não tive acesso a História da Ciência na minha formação, mas eu tive acesso a metodologia de ensino, onde a gente tinha a oportunidade de discutir várias formas de se ensinar”.

Compreensão da situação relatada na unidade 9:

Em relação à formação, o sujeito faz uma comparação com outras formações. No entanto, mesmo tendo uma boa formação, ele não teve uma disciplina de História da Ciência. Essa ausência conseguiu ser suprida somente com as aulas de metodologias, nas quais se aprende várias formas de abordar um conteúdo. Diante desse discurso, percebe-se a importância da disciplina de metodologia nos cursos de Licenciaturas.

Unidade de Significado 10:

“[...]eu acho que boa parte desse conhecimento, veio depois, pela motivação que a gente tem de procurar outros tipos de recursos [...], eu aprendi História da Ciência quando fiz

uma capacitação, em curso que todo ano a USP oferece de extensão para professores das escolas públicas, [...] e aí eu fui aprimorando”.

Compreensão da situação relatada na unidade 10:

O sujeito comenta a importância dos cursos que são oferecidos para os professores da Rede Pública de Ensino, o que permite ampliar seu repertório de ensino ou modificar suas concepções de ensino, modificando, assim, sua prática a partir das experiências confrontadas com a teoria. Dessa forma, o sujeito precisa estar motivado, visto que a ausência da motivação interfere diretamente no processo de ensino e aprendizagem, assim como na relação professor-aluno.

Unidade de Significado 11:

“[...] a gente tem na formação inicial uma formação muito para Física dura, forma-se e para aprender conceitos e ensinar conceitos e aprende ensinar daquela forma mais tradicional possível, e aí entra aquela questão, que eu comentei no início para você, de a gente vê um conhecimento separado do contexto em que ele foi produzido[...].”

Compreensão da situação relatada na unidade 11:

O sujeito comenta sobre a formação inicial, em que se formam professores para ensinar conceitos, sendo que, em sua formação inicial, viu-se um ensino descontextualizado e fragmentado. Dessa forma, ao ministrar suas aulas, os professores acabam refazendo o que foi aprendido em sua formação inicial. Assim, para mudar o que os professores fazem em sala de aula, é preciso (re)pensar sua formação inicial.

Unidade de Significado 12:

“Física para lecionar, você tá interessado em estudar o fenômeno, em estudar e apresentar uma compressão. O ensinar envolve você ter o domínio do conteúdo, mas também você entender de que maneira o aluno que é o ouvinte ele compreende aquele aspecto, ele não é um robô que você elabora um programinha e você vai fazer um software instalar esse

software lá, não, ele tem vontade própria, o aluno ele só vai aprender alguma coisa que está interessante para ele, e o que é interessante? [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 12:

Para ensinar, o professor precisa ter domínio do conteúdo. Entretanto, como comenta o sujeito, esse domínio não é o principal requisito para ministrar uma boa aula. É preciso saber como o aluno aprende, pois, cada aluno tem uma forma de aprendizagem diferente. O professor, portanto, deve refletir sobre suas aulas para poder, assim, prepará-las de forma com que todos os alunos entendam. O sujeito também comenta que os alunos não são robôs, sendo, esse comentário, muito importante, visto que muitos professores acreditam que os alunos devem apenas ficar decorando fórmulas que não fazem sentido para eles. Dessa maneira, o aluno não terá vontade de aprender. Logo, o professor precisa estar em constante questionamento sobre o que é relevante para os alunos, para, assim, realizar um ensino que desperte os interesses dos alunos e que façam sentido para eles.

Unidade de Significado 13:

“Então eu não utilizo muito esse “caderninho”, porque eu acredito que muitas vezes os alunos que estão aprendendo, eles precisam de uma linguagem um pouco diferente e uma maneira diferente de lidar com algumas coisas[...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 13:

O sujeito entende que o “caderninho” não utiliza uma linguagem adequada para ensinar o conteúdo, sendo, assim, ele acaba optando por não seguir esse material. O sujeito se mostra preocupado com a formação dos alunos, é a linguagem é um dos fatores importante para aprendizagem deles.

Unidade de Significado 14:

“[...]esse caderninho já traz o conhecimento pronto, não aborda como que esse conhecimento foi construído [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 14:

O sujeito percebe que o caderno do professor aborda os conteúdos de Física como conhecimento pronto e acabado, o que se constitui também um dos maiores problemas dos livros didáticos. Assim, muitos professores que seguem apenas o “caderninho” acabam apresentando, para seus alunos, apenas a parte Matemática, sem abordar como esse conhecimento foi construído, mostrando, então, uma ciência pronta e linear.

Unidade de Significado 15:

“[...] eu sei que eu deveria usar outros recursos, mas estou com uma carga super complicada, por exemplo, eu poderia preparar um PowerPoint mostrando imagens, eu sei que tem vídeos na internet, mas infelizmente não dá pra fazer isso, muitas vezes, é... você escolhe uma vez ou outra, porque a gente tem muita coisa, infelizmente professor, tem que dar 30 ou 40 aulas por semana pra poder ter uma qualidade de vida mais ou menos[...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 15:

O sujeito sabe que deveria utilizar outros recursos em suas aulas, infelizmente, porém, acaba se lamentando por não conseguir realizar isso devido ao tempo. É triste a realidade do professor da Escola Pública, todos eles usam como justificativa o tempo por não conseguir preparar uma aula melhor e, às vezes, até realizar cursos. Infelizmente, enquanto o Governo não der prioridade para uma Educação de qualidade e valorizar a profissão do professor, vamos ter professores ministrando 40 aulas semanais para, dessa forma, conseguirem uma qualidade de vida um pouco melhor.

Compreensão Ideográfica do Sujeito 1

Ao realizar a pergunta, o sujeito já começa a falar como são suas aulas, mostrando, assim, que ele utiliza a História da Ciência no ensino de Física e no ensino de Queda dos Corpos. Em suas aulas, aborda toda a concepção aristotélica para, depois, chegar em Galileu. Dessa forma, ele acaba abordando os problemas que tiveram na época, os empates e debates. Os alunos acreditam que o pensamento aristotélico está presente até hoje nas pessoas, o que torna importante mostrar para eles de onde vem esse pensamento e, porquê Aristóteles pensava assim.

Ao abordar tais aspectos, o professor está contextualizando sua aula, levando os alunos a pensarem que a Física não é somente resolver equações Matemáticas.

Quando o sujeito utiliza a HC, no ensino, o aluno quer aprender mais, em seu discurso ele expõe que, ao trabalhar o tema de Queda dos Corpos usando a HC, os alunos começam a trazer problemas do dia a dia. É possível, então, perceber que está acontecendo uma aprendizagem nos alunos, eles estão levando a Física para a cotidiano deles. Dessa maneira, o ensino se torna mais humano e o aluno acaba tendo uma compreensão do fenômeno.

O sujeito comenta que somente após o aluno compreender o fenômeno, ele vai para a formalização Matemática, sendo que a Matemática é apenas um recurso que o professor pode utilizar. Percebe-se, dessa forma, que o sujeito está realmente preocupado com a aprendizagem dos alunos, ele está interessado em fazer os alunos compreenderem o fenômeno e não apenas decorarem fórmulas Matemáticas, a fim de uma reprodução sem consciência.

Esse sujeito tem uma postura de professor mediador, e está sempre colocando questões para os alunos poderem responder com suas próprias palavras. Isso faz com que o aluno se torne crítico. Bachelard (1996) comenta que o professor tem que estimular seus alunos, para romper com o conhecimento comum e assim introduzir o conhecimento científico, e a chave para isso é a problematização. No momento em que o aluno começa a refletir, pensar, responder e argumentar sua opinião, o professor está formando seu aluno como um cidadão, e, assim, fora da escola, ele será capaz de argumentar suas próprias opiniões.

É essencial comentar que esse sujeito é licenciado em Física, e, em seu discurso, comenta que sua formação inicial lhe deu base para lecionar as aulas, e mesmo não tendo disciplina de História da Ciência, as outras disciplinas possibilitaram que se discutisse sobre esse tema. Devido a esse sujeito ter sua formação em Física, ele consegue mostrar para seus alunos uma ciência que está em constante transformação. O que diferencia dos outros professores, é que eles abordam apenas as formalizações Matemáticas, o que, certamente, acontece devido a suas formações iniciais. Além da formação inicial, o professor precisa estar em constante aprendizagem, para, assim, poder melhorar ou aprimorar suas aulas.

Mesmo que esse sujeito comente que a formação inicial do professor de Física está voltada para a Física “dura” e para o ensino tradicional e técnico, ele conseguiu reverter essa situação em suas aulas, devido, suas aulas serem voltadas para a compreensão do fenômeno, e não apenas para o formalismo matemático. Portanto, para se ter uma ampliação da História da Ciência no ensino de Física, deve-se começar com uma mudança nos cursos de Licenciaturas, abordando mais os conteúdos históricos e também pedagógicos.

5.1.2 Sujeito 2

Unidade de Significado 1:

“Então (risos), para falar a verdade essa parte de queda livre, eu ainda não dei para os alunos, mas pelo que eu olhei no caderninho não tem nada explicando assim, esse conceito [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 1:

Logo de início, o sujeito deu uma “risadinha”, esses risos podem ser interpretados como uma forma de angústia, medo, pois, logo em seguida o sujeito fala que ainda não trabalhou esse conteúdo e que, provavelmente, não irá abordar. Também, entende-se que esse sujeito segue à risca o “caderninho”, visto ter comentado que olhou o material, e este não aborda o tema, dessa forma, não será trabalhado com os alunos.

Unidade de Significado 2:

“[...] esse caderninho, eu acho que é muito conteúdo é muita coisa que não dá tempo de trabalhar tudo, até o final desse semestre”.

Compreensão da situação relatada na unidade 2:

O “caderninho” que os professores utilizam tem muito conteúdo e eles deveriam selecionar aqueles que realmente são importantes, mas essa é uma tarefa difícil, principalmente para aqueles professores que não são formados em Física. Sendo, assim, eles acabam seguindo o “caderninho” até o conteúdo no qual conseguem chegar, deixando para trás, muitas vezes, aqueles conceitos que seriam mais importantes na aprendizagem dos alunos.

Unidade de Significado 3:

“Os alunos não gostam de Matemática, e eles acham que Física é igual Matemática então eles não gostam”.

Compreensão da situação relatada na unidade 3:

O sujeito comenta que os alunos não gostam de Física porque acham que é igual Matemática. Entende-se, assim, que suas aulas de Física são apenas baseadas em resolver equações Matemáticas, sem abordar os aspectos da História da Ciência, e tampouco mostrar a importância da Física no dia-a-dia dos alunos. É importante mostrar que as aulas têm que fazer sentido para a vida desses alunos, caso contrário, eles não vão se interessar em aprender. Muitas vezes, a Física é comparada com a Matemática, pelo motivo de os próprios professores apenas abordarem a parte das equações. Entende-se, portanto, que o problema dos alunos não está na Física, sim, na Matemática.

Unidade de Significado 4:

“[...]o conteúdo em si, na parte da cinemática, o caderninho não aprofunda muito essa parte, eu acho que fica muito indesejado, não tem aquelas contas interessante[...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 4:

No discurso do sujeito, fica evidente que ele está preocupado somente com a parte Matemática no ensino de Física, pois, é constante no discurso desse sujeito que ele só está interessado nas equações. De acordo com Behrens (2003), esse ensino acaba levando o professor a utilizar metodologias centradas na memorização e na cópia, assim, não apresenta sentido para o aluno.

Unidade de Significado 5:

“[...] eu acho que eles poderiam ter colocado e aprofundado um pouquinho e trazer contas em relação a isso.

Compreensão da situação relatada na unidade 5:

Mais uma vez, é possível observar a preocupação com as “contas”, preocupação, essa, constante em seu discurso. Acredita-se que isso deva ser pelo fato de o sujeito ser formado em Matemática, o que pode ser um dos motivos de ele estar preocupado em aplicar apenas a parte

das equações, isto ocorre devido à sua formação, o qual, ele não tem domínio para apresentar outros conceitos, como, por exemplo, discutir a História da Ciência. Sendo assim, o sujeito se sente mais confortável em trabalhar os conteúdos nos quais ele tem mais domínio, ou seja, a parte Matemática.

Unidade de Significado 6:

“Então, eu sou formada em Matemática e tive pouca aula sobre História da Matemática, e de Física eu não sei sobre a parte histórica”.

Compreensão da situação relatada na unidade 6:

Na fala do sujeito, pode-se perceber uma grande deficiência em sua formação, o fato de ele não ter visto a parte histórica faz com que ele não se sinta seguro em trabalhar esse assunto com os alunos. Por esses motivos, é importante o professor sempre tentar buscar aquilo que não foi aprendido na faculdade, o conhecimento adquirido na graduação é muito limitado, o que faz com que o professor necessite estar em constante aprendizagem, para não cair na sua zona de conforto.

Unidade de Significado 7:

“Eu acho importante essa parte histórica, porque incentiva no aprendizado dos alunos e ajuda também... acho muito essencial, acredito que as vezes até estimula os alunos a aprender”.

Compreensão da situação relatada na unidade 7:

Diante desse discurso, o sujeito acredita que, se trabalhar com a parte histórica, os alunos podem até querer aprender, e pode até estimular os alunos. Infelizmente, o professor só fica nesse “achismo”, ele “acha” que poderia dar certo, mas nunca trabalhou com esse assunto devido à deficiência em sua formação. Sendo assim, enquanto o professor não procurar outras maneiras de conhecer um pouco mais desse assunto, os alunos continuarão tendo aulas de Física baseadas em formalizações Matemáticas.

Unidade de Significado 8:

“Tem coisas no caderninho que é bem legal, a parte de experimento, eu tento fazer alguns experimentos, eu acho legal isso, porque quando eu estudei eu só fiz um experimento, e nessa apostila tem bastante experimento, então eles trazem o roteiro de como fazer o experimento, e depois tem algumas contas que pode estar fazendo”.

Compreensão da situação relatada na unidade 8:

As atividades experimentais são muito importantes para o ensino, porém é preciso ter cuidado sobre a forma como esses experimentos são realizados. Quando o sujeito comenta que “acha legal”, subentende-se que o experimento é apenas um divertimento, esse experimento não é aplicado de uma forma que faça o aluno compreender o fenômeno ali estudado. Outro problema é quando o sujeito diz que a material de apoio traz o roteiro do experimento, assim, suas atividades acabam se limitando a uma “receita de bolo” e o aluno não tem autonomia para manusear e descobrir, por si só, o que aquele experimento pode oferecer. E, por fim, mas uma vez o sujeito está preocupado com as equações, e comenta que, logo após realizar os experimentos, são feitas as equações Matemáticas. Diante desse discurso, é possível observar que suas aulas são centradas na memorização e na cópia, seja de exercícios ou de experimentos.

Unidade de Significado 9:

“Então, quando eu não estou dando aula de Física, eu sempre pego aulas eventuais, então nunca sobra tempo assim, para estudar, para preparar aula, infelizmente professor tem que dar várias aulas [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 9:

Nesta unidade, observa-se que o sujeito tem que ministrar várias aulas no dia, e no caso desse sujeito, devido a ele estar começando a sua carreira docente e não ter uma carga horária muito cheia, em seus horários vagos, ministra aulas eventuais, visto que, quando tem falta de professor, na escola, ele acaba substituindo esses professores. Infelizmente, com o baixo salário do professor do Ensino Médio, do Estado de São Paulo, muitos professores têm que trabalhar dia e noite para poder ter uma qualidade de vida razoável. Por esses motivos, muitos professores

não têm tempo para preparar suas aulas, e também para realizar cursos, como, por exemplo, um curso de formação continuada.

Compreensão ideográfica do Sujeito 2:

Ao fazer a pergunta para o sujeito 2, sobre: “O que é para você o uso da História da Ciência no ensino da Queda dos Corpos na Física? ”, o sujeito já se prepara para dizer que esse assunto não está apresentado no “caderninho” e também que até o momento não trabalhou com esse tema. Dessa forma, foram feitas outras perguntas, a fim de compreender como seriam suas aulas e outros aspectos importantes sobre a formação inicial, e sobre a importância da utilização da História da Ciência no ensino de Física.

É preocupante, no discurso desse sujeito, que a todo momento ele está preocupado com a formalização Matemática. Sendo que seu ensino se torna uma reprodução sem consciência, na qual os alunos apenas ficam exercitando os exercícios várias vezes, e isso os leva à memorização.

O sujeito usa apenas o “caderninho” e esse só apresenta a parte da Matemática. Assim, os alunos acabam não tendo nenhum contato com a História da Ciência. O sujeito acredita que, se usar a História da Ciência, os alunos irão ter um interesse maior nas aulas. No entanto, ele nunca utilizou essa metodologia em sala para saber se realmente isso aconteceria, então, acredita-se que esse pensamento decorre de experiências tidas em sua formação inicial, ou até mesmo, de suas aulas de Ensino Médio.

A formação inicial é outro ponto importante, pois, é relevante lembrar que esse sujeito é formado em Matemática. Por esse motivo, ele acaba apresentando uma Física baseada somente em equações. Sendo assim, essa maneira de ensinar Física acaba não fazendo sentido para os alunos, e, por isso, eles se desinteressam pela disciplina, e, para eles, Física é igual a Matemática. Esse pensamento ocorre pelo modo com que o professor aborda o assunto em sala de aula.

O sujeito também comenta, que o “caderninho” tem muito conteúdo, portanto, não aborda todos. Ao falar dos conteúdos, o sujeito sempre comenta que esse material deveria aprofundar nas contas ou trazer mais contas em relação ao conteúdo, isso também é contínuo em seu discurso.

É nítido que o sujeito está preocupado somente com a formalização, sendo assim, não mostra em nenhum momento a sua preocupação em apresentar para os alunos a parte histórica, como se chegou a uma determinando lei, ou até mesmo sobre a vida de algum cientista. Esses

pontos não apareceram em nenhum momento em seu discurso, o que acaba tornando o ensino memorístico e superficial, apresentando assim, um conhecimento fragmentado e desconexo para os alunos.

5.1.3 Sujeito 3

Unidade de Significado 1

“A parte de história eu quase não trabalho essa parte com os alunos, esses dias, por exemplo, sobre Newton, a gente tocou na história assim, quem era Newton? De que maneira ele descobriu essas leis? [...] então a única parte histórica que a gente fala um pouco é de Newton, mas nem no caderninho fala, é que as vezes eu que tenho curiosidade de sabe quem que é, então a gente chega e pergunta para os alunos quem que é Newton?, você conhece? Então vamos pesquisar, quem que é ele, quem foi ele, mas é só isso que comento com os alunos, sobre Galileu e outros cientistas nunca comentei não, só de Newton mesmo”.

Compreensão da situação relatada na unidade 1:

O sujeito diz que “quase” não trabalha com a História da Ciência, diante de seu discurso, observa-se que ele não trabalha praticamente nada de História, ele somente pergunta para os alunos quem foi tal cientista, por exemplo, no caso do primeiro ano do Ensino Médio, ele só pergunta quem foi Newton. A História da Ciência, de acordo com Matthews (1995, p. 172, “[...] promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; [...] demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações [...]”. Sendo assim, a história é mais do que conhecer o cientista, ela tornar o ensino de Física mais humano, fazendo mais sentido no que os alunos estão aprendendo e mostrando, como, de fato, é construído um conceito, neste caso, o professor está apresentando uma pseudo-história para seus alunos.

Unidade de Significado 2:

“Geralmente eu sou meio conteudista, então eu passo o conteúdo lá, o tema sobre o que que é, o exercício, eu explico alguma coisa[...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 2:

Esse sujeito se encontra como um professor técnico, em que ele passa o conteúdo na lousa, apresentando-os como prontos e acabados e os alunos têm uma postura passiva, apenas copiam os exercícios. Para Contreras (2012, p.101) “[...] esse modelo prioriza a memorização de informações ou de fórmulas, pois, se trata de aplicações de soluções instrumentais a problemas mediante a aplicação de um conhecimento teórico e técnico”.

Unidade de Significado 3:

“E quando eu apresento um pouquinho da História da Ciência para os alunos, eu percebo que aumenta um pouco o interesse dos alunos, dependendo do assunto eles interessam,[...] então assim, eu percebo que eles interessam mais do que quando só fica na parte de resolução e exercícios, pois, eles veem a Física como a Matemática, para eles a Física é pura Matemática, é muito cálculo”.

Compreensão da situação relatada na unidade 3:

Os alunos têm a visão de que a Física é igual à Matemática, pelo motivo de os professores apresentarem somente a parte da Matemática para eles. O sujeito comenta que, quando ele trabalha com a parte histórica, ele percebe um aumento de interesse dos alunos. Esse interesse aumenta devido os alunos perceberem que o ensino está fazendo sentido para ele, pois, mostra que a ciência está em constante construção e a maneira como os cientistas chegaram a uma determinada lei, tampouco é feita apenas por uma única pessoa, estes são temas importantes para discutir com os alunos, fazendo assim, tornar as aulas mais interessantes.

Unidade de Significado 4:

“Ah eu acho legal mostrar a parte histórica para os alunos, mas o número de aulas que a gente tem não dá tempo, se tivesse mais um pouquinho de aula [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 4:

Infelizmente, sabe-se que o número de aulas de Física, no Ensino Médio, é pouco, são duas horas/aulas por semana, o que realmente é pouco para o tanto de conteúdo. Entretanto, todos os professores têm uma grande missão de saber ministrar esse tempo, não se pode cair sempre nesse mesmo discurso de que “não dá tempo”. Por esses motivos, é preciso um bom planejamento de aula, para que o professor consiga organizar esse tempo mínimo que ele tem, e, assim, conseguir mostrar que existem outras maneiras de se ensinar Física, e não ficar somente nas formalizações Matemáticas.

Unidade de Significado 5:

“[...] as aulas são todas picadas, ai é ruim porque as vezes tem feriado, ou tem algum evento na escola, ai ocupa a aula, e a aula é 50min e até fazer os alunos ficarem quietos, na realidade você tem só meia hora de aula”.

Compreensão da situação relatada na unidade 5:

O sujeito fala novamente que o motivo de não conseguir, às vezes, fazer atividades diferenciadas com os alunos, é devido ao pouco tempo. Nesse caso, suas aulas são todas picadas. Outro ponto importante é quando ele comenta que, na realidade, só tem meia hora de aula, o que será que está acontecendo no restante do tempo? O sujeito tem levado vinte minutos para começar suas aulas, o que se torna uma situação difícil, sendo que, só há duas aulas por semana, e essas são em dias distintos, e ainda se perde esse tempo toda vez que vai começar uma aula. Dessa forma, o professor precisa se posicionar mais diante da turma para fazer com que eles fiquem quietos e assim começar sua aula no horário previsto, o que se percebe é uma falta de controle com a turma.

Unidade de Significado 6:

“ Olha eu vou te falar, eu nunca consegui terminar esse caderninho, é muito coisa, [...] é muito conteúdo, [...] para dar tempo tem que pincelar um pouco os conteúdos, para dar tempo dos alunos verem um pouco de tudo, se ficar muito preso em um conteúdo só, não dá tempo de ver os outros conteúdos”.

Compreensão da situação relatada na unidade 6:

A maioria dos professores questiona que o “caderninho” tem muito conteúdo, e algumas escolas acabam cobrando dos professores do cumprimento de todo o “caderninho”. O ensino torna-se, assim, muito superficial, ao invés de o professor ensinar um conteúdo bem ensinado, apresentando o conceito, a parte histórica, discutir com os alunos sobre determinado tema, mostrando a aplicabilidade no dia a dia deles. O professor não consegue fazer esse trabalho com os alunos. Devido a ele ter que cumprir todo o conteúdo programático, acaba apenas passando por cima de todos os conteúdos. Diante disso, os alunos não conseguem se aprofundar em um certo conceito, apenas o veem de uma forma bem superficial. Por esse motivo, o sujeito opta por aplicar apenas a parte Matemática para os alunos.

Unidade de Significado 7:

“[...] porque as vezes até o livro didático não traz muito história, então teria que começar daí, tipo assim, eu acho que sempre deveria relacionar o assunto com um pouco de história sabe[...].”

Compreensão da situação relatada na unidade 7:

O sujeito percebe que nem os livros didáticos abordam essa questão da história. Acredita, então, que, para poder ampliar a História da Ciência no ensino, é preciso começar com uma mudança nos livros didáticos. Há várias discussões sobre a história que está apresentada nos livros didáticos, sendo assim, os professores devem tomar alguns cuidados, pois, muitos desses livros apresentam uma ciência de “[...] forma ímpar pelas observações, leis e teorias descritas em suas páginas [...]” (KUHN,1998, p. 20). Portanto, o professor deve ficar atento as histórias que estão sendo apresentadas nesses livros, e, dessa forma, procurar em outras fontes para não ficar somente presos aos livros didáticos.

Unidade de Significado 8:

“Minha formação não deu base para eu dar aula, eu aprendi tudo na escola, dar a aula mesmo eu aprendi na escola. A faculdade me deu uma noção pra você não ficar perdido, mas você tem que ir da aula mesmo e ir estudando, e em Física, como eu não sou da área, o primeiro ano que eu comecei a dar aula, nossa foi muito difícil, aí eu pegava algumas apostilas [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 8:

A formação inicial desse sujeito não deu base para ele conseguir ministrar as aulas, assim, ele comenta que aprendeu a ministrar aula na escola, a partir do contato com a realidade que o sujeito foi aprendendo e aprimorando suas metodologias em sala de aula. Esse sujeito também não é formado em Física, que dificulta suas preparações de aula, no conteúdo específico. Por esse motivo, ele opta por abordar apenas a parte Matemática, devido à segurança e domínio que ele tem.

Compreensão ideográfica do Sujeito 3

O sujeito comenta que trabalha um pouquinho com a História da Ciência, mas, no decorrer do discurso, explica que faz perguntas para os alunos sobre: Quem é Newton? O que ele fez?, essa é a parte histórica que ele apresenta para os alunos, ou seja, é uma pseudo-história. Abordar a parte histórica significa ir além de apenas saber quem foi o cientista. A História da Ciência é utilizada para mostrar para os alunos uma ciência não linear, uma ciência que foi construída a partir dos erros e não somente de certos, é mostrar um ensino contextualizado. Quando o professor não utiliza a História da Ciência, o ensino de Física não se mostra importante para os alunos, a maneira como o professor aborda desvincula-se da realidade deles, e o desinteresse pela disciplina se destaca.

Neste discurso, também apareceu que os alunos não gostam de Física porque tem muito cálculo. Isso acontece devido ao fato de o professor não abordar os outros aspectos da Física, permanecendo apenas no formalismo matemático. Isso ocorre devido a formação inicial do professor ser em Matemática. Nesse caso, o sujeito é formado em ciência, com habilitação em Matemática. No entanto, ele comenta que faz poucos anos que está ministrando aulas de Física, sendo, assim, espera-se que, no futuro, esse professor mude sua maneira de ministrar as aulas de Física, espera-se que ele utilize a História da Ciência para os alunos tirarem essa ideia de que Física é somente cálculo.

O sujeito sabe que, quando utiliza a História da Ciência, os alunos começam a participar mais de suas aulas. Contudo, o “caderninho” que ele utiliza não aborda essas questões, e ele não procura outras fontes para suprir a lacuna desse material.

Portanto, para ter uma ampliação no da História da Ciência, no ensino Médio, deve-se começar com a mudança dos livros didáticos e dos “caderninhos”, se nesses materiais apresentasse esse tema, os professores iriam, pelo menos, ter uma base para poder abordá-lo

em sala de aula. Entretanto, como o material de apoio que eles utilizam tem muito conteúdo, eles acabam optando por seguir apenas o “caderninho”, para, assim, conseguir cumprir todos os conteúdos apresentados.

Diante disso, os alunos não sabem como foi construído um conceito, o que os leva a entender que a Física é uma ciência pronta e acabada, e que foi desenvolvida apenas por gênios isolados.

É importante lembrar que esse sujeito declara em seu discurso que é conteudista, isto é, suas aulas são técnicas, nelas, o professor passa o exercício na lousa e os alunos copiam, o que conduz os alunos a uma reprodução sem consciência.

5.1.4 Sujeito 4

Unidade de Significado 1:

“Bom, o caderninho sai totalmente fora desse conteúdo. Mas, assim, para falar a verdade, eu uso esse caderninho mais como trabalho para eles, para eles fazerem em casa como forma de trabalho [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 1:

Ao fazer a pergunta norteadora desta pesquisa para o sujeito, este já começa dizendo que o “caderninho” não trabalha com este tema, ou seja, o sujeito já começa se justificando o motivo de não trabalhar com o tema, dando a entender que se o material não aborda o tema, o professor também não precisa abordar. O sujeito comenta que utiliza o “caderninho” como forma de trabalho para os alunos fazerem em casa a proposta é interessante, porém é preciso saber como este professor trabalha o conteúdo da apostila de uma escola particular, pois a proposta de uma escola particular é bem diferente de uma escola pública.

Unidade de Significado 2:

“[...] esse caderno é muito subjetivo, então assim eu trabalho muito em cima do material do objetivo (uma escola particular em que o sujeito dá aula), então pego as apostilas

do objetivo e trabalho em cima delas, como o conteúdo dessas apostilas são bem resumidas é uma matéria mais fácil, ai eu passo na lousa [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 2:

O sujeito comenta que o “caderninho” é muito subjetivo e por isso acaba trabalhando com o material de outra escola. O sujeito comenta que este material é melhor, pois é bem resumido e mais fácil, no entanto, acredita-se que o material de escola particular tem uma outra proposta, isto é, a escola particular prepara os alunos para o vestibular eles estão preocupados com o resultado e não com aprendizagem dos alunos. Sendo assim, as apostilas têm um foco maior em resoluções de exercícios e na memorização dos conceitos, acredita-se que por esses motivos o sujeito acredita que a apostila é mais fácil, pois é bem resumido os conteúdos.

Unidade de Significado 3:

“ Quando eu vou trabalhar a parte de queda livre com os alunos, eu trago um pouco da história, eu falo um pouco sobre Galileu Galilei, ai eu mostro que dois corpos de pesos diferentes, vão cair no mesmo instante, ai explico sobre a gravidade [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 3:

Diante deste discurso é possível perceber que o sujeito apresenta uma pseudo-história para seus alunos, sendo que, é abordado somente a vida de Galileu dando a entender que ele “descobriu” que os corpos com pesos diferentes caem ao solo no mesmo instante. De acordo com Martins (1990), o uso de contos sobre os cientistas, é uma pseudo-história, muitos professores acabam contando histórias da vida dos cientistas para prender a atenção dos alunos, mas, essas histórias podem apresentar algumas visões distorcidas dos cientistas.

Unidade de Significado 4:

[...] eu faço uma introdução antes de começar o falar de queda livre, mas essa introdução eu não tiro desse caderninho e sim do material da escola particular que eu trabalho. Então eu começo com Galileu e vou indo, mas eu faço isso utilizando esse outro material que eu tenho”.

Compreensão da situação relatada na unidade 4:

Mais uma vez é possível perceber a pseudo-história presente nas aulas deste sujeito, pois ao comentar que “começo com Galileu”, entende-se que não é abordado a história antes de Galileu. Desta maneira, os alunos têm uma forte tendência em acreditar que a ciência não é uma construção e sim uma descoberta realizada apenas por uma única pessoa. O sujeito também comenta que tira a história do material da escola particular, acredita-se que o material da escola particular está focado em preparar os alunos para os vestibulares, deste modo, pode-se imaginar que não há muita parte histórica nestes materiais.

Unidade de Significado 5:

“Eu acho importante mostrar essa parte da história da ciência, para os alunos, porque você prende atenção deles, tudo que você conta uma história antes, você prende atenção”.

Compreensão da situação relatada na unidade 5:

A maioria dos professores comentam que é importante mostrar a História da Ciência para os alunos, pois prende a atenção deles, no entanto, é preciso ficar atento que tipo de história estes professores estão utilizando em sala de aula. Para Martins (1990), as vezes os professores utilizam de contos para prender a atenção dos alunos, mas esses contos podem apresentar algumas visões distorcidas. Portanto, o professor precisa ficar atento e saber diferenciar o que é uma pseudo-história de uma História da Ciência, para não usar contos apenas para prender atenção dos alunos e sim promover uma ampla discussão em sala sobre o tema estudado.

Unidade de Significado 6:

“[...] então eu trabalho muito com história e fatos reais que eu já vivi também, sempre tentando trazer a física para a realidade deles, para não ficar muito distante”.

Compreensão da situação relatada na unidade 6:

Nesta fala do sujeito, percebe-se que ele está preocupado em trazer a Física para a realidade dos alunos, mas é preciso saber como ele está fazendo isso, se está trazendo exemplos só para mostrar que a Física está no cotidiano deles, ou se realmente discute os conceitos físicos e históricos sobre o tema estudado. Também é preciso ficar atento a que tipo de história está abordando em suas aulas, para essas não sempre histórias distorcidas, por isso é importante o professor saber o que é uma pseudo-história de uma História da Ciência.

Unidade de Significado 7:

“[...] os alunos são muitos fracos, e eles não gostam de Matemática, então na física eu tento trabalhar com essas histórias para eles não acharem que é a mesma coisa”.

Compreensão da situação relatada na unidade 7:

É possível perceber que o sujeito já subestima a aprendizagem dos alunos, ao comentar que “os alunos são muito fracos”, como o professor pode saber que o aluno é fraco, sendo que suas também são fracas, pois não abordar o conteúdo de uma forma contextualizada, uma aula dialogada, isto acaba tornando suas aulas fracas, sendo que eles não discutem sobre o tema.

Outro ponto importante é que o sujeito comenta que trabalha com a história para os alunos não acharem que Física é igual Matemática, pois eles não gostam de Matemática. Desta forma, percebe-se a falta de clareza que o sujeito tem entre a Física e a Matemática, e esta confusão é refletida nos alunos, para eles Física e Matemática são as mesmas coisas.

Unidade de Significado 8:

“A primeira coisa é mudar o material, tem que colocar pessoas coerentes, essas pessoas têm que vim aqui e ver, que este material não funciona para o vestibular, esse material não funciona [...]”

Compreensão da situação relatada na unidade 8:

O material didático é muito importante para os professores, principalmente porque muitos deles não têm a formação inicial em Física, no entanto, estes materiais trazem o conteúdo de uma maneira reduzida, o professor não tem base para saber complementar, por isso

é preciso que os professores estejam atentos aos materiais que estão utilizando em sala de aula. No caso deste sujeito, ele comenta que o material não é adequado para o vestibular, portanto, percebe-se mais uma vez que este sujeito está preocupado com o vestibular e não com a formação crítica dos alunos.

Unidade de significado 9:

“ [...] os professores da Rede Pública têm que dar aula o dia inteiro, ai chega em casa morto. Então, por isso, teria que ter um material melhor”.

Compreensão da situação relatada na unidade 9:

Os professores da rede pública sempre comentam sobre a falta de tempo, pois eles precisam ministrar aulas em vários períodos, para assim ter uma melhor condição de vida. No caso deste sujeito, ele comenta que material deveria ter uma melhor qualidade, para assim não precisar preparar suas aulas, pois não possui tempo suficiente para poder pesquisar e planejar suas aulas. Neste caso, percebe-se que a falta de tempo é um dos grandes obstáculos que os professores precisam enfrentar para conseguir ministrar uma boa aula, isto é uma aula mais dinâmica, com mais discussões, experimentos, utilizando metodologias diferenciadas e não ficando presos somente aos livros didáticos.

Compreensão ideográfica do Sujeito 4

Ao fazer a pergunta inicial para o sujeito, ele já começa dizendo que o “caderninho” sai totalmente fora desse conteúdo. Já de início, pode-se entender que o professor está justificando o motivo de não abordar o tema. Ao decorrer do discurso, o sujeito comenta que aborda este tema utilizando um material de uma escola particular, a proposta é interessante, pois percebe-se que o professor buscou em outras materiais maneiras diferentes em preparar sua aula. No entanto, é preciso tomar alguns cuidados, pois a escola particular tem uma perspectiva diferente de uma escola pública, sendo que a particular está preocupada com os resultados, com as notas e aprovações em vestibulares.

O Sujeito comenta que trabalha com a História da Ciência, no ensino de queda livre, porém, o que ele apresenta para os alunos é uma pseudo-história, sendo que, aborda apenas a vida de Galileu Galilei e ao tratar do tema ele já começa falando de Galileu. Sendo assim, os

alunos acreditam que o tema de queda de livre foi estudado apenas por Galileu, o qual este acaba sendo retratado como um herói para os alunos.

É possível perceber que este Sujeito também comenta a importância da História da Ciência em sala de aula, mas é preciso ter alguns cuidados, pois a maioria dos professores apresentam uma pseudo-história para os alunos. Em alguns casos, os professores utilizam de contos, idealizações para poder prender a atenção dos alunos, no entanto, esquecem de discutir todos os contextos históricos da época.

De acordo com Matthews (1995), a História da Ciência humaniza o conteúdo e promove uma melhor compreensão dos conceitos estudados. O Sujeito está preocupado em trazer a Física para a realidade dos alunos, mas é preciso ficar atento aos exemplos que este professor está abordando, é preciso contextualizar o conteúdo e não apenas mostrar exemplos.

Este sujeito também comenta sobre o material de apoio, o qual, este aborda o conteúdo de forma reduzida. Como o professor não tem sua formação inicial em Física, ele acaba tendo dificuldades em complementar este material, sendo assim, segue apenas o que está exposto, e assim não promove uma ampla discussão do assunto em sala de aula. Por esses motivos, há uma necessidade de mudança no material de apoio dos professores, como eles não tem base inicial, nem tempo suficiente para pesquisar e planejar as aulas, eles acabam utilizam apenas o material de apoio.

5.1.5 Sujeito 5

Unidade de Significado 1:

“Então aqui o ensino é bem fraquinho né, então a gente trabalha bem o básico, eu não trabalho com exercício complicado não ”.

Compreensão da situação relatada na unidade 1:

O professor já começa falando que o “ensino é bem fraquinho” e que trabalha somente o básico, percebe-se que este professor, assim como o sujeito 4 também, subestima a aprendizagem dos alunos e por esse motivo não trabalha com exercícios complicados e sim apenas o básico. Acredita-se que é complicado um professor saber se um aluno é fraco ou não quando ele não dá oportunidade para este aluno mostrar sua capacidade.

Unidade de Significado 2:

“ Na história da ciência, no tema das Leis de Newton, eu falo um pouco da vida de Issac Newton, mas bem básico. No caso de queda livre eu falo sobre a resistência do ar, aí faço aquele experimento, de uma folha amassada e a outra não, depois coloco uma folha em cima do caderno, passo alguns vídeos, mas só isso é bem básico [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 2:

Este sujeito comenta que trabalha com a História da Ciência, mas o básico, isto é, apenas apresenta a vida do cientista para os alunos, mas somente quando trabalha com as Leis Newton. Muitos professores acreditam que falando sobre a vida e obra de um cientista já está abordando a História da Ciência em suas aulas, no entanto, não percebem que isto é uma pseudo-história.

No caso de queda livre o sujeito não aborda nenhum aspecto histórico e nem comenta sobre os cientistas envolvidos na construção deste conceito, sendo assim, só apresenta os experimentos e os vídeos para os alunos de uma forma simples, entende-se que não uma ampla discussão sobre este assunto. Percebe-se que o conteúdo é apenas apresentado para os alunos, e os experimentos acabam tendo uma função apenas de visualização e não de discussão.

Unidade de Significado 3:

“Aqui eu sigo caderninho, e neste caderninho ele pincela muito as coisas, aí tem umas coisas lá que eles colocam, mas é inviável para o aluno fazer, eles nunca adequaram essa apostila, deste quando saiu, essa apostila é uma porcaria. Tem muita coisa repetitiva”.

Compreensão da situação relatada na unidade 3:

Todos os sujeitos comentaram que este “caderninho” traz o conteúdo muito reduzido, desta forma, o professor deve adequar ou complementar esse material nas suas aulas. Este sujeito comenta que nunca foi feita uma adequação deste material, e também percebe-se que ele também não aprendeu adequar suas aulas mediante a este material, em seu discurso é possível perceber, a sua raiva e desprezo pelo material, o qual faz até um xingamento.

Unidade de Significado 4:

“E neste caderninho é muito fraquinho a parte de história então as vezes eu passo um vídeo, para poder complementar um pouco, mas só”.

Compreensão da situação relatada na unidade 4:

O sujeito comenta que passa um vídeo para poder complementar as aulas, já que o caderninho é muito fraco na parte histórica. A parte histórica é um dos momentos mais importantes para ser apresentada para os alunos, pois oportuniza os alunos ter um ensino contextualizado, promovendo uma melhor compreensão dos conceitos. O professor precisa discutir com os alunos, todos os aspectos econômico, político e social, dá época de cada cientista, quando o professor diz que passa vídeos, entende-se que não há essa discussão em sala de aula, dando a entender que o vídeo é apenas um complemento.

Unidade de Significado 5:

“Eu acho importante apresentar a história da ciência para os alunos, por exemplo, você vai falar de eletromagnetismo é bacana, só que não adianta os alunos não se interessam”.

Compreensão da situação relatada na unidade 5:

A maioria dos sujeitos comentaram que é importante apresentar a História da Ciência para os alunos, porém, somente este sujeito disse que não adianta apresentar a história para os alunos que eles não se interessam. Já os outros sujeitos disseram que quando trabalham com a História da Ciência, aumenta o interesse dos alunos em suas aulas. Este desinteresse dos alunos devem ocorrer pelo fato do professor não trabalhar de uma forma coerente com a História da Ciência, pois em seu discurso, ele comenta a todo momento que trabalha só o básico, isso dá a entender que não há um aprofundamento nas discussões em sala de aula.

Unidade de Significado 6:

“ Os alunos só estão interessados naqueles experimentos que pega fogo, sabe. As vezes apresento um experimento, mas ai eles não se interessam muito, eles não têm curiosidade de

saber de nada. Então, se você faz um experimento que tem um fundamento, mas não tem um radicalismo, aí nossa eles ficam achando ruim, porque não tem graça”.

Compreensão da situação relatada na unidade 6:

Ao trabalhar com experimento em sala de aula, o professor precisa tomar cuidado para que os alunos não vejam esse momento como um espetáculo. O experimento tem que ter fundamento e estar aliado com o tema que está sendo estudado. O sujeito comenta que os alunos não estão interessados nos experimentos, no entanto é preciso saber como o professor está ministrando suas aulas, pois a todo momento ele culpa pelo desinteresse dos alunos. Acredita-se que se os alunos estão desinteressados é porque as aulas não estão fazendo sentido para eles, por isso, acaba desmotivando-os.

Unidade de Significado 7:

“A minha formação não me deu base para dá essas aulas não, eu fui aprendendo. Aqui nos temos uma capacitação, tem um pessoal vindo de fora, que estão dando uma capacitação para nós, esse ano já tivemos duas este ano, é bem legal, nós apresentamos nosso plano de aula para os nossos colegas [...]”.

Compreensão da situação relatada na unidade 7:

Percebe-se que a formação inicial deste sujeito, não deu base para ministrar as aulas, sendo que este foi aprendendo com o tempo, a partir do contato com a realidade que foi apreendendo e aprimorando suas aulas. O sujeito comenta que na escola os professores participaram de uma capacitação, sendo assim, percebe-se o quão importante é formação continuada desses professores, pois é na formação continuada que eles vão aprimorando e compartilhando seus conhecimentos com outros colegas da profissão.

Unidade de Significado 8:

“Sou formado em Ciências, com habilitação em física, mas as aulas eram todas puxadas para o lado da Matemática, então vou fala a verdade, eu fui aprendendo com o tempo, por mim mesmo, porque os professores eram muito ruins”.

Compreensão da situação relatada na unidade 8:

Neste trecho é possível perceber mais uma vez que a formação inicial deste professor não deu base para preparar as aulas, e essa aprendizagem ocorreu com a experiência em sala de aula. O sujeito comenta que suas aulas eram puxadas mais para o lado da Matemática é por isso que muitos professores Física apresentam apenas a parte Matemática para os alunos, pois a formação inicial deste sujeito também foi precária e desta forma, acabam reproduzindo o que foi aprendido.

Unidade de Significado 9:

“Eu acho que tinha que adequar esse caderninho, por exemplo, você pega lá um caderno de uma escola particular, você vê lá tem a história, é bem legal, ai tem uma figura de experimento. A nossa é muito ruim, não tem nada”.

Compreensão da situação relatada na unidade 9:

Este sujeito também comenta sobre a adequação no “caderninho”, todos os sujeitos comentaram que este material deveria sofrer alguns ajustes. Neste caso, o sujeito compara o “caderninho” com a apostila de uma escola particular, o qual ele se remete que a apostila é melhor pelo fato de trazer uma figura de experimento e um pouco de história. Essa não é uma comparação adequada a se fazer, pois, acredita-se que o “caderninho” deve ser reformulado, mas não com base nas apostilas de escolas particulares, sendo que esses dois materiais possuem focos bem diferentes um do outro. A escola particular esta preocupada com resultados e com aprovações em vestibulares, já a escola pública está preocupada com o processo, com a aprendizagem do aluno e com sua formação crítica.

Compreensão ideográfica do Sujeito 5

Este Sujeito, assim como o Sujeito 4, comenta a todo momento em seu discurso que trabalha somente o básico com os alunos, pelo motivo dos alunos serem “fraquinhos”. Mas, como um professor pode dizer que o aluno é fraco sendo que ele não dá oportunidade para o

aluno expressar seu conhecimento. Ao decorrer do discurso, percebe-se que não promove discussões em sala de aula, o professor apenas apresenta os conteúdos para os alunos.

Em relação a História da Ciência o Sujeito até comenta que é importante apresentar para os alunos, no entanto, ele diz que não aborda porque os alunos não se interessam. Por outro lado, o professor diz que trabalha somente o básico com a História da Ciência, ou seja, comenta apenas sobre a vida do cientista. Sendo assim, acredita-se é que por esse motivo que os alunos não se interessam pela a História da Ciência, pois o professor está apresentando uma pseudo-história para os alunos, e somente a bibliografia do cientista. Quando o professor não contextualiza suas aulas, os alunos acreditam que a ciência é uma verdade absoluta, no qual, não há mais nada para se discutir e que os conceitos que são aceitos hoje foram estudados apenas por uma única pessoa.

Sobre o tema de queda livre, o sujeito não apresenta nenhum aspecto histórico, apenas demonstra alguns experimentos para os alunos e em seguida mostra alguns vídeos. Diante dessa situação, o professor torna suas aulas cada vez menos atrativas, pois não há nenhuma discussão com eles sobre o tema estudado, sobre os aspectos históricos da época e também nem é comentado sobre os cientistas envolvidos na discussão deste tema. Logo, suas aulas não tem uma fundamentação histórica.

Durante o discurso o Sujeito comenta que desde a época que ele ministra aula nunca foi feita uma adequação neste “caderninho”, devido ele já ministrar aulas a muitos anos no Ensino Médio da rede pública, percebe-se que ele também não mudou suas aulas. É evidente em seu discurso que ele não tentou mudar sua metodologia em sala de aula, pois a todo momento ele comenta que sua aula é apenas o básico. O único recurso que ele utiliza em sala, são os vídeos, no entanto, esses vídeos são para complementar suas aulas, mas em seu discurso não aparece que após os alunos assistirem os vídeos é realizado uma discussão sobre o tema. Neste sentido, suas aulas acabam se tornando desinteressante para os alunos.

5.2 Convergências dos Discursos

Após finalizar a compreensão ideográfica de cada sujeito, nesta etapa, será realizada uma compreensão nomotética. Nessa compreensão, reúnem-se as Unidades de Significados em categorias, apresentando as convergências dos sujeitos (Quadro 1). Após definir as categorias, realizou-se uma compreensão eidética de cada uma, é importante ressaltar que as categorias encontradas emergiram a partir dos discursos dos professores.

Quadro 1: As convergências dos discursos, agrupadas segundo as categorias encontradas.

Categorias	Convergências				
	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3	Sujeito 4	Sujeito 5
1° Utilização da História da Ciência no ensino de Física	U1, U2, U3	U7	U3	U5, U6	U5
2° Abordagem do tema Queda dos Corpos	U4, U5, U6, U7	--	--	U3, U4	U2
3° Física associada com a Matemática	U1	U3	U3	U7	
4° Preocupação com a formalização Matemática	--	U4, U5	--		
5° Muito conteúdo nos “caderninhos”		U2	U6		
6° Mudança nos “caderninhos”	U13, U14		U7	U8	U9
7° Formação Inicial	U9, U10, U11	U6	U8		U7
8° Dificuldades enfrentadas pelos Professores	U15	U9	U4, U5	U9	

5.2.1 1ª Categoria: Utilização da História da Ciência no ensino de Física

Sujeito 1

U1: “[...] para contextualizar para os alunos qual era o contexto em que aquele conhecimento foi produzido, por que se não, os alunos têm uma forte tendência em achar que Física é resolver probleminhas de Matemática”.

U2: “[...] eu trabalho com a História da Ciência porque eu quero trazer por trás daquele conhecimento científico, quais eram as intenções daquelas pessoas que estavam produzindo, as tensões que existiam, os debates, os embates, os problemas vivenciados”.

U3: “[...] antes de queda livre na verdade eu trabalho um pouquinho com o contexto falando sobre a estrutura da matéria, e eu falo sobre o Aristóteles e sobre a escola aristotélica quando fala que os materiais eram compostos de quatro tipos de substâncias, e qual que era as propriedades das substâncias [...]”.

Sujeito 2

U7: *“Eu acho importante essa parte histórica, porque incentiva no aprendizado dos alunos e ajuda também.... acho muito essencial, acredito que as vezes até estimula os aluno querer aprender”.*

Sujeito 3

U3: *“E quando eu apresento um pouquinho da História da Ciência para os alunos, eu percebo que aumenta um pouco o interesse dos alunos, dependendo do assunto eles interessam,[...] então assim, eu percebo que eles interessam mais do que quando só fica na parte de resolução e exercícios[...]”, pois eles veem a Física como a Matemática, para eles a Física é pura Matemática, é muito cálculo”.*

Sujeito 4

U5: *“Eu acho importante mostrar essa parte da história da ciência, para os alunos, porque você prende atenção deles, tudo que você conta uma história antes, você prende atenção”.*

U6: *“[...] então eu trabalho muito com história e fatos reais que eu já vivi também, sempre tentando trazer a Física para a realidade deles, para não ficar muito distante”.*

Sujeito 5

U5: *“Eu acho importante apresentar a história da ciência para os alunos, por exemplo, você vai falar de eletromagnetismo é bacana, só que não adianta os alunos não se interessam”.*

Compreensão eidética das convergências na primeira categoria

A abordagem da História da Ciência é importante para o ensino de Física, sendo que, esta, promove uma melhor compreensão da construção dos conceitos. Além de despertar o interesse dos alunos, a história humaniza o ensino da Física (MATTHEWS, 1995), assim, aproximando-o de sua realidade. Por meio da história, o professor consegue contextualizar o ensinar, mostrando os problemas enfrentados pelos cientistas, e também, mostrando que a ciência está em constante construção. Quando o professor utiliza a História da Ciência, esta acaba motivando mais os alunos, pois, é recorrente na maioria deles confundirem Física com a Matemática.

Todos os sujeitos comentaram que ao abordarem a História da Ciência, os alunos se interessam mais em suas aulas, mas como pode ser visto na análise, apenas o sujeito 5 comentou que não adianta apresentar a História da Ciência para os alunos, pois eles não têm interesse em aprender. Por meio, deste discurso acredita-se que o professor não trabalha de uma forma coerente com a História da Ciência, por isso o desinteresse de seus alunos.

De outro lado, tem-se que apenas o Sujeito 1 utiliza de fato, a História da Ciência para contextualizar o ensino de Física aos alunos. Os outros Sujeitos, apenas comentaram da importância desta abordagem, no entanto, em suas aulas, quase não utilizam, ou apenas apresentam uma pseudo-história para os alunos. A partir dos discursos dos Sujeitos fica evidente a relevância da inserção da História da Ciência para o ensino de Física, no entanto, os professores precisam ficar atentos para não apresentar uma pseudo-história das ciências com visões distorcidas e empobrecidas.

5.2.2 2ª Categoria: Abordagem do tema Queda dos Corpos

Sujeito 1

U4: “[...] eu começo a partir dali porque Aristóteles foi o primeiro que é... de uma maneira não formal, mas acabou trazendo uma ideia, que é uma concepção que os alunos e as pessoas trazem até hoje, de que corpos com massas diferentes caem tempo diferente[...]”.

U5: “E aí ele dizia que a própria constituição da matéria era o responsável por fazer com que os corpos caíssem em tempos diferentes, então, a matéria era composta de ar, fogo, terra, e água. Então o lugar natural do ar e do fogo era para cima, lugar natural da água e da terra era pra baixo, então corpos que eram mais compostos de terra e água caíam com mais facilidade do que corpos que tinham na sua composição outros tipos de coisa”.

U6: “[...]a gente trabalho muito essa questão da concepção de Aristóteles também e também para justificar a queda dos corpos, mas junto com isso, a gente percebe que eles vão comentando coisas do dia a dia, eles falam: então por isso que as coisas acontecem; por isso que a gente tem essa impressão. Então a ideia por trás, é a compreensão do fenômeno, [...]”.

U7: “É muito interessante eles perceberem que corpos com pesos diferentes caem ao mesmo tempo se não houver nenhuma resistência agindo sobre eles, e aí a gente começa a falar sobre essa parte, depois a gente vai para a formulação Matemática, que é a parte onde a gente vai

então descrever o movimento em si, né, mas essa formulação Matemática eu não fico muito, muito, preso a ela, por conta de que ela é apenas uma um recurso adicional para compreensão”.

Sujeito 4

U3: “ *Quando eu vou trabalhar a parte de queda livre com os alunos, eu trago um pouco da história, eu falo um pouco sobre Galileu Galilei, ai eu mostro que dois corpos de pesos diferentes, vão cair no mesmo instante, ai explico sobre a gravidade [...]*”

U4: “[...] *eu faço uma introdução antes de começar o falar de queda livre, mas essa introdução eu não tiro desse caderninho e sim do material da escola particular que eu trabalho. Então eu começo com Galileu e vou indo, mas eu faço isso utilizando esse outro material que eu tenho”.*

Sujeito 5

U2: “ *Na história da ciência, no tema das Leis de Newton, eu falo um pouco da vida de Issac Newton, mas bem básico. No caso de queda livre eu falo sobre a resistência do ar, ai faço aquele experimento, de uma folha amassada e a outra não, depois coloco uma folha em cima do caderno, passo alguns vídeos, mas só isso é bem básico [...]*”.

Compreensão eidética das convergências na segunda categoria

No discurso do Sujeito 1 é possível perceber que ele contextualiza o ensino da Queda dos Corpos desde de Aristóteles, perpassando por todos conceitos que foram discutidos naquela época. Essa forma de abordar o ensino de Física é muito importante para os alunos, ao apresentar a construção desse conceito, por meio da História da Ciência, possibilita aos alunos entender que o pensamento deles é uma concepção do senso comum. Além disso, eles começam a fazer relações com situações do dia a dia. Depois que aluno de fato compreender o fenômeno, é que se deve ir para a formalização Matemática, de nada adianta o aluno decorar todas aquelas equações, sem fazer nenhum sentido, o que acaba tornando, um ensino de reprodução sem consciência.

O Sujeito 2 comenta que utiliza a História da Ciência no ensino de Queda livre, porém percebe-se que ele apresenta uma pseudo-história para seus alunos, sendo que, é abordado somente a vida de Galileu, o sujeito não comenta sobre os antecessores de Galileu, sendo assim, os alunos têm uma grande tendência em acreditar que a ciência não é uma construção e sim

uma descoberta realizada apenas por uma única pessoa. Já o Sujeito 3, apresenta apenas experimentos para os alunos e não aborda nenhum aspecto histórico e nem comenta sobre os cientistas envolvidos na construção deste conceito, desta forma, o conteúdo é apenas apresentado para os alunos, não promovendo uma ampla discussão sobre o tema.

Como visto, somente o Sujeito 1 aborda a questão da História da Ciência no ensino de Queda dos Corpos. Nos discursos dos outros Sujeitos (Sujeito 2 e 3) não aparece o ensino de Queda dos Corpos. Entende-se que a ausência dessa abordagem ocorre pelo fato dos professores se basearem somente no material de apoio (“caderninho”). Como este “caderninho” não aborda a História da Ciência, cabe ao professor a implementação desses conceitos, porém, não são todos que conseguem realizar esta tarefa.

5.2.3 3ª Categoria: Física associada com a Matemática

Sujeito 1

U1: “[...] para contextualizar para os alunos qual era o contexto em que aquele conhecimento foi produzido, por que se não, os alunos têm uma forte tendência em achar que Física é resolver probleminhas de Matemática”.

Sujeito 2

U3: “Os alunos não gostam de Matemática, e eles acham que Física é igual Matemática então eles não gostam”.

Sujeito 3

U3: “E quando eu apresento um pouquinho da História da ciência para os alunos, eu percebo que aumenta um pouco o interesse dos alunos, dependendo do assunto eles interessam,[...] então assim, eu percebo que eles interessam mais do que quando só fica na parte de resolução e exercícios[...]”, pois eles veem a Física como a Matemática, para eles a Física é pura Matemática, é muito cálculo”.

Sujeito 4

U7: “[...] os alunos são muitos fracos, e eles não gostam de Matemática, então na Física eu tento trabalho com essas histórias para eles não acharem que é a mesma coisa”.

Compreensão eidética das convergências na terceira categoria

A maioria dos Sujeitos comentam que os alunos têm uma forte tendência em achar que Física é igual a Matemática, sendo assim, eles não gostam de Física, pois, está baseada apenas em cálculos. Isso ocorre, devido muito professores utilizarem apenas a parte Matemática no ensino de Física. Neves (2005, p. 110) enfatiza que a “[...] ciência estabelece-se num processo que é discriminado, para uma melhor compreensão, em três etapas: a etapa filosófica, a etapa Matemática e a etapa tecnológica”. Dessa maneira, observa-se que muitos docentes dão ênfase somente na etapa Matemática, assim, este ensino acaba se desvinculando da realidade do aluno. Este formalismo Matemática acaba ocultando toda a compreensão do fenômeno que aluno poderia ter, por meio, da História da Ciência. As vezes a falta de clareza do próprio professor entre a Física e a Matemática e esta confusão é refletida nos alunos, para eles Física e Matemática são as mesmas coisas.

5.2.4 4ª Categoria: Preocupação com a formalização Matemática

Sujeito 2

U4: “[...]o conteúdo em si, na parte da cinemática, o caderninho não aprofunda muito essa parte, eu acho que fica muito indesejado, não tem aquelas contas interessante[...]”.

U5: “[...] eu acho que eles poderiam ter colocado e aprofundado um pouquinho e trazer contas em relação a isso.

Compreensão eidética das convergências na quarta categoria

Somente o Sujeito 2, enfatiza a todo o momento em seu discurso a sua preocupação com a formalização Matemática, este sempre relaciona o conteúdo com a Matemática. Nesse sentido, vê-se um ensino descontextualizado, um ensino baseado em memorização e reprodução de exercícios. Portanto, este ensino se distancia da realidade dos alunos, o que acaba tornando-o desinteressante e, assim, desmotivando-os. É por esses motivos que os alunos não conseguem romper com a imagem de que a Física e Matemática são iguais.

5.2.5 5ª Categoria: Muito conteúdo nos “caderninhos”

Sujeito 2

U2: “[...] esse caderninho, eu acho que é muito conteúdo é muita coisa que não dá tempo de trabalhar tudo, até o final desse semestre”.

Sujeito 3

U6: “Olha eu vou te falar, eu nunca consegui terminar esse caderninho, é muito coisa, [...] é muito conteúdo, [...] para dar tempo tem que pincelar um pouco os conteúdos, para dar tempo dos alunos verem um pouco de tudo, se ficar muito preso em um conteúdo só, não dá tempo de ver os outros conteúdos”.

Compreensão eidética das convergências na quinta categoria

Apenas o Sujeito 2 e o Sujeito 3 comentam que o “caderninho” que eles utilizam para ministrar suas aulas, tem muito conteúdo, desta forma, eles nunca conseguem terminar todos os conteúdos previsto no planejamento anual/semestral. Contudo, essa crítica sobre o material não apareceu durante o discurso do Sujeito 1, ele só comenta a respeito da maneira como está sendo abordado os conteúdos e não sobre a dificuldade em terminar o conteúdo. Logo, subentende-se que a maioria dos professores, que não tem uma formação inicial em Física, não conseguem terminar os conteúdos devido não ter uma base para conseguir analisar o que é relevante para a aprendizagem dos alunos. Neste sentido, percebe-se que estes professores (Sujeito 2 e Sujeito 3) estão preocupados em terminar todo o conteúdo, e não com aprendizagem dos alunos.

5.2.6 6ª Categoria: Mudança nos “caderninhos”

Sujeito 1

U13: “Então eu não utilizo muito esse “caderninho”, porque eu acredito que muitas vezes os alunos que estão aprendendo, eles precisam de uma linguagem um pouco diferente e uma maneira diferente de lidar com algumas coisas[...]”.

U14: “[...]esse caderninho já traz o conhecimento pronto, não aborda como que esse conhecimento foi construído [...]”.

Sujeito 3

U7: “[...] porque as vezes até o livro didático não traz muito história, então teria que começar daí, tipo assim, eu acho que sempre deveria relacionar o assunto com um pouco de história sabe[...]

Sujeito 4

U8: “A primeira coisa é mudar o material, tem que colocar pessoas coerentes, essas pessoas têm que vim aqui e ver, que este material não funciona para o vestibular, esse material não funciona [...]”

Sujeito 5

U9: “Eu acho que tinha que adequar esse caderninho, por exemplo, você pega lá um caderno de uma escola particular, você vê lá tem a história, é bem legal, ai tem uma figura de experimento. A nossa é muito ruim, não tem nada”.

Compreensão eidética das convergências na sexta categoria

A maioria dos sujeitos comentaram que deveria existir uma mudança no material de apoio que eles utilizam. Mas somente o Sujeito 1 comenta que essa mudança deveria acontecer, para melhorar aprendizagem dos alunos, pois ele comenta que o “caderninho” não utiliza uma linguagem adequada e que este apresenta o conhecimento de uma forma pronta e acabada, desta forma, este sujeito mostra a preocupação com a formação dos alunos.

Já os outros sujeitos comentam apenas que precisa adaptar os caderninhos a realidade dos alunos e que necessita uma ampliação sobre a História da Ciência. O Sujeito 4 comenta que o “caderninho” não prepara o aluno para o vestibular, sendo assim, este professor está preocupado com o vestibular e não com a aprendizagem dos alunos. O Sujeito 5 também compara o “caderninho” com as apostilas de escolas particulares, desta maneira, ele acredita que a mudança deste material teria que ter como a base a apostilas da rede privada.

Os sujeitos estão preocupados com o material de apoio que eles utilizam, a maioria comentou sobre uma possível melhora nesse material, mas a diferença entre estes professores, está na preocupação com a formação dos alunos.

5.2.7 7ª Categoria: Formação inicial

Sujeito 1

U9: *“Eu acho que eu tive uma boa formação, em relação ao que a gente vê por aí né. Não tive acesso a História da Ciência na minha formação, mas eu tive acesso a metodologia de ensino, onde a gente tinha a oportunidade de discutir várias formas de se ensinar”.*

U10: *“[...]eu acho que boa parte desse conhecimento, veio depois, pela motivação que a gente tem de procurar outros tipos de recursos [...], eu aprendi História da Ciência quando fiz uma capacitação, em curso que todo ano a USP oferece de extensão para professores das escolas públicas, [...] e aí eu fui aprimorando”.*

U11: *“[...] a gente tem na formação inicial uma formação muito para Física dura, forma-se e para aprender conceitos e ensinar conceitos e aprende ensinar daquela forma mais tradicional possível, e aí entra aquela questão, que eu comentei no início para você, de a gente vê um conhecimento separado do contexto em que ele foi produzido[...].”*

Sujeito 2

U6: *“Então, eu sou formada em Matemática e tive pouca aula sobre História da Matemática, e de Física eu não sei sobre a parte histórica”.*

Sujeito 3

U8: *“Minha formação não deu base para eu dar aula, eu aprendi tudo na escola, dar a aula mesmo eu aprendi na escola. A faculdade me deu uma noção pra você não ficar perdido, mas você tem que ir da aula mesmo e ir estudando, e em Física, como eu não sou da área, o primeiro ano que eu comecei a dar aula, nossa foi muito difícil, aí eu pegava algumas apostilas [...]”*

Sujeito 5

U7: *“A minha formação não me deu base para dá essas aulas não, eu fui aprendendo. Aqui nos temos uma capacitação, tem um pessoal vindo de fora, que estão dando uma capacitação para nós, esse ano já tivemos duas este ano, é bem legal, nós apresentamos nosso plano de aula para os nossos colegas [...]”.*

Compreensão eidética das convergências na sétima categoria

A formação inicial dos professores é essencial para realizar um ensino de Física mais humanizado. É recorrente nos discursos dos Sujeitos, a afirmação de que sua formação acadêmica não deu base para desenvolver um ensino com a abordagem de História da Ciência. Desse modo, vê-se uma lacuna na formação dos Sujeitos. É importante destacar, que apenas o Sujeito 1 é formado em Licenciatura em Física, no entanto, este também não teve disciplina de História da Ciência, mas, segundo ele as aulas de metodologias lhe deram uma visão sobre este ensino, assim, preenchendo a sua deficiência sobre o tema.

A partir do discurso do Sujeito 1, percebe-se que o curso de Licenciatura em Física está voltado mais para o bacharelado do que para a licenciatura, por isso, os futuros professores acabam tendendo uma visão fragmentada e descontextualizada do ensino. Já os outros sujeitos, que não são formados em Física, também comentam que suas formações estiveram mais voltadas para os assuntos conceituais e não processuais, assim, não se preocupando com os contextos históricos.

Portanto, está presente nos discursos dos Sujeitos, que eles foram aprendendo, a partir do momento em que começaram a ministrar suas aulas. No caso do Sujeito 1, este conhecimento foi aprimorado a partir de suas motivações em querer aprender, assim, realizando cursos de formação continuada, o Sujeito 5 também comenta sobre a importância da formação continuada. Sendo assim, para mudar o que os professores realizam dentro da sala de aula é necessário dar mais atenção na formação inicial docente, possibilitando uma formação mais completa.

5.2.8 8ª Categoria: Dificuldades enfrentadas pelos Professores

Sujeito 1

U15: “[...] eu sei que eu deveria usar outros recursos, mas estou com uma carga super complicada, por exemplo, eu poderia preparar um PowerPoint mostrando imagens, eu sei que tem vídeos na internet, mas infelizmente não dá pra fazer isso, muitas vezes, é... você escolhe uma vez ou outra, porque a gente tem muita coisa, infelizmente professor, tem que dar 30 ou 40 aulas por semana pra poder ter uma qualidade de vida mais ou menos[...]”.

Sujeito 2

U9: *“Então, quando eu não estou dando aula de Física, eu sempre pego aulas eventuais, então nunca sobra tempo, assim, para estudar, para preparar aula, infelizmente professor tem que dar várias aulas [...]”*

Sujeito 3

U4: *“Ah eu acho legal mostrar a parte histórica para os alunos, mas o número de aulas que a gente tem não dá tempo, se tivesse mais um pouquinho de aula [...]”*

U5: *“[...] as aulas são todas picadas, ai é ruim porque as vezes tem feriado, ou tem algum evento na escola, ai ocupa a aula, e a aula é 50min e até fazer os alunos ficarem quietos, na realidade você tem só meia hora de aula”.*

Sujeito 4

U9: *“ [...] os professores da Rede Pública têm que dar aula o dia inteiro, ai chega em casa morto. Então, por isso, teria que ter um material melhor”.*

Compreensão eidética das convergências na oitava categoria

Todos os Sujeitos apontam que o tempo é curto e que tem poucas aulas de Física por semana, e que a carga horária é exaustiva. O Sujeito 4 comenta que deveria melhorar o material de apoio dos professores, pois como eles não possui um tempo suficiente para poder preparar suas aulas, eles se baseiam apenas no material de apoio. Infelizmente, enquanto tiver uma desvalorização na carreira do professor, este terá que ministrar aulas em vários períodos, para assim, poder ter uma melhor qualidade de vida.

Se o professor fosse valorizado, teria que ministrar poucas aulas, desta forma, acredita-se que ele teria mais tempo para: estudar, planejar, realizar cursos de formação continuada, e assim preparar aulas utilizando vários recursos. No entanto, enquanto isso não ocorre, lamentavelmente os professores vão continuar tendo que escolher um único momento para poder realizar uma atividade diferenciada com seus alunos.

5.3 Compreensão nomotética geral dos discursos

Ao percorrer todas as categorias que emergiram mediante a pergunta norteadora, “O que é para você o uso da História da Ciência no ensino da Queda dos Corpos, na Física?”, foi possível perceber várias convergências e algumas divergências entre os discursos dos cinco sujeitos entrevistados.

Em relação à utilização da História da Ciência no ensino de Física, apenas o Sujeito 1 realmente trabalha com a história sobre o tema Queda livre. Esse professor contextualiza suas aulas, discute com os alunos, aborda os conceitos apresentados pelos cientistas desde Aristóteles até Galileu. Dessa forma, os alunos se sentem mais motivados em querer aprender.

No discurso desse sujeito percebe-se que ele realmente está preocupado com a formação dos alunos e com a aprendizagem deles, pois somente depois que o aluno entende o conceito, ele utiliza pedagogicamente a Matemática. Esse professor estimula a todo o momento a participação dos alunos em suas aulas e para que isso ocorra, ele sempre utiliza a História da Ciência. Assim, ele está estimulando o senso crítico dos alunos.

Já os outros sujeitos apenas comentam que é importante trabalhar a História da Ciência em sala de aula, e que ao abordar a história na sala de aula, aumenta o interesse dos alunos. No entanto, esses professores, fazem uma abordagem de uma pseudo-história em suas aulas, apresentando apenas contos ou a bibliografia de alguns cientistas. Já outros professores não comentam nada de História da Ciência, e ficam presos somente na formalização Matemática. Acredita-se que isso ocorre devido a maioria dos Sujeitos (Sujeito 2, Sujeito 3, Sujeito 4, Sujeito 5) terem sua formação inicial em outra área.

A pseudo-história está presente nas aulas de Física, pois muitos professores acreditam que só comentar sobre algum fato isolado já está abordando a História da Ciência em suas aulas. No entanto, isso constitui exemplos de pseudo-histórias. Assim sendo, os professores precisam ficar atentos a que tipo de história abordam em suas aulas, sendo que, da forma como ela é abordada, pode-se prejudicar a visão dos alunos sobre a ciência.

Os sujeitos também comentaram que os alunos associam Física a Matemática, mas, ao analisar os discursos deles, percebe-se que somente o Sujeito 1 tenta mudar essa visão dos alunos, utilizando a História da Ciência, enquanto os outros Sujeitos só comentam que os alunos, não gostam de Matemática, em consequência não gostam de Física. Entretanto, esses professores não mudam suas metodologias em sala de aula, para mudar a visão dos alunos. Isso ocorre pelo fato de os próprios professores não terem a clareza da diferença entre essas duas

disciplinas. Essa confusão é refletida em sala, sendo que eles, os professores, apenas apresentam a parte Matemática para os alunos, visto ser o conteúdo na qual eles têm mais domínio, lembrando que a maioria tem a sua formação inicial em Matemática.

No discurso dos professores, percebe-se que eles tiveram algumas lacunas em sua formação inicial. O Sujeito 1 é o único professor com formação inicial em Licenciatura em Física, mas, mesmo assim, ele comenta sobre algumas deficiências na Universidade. Já os outros sujeitos comentam que tiveram uma formação inicial descontextualizada, fragmentada e baseada em apenas resoluções de exercícios. Por esses motivos, esses professores reproduzem o que foi aprendido em suas formações inicial.

Devido às deficiências na formação inicial dos professores, muitos deles optam por seguir o material de apoio (“caderninho”). Contudo, todos os sujeitos elencaram alguma lacuna nesse material, como: a falta da História da Ciência, falta de exercícios, conteúdo reduzido, conteúdo fragmentado, linguagem inadequada e conhecimento pronto. Todos os sujeitos fizeram alguma crítica sobre o “caderninho”, porém, a diferença está naqueles que sabem como utilizar esse caderninho, ou seja, sabe complementar, adaptar a linguagem dos alunos e escolher o que é importante para eles.

Diante dos discursos, percebeu-se que a maioria dos sujeitos segue apenas o material de apoio, pois, como eles não têm uma formação adequada, acabam tendo dificuldade em saber adequar o “caderninho” para as aulas de Física. Somente o Sujeito 1 informou utilizar diferentes metodologias em suas aulas, enquanto o restante dos professores permanece preso nas resoluções de exercícios e em alguma pseudo-história.

Os sujeitos comentaram que deveria haver uma mudança nos “caderninhos” e que é preciso inserir mais a História da Ciência no material, para assim, eles poderem, pelo menos, ter uma base sobre o contexto. Como não tiveram acesso a esse conhecimento na formação inicial, fica complicado para eles inserirem em suas aulas. Uma outra dificuldade, citada por todos os Sujeitos, foi a questão do tempo, pois muitos precisam ministrar aulas em vários períodos. Desse modo, eles não têm tempo disponível para estudar e planejar aulas de qualidade. Por esse motivo, acabam optando por seguir apenas o material de apoio.

Tais argumentos nos permitem entender que a História da Ciência é importante para a formação dos alunos. Entretanto, para conseguir inserir esse tema nas aulas é preciso algumas mudanças, começando pelo material de apoio utilizado pelos professores e lhes proporcionar alguns cursos de formação continuada para que, assim, eles consigam amenizar suas deficiências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizar os estudos sobre a História da Ciência do conceito cinemática envolvendo a Queda dos Corpos e sobre a importância da História da Ciência no ensino de Física, foi realizado a análise dos discursos dos professores. Com bases nesses estudos, chega-se ao momento de voltar para o problema proposto no início deste trabalho: *Como os professores do Ensino Médio abordam a construção da História da Ciência ao ensinar Queda dos Corpos? Como esse tema é abordado no material de apoio dos professores? Dicotomia ou Convergência entre o discurso dos professores e o material de apoio?*

Por meio das análises dos cinco sujeitos envolvidos na pesquisa, foi possível perceber que somente um sujeito aborda a História da Ciência em suas aulas. O restante dos sujeitos apenas comenta sobre a vida do cientista e contam uma pequena história, isso mostra as pseudo-história presente nas salas de aulas. Desta forma, vê-se um ensino desconexo, descontextualizado e linear, tornando assim as aulas cada vez menos atrativas. A maioria dos sujeitos são conteudistas, apenas aplicam fórmulas Matemáticas e os alunos decoram para a realização de provas, no entanto, este ensino não faz nenhum sentido para os alunos.

O Sujeito 1 comenta que não utiliza o “caderninho” pelo fato de trazer o conteúdo pronto, sendo assim, ele aborda os conteúdos apresentado no material, mas de uma maneira diferente, trabalhando com História da Ciência em suas aulas. No caso do tema de Queda Livre, é possível perceber que ele aborda nas aulas o processo de construção do conceito e não apresentando de uma forma pronta. Conforme Matthews (1995), estudar a História da Ciência é interessante para entendermos a nossa herança cultural sobre os conceitos. Nesse sentido, este sujeito consegue fazer com que os alunos entendam seus pensamentos.

O processo de construção da História da Ciência converge com o processo de construção do conhecimento dos alunos (processo de aprendizagem). Observar, hipotetizar, colocar teorias ou percepções à prova sob certas circunstâncias, errar ou acertar e generalizar são comuns a ambos os processos. Neste sentido, o Sujeito 1 está preocupado com a formação dos alunos, como cidadãos críticos, pois a todo momento ele questiona e discute com eles, sendo assim ele está preocupado com a formação.

Ao contrário do Sujeito 1, tem-se o Sujeito 2, que foge a todo momento do tema da pesquisa, e só está preocupado com a formalização Matemática. Além da preocupação com a formalização Matemática, muitos dos professores, estão preocupados em apenas cumprir o “caderninho”. Em alguns momentos dos discursos dos outros sujeitos apareceu que o

“caderninho” tem muito conteúdo, e por este motivo, nunca conseguiu abordar todos assuntos. Com isso fica explícito a preocupação com obrigação de cumprir todo o material. Já o Sujeito 1 em nenhum momento mostra-se preocupado em terminar todos os conteúdos do “caderninho” e sim com aprendizagem. Sendo assim, percebe-se que a maioria dos professores, que não tem uma formação inicial em Física, não conseguem terminar os conteúdos devido não ter uma base para conseguir analisar o que é relevante para a aprendizagem dos alunos. Neste sentido, percebe-se que estes professores (Sujeito 2 e Sujeito 3) estão preocupados em terminar todo o conteúdo e não com aprendizagem dos alunos.

Ainda sobre o Sujeito 1, destaca-se ser ele o único formado em Licenciatura em Física, enquanto que o restante dos entrevistados tem uma formação inicial em Matemática. Desse modo, percebe-se que somente o Sujeito 1 aborda a História da Ciência em suas aulas. Acredita-se que a formação inicial do professor é um dos pontos para a dificuldade deles abordarem a História da Ciência em suas aulas, por isso, acabam presos no material de apoio e como não possuem uma base para complementar os conteúdos, acabam optando apenas pelo formalismo matemático.

Alguns sujeitos comentaram que o material de apoio do professor não aborda o tema de queda livre, porém, ao analisar o material, foi possível perceber que no volume 2 o tema, é apresentado de forma bem superficial, assim sendo, cabe o professor complementar este material. Neste momento, nota-se uma dicotomia entre o discurso dos professores e o material de apoio.

No entanto, entende-se que esses professores não trabalham o volume 2, por serem temas voltados para astronomia. Acredita-se que muitos deles se sentem inseguros para ministrar as aulas com essa temática, logo, alguns sujeitos comentaram ao longo da entrevista que sentem mais seguros em abordar apenas a parte Matemática, pois é essa área a qual eles possuem um maior domínio.

É importante destacar que a entrevista foi realizada com os professores no final do primeiro semestre de 2017, sendo assim, pode-se pensar que eles comentaram que o “caderninho” não aborda o tema de queda livre, pelo motivo desse tema está no segundo semestre. Porém, todos os sujeitos entrevistados, exceto o Sujeito 2 (primeiro ano ministrando aulas de Física), já ministram aulas de Física há vários anos, e a edição deste material de apoio é de 2014-2017, portanto se o professor ainda não trabalhou no ano que foi realizado a entrevista, este já deveria ter trabalhado nos anos anteriores. É notório que os professores não trabalham o volume 2 do “caderninho” em suas aulas, sendo assim, fica a seguinte dúvida: até que ponto existe uma obrigatoriedade deste “caderninho”?

Ao analisar os discursos dos professores, muitos deles comentam que seguem o “caderninho”, pois a escola obriga a utilização deste, também é presente nos discursos de alguns sujeitos, que utilizam apenas este material pelo motivo de não terem uma formação inicial em Licenciatura em Física, desta maneira, aborda apenas o que está exposto nele. Portanto, fica-se subentendido que a maioria dos professores se escondem por trás desses “caderninhos” para camuflar a suas deficiências na formação inicial.

Devido alguns professores comentarem o excesso de conteúdo no “caderninho” e por isso, não terem tempo disponível para conseguir abordar a História da Ciência, observa-se que para eles a História da Ciência não é pensada como uma forma de complemento e sim como um novo conteúdo, portanto, nota-se a falta de clareza desses sujeitos sobre o uso da História da Ciência nas aulas de Física.

Observa-se, nas escolas, que o “[...] ensino de ciências e de Física permanece inalterado, cumprindo seu papel de ensino dogmatizador e “desmemoriado”, no sentido de uma absoluta falta de historicidade” (NEVES, 1992, p. 224). Nesse sentido, entende-se que a inserção da História da Ciência nas aulas de Física é importante para os alunos se tornarem mais críticos e perceberem que a ciência é uma construção não linear. Contudo, é preciso mudar as práticas pedagógicas, para assim poder ter um ensino de Física mais humano e menos memorístico, tornando assim, as aulas de Física mais prazerosa e construtivista.

Alguns obstáculos foram elencados entre os sujeitos durante a entrevista, entre eles, foi encontrado: a falta de tempo disponível que estes tem para preparar as aulas, a falta de preparo devido a formação inicial, poucas aulas de Física disposta no currículo. Estes foram os obstáculos mais citados entre os professores, alguns também comentaram sobre o desinteresse dos alunos. Contudo, percebe-se que a culpa é sempre do outro, isto é, o culpado é o aluno desinteressado, a escola que não apoia o professor, o material de apoio. Portanto, é preciso fazer com que os professores percebam seu papel dentro da escola, que eles percebam seu papel no processo de aprendizagem dos alunos.

Becker (1994), comenta que a formação do professor realmente é um problema, pois, as vezes, suas concepções pode até atrapalhar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. É importante destacar, que não é somente a formação do professor que pode gerar alguns problemas no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, a vários outros fatores, e entre eles, pode-se destacar também, a utilização do material de apoio. A obrigatoriedade da utilização deste material limita o conhecimento do professor e do aluno, ou seja, acaba engessando a ação dos professores.

Sobre a formação dos professores é possível perceber a importância de um curso de formação continuada, isso fica evidente no discurso do Sujeito 1 e do Sujeito 5 quando eles comentam que sua formação inicial não lhe deu base para ministrar as aulas, desta maneira, eles foram aprendendo com o tempo e a partir dos cursos de formação continuada que a escola ofereceu. Percebe-se o quão importante é formação continuada desses professores, pois é na formação continuada que eles vão aprimorando e compartilhando seus conhecimentos com outros colegas da profissão.

Portanto, como a maioria dos professores possuem lacunas em sua formação inicial, dificuldades em complementar o material de apoio e concepções distorcidas sobre o uso da História da Ciência, fica-se a necessidade de um curso de formação continuada para estes professores. Pois, na formação inicial destes professores, eles foram expostos a aprendizagens tecnicista, visando apenas a aplicação de fórmulas Matemáticas. Logo, a exposição desses professores a conteúdo da História da Ciência irá ampliar a visão de mundo. Ao serem submetidos a um processo formativo na perspectiva do professor reflexivo-crítico, o professor poderá estabelecer relações entre os conceitos e seus procedimentos de ensino, modificando sua prática a partir das experiências confrontadas com a teoria.

Enquanto isso não ocorre, o ensino de Física nas escolas irá permanecer descontextualizado e com uma deficiência de História da Ciência, tornando assim o seu ensino cada menos atrativo para alunos. Desta forma, é necessária uma renovação nas aulas de Física o mais rápido possível, para assim, os alunos terem uma formação crítica e contextualizada.

REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**. v. 13, p. 179-195, 2004.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contra ponto, 1996.
- BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor**. Petrópolis: Vozes, 1994.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 3ed. 2003.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *et al.* **Pesquisa Qualitativa: segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Fenomenologia: confrontos e avanços**. São Paulo: Cortez, 2000.
- CACHAPUZ, Antonio. *et al* (org). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- CAMARGO, Eder Pires. **Um Estudo Das Concepções Alternativas Sobre Repouso e Movimento De Pessoas Cegas**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Faculdade de Ciências UNESP. Bauru, 2000.
- CASSIARI, Edna Ribeiro. **Uma reflexão a respeito de potencialidades e fragilidades na implantação do material da proposta curricular do estado de São Paulo 2008**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifca Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2011.
- CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2012.
- COHEN, I. Bernard. **O nascimento de uma nova Física: de Copérnico a Newton**. São Paulo: EDART – São Paulo Livraria Editora, 1967.
- DA VINCI, Leonardo. **Anotações de Da Vinci por ele mesmo**. Tradução: Marcos Malvezi. São Paulo: Madras, 2004.
- ÉVORA, Fátima Regina Rodrigues. **A revolução copernicana-galileanaa: origem, significado e inserção na história do pensamento científico-filosofico antigo e medieval**. Dissertação (Mestrado em Filosofia) Instituto de Filosofia e ciências humanas. UNICAMP. 1987.
- FEYRABEND, Paul. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1979.
- FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **Preparação dos professores para problematização da pseudo-história em materiais didáticos**. IX Congresso internacional sobre Investigación em didáctica de las ciências, Girona, p. 9-12, set. 2013.

GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Tradução e notas: Pablo Rubén Mariconda. 3ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

GALILEI, Galileu. **Dois novas ciências**. Tradução e notas: Letizio Mariconda e Pablo Rubén Mariconda. 2ª edição. São Paulo: Nova Stella. 1988.

GIL-PÉREZ, Daniel. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de história do pensamento científico**. Rio de Janeiro: Ed. Forense-Universitária, 1982.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 13ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LUCCA, Guilherme F. L. **Física em Classe**. Disponível em: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2011/07/iv-defenestacao-base-jump-de-skate-e.html>> Acesso em 2 de maio de 2017.

MARTINS, André Ferrer P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Joel. Uma visão fenomenológica da pesquisa sobre ansiedade. In DICHTCHEKENIAN, M.F.S.F.B (Org). **Vida e morte: ensaios fenomenológicos**. São Paulo: companhia ilimitada, 1988, p. 55-66.

MARTINS, Joel; BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **A Pesquisa Qualitativa em Psicologia: Fundamentos e Recursos Básicos**. São Paulo: Moraes, 1989.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A história das ciências e seus estudos na educação. p. xxi – xxxiv. In: SILVA, Cibele Celestino (ed). **Estudos e história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da sociedade brasileira de história da ciência**. v.9, p. 3-5, 1990.

MATTHEWS, Michel R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.3: p. 164-214, dez. 1995.

MENEZES, Ana Paula Sá. et al. Contribuição da História das Ciências e da Filosofia das Ciências no Ensino de Física. Revista **ARETÉ** – Revista Amazônica de Ensino de Ciências v.2 – n.2. p. 17- 43, 2008.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **Uma perspectiva fenomenológica para o professor em sua expressão do: “O que é isto, a Ciência”**. Tese (doutorado em Educação). Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas, 1991.

_____. O resgate de uma história para o ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v.9, n.3, p. 215-224, dez. 1992.

_____. A história da ciência no ensino de Física. **Revista Ciência & Educação**. n.5, p.73-81, 1998.

_____. Uma investigação sobre a Natureza do Movimento ou sobre uma História para a noção do Conceito de Força. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 543-556, Dezembro, 2000.

_____. **Lições da Escuridão**. Campinas: Mercado de Letras, 2002.

_____. **O que é isto, a Ciência? Um olhar fenomenológico**. Maringá: Eduem, 2005.

_____. **Memórias do invisível: uma reflexão sobre a história no ensino de física e a ética da ciência**. 2 ed. Maringá: Eduem, 2008.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. *et al.* Galileu fez o experimento do plano inclinado?. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 7, n. 1, p. 226-242, 2008.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Física Aristotélica: Por que não considera-la no ensino da Mecânica?. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n1; p.48-63, Abril, 1996.

POPPER, Karl. **The Logic of Scientific Discovery**. Ap. XI. Nova York, 1959.

PROJECTO FÍSICA. **Conceitos de movimento**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1978.

SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Caderno do professor. **Física Ciências da Natureza: Ensino Médio. 1º série. Volume 1**. São Paulo: Nova Edições, 2014 - 2017.

ZIMAN, John. **A força do conhecimento**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1981.

ANEXOS

Anexo A - Conteúdo do tema 1 – Grandezas do movimento: identificação, caracterização e estimativa de valores. Caderno do Professor, volume 1.

TEMA 1 – GRANDEZAS DO MOVIMENTO: IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTIMATIVA DE VALORES

Neste tópico, buscamos reconhecer os movimentos presentes em nosso dia a dia, identificar sua função e organizá-los, de forma a diferenciar os que se destinam ao deslocamento (transporte) dos que se destinam à rotação (como o giro das pás de um ventilador ou de um liquidificador). Entre os que realizam a rotação estão aqueles que ampliam nossa força, como o giro de uma chave de fenda ou o deslocamento por meio de uma alavanca ou roldana, e os que estão relacionados ao equilíbrio dos objetos, como o movimento da bicicleta que auxilia o ciclista a andar sem as mãos no guidão.

As Situações de Aprendizagem se desenvolvem em duas etapas: a primeira trata da identificação, caracterização e organização dos diferentes movimentos realizados no cotidiano. A segunda, do estudo conceitual e formal das grandezas que caracterizam o movimento, como velocidade, deslocamento, intervalo de tempo, trajetórias e percursos, estudo este realizado por meio de estimativas e medidas experimentais dessas grandezas e pelo uso das relações entre elas na solução de problemas.

Caso pretenda priorizar a diversidade de estratégias de aprendizagem e procedimentos fundamentais para o estudo da Mecânica, sugerimos que selecione as Situações de Aprendizagem 1, 3, 5, 6, 7, 8 e 9.

A justificativa dessa escolha assenta-se no fato de que a Situação de Aprendizagem 1 apresenta um elemento fundamental para o entendimento da proposta, elaborando um planejamento de curso com a participação dos alunos por meio do levantamento e da classificação de objetos do mundo dos alunos.

A Situação de Aprendizagem 3 discute o conceito de velocidade, utilizando como estratégia um procedimento experimental que caracteriza o conhecimento físico e estimula a produção da escrita por meio do relatório. A Situação de Aprendizagem 5 trata da necessidade de uma interação para alterar as características de um movimento, utilizando abordagem conceitual e trabalhando diretamente com a linguagem matemática. A Situação de Aprendizagem 6 discute o princípio fundamental do movimento: a conservação do momento linear. Para isso, utiliza um procedimento experimental qualitativo como estratégia e estimula a produção da escrita por meio de uma síntese. A Situação de Aprendizagem 7 retoma as características da conservação do momento linear utilizando uma estratégia de discussão conceitual, com abordagem abstrata e trabalho direto com a linguagem matemática. A Situação de Aprendizagem 8 sistematiza o conhecimento físico apresentado nas Situações de Aprendizagem deste Caderno e propõe, de forma lúdica, que esse conhecimento seja utilizado para avaliar e prever situações cotidianas que envolvem a variação da quantidade de movimentos. A Situação de Aprendizagem 9 enfoca os diagramas de força e sua aplicação no estudo do movimento e da estática dos corpos, com ênfase nas leis de Newton.

Esse conjunto de Situações de Aprendizagem trata dos principais conteúdos propostos no estudo dos movimentos: grandezas que caracterizam os movimentos, conservação da quantidade de movimentos, variações dos movimentos associados às interações e leis de Newton da Mecânica.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DO COTIDIANO^a

Esta primeira Situação de Aprendizagem inicia-se com um exercício de sensibilização que tem como objetivo fazer um levantamento dos movimentos realizados pelos alunos durante um dia e a identificação dos motivos pelos quais eles os realizam. A partir do reconhecimento das finalidades e das causas que

levaram à execução desses movimentos, eles são classificados, o que resulta em um planejamento das aulas. A relevância desse procedimento está no fato de o estudo dos movimentos se iniciar com elementos do mundo dos alunos e contar com a participação deles na organização do que será estudado.

Conteúdos e temas: movimentos que se realizam no cotidiano e grandezas relevantes para sua observação.

Competências e habilidades: utilizar terminologia científica adequada para descrever movimentos de situações cotidianas; identificar a presença de movimentos no cotidiano; classificar os movimentos reconhecendo as grandezas que os caracterizam; planejar o estudo dos movimentos contemplando as classificações efetuadas.

Sugestão de estratégias: atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

Sugestão de recursos: roteiro 1 de atividade em grupo visando identificar e classificar os movimentos e os elementos e grandezas que os caracterizam.

Sugestão de avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos sobre as grandezas e os elementos dos movimentos e sobre as formas de organizá-los em grupos a partir de suas características.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para iniciar a discussão sobre o movimento no nosso dia a dia, convide os alunos a refletirem sobre transporte, esportes, atividades de lazer, a fim de instigá-los a pensar

a respeito da importância do movimento em nossa vida. Também é interessante colocar como questão para debate: *O que seria a vida se não existisse movimento?*

O roteiro a seguir visa auxiliar os alunos a aprofundar essa reflexão.

^a Adaptado de: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Mecânica 1*. Pondo as coisas no lugar. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 5. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec1.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013.

Roteiro 1 – Reconhecendo os movimentos no dia a dia

1. Faça uma lista dos principais movimentos que você realizou hoje e dos movimentos de coisas e pessoas que chamaram sua atenção no decorrer do dia.

Os alunos deverão apresentar como resposta elementos sobre transportes, esportes, atividades de lazer, entre outros. Será comum a apresentação dos meios de transporte coletivo, como ônibus, trem, metrô, ou particulares, como carro, bicicleta, *skate*, patins, ou a locomoção a pé. Eles também podem citar movimentos de barcos e navios, de aviões e helicópteros, tanto de translação, em seu deslocamento, como de rotação, em seus componentes, tais como hélices, lemes, motores etc. Os movimentos de rotação devem aparecer principalmente no movimento da roda dos veículos de transporte, das hélices, ou de utensílios domésticos, como liquidificador ou ventilador.

2. O que foi necessário para realizar cada um desses movimentos (combustível, alimento, uma rampa, ter pernas, ter rodas etc.)?

Em cada um dos movimentos apresentados, deve-se identificar a fonte de energia para que ele possa ser realizado, como o uso de combustível fóssil ou de eletricidade, ou de fontes de energia química em geral, como os alimentos. Também podem ser identificados aspectos dos componentes que permitem a realização desse tipo específico de movimento, como ter pernas para andar, ter rodas etc.

3. Qual foi a finalidade de cada movimento?

Os movimentos apresentados podem ter como finalidade o transporte, como o movimento dos carros, ônibus, caminhões etc.; produzir movimento de rotação sem promover a translação, como acontece com a roda-gigante, o ventilador ou as pás de um liquidificador; girar para produzir ou controlar o deslocamento, como faz as rodas dos veículos, as hélices de barcos e aviões

etc.; produzir ou ampliar parâmetros de movimento, como faz o motor, o pedal da bicicleta, o volante etc.; a ampliação de força, como proporciona os lemes, remos etc. No caso de motocicletas e bicicletas, o movimento deles também equilibra forças.

a) Entre eles, quais movimentos tiveram a finalidade de deslocamento?

Identificar entre os movimentos citados quais tiveram a finalidade de deslocar ou de transladar objetos, corpos, pessoas, cargas, entre outros, de um lugar para outro.

b) Quais movimentos produziram giro?

Identificar entre os movimentos citados quais tiveram a finalidade de promover o giro, como hélices, pás de ventilador, roda-gigante, gira-gira, eixos, rodas etc.

c) O que foi utilizado para controlar os movimentos?

Identificar entre os movimentos citados quais precisaram de dispositivos para controlar o movimento, como volantes, remos, lemes, freios etc.

d) É possível ampliar a força ao realizar movimentos?

Sim, isso acontece quando são utilizados remos, sistemas de roldanas móveis, sistemas de transmissão de carros, marchas de bicicletas etc.

e) Em grupo, converse e identifique as semelhanças e diferenças dos movimentos realizados, o que é necessário para produzi-los e para controlá-los. Anote as conclusões do grupo.

Os movimentos poderão ser agrupados em relação às suas funções, mas também em relação às fontes de energia, como combustíveis fósseis de motores a gás, gasolina, óleos etc.; em relação ao uso da energia eólica (dos ventos), como em barcos a vela, *windsurf*, asa-delta, parapente; ou em relação ao uso da gravidade, como num carrinho de rolimã ou no *skate*.

4. Classifique tudo o que você levantou junto ao seu grupo e anote na tabela o que se desloca, gira, produz movimentos, controla movimentos, amplia força aplicada e equilibra forças.

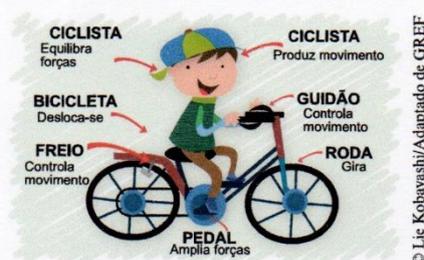


Figura 1.

Observe o exemplo apresentado na figura e identifique nela, em cada destaque, sua classificação. Depois preencha a tabela a seguir. Observe que alguns elementos podem aparecer em duas ou mais colunas, como o pedal, que controla o movimento, amplia a força aplicada e gira.

Os alunos provavelmente terão dificuldades quanto aos elementos que ampliam forças ou controlam o movimento. Mas a figura apresenta algumas pistas, portanto deixe que eles a discutam e auxilie-os para que o conjunto identificado seja suficiente para a classificação solicitada. Todos os itens apresentados pelos alunos devem ser classificados, o que poderá levar à inclusão de mais uma categoria chamada "outros".

Movimento		Forças			
Deslocam-se	Giram	Produzem movimento	Controlam movimento	Ampliam forças	Equilibram forças
Bicicleta	Roda	Ciclista	Guidão	Pedal	Ciclista
Avião	Hélices	Motor	Freio	Martelo	Ponte
Bola	Bola	Vento	Volante	Alicate	Balança
Foguete	Satélite	Gasolina	Trilho	Macaco	Bicicleta

Tabela 1.

Encaminhando a ação

Em relação ao item 1, cada grupo deverá relatar aos colegas dos demais grupos a sua lista de movimentos^b. À medida que são apresentados, escreva a lista na lousa para a classificação realizada no item 4.

A tabela montada ao final da atividade apresenta uma visão do que será abordado no curso de Física, que tem início com o estudo dos deslocamentos e giros, passa pela identificação das causas que produzem e controlam os movimentos, prossegue com enfoque nos instrumentos que ampliam as

^b Esse exemplo de classificação foi retirado das *Leituras de Física* do GREF. Embora seja possível estabelecer outras categorias de classificação, as utilizadas pelo GREF têm apresentado ótimos resultados para o estudo da Mecânica.

forças e termina com o estudo das condições que possibilitam o equilíbrio. Durante todo o estudo do movimento, ao longo deste Caderno, os alunos poderão consultar constantemente essa tabela para verificar se estão entendendo como a Física explica os movimentos.

Iniciaremos assim o estudo do movimento pela discussão das grandezas que podem caracterizar o movimento, em especial nos deslocamentos dos movimentos de translação, como quando precisamos nos locomover numa cidade ou viajar de uma cidade para outra.

Para contextualizar o assunto a ser discutido na próxima Situação de Aprendizagem, solicite aos alunos a Lição de casa:



Pesquise em livros, na internet e também pergunte a motoristas como são as placas que informam velocidade, tempo e distância na estrada e na cidade. Identifique suas principais características e as informações que elas apresentam ao motorista.

Verifique se os alunos, ao realizarem a pesquisa, destacam as grandezas físicas acompanhadas das unidades de medida apropriadas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 IDENTIFICANDO AS VARIÁVEIS RELEVANTES DE UM MOVIMENTO

Nesta Situação de Aprendizagem iniciaremos o estudo dos deslocamentos nos movimentos de translação. O primeiro passo é identificar as grandezas relevantes na descrição de um movimento, como deslocamento, tempo e velocidade, a partir da análise das placas de trânsito de ruas e rodovias. A seguir, com base no cálculo da velocidade de

um veículo por um medidor de velocidade fixo, será conceituada a velocidade instantânea. Para isso, partiremos novamente dos elementos da vida cotidiana dos alunos, portanto, uma proposta bastante diferente da encontrada nos livros didáticos, em que as grandezas que descrevem o movimento são definidas matematicamente.

Conteúdos e temas: movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação; conceituação de deslocamento, distância percorrida, intervalo de tempo, velocidade média, velocidade média escalar e velocidade instantânea.

Competências e habilidades: utilizar modelo explicativo de movimento para compreender os movimentos de translação; utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas.

Sugestão de estratégias: atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

Sugestão de recursos: roteiro 2 de atividade em grupo visando identificar e classificar três grandezas que caracterizam o movimento de translação.

Sugestão de avaliação: avaliar a capacidade do aluno de determinar a velocidade média de veículos, identificar as características da velocidade instantânea.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para dar início a essa etapa, convide os alunos a pensarem nas placas de sinalização existen-

tes nas estradas e nas vias urbanas. Organize-os em grupos para realização do roteiro a seguir.

Roteiro 2 – Velocidade: grandeza que caracteriza o movimento

1. Desenhe, pelo menos, cinco diferentes placas de sinalização de rodovias ou de vias urbanas. Aponte quais indicam distância, tempo e limite de velocidade.

Os alunos devem apresentar desenhos de placas de sinalização de trânsito. (Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/placas-de-sinalizacao?searchterm=placas+de+sinal>>. Acesso em: 4 jul. 2013). Também podem apresentar placas publicitárias que apresentam propaganda de restaurantes, hotéis, postos de combustível etc.

2. O que significam as placas que indicam distâncias, por exemplo: lombada a 300 m, restaurante a 3 km, próxima cidade a 22 km etc.? A lombada, o restaurante ou a cidade estão longe ou perto?

As placas indicam a distância a ser percorrida na via para chegar ao local indicado. Assim, algo a 300 m está mais próximo que algo a 3 km, que, por sua vez, está mais próximo que algo a 22 km.

3. O que significam as placas que indicam tempo, por exemplo: posto a 5 min, restaurante a 15 min etc.?

As placas indicam que, se o veículo desenvolver certa velocidade, usualmente a velocidade máxima permitida na via, a distância a ser percorrida até o local levará o tempo indicado.

4. Será que todos chegam a essas localidades no tempo indicado? Explique.

Só se chegará a esses locais no tempo indicado se for desenvolvida a velocidade com que o tempo foi calculado,

normalmente a velocidade máxima permitida. Em qualquer outra situação, como congestionamento ou deslocamento com velocidade menor que a máxima permitida, será necessário um período maior de tempo.

5. Pode-se demorar um tempo muito menor que esse? Explique.

Para levar um tempo muito menor do que o indicado, o motorista teria que exceder o limite de velocidade permitido, infringindo a legislação.

6. Para que servem as placas que indicam limite de velocidade?

Elas indicam qual é a maior velocidade permitida a ser desenvolvida por um veículo naquele trecho da via.

7. Por que a velocidade dos veículos é expressa em unidade de distância dividida por unidade de tempo, como km/h, m/s ou cm/s?

A velocidade é a taxa de variação do espaço em relação ao tempo. Por isso, é expressa em unidade de distância dividida por unidade de tempo: km/h no sistema métrico, cm/s no sistema CGS, m/s no Sistema Internacional de Unidades, milhas/h em carros importados ou milhas náuticas/h (nós) em navios e aviões.

8. Ao lado de uma placa de estrada, que indica o limite de velocidade de 90 km/h, há outra placa que mostra que a cidade de São Jorge dos Cascais está a 33 km.

- a) Ao avistar essas placas, respeitando o limite de velocidade, qual é o menor tempo que um motorista pode demorar para chegar à cidade?

Para calcular o menor tempo, deve-se dividir a distância pela

velocidade-limite, chegando-se a: $\frac{33 \text{ km}}{90 \text{ km/h}} = 0,37 \text{ h} = 22 \text{ min}$.

b) Caso 1: se um veículo demorar 25 min para chegar à cidade (tendo trafegado em velocidade constante), ele poderá ser multado por excesso de velocidade? Determine sua velocidade.

Não, pois ele demorou mais que 22 min, o que indica que trafegou em velocidade menor que a velocidade-limite. Para determinar a velocidade, utilizamos a distância percorrida, 33 km. Para determinar v_1 , utilizamos o tempo de 25 min, que corresponde a aproximadamente 0,41 h. Teremos $v_1 = 33 \text{ km}/0,41 \text{ h} = 80 \text{ km/h}$.

c) Caso 2: se um veículo demorar 20 min para chegar à cidade, ele poderá ser multado por excesso de velocidade? Determine sua velocidade.

Sim, já que ele demorou um tempo menor que 22 min, indicando que excedeu a velocidade-limite. Para v_2 , o tempo é de 20 min, ou 1/3 h, portanto $v_2 = 33 \text{ km} / 1/3 \text{ h} = 99 \text{ km/h}$.

d) Caso 3: se um veículo demorar 15 min para chegar à cidade, ele poderá ser multado por excesso de velocidade? Determine sua velocidade.

Sim, já que ele demorou um tempo menor que 22 min, indicando que excedeu a velocidade-limite. Para determinar v_3 , o tempo é de 15 min, ou 1/4 h, portanto $v_3 = 33 \text{ km} / 1/4 \text{ h} = 132 \text{ km/h}$.

e) Complete com os valores das velocidades obtidas nas três diferentes unidades de medida indicadas:

A tabela expressa os valores das velocidades obtidas em três diferentes unidades de medida. Perceba que os resultados estão aproximados com dois algarismos significativos.

V _{limite}	90 km/h	25 m/s	1,5 km/min
v ₁	80 km/h	22 m/s	1,3 km/min
v ₂	99 km/h	27 m/s	1,6 km/min
v ₃	132 km/h	36 m/s	2,2 km/min

Tabela 2.

Encaminhando a ação

Com base nas placas desenhadas pelos alunos na atividade 1, classifique-as segundo o que informam: 1. distância, 2. tempo e 3. velocidade. Várias placas serão classificadas em “outras”, como as que indicam pista escorregadia, animal na pista ou pista simples.

Da segunda à quinta atividade, a velocidade é abordada. Na quarta, a distância será percorrida em mais ou menos tempo, dependendo da velocidade do movimento. Na terceira, a necessidade da velocidade

fica bem mais clara. Utilizando os dados das placas de distâncias e as velocidades máximas estimadas, faça cálculos do tempo que levaria para percorrer as distâncias indicadas. Da mesma forma, proponha aos alunos que utilizem os dados das placas e os valores dos tempos para determinar as distâncias correspondentes, estimando valores de velocidades máximas.

Os textos a seguir chamam atenção para o conceito de velocidade média e instantânea, e a limite se aplica também à instantânea, não somente à média.



A estimativa da velocidade de um veículo na estrada e na cidade

A velocidade média de um veículo pode ser calculada partindo da medida da distância entre dois pontos estratégicos (uma árvore próxima à pista, o início de uma ponte, o final de uma curva, a distância entre duas placas indicativas de posição etc.). Isso possibilita determinar o tempo mínimo em que um veículo pode percorrer esse trajeto usando a velocidade máxima permitida. Nas estradas, os policiais ainda utilizam esse procedimento para determinar se um veículo ultrapassou o limite de velocidade: se um veículo percorrer o trajeto em um tempo maior ou igual ao calculado, ele está dentro dos limites de velocidade; mas, se percorrer o trajeto em um tempo menor, ele infringiu o limite de velocidade e deverá ser multado. O policial usará a distância percorrida entre dois pontos e a medida de tempo registrada para determinar a velocidade média do infrator, dividindo a distância percorrida pelo tempo medido.

Já nas cidades usam-se as lombadas eletrônicas. Elas possuem dois sensores de pressão localizados no asfalto, que determinam a distância percorrida pela roda do veículo, e um marcador digital de tempo, que identifica os infratores. O tempo é medido entre o disparo e o travamento do marcador por meio dos sensores de pressão fixados no chão, ajustados para acionar quando um veículo motorizado passa sobre eles (motocicletas pequenas e bicicletas muitas vezes não disparam o sensor). Há ainda lombadas eletrônicas que, além de medir, também indicam ao motorista a velocidade média do veículo em um painel eletrônico luminoso.

Elaborado por Marcelo de Carvalho Bonetti especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Quais são as semelhanças entre a determinação de velocidade em uma estrada, por policiais, e em uma lombada eletrônica?

Ambos definem dois pontos na via em que será determinada a distância percorrida entre eles e o intervalo de tempo decorrido entre a passagem pelo primeiro e segundo pontos. Para determinar a velocidade, calcula-se o resultado da divisão do valor obtido para a distância pelo valor obtido para o intervalo de tempo, determinando, assim, a velocidade média do veículo.

2. Se um policial determinar que um carro pode demorar 27 s para percorrer um trajeto e identificar um carro que demore 22 s, ele deverá multá-lo por excesso de velocidade? Justifique.

Sim, como o carro demorou um tempo menor para cumprir a mesma distância percorrida, ele necessariamente desenvolveu velocidade maior que a permitida. Portanto, deve ser multado.

3. Se um carro permanecer todo o tempo com a mesma velocidade, a velocidade determinada por esses dois modos (policial e lombada eletrônica) pode ser diferente da indicada no velocímetro? Explique.

Não, se o carro não alterar sua velocidade, a velocidade média corresponderá à velocidade instantânea em qualquer trecho. Assim, a velocidade média medida corresponderá à velocidade instantânea do carro.

4. Qual desses dois modos de determinar a velocidade média do carro pode apresentar resultados que se diferenciem mais do valor indicado no velocímetro do carro? Explique em quais situações as velocidades serão diferentes da indicada no velocímetro.

Na medida realizada pelo policial, os trechos a ser cronometrados são grandes (centenas de metros ou até

alguns quilômetros); assim, podem ocorrer variações da velocidade durante o trajeto, e a velocidade média pode ser bastante diferente da velocidade desenvolvida pelo carro. Se o motorista, por exemplo, realizar uma diminui-

ção brusca da velocidade motivada por um aviso de que há controle de velocidade, sua velocidade média diferirá bastante das velocidades indicadas no velocímetro ao longo do trecho.



A velocidade instantânea

Quando usamos uma distância grande para estabelecer a velocidade média, podemos ter uma grande precisão tanto na medida do deslocamento como na medida de tempo, mas o resultado final pode ser muito diferente das velocidades efetivamente desenvolvidas durante o movimento.

Por exemplo: suponhamos que um veículo que está acima da velocidade-limite permitida seja avisado por sinal de farol, dado pelo condutor de um veículo no sentido oposto, de que há policiais realizando visualmente o controle de velocidade. Se ele reduzir drasticamente a velocidade, deixará de ser multado porque a velocidade média calculada será menor que a que de fato tinha quando o motorista foi prevenido.

Assim, para aumentar a precisão, busca-se diminuir o intervalo de tempo e consequentemente diminuimos o tamanho dos espaços percorridos para medir a velocidade. Na cronometragem visual do policial, a distância empregada é de centenas de metros; já na lombada eletrônica, as medidas caem para alguns metros, chegando a milímetros em radares eletrônicos.

Quando o intervalo de tempo é cada vez menor, a velocidade se aproxima da denominada velocidade instantânea, ou seja, medir a velocidade usando intervalos de tempo muito curtos garante que a velocidade medida corresponda à velocidade efetivamente desenvolvida pelo veículo em um certo instante.

Entretanto, isso pode trazer dificuldades para realizar as medidas de tempo e de distância com precisão, já que elas são muito pequenas. Por exemplo, a 60 km/h um veículo percorre 1 km em 1 min ou 16,6 m em 1 s, ou ainda 1 m em 0,06 s.

Quando fazemos visualmente (e manualmente) medidas em tempos e distâncias muito pequenos, há imprecisões decorrentes do tempo de reação para acionar ou parar o cronômetro (em média 0,025 s). Se tentássemos medir a velocidade de um veículo a 60 km/h, enquanto ele percorre a distância de 1 m, a imprecisão seria quase de 100%, mas seria menor do que 5% se a medida fosse feita enquanto ele percorre 20 m, e ainda menor do que 0,1% se o veículo tivesse percorrido 1 km entre as duas tomadas de tempo.

Hoje, na maior parte das estradas, a velocidade instantânea dos veículos é medida com radar eletrônico por efeito *Doppler*, determinando a velocidade pela variação da medida da frequência de uma onda eletromagnética emitida pelo radar e refletida pelo veículo em

movimento. Nas cidades, esses radares foram apelidados de “pardais”, por ficarem presos a postes de iluminação. Há também os equipamentos portáteis, menores do que uma garrafa de refrigerante.

Para medir a velocidade instantânea, os velocímetros dos veículos traduzem o número de giros que os pneus dão em certo intervalo de tempo em uma medida de velocidade. Como a distância percorrida pelo veículo a cada volta da roda depende do raio do pneu, quando alguém troca a roda ou os pneus por outros de medidas diferentes, a indicação apresentada no velocímetro não corresponde à velocidade do veículo. Nesse caso, o velocímetro precisará ser calibrado novamente e sua indicação ajustada à velocidade do veículo.

Elaborado por Marcelo de Carvalho Bonetti especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Por que é mais difícil medir a velocidade média utilizando distâncias pequenas?

Isso ocorre porque, quanto menor for a distância, menor será o intervalo de tempo para cumprir o trajeto. Dessa forma, ao percorrer pequenas distâncias, fica mais difícil medir o intervalo de tempo com precisão. Como o erro associado à medida do tempo fica mais acentuado, há maior incerteza na velocidade média determinada.

2. Qual é a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea?

A diferença está no intervalo de tempo. A velocidade instantânea é a velocidade média determinada quando o intervalo de tempo tende a zero, ou seja, é tão pequeno que não há variação significativa da velocidade nesse trecho. A velocidade assim determinada apresenta uma correlação com aquela desenvolvida.

3. Qual é a distância percorrida a cada volta do pneu com diâmetro de 55 cm?

A cada volta do pneu, o veículo desloca-se por uma distância que corresponde ao perímetro do pneu, que pode ser determinado para o pneu com 55 cm de diâmetro por: $\text{perímetro} = 2 \cdot \pi \cdot r = \pi \cdot 2 \cdot r = \pi \cdot \text{diâmetro} = 3,14 \cdot 0,55 \text{ m} = 1,7 \text{ m}$.

4. Qual será a velocidade desenvolvida por um veículo equipado com esse pneu se o pneu der 600 voltas por minuto?

Com 600 voltas por minuto, a distância percorrida em um minuto corresponderá a $1,7 \text{ m} \cdot 600 = 1020 \text{ m}$, cerca de 1 km. A velocidade pode então ser estimada em $1 \text{ km/min} = 60 \text{ km/h}$.



1. Pesquise em livros ou na internet e busque ajuda de um mecânico para identificar como o giro dos pneus se conecta com o indicador do velocímetro. Pergunte quais são as diferenças entre os velocímetros mecânicos e os velocímetros eletrônicos.

2. Reúna-se em grupo e faça pesquisas sobre os limites máximos de velocidade. Para isso, consulte o Código Nacional de Trânsito e sites em que há informações sobre as estradas e sobre as regras de trânsito nos perímetros urbanos.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

ESTIMANDO VALORES DE GRANDEZAS DOS MOVIMENTOS

Nesta Situação de Aprendizagem propomos o desenvolvimento da habilidade de escolha de procedimentos e equipamentos adequados para a realização de medidas, por meio da determinação das velocidades

dos veículos que trafegam em vias próximas da escola. Trata-se de uma atividade experimental que deve ser realizada em grupo e com bastante cuidado por envolver ações na calçada.

Conteúdos e temas: características comuns e formas de sistematizar os movimentos segundo trajetórias, variações de velocidade etc.; estimativas e escolha de procedimentos adequados para a realização de medidas.

Competências e habilidades: descrever e comparar características físicas e parâmetros de movimentos de veículos e outros objetos em diferentes linguagens e formas de representação.

Sugestão de estratégias: discussões em pequenos grupos para propor procedimentos com proposta de fechamento em grande grupo, a fim de estabelecer um procedimento comum a todos; atividade experimental em dupla; organização de informação em tabelas; elaboração de relatório científico.

Sugestão de recursos: roteiro 3 de atividades em grupo visando a determinar a velocidade média dos veículos; trena, régua, fita métrica; relógio ou cronômetro.

Sugestão de avaliação: avaliar a capacidade dos alunos de propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de espaço e tempo para determinar a velocidade média; avaliar a capacidade dos alunos de executar o procedimento e determinar essa velocidade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Caso você conclua que a execução dessa atividade fora da escola oferece risco aos alunos ou traz problemas institucionais, proponha o uso da quadra esportiva ou do pátio interno para avaliar a velocidade das pessoas andando ou correndo ou de bolas rolando pelo chão. Você também pode propor um jogo,

marcando trajetórias no chão da quadra, em que parte dos alunos participará simulando carros e semáforos e outra parte determinará a velocidade.

Para iniciar essa etapa, proponha a seguinte situação-problema aos alunos: *Qual é a velocidade dos veículos que trafegam perto da escola?* Depois, organize-os em grupos e proponha o roteiro 3.

Roteiro 3 – Determinando a velocidade de veículos

1. Elabore com seus colegas um procedimento para determinar a velocidade de um veículo. O que medir e como? Com quais equipamentos serão feitas as medidas? Quantos veículos terão sua velocidade determinada? Cada grupo deve apresentar a sua proposta para a classe.

É importante que a atividade seja apresentada aos alunos como uma situação-problema a ser solucionada experimentalmente, e que eles proponham procedimentos para resolvê-la, o que diz respeito também à escolha dos equipamentos a serem utilizados (trena, régua, fita métrica, passos, cronômetro, relógio etc.) e à discussão sobre sua adequação. Por que a trena é melhor que a régua e a fita métrica? A régua é melhor que o passo? Deve-se mostrar que o equipamento escolhido depende da precisão que se quer e que se pode obter. Também é importante escolher a quantidade de veículos para responder à questão colocada e verificar a pertinência de discriminação entre eles. Afinal, uma motocicleta terá velocidade média maior que um caminhão se ambos partirem do repouso, mas, se eles já estiverem em movimento, suas velocidades médias podem ser iguais, ou próximas. Os alunos devem elaborar um procedimento que determine

a distância e o intervalo de tempo para cada veículo percorrer o trajeto entre os dois pontos. Você deve sistematizar as várias propostas e ajudá-los a definir uma única para todos os grupos.

2. Com um colega, desenvolva as atividades previstas no procedimento escolhido pela classe. Use o instrumento escolhido (fita métrica, trena, passo etc.) para medir a distância entre os dois pontos determinados, por exemplo, de uma esquina a outra de um quarteirão. **Atenção: faça isso sobre a calçada, para não correr risco de atropelamento.**

Distância percorrida: _____ m.

Resposta específica para cada procedimento adotado. O relevante é que se defina a distância percorrida entre os dois pontos escolhidos para a determinação da velocidade média.

3. Marque a seguir o tipo de veículo (carro, motocicleta, caminhão, bicicleta etc.) e o tempo em segundos.

A resposta dependerá de cada veículo selecionado na amostragem e da medida de tempo que deve ser realizada em campo.

Veículo (tipo)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (km/h)

Tabela 3.

4. Calcule a velocidade média de cada um dos veículos e registre-a também. Transforme em km/h os valores obtidos em m/s e coloque-os na tabela anterior.

Nessa questão, deve-se determinar a velocidade dividindo a distância percorrida pelo tempo medido e completar a tabela. É preciso também realizar as transformações de unidade.

5. Qual é a velocidade dos veículos que trafegam perto da escola?

A resposta à questão apresentada poderá ser feita de várias formas, por exemplo: tirando a média das velocidades dos veículos (em média, a velocidade dos veículos é...); apresentando um histograma; ou relatando os resultados de forma geral. Essa retomada é bastante importante, pois, em geral, o aluno faz a experiência por fazer e não a encara como um problema a ser resolvido. A média aritmética das velocidades dos veículos é obtida pela soma de todas elas dividida pelo número de veículos considerados. Se for possível identificar diferenças entre as velocidades por tipo de veículo, pode-se separar em faixas de velocidade, por exemplo: velocidade das motocicletas, velocidade dos carros, velocidade dos caminhões etc.



1. Elabore um relatório sobre como foi realizada a determinação da velocidade dos veículos nas proximidades da escola, descrevendo os seguintes itens:

- ▶ objetivo da experiência: o que o grupo queria medir;
- ▶ procedimento adotado para realizá-la e instrumentos utilizados: como vocês fizeram as medidas e como determinaram a velocidade dos veículos;
- ▶ conclusões: velocidades que foram determinadas por seu grupo e pelos de seus colegas e a velocidade média dos veículos que trafegam perto da escola.

Entregue o relatório produzido pelo grupo ao professor, na data agendada por ele.

No relatório, observe se o objetivo está claro para os alunos, se o procedimento realizado está devidamente caracterizado com explicações que possibilitem ao leitor a reprodução do experimento, se os dados são apresentados de forma organizada, se os alunos conseguiram determinar a velocidade média

e que conclusões conseguiram organizar por meio de todo esse processo.

2. Explique o que aconteceria com a indicação de um velocímetro se o proprietário de um carro trocasse a roda original por uma com o dobro do raio e responda: qual seria a velocidade real do carro quando o velocímetro marcasse 60 km/h?

Como o raio dobra de tamanho, o perímetro também dobrará, por isso, a cada volta do pneu, a distância percorrida será o dobro da esperada, portanto, o velocímetro marcará 60 km/h quando o carro estiver a 120 km/h.

3. Carroças com tração animal desenvolvem velocidade menor do que um automóvel moderno, que por sua vez é menos rápido que um avião a jato. Estime e pesquise sobre a velocidade dos movimentos indicados e, em seu caderno, coloque-os em ordem crescente de velocidade máxima.

pessoa caminhando – bala de revólver –
 flecha – lesma – golfinho nadando – tar-
 taruga – Terra deslocando-se ao redor do
 Sol – corredor olímpico – satélite artificial
 geoestacionário – bola de futebol – som no
 ar – som na água – a luz – bicicleta – pardal
 voando – paraquedas – avião a jato – avião
 supersônico – foguete – estação orbital

As maiores velocidades são: a da luz, seguida da Terra deslocando-se ao redor do Sol, seguida do satélite artificial. Já as menores velocidades são: a do paraquedas, seguida da pessoa caminhando, seguida da tartaruga e a menor de todas é a da lesma. Os dados relativos a essas velocidades devem ser pesquisados e deve ser completada toda a sequência crescente de velocidades, que se inicia com a da lesma e termina com a da luz.

Encaminhando a ação

Ao final da discussão dos procedimentos propostos, deve ficar claro aos alunos que a velocidade será determinada pela medida de uma distância e de um intervalo de tempo.

Não deixe de discutir o problema que ocorre se a distância considerada for pequena em razão do erro associado à medida da distância e do tempo.

Caso você entenda que não há tempo suficiente para a elaboração do relatório durante a aula, os alunos poderão realizá-lo como atividade extraclasse.

O conceito de velocidade deverá ser generalizado como taxa de variação temporal, utilizando outros exemplos, como determinar a velocidade de crescimento de cabelos, unhas, altura ou massa de uma pessoa, perímetro encefálico de uma criança etc., ou a velocidade de consumo de produtos, como xampu, creme dental, saco de arroz, pó de café etc.

Para desenvolver mais o assunto desta Situação de Aprendizagem, você pode utilizar os exercícios apresentados a seguir.

Desafio!

Descubra como os aparelhos de GPS (Sistema de Posicionamento Global, por satélites) calculam e indicam a velocidade e a posição instantaneamente.



Vamos ampliar a ideia de velocidade, percebendo que ela pode ser utilizada para identificar qualquer rapidez ou taxa de variação temporal.

Um exemplo disso é um motorista poder determinar o consumo de combustível em relação ao tempo que dura o conteúdo de um tanque.

1. Elabore um procedimento para determinar a rapidez com que ocorre o crescimento de

cabelos, unhas, altura ou a variação temporal da massa de uma pessoa durante uma dieta alimentar. O que medir e como? Com que equipamentos serão feitas as medidas? Determine as velocidades ou taxas de crescimento.

O que é determinante para o acerto dessa questão é a proposição da medida da variação do tamanho e do tempo para determinação da velocidade. O uso de réguas, trenas ou fita métrica dependerá do tamanho a ser medido. Para a unha, o mais comum seria a régua. É relevante que a menor divisão do instrumento seja em milímetros, já que o crescimento mensal é dessa ordem de grandeza. Medidas de tempo em segundos são despropositadas para processos lentos, assim como medidas de tamanho da unha em metros. Ainda que essas medidas não estejam erradas, devem ser devidamente discutidas com os alunos caso apareçam nas respostas. O procedimento adequado é aquele em que a unidade utilizada seja de milímetros por mês. Alguns alunos incorrerão no erro de determinar velocidade usando o tamanho do cabelo e não sua variação, isso precisa ser diagnosticado e corrigido por você. Para a medida da massa corporal de uma pessoa, deve-se utilizar uma balança. A precisão mais comum é em quilogramas (kg), mas existem balanças de farmácia com precisão de décimo de quilo ou de consultório médico com precisão de centésimo de quilo. O tempo também é um fator a ser levado em consideração; dependendo da hora do dia que é feita a medida da massa, podemos identificar diferenças no valor obtido, isso porque a quantidade de líquido retido pelo organismo varia ao longo do dia e em função das refeições realizadas.

2. Elabore um procedimento para determinar a rapidez do consumo de produtos que você usa em sua casa, como sabonete, xampu, creme dental, arroz, pó de café etc. O que medir e como? Com que equipamentos serão feitas as medidas? Determine as taxas de consumo.

O que é determinante para o acerto da questão é a proposição da medida da variação da quantidade e do tempo para determinar a velocidade. O procedimento é equivalente ao descrito na questão anterior.



1. Identifique na figura os movimentos e suas características. Aponte e anote o que se desloca, gira, produz movimentos, controla os movimentos, amplia a força aplicada ou equilibra forças.

© Extreme Sports Photo/
Alamy/Glow Images



Figura 2.

Pode-se perceber o deslocamento do surfista e da onda, o giro da onda. O deslocamento da onda produz o deslocamento do surfista, a prancha controla os movimentos, o surfista equilibra forças.

2. Determine a velocidade média para as seguintes situações.

- a) Em uma estrada, um carro passa pela placa que indica a posição 15 km e após 3 min e 20 s passa pela placa que indica a posição 9 km.

Velocidade = distância percorrida/intervalo de tempo.

$$v = (9 - 15) \text{ km} / 200 \text{ s}; v = -6 \text{ km} / 200 \text{ s}, \text{ ou seja,}$$

$$v = -6 \text{ 000 m} / 200 \text{ s} = -30 \text{ m/s} = -108 \text{ km/h.}$$

O sinal negativo da velocidade indica que o carro se deslocou em sentido contrário à orientação da trajetória, isto é, movimento retrógrado.

- b) Um avião comercial demora 45 min para ir do aeroporto de Congonhas, em São Paulo, ao aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro. Use um mapa para determinar a distância entre os aeroportos ou consulte uma tabela de distâncias entre aeroportos que pode ser encontrada em algumas agendas ou na internet.

Velocidade = distância percorrida/intervalo de tempo.

$$\text{Distância aproximada de 365 km, tempo 45 min: } v = 486 \text{ km/h.}$$

- c) Um velocista corre 100 m em 9,9 s.

Velocidade = distância percorrida/intervalo de tempo.

$$v = 100 \text{ m} / 9,9 \text{ s}; v = 10 \text{ m/s.}$$

GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de aprendizagem
Situação de Aprendizagem 1	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Utilizar terminologia científica adequada para descrever movimentos de situações cotidianas. ▶ Identificar a presença de movimentos no cotidiano. ▶ Classificar os movimentos identificando as grandezas que os caracterizam. ▶ Planejar o estudo dos movimentos contemplando as classificações efetuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Executar procedimento de determinação da velocidade. ▶ Identificar grandezas que caracterizam o movimento. ▶ Classificar os movimentos em categorias.
Situação de Aprendizagem 2	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Utilizar modelo explicativo de movimento para compreender os movimentos de translação. ▶ Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas. ▶ Analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reconhecer variáveis que caracterizam movimentos de translação. ▶ Reconhecer a velocidade como taxa de variação temporal das posições no espaço. ▶ Identificar distância (ou deslocamento) e tempo como variáveis que caracterizam o movimento de translação. ▶ Estimar o tempo, a distância (ou deslocamento) ou a velocidade, determinando um deles a partir dos dois outros.

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▶ Compreender características comuns e formas de sistematizar os movimentos segundo trajetórias, variações de velocidade etc. ▶ Fazer estimativas e escolha de procedimentos adequados para a realização de medidas. | <ul style="list-style-type: none"> ▶ Propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de espaço e de tempo para determinação da velocidade. ▶ Executar o procedimento e determinar a velocidade. ▶ Identificar diferentes unidades de medida de uma mesma grandeza. ▶ Organizar informações em tabelas e histogramas. ▶ Realizar relatórios de atividades experimentais. ▶ Identificar diferentes formas de representar o movimento, com trajetórias, gráficos, funções etc. ▶ Generalizar o conceito de velocidade como taxa de variação em relação ao tempo. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. (Concurso PEBII-SP – 2007) A tradicional corrida de São Silvestre, no Brasil, ocorre no dia 31 de dezembro desde 1925. Ao longo desses anos, o percurso foi modificado inúmeras vezes, tendo tido no mínimo 5 500 metros e no máximo 15 mil metros. A maior velocidade média desenvolvida nessa corrida foi de, aproximadamente, 6,3 metros por segundo, em uma prova em que o vencedor obteve a marca de 23 minutos e 26 segundos em um percurso com
 - a) 6 200 metros.
 - b) 7 000 metros.
 - c) 7 600 metros.
 - d) 8 900 metros.**
 - e) 9 200 metros.
$$V = 6,3 \text{ m/s}; \Delta t = 23 \text{ min e } 26 \text{ s} = 23 \cdot 60 + 26 = 1\,380 + 26 = 1\,406 \text{ s}$$

$$\Delta s = V \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 6,3 \cdot 1\,406 = 8\,857,8 \text{ metros.}$$

2. (Concurso PEBII-SP – 2007) No Estado de São Paulo, é comum que as estradas apresentem dois diferentes limites de velocidade; um para caminhões e ônibus e outro para automóveis. Na Rodovia dos Bandeirantes, por exemplo, essas velocidades são, respectivamente, 90 km/h e 120 km/h. Um automóvel entra nessa rodovia 10 minutos depois de um caminhão, sendo que ambos trafegam com a velocidade máxima permitida. Pode-se prever que o automóvel irá ultrapassar o caminhão em, aproximadamente,
 - a) 5 minutos.
 - b) 10 minutos.
 - c) 20 minutos.
 - d) 30 minutos.**
 - e) 40 minutos.

Na ultrapassagem, a posição é a mesma para as duas funções horárias: 10 minutos = 1/6 hora

$$90 \cdot (\Delta t + 1/6) = 120 \cdot \Delta t; 90 \cdot \Delta t + 15 = 120 \cdot \Delta t; 15 = 30 \cdot \Delta t,$$
 portanto $\Delta t = 0,5$ hora.

3. (Comvest/Vestibular Unicamp – 2000) A figura a seguir mostra o esquema simplificado de um dispositivo colocado em uma

rua para controle de velocidade de automóveis (dispositivo popularmente chamado de *radar*).

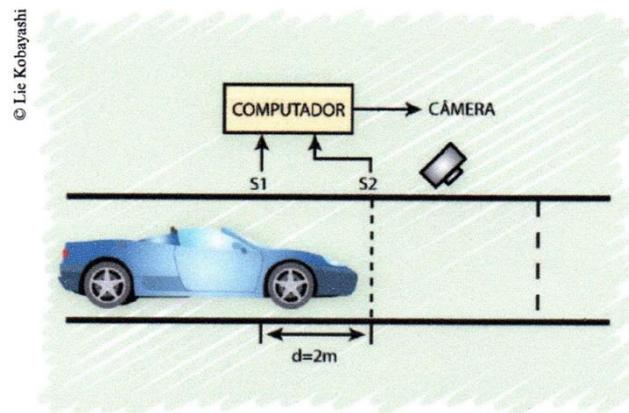


Figura 3.

Os sensores S1 e S2 e a câmera estão ligados a um computador. Os sensores enviam um sinal ao computador sempre que são pressionados pelas rodas de um veículo. Se a velocidade do veículo está acima da permitida, o computador envia um sinal para que a câmera fotografe sua placa traseira no momento em que esta estiver sobre a linha tracejada. Para um certo veículo, os sinais dos sensores foram os seguintes:

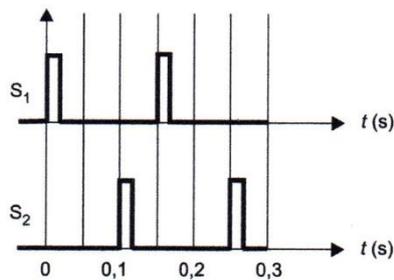


Figura 4.

- a) Determine a velocidade do veículo em km/h.

- b) Calcule a distância entre os eixos do veículo.

Cada sensor será disparado duas vezes; a primeira pelas rodas dianteiras e a segunda pelas rodas traseiras. Fazendo-se a leitura do intervalo de tempo decorrido entre a primeira leitura de cada sensor, conclui-se que o tempo gasto para percorrer a distância de 2 m que separa os sensores foi de 0,1 s. Assim a velocidade pode ser calculada por:

$$v = \frac{\text{distância entre sensores}}{\Delta t} = \frac{2 \text{ (m)}}{0,1 \text{ (s)}} = 20 \text{ m/s}$$

$$v = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ km/h}$$

Analisando um dos gráficos, por exemplo do sensor 1, conclui-se que o tempo decorrido entre o primeiro e o segundo disparo do sensor foi de 0,15 s. A distância entre eixos pode ser calculada da seguinte forma: distância entre eixo: $v \cdot \Delta t = 20 \cdot 0,15 = 3 \text{ m}$.

4. Usando elementos presentes nas figuras a seguir, complete a tabela com dois elementos em cada uma das seis categorias.



Figura 5.

Movimento		Força			
Deslocam-se	Giram	Produzem movimento	Controlam movimento	Ampliam força	Equilibram forças

Tabela 4.

Os critérios: nesse procedimento de classificação, as figuras podem ser interpretadas de formas diferentes. É importante que você esteja atento às ideias que estiveram presentes na Situação de Aprendizagem 1, pois uma

classificação que inicialmente pareça inadequada pode estar adequada. Por exemplo, a figura da bailarina está colocada para indicar seus rodopios, mas pode também ser interpretada como o deslocamento dela durante sua

apresentação, ou ainda o rotor do helicóptero gira para transladar o helicóptero. A seguir apresentamos algumas das possíveis respostas:

Deslocam-se: helicóptero, carro, pessoa, surfista, avião, pássaro, barco, navio, carroça, carrinho de mão (para carregar objetos), água etc. Giram: hélices do helicóptero, helicóptero, bailarina, pás do ventilador, rodas, engrenagens, pás da turbina do avião, volante da direção do carro, partes móveis do alicate, maçaneta de porta (do carro, do avião, do navio etc.), chave de fenda etc. Produzem movimentos: motor, vento, combustíveis, rodas, animais, ondas do mar, engrenagens, hélices etc. Controlam movimentos: direção, freio, motor, asas do pássaro, atrito com o chão etc. Ampliam força: engrenagens, direção hidráulica, alicate, tesoura, chave de fenda, chave de grifa, chave etc. Equilibram forças: helicóptero, avião, barco, navio, pessoa, bailarina etc.

5. Podemos determinar a velocidade com que as unhas ou os cabelos crescem.

a) Que procedimento você sugere para obter essas informações efetivamente?

b) Que coisas ou equipamentos você utiliza para realizar as medições?

c) Em que unidade você apresentaria os resultados?

O que é determinante para o acerto dessa questão é a posição da medida da variação do tamanho e do tempo para determinar a velocidade. A utilização de régua, trenas, fita métrica dependerá do tamanho do cabelo; já para a unha, o mais comum seria o uso da régua. É relevante que a menor divisão do instrumento seja em milímetros, uma vez que o crescimento mensal é dessa ordem de grandeza. Medidas de tempo em segundos são despropositadas, assim como medidas de tamanho em metros. Ainda que

essas medidas não estejam erradas, devem ser devidamente discutidas com os alunos caso apareçam nas respostas. O procedimento adequado é aquele em que a unidade utilizada seja de milímetros por mês. Alguns alunos incorrerão no erro de determinar velocidade usando o tamanho do cabelo e não sua variação. Isso precisa ser diagnosticado e corrigido por meio da ação do docente.

Grade de correção das questões

As três primeiras questões (1, 2 e 3) avaliam habilidades de utilizar modelo explicativo de movimento para compreender os movimentos de translação; utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas.

A questão 4 avalia habilidades de reconhecer, identificar e classificar os movimentos presentes no cotidiano que fazem parte do estudo da Mecânica; reconhecer a produção de movimento e as alterações no movimento; identificar formas de controle de movimentos.

A questão 5 avalia habilidades de propor procedimentos para medir distância (tamanho), tempo e velocidade; efetuar medidas de intervalos de tempo e distâncias; determinar a velocidade média; identificar diferentes unidades de medida de uma mesma grandeza; organizar informações em tabelas e histogramas; generalizar o conceito de velocidade como taxa de variação em relação ao tempo.

Anexo B - Conteúdo do tema 2 – Interação Gravitacional. Caderno do Professor, volume 2.

Física – 1ª série – Volume 2

TEMA 2 – INTERAÇÃO GRAVITACIONAL

A interação gravitacional é algo que literalmente nos envolve, desde o momento em que nascemos. Apesar de sua onipresença na nossa vida, ou até por causa dela, a gravidade é algo cujo significado é difícil de captarmos. Esse tema é estudado desde a Antiguidade grega, passando por Galileu, Newton, Einstein, em um debate que se estende até os dias de hoje.

A relevância e a atualidade do tema mais do que justifica sua presença no Currículo de Física, com a ênfase para as questões conceituais, ao lado das abordagens matemáticas.

Em um trabalho que inicia sua conceitualização, neste volume, o estudo da gravitação

apresenta ideias e relações que permearão diversas discussões daqui por diante. A ênfase, na presente proposta, é articular a formulação da ideia de campo gravitacional com a análise qualitativa e quantitativa de fenômenos em diversas situações.

Seguindo a linha deste Caderno, procuramos apresentar situações que não se restringissem à superfície da Terra, buscando inserir a interação gravitacional sob uma perspectiva mais ampla.

O recurso à imaginação e à capacidade de previsão dos estudantes é enfatizado nas atividades propostas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 AS AVENTURAS DE SELENE

O objetivo central desta Situação de Aprendizagem é abordar as noções de campo gravitacional, massa e peso. Além disso, por intermédio da pesquisa sugerida para a produção do texto, pretende-se abordar, ainda que de forma superficial, alguns aspectos da cosmogonia greco-romana^a. Neste ponto, uma interação com o professor

de História também pode ser de grande auxílio.

Outro objetivo desta Situação de Aprendizagem é levar os alunos à formalização desses conceitos por meio da prática de resolução de exercícios que envolvem fenômenos físicos ligados à gravidade.

Conteúdos e temas: noção de gravidade como resultado de um campo gravitacional; relação entre campo gravitacional e força; massa e peso; condições da superfície lunar; possibilidades de exploração da Lua; modelos de Universo na mitologia greco-romana.

Competências e habilidades: interpretar textos envolvendo termos e ideias científicos; pesquisar informações históricas; descrever situações e fenômenos físicos a partir de condições dadas; refletir sobre relações entre ambiente físico e práticas sociais; elaborar texto, na forma de ficção, que aborde fenômenos físicos de acordo com leis dadas; interpretar e aplicar expressões matemáticas que descrevem fenômenos físicos; utilizar funções de calculadoras eletrônicas.

^a A cosmogonia é um sistema que tem por objetivo explicar a formação do Universo. Uma possível fonte de pesquisa é o livro *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*, de Roberto de Andrade Martins, publicado pela editora Moderna.

Sugestão de estratégias: leituras; discussões em sala; narrações; debates.

Sugestão de recursos: texto "As aventuras de Selene"; calculadoras científicas (uma por grupo de alunos) ou, alternativamente, o uso do computador na sala de informática.

Sugestão de avaliação: avaliar a continuidade da história produzida pelos alunos, levando em conta os aspectos físicos da suposta vida na superfície lunar.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Com o objetivo principal de introduzir os conceitos de campo gravitacional, massa e peso, propomos que os alunos criem a continuação de uma história de ficção que se desenvolve na Lua. A intenção é que, nas situações e descrições pesquisadas e criadas pelos alunos para a elaboração do texto, forme-se um ambiente propício para a aprendizagem desses conceitos.

Para que seja possível a formalização dos conceitos, esta Situação de Aprendizagem propõe também a resolução de exercícios numéricos que envolvem os conceitos de campo gravitacional, massa e peso.

A ideia é que o enfoque não esteja na definição nem na memorização das fórmulas, mas em uma análise que demonstre a relação quantitativa entre os conceitos. Essa parte do trabalho vai ainda fundamentar a continuação da história criada pelos alunos.

Encaminhando a ação

1. Lendo e imaginando

Oriente a leitura coletiva do texto a seguir. A ideia é que os alunos, trabalhando em grupos, produzam uma continuidade para a história. Porém, ao longo desse processo, espera-se que eles imaginem como seria a vida na Lua, quais as condições para que essa vida fosse viável e, sobretudo, percebam que fenômenos diferentes poderiam ser observados a partir dessa condição.

Assim, antes mesmo de apresentar conceitos de gravidade ou campo, estimule a imaginação dos estudantes a partir da leitura do texto, pedindo-lhes para imaginar que coisas podem ocorrer, que novos fenômenos eles imaginam, quais as dificuldades e assim por diante. O estímulo pode se dar a partir de atividades cotidianas, como fazer compras, jogar bola, subir e descer escadas, fazer comida etc. Na exposição dos alunos, surgirão muitas das concepções que eles possuem a respeito do ambiente lunar.



As aventuras de Selene

Selene adorava andar de bicicleta, mas estava ficando cansada dessa história de ir à escola pedalando todos os dias. Desde que havia entrado no Ensino Médio, tinha de pedalar de sua casa, em Santos, até o novo colégio, em Campinas. E, quando reclamava à sua mãe, Diana, ainda tinha de ouvir:

– Ah, Selene, se você morasse na Terra, ia ter de andar mais de 150 quilômetros para ir de Santos até Campinas... E olha que é subida, hein? Com gravidade da Terra e tudo.

– É, mãe, mas lá na Terra tem carro, trem, ônibus, essas coisas que aqui na Lua não tem.

– Pois é, Selene, mas se lá é tão bom, por que você acha que todo mundo quer vir morar aqui? Você reclama muito, menina, são só 15 minutos de pedalada até o domo Campinas.

Verdadeiras cidades fechadas, alguns domos lunares tinham nomes de localidades da Terra. Pareciam imensos estádios de futebol totalmente cobertos, mas, em vez de arquibancadas, havia apartamentos e onde seria o campo havia parques enormes. Com a atmosfera no interior dos domos, era possível levar uma vida bastante normal: ter bichos de estimação, plantas e até pegar uma piscina. A bicicleta, o *skate* e a patinete eram os meios de transporte mais comuns, por causa do ambiente fechado, da dificuldade de produzir energia e da baixa gravidade. Também eram muito usadas as pequenas asas-deltas, bem menores e mais práticas que as similares terrestres.

Aquele dia, porém, Selene estava ansiosa para percorrer novamente o túnel de volta a Campinas, pois era ali que Demétrio iria chegar da Terra. O filho da amiga de infância de sua mãe iria estudar e morar na Lua e a entusiasmada Selene estava incumbida de recebê-lo e ensinar a ele as coisas básicas da vida lunar. Selene sabia que os terráqueos eram muito fortes, mas tinham vários probleminhas cotidianos ao chegar à Lua. Já havia conversado bastante com Demétrio pela internet, apesar da chatice de esperar sempre dois segundos para uma resposta. Mesmo assim, tinha certeza de que ele precisaria muito de sua ajuda.

Elaborado por Luís Paulo de Carvalho Piassi especialmente para o São Paulo faz escola.

A proposta é que os alunos terminem a história apresentada. Antes disso, é preciso que eles fixem seus pontos principais, o que pode ser feito por meio de algumas questões:

1. Como você imagina as cidades mencionadas na história (domos lunares)? Elas são iguais às cidades da Terra? Que diferenças você imagina que deveria haver? Faça um desenho esquemático mostrando sua ideia de um domo lunar.

Deixe o desenho a cargo da imaginação do aluno e dos questionamentos que os colegas eventualmente façam.

2. Nas cidades lunares mencionadas no texto não são usados carros nem ônibus, como na Terra. Explique por quê.

As respostas podem ser relacionadas à dificuldade de obter combustível e comburente (pois não há ar), à poluição e ao espaço reduzido. O importante é que o aluno reflita sobre as condições diferentes na Lua. A locomoção por meios naturais exigiria me-

nos esforço do que na Terra e ajudaria as pessoas a se exercitar, o que é necessário em um ambiente de baixa gravidade. As fontes de energia seriam limitadas e o transporte por meio de automóveis representaria um consumo excessivo desnecessário.

3. Se a Lua não possui atmosfera, como você explica que os habitantes usem pequenas asas-deltas para se locomover?

Dentro das cidades fechadas deve haver uma atmosfera ambiente. Esse ar seria útil também na sustentação das asas-deltas.

4. Por que é preciso esperar mais de dois segundos para receber uma resposta quando se conversa pela internet com uma pessoa na Lua? Pense na velocidade da luz e naquilo que estudamos na Situação de Aprendizagem 5.

A distância entre a superfície da Terra e da Lua é de mais de 300 mil quilômetros, o que exigiria mais de 600 mil quilômetros de percurso dos sinais eletromagnéticos que se propagam na velocidade da luz. Percorrer essa distância consumiria, para ida e volta, mais de dois segundos.

Respondidas essas questões, os alunos poderão produzir a própria história.

2. Pensando e produzindo uma história



A seguir há uma série de questões e situações que podem ajudá-lo a elaborar e escrever sua história. Anote suas ideias no caderno.

1. Pense no que você quer que ocorra com as personagens. Elas vão namorar? Haverá dificuldades? Enfrentarão perigos? Elas não vão gostar uma da outra quando se virem? Discuta com seus colegas algumas possibilidades. Anote algumas ideias.

A resposta fica a cargo da imaginação dos alunos. É importante observar a coerência da história.

2. Pense que Demétrio está chegando a um lugar que ele não conhece e onde não apenas os costumes são diferentes, mas também a própria maneira como as coisas acontecem. Na Lua a gravidade é menor, a duração do dia é diferente, não há ar fora das cidades fechadas. Para sair dos domos lunares, as pessoas têm de usar trajes espaciais. Há muitas possibilidades de criar situações de aventura, perigo ou humor. Anote algumas ideias.

A resposta fica a cargo da imaginação dos alunos.

3. Alguns conceitos de Física podem ajudar a pensar em situações interessantes para incluir em sua história. Aí vão algumas dicas:

- a) Na Lua há gravidade, mas ela é aproximadamente $\frac{1}{6}$ da gravidade terrestre. Muitas coisas impossíveis na Terra são possíveis na Lua: carregar um armário pesado, saltar do andar de cima de uma casa... Imagine também os problemas enfrentados por uma pessoa da Lua que vem à Terra: terá de fazer muita musculação para se acostumar a carregar seis vezes seu peso lunar.

Exemplos de outras situações possíveis na Lua: arrastar e erguer móveis pesados, levar muitos objetos em mochilas enormes, pular muros muito altos.

- b) Usando fórmulas de Física, pode-se concluir que um salto na Lua, ou um objeto lançado para cima, poderá atingir uma altura seis vezes maior do que na Terra. Ou seja, pulos de mais de 1 m de altura e de mais de 5 m de distância são perfeitamente possíveis. O mesmo ocorre com objetos lançados, seja para cima, seja para os lados: a altura e o alcance são seis vezes maiores que na Terra. Imagine jogos como futebol, vôlei, basquete e pingue-pongue nessa situação. O que poderia ser feito com *skates* e bicicletas? São muitas as situações interessantes. Dê um exemplo.

Os alunos podem pensar que vôlei exigiria quadras com tetos muito altos; o lançamento no basquete poderia ser feito de bem longe, assim como os chutes no futebol; as quadras e os campos teriam de ser maiores; manobras radicais de *skates* e bicicleta seriam feitas de alturas muito maiores; as quedas de bicicleta e *skate* seriam menos perigosas etc.

- c) Construções como prédios, pontes e mesmo o mobiliário podem ser muito menos reforçados na Lua, pois seu peso será bem menor. O mesmo vale para empilhamento de objetos (por exemplo, colocação de livros em estantes) e para a altura de edifícios. Imagine algo assim e anote.

Algumas possibilidades seriam: poderia haver estantes muito altas; prateleiras simples poderiam suportar bastante peso; pontes poderiam ser improvisadas com materiais impensáveis na Terra; os edifícios poderiam ser mais ousados e precisariam de menos material de construção.

- d) Apesar do peso menor, os objetos mantêm sua massa; assim, um objeto jogado de uma pessoa para outra provocará impacto similar ao verificado na Terra. Levantar uma mala pesada pode ser uma moleza, mas, se você jogá-la para

alguém, o efeito pode ser desastroso. Você pode imaginar situações assim.

As respostas podem variar. Lembre-se: frear veículos poderia ser complicado e o impacto de objetos pesados se manteria.

- e) Cair na Lua nem sempre é uma experiência suave. Dependendo da altura da queda, a velocidade atingida pode ser alta. Isso pode enganar uma personagem distraída. Imagine uma situação como essa.

A resposta fica a cargo da imaginação dos alunos.

4. Agora você pode pensar no desfecho da história. Uma boa história tem de ter começo, meio e fim. Porém, mais do que isso, quase sempre ocorre alguma complicação: um perigo, um desentendimento, um mistério. Pense em uma novela ou um filme a que assistiu e lembre como as coisas se complicam antes de ser (ou não) resolvidas no final. Usando essas dicas, você pode imaginar algumas situações complicadoras e um bom final para sua história.

Avalie as histórias e, caso julgue necessário, faça intervenções, sugerindo e comentando alguns aspectos e esclarecendo dúvidas.

Com esses estímulos, os alunos podem pensar em mais detalhes de como pode ser o ambiente dentro dos domos lunares. Por exemplo, em relação às atividades cotidianas, tipos novos de objetos e artefatos podem ser imaginados. Isso tudo deve constituir um debate em sala de aula, com as suas anotações na lousa e comentários a respeito de possíveis sugestões dos alunos.

3. Formalizando conceitos

A proposta para a terceira etapa desta sequência é a formalização dos conceitos de peso, massa e campo gravitacional. Como texto de apoio para esta parte conceitual, sugerimos a Leitura 13 das *Leituras de Física* do Gref (disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>; acesso em: 18 nov. 2013).

Deve-se focar a ideia de que o peso pode ser interpretado como uma força, do ponto de vista da física newtoniana. Pode-se dar ênfase às unidades de medida empregadas para determinar pesos e massas. Aborde também a questão da diferença entre peso e massa, cuja discussão pode ser encontrada em diversos livros didáticos. Sugerimos que você selecione ou elabore exercícios numéricos envolvendo ambientes com diferentes intensidades de campo gravitacional.

A partir dessa formalização, os alunos podem pensar melhor em como continuar a história de Selene.

Mais uma observação: ao preparar exercícios para os alunos, é bom evitar usar dados disponíveis em diversas tabelas a respeito dos valores de g na superfície de Júpiter e outros planetas gasosos, porque, afinal de contas, não é possível uma situação em que a pessoa estivesse na “superfície” gasosa do planeta, pois o que temos ali são os limites visíveis de uma espessa atmosfera. Usar tais dados em exercícios sem explicitar esse fato causa a impressão errada de que nesses planetas é possível pisar na “superfície”. Também não é confirmada (nem prevista) a existência de planetas rochosos de dimensões compatíveis com Júpiter. Em nosso Sistema Solar, até onde sabemos, a Terra é o local de maior gravidade em que poderíamos pisar.

4. Compartilhando a história

Uma aula pode ser destinada para que os alunos, em grupo, apresentem sua continuidade para a história de Selene, de acordo com a dinâmica estabelecida por você. O resultado desse trabalho pode ser colocado no *blog* ou na pasta, com os trabalhos que foram elaborados com os alunos na Situação de Aprendizagem 2.

Nessa parte entra uma discussão interessante com relação à leitura do livro *O guia do*

mochileiro das galáxias. Uma breve reflexão a respeito da colonização humana na Lua, realizada nesta Situação de Aprendizagem, mostra como surgem, em função do ambiente físico, mudanças relevantes nas práticas sociais e na forma como os sujeitos percebem o mundo ao seu redor, incluindo valores sociais.

No entanto, a leitura do livro parece caminhar em outra direção. As diferenças ambientais e, muito mais, as culturais deveriam ser, com muito mais razão, absolutamente grandes entre nós e eventuais seres alienígenas como Ford Prefect e Zaphod Beeblebrox. Seria muito interessante, nesta etapa do trabalho, estimular esse tipo de reflexão nos alunos. Evidentemente, trata-se de um livro de humor, mas, mesmo

assim, é preciso ter clareza para saber que mesmo nos livros “sérios” de ficção científica ou de fantasia os “seres alienígenas” são, na verdade, representações humanas.

5. Exercitando

Ao menos uma aula com exercícios envolvendo cálculos é necessária nesta etapa. Dos fenômenos discutidos nesta Situação de Aprendizagem, alguns podem ser analisados a partir de expressões matemáticas encontradas na maioria dos livros didáticos ou *sites* sobre os seguintes temas: movimentos simultâneos, lançamento horizontal e lançamento oblíquo. Sugerimos que se realize o trabalho com as seguintes expressões*:

Descrição	Fórmula	Exemplo
Tempo de queda de um corpo abandonado do repouso a partir de certa altura.	$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	Alguém deixa cair uma caneta da carteira: quanto tempo ela leva para chegar ao chão?
Altura máxima atingida por um corpo lançado para cima na vertical, com certa velocidade inicial.	$h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$	Uma pessoa lança um objeto para outra, que está em um local mais alto, como uma sacada.
Velocidade final que um corpo atinge ao tocar o solo, quando abandonado em repouso de certa altura.	$v_{\text{final}} = \sqrt{2gh}$	Você deixa seu celular cair no chão. Com que velocidade ele chega ao solo?
Distância horizontal percorrida por um objeto lançado horizontalmente, antes de atingir o solo.	$D = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot v_0$	Uma bolinha de gude em movimento cai pela borda de uma mesa: onde ela vai cair?
Alcance horizontal de um corpo lançado de forma oblíqua em relação ao solo.	$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$	Um estudante lança sua borracha para um colega no outro lado da sala.

Tabela 12.

* Estas expressões consideram desprezível a resistência do ar, válidas de forma aproximada em muitas situações.

Em primeiro lugar, é fundamental ressaltar: o objetivo aqui não é fazer os alunos memorizarem fórmulas, nem mesmo treiná-los na resolução de exercícios envolvendo essas expressões. O que se deseja é trabalhar com algumas competências importantes, como a interpretação e a aplicação de fórmulas em situações físicas. Por isso, a ênfase deveria ser dada justamente à interpretação de cada expressão. Os exercícios a seguir podem facilitar essa interpretação.

1. Para iniciar, pense em um fenômeno simples: a queda de um objeto de certa altura. É comum deixarmos as coisas caírem da mesa. Quanto tempo será que um objeto leva para chegar ao chão? Antes de tudo, pense nos fatores que influenciam o tempo de queda. Você acha que esse tempo depende:

a) Da altura da mesa? Explique.

Quanto maior a altura da mesa, maior o tempo de queda.

b) Da massa do objeto? Explique.

Não, mas pode-se imaginar que muitos alunos pensem que há essa dependência. Cabe ao professor esclarecer que não.

c) Da gravidade? Ou seja, seria diferente na Lua? Explique.

Sim. Na Lua (gravidade menor), o tempo seria menor.

2. Observe a fórmula a seguir: $t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Ela pode ser usada para encontrar o tempo de queda, desde que se possam desprezar os efeitos da resistência do ar. Imagine que um vidro de perfume cai de um balcão de 1,25 m de altura.

a) Na Terra, onde a intensidade do campo gravitacional vale aproximadamente $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual seria esse tempo de queda?

Aplicando diretamente a fórmula, $t_{\text{queda}} = 0,5 \text{ s}$.

b) E se a mesma queda ocorresse em um local onde a intensidade do campo gra-

vitacional fosse igual a $2,5 \text{ m/s}^2$, qual seria o tempo de queda?

Aplicando diretamente a fórmula, $t_{\text{queda}} = 1,0 \text{ s}$.

3. Quando se joga um objeto para cima, ele chega até certa altura e começa a cair. De que fatores você acha que depende essa altura? Explique seu raciocínio.

Espera-se que o aluno fale da velocidade inicial e da gravidade. Alguns podem mencionar outros fatores. Cabe ao professor esclarecer isso a partir da fórmula apresentada na questão 4.

4. A fórmula a seguir serve para fazer o cálculo da altura máxima atingida por um objeto lançado para cima com velocidade inicial igual a v_0 : $h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$.

a) Se você lançar uma bola para cima a 4 m/s de velocidade, qual será a altura atingida por ela?

Aplicando diretamente a fórmula, $h_{\text{máx}} = 0,8 \text{ m}$ ou 80 cm.

b) E se fizer o mesmo na Lua, onde a intensidade do campo gravitacional é de $g = 1,6 \text{ m/s}^2$?

Aplicando diretamente a fórmula, $h_{\text{máx}} = 5 \text{ m}$.

5. Para sabermos algo sobre a chance de um objeto quebrar em uma queda, um dado importante é a velocidade final com que um corpo atinge o solo, quando abandonado em repouso de certa altura. Uma fórmula para esse cálculo é a seguinte: $v_{\text{final}} = \sqrt{2gh}$.

Determine essa velocidade final para um objeto que cai de 5 m de altura, na Terra e na Lua. Compare os resultados e explique as diferenças.

Aplicando diretamente a fórmula:

Na Terra: $v_{\text{final}} = 10 \text{ m/s}$

Na Lua: $v_{\text{final}} = 4 \text{ m/s}$

Como esperado, a velocidade final é proporcional à raiz quadrada da aceleração que, por sua vez, é proporcional à gravitação local.

6. Usando essa mesma fórmula, tente mostrar que um objeto que cai de 80 cm de altura na Terra (a altura de uma mesa) poderia cair de 5 m na Lua sofrendo o mesmo impacto.

Aplicando diretamente a fórmula:

Na Terra: $v_{\text{final}} = 4 \text{ m/s}$

Na Lua: $v_{\text{final}} = 4 \text{ m/s}$

A velocidade final é a mesma.

Neste momento, pode-se comentar um pouco a famosa discussão de Galileu a res-

peito da queda dos corpos. Um vídeo muito interessante a ser exibido no computador (ou sugerido para que os alunos vejam) mostra o astronauta Dave Scott, na missão Apollo 15, na Lua, realizando uma demonstração de queda livre com uma pena e um martelo. Com isso, ele mostra o que Galileu havia defendido séculos antes: que em um ambiente sem ar todos os objetos cairiam à mesma aceleração. No vídeo, pode-se ouvir Dave Scott explicando, em inglês:



Bem, na minha mão esquerda eu tenho uma pena; na minha mão direita, um martelo.

Imagino que um dos motivos para estarmos aqui hoje é por causa de um cavalheiro chamado Galileu, que há muito tempo fez uma descoberta muito importante sobre objetos em queda em campos gravitacionais. Pensamos: que lugar seria melhor do que a Lua para confirmar suas descobertas?

E pensamos em fazer isso aqui para vocês. A pena é, como seria apropriado, uma pena de falcão, homenageando o nosso Falcão¹.

Eu vou largar os dois juntos aqui e, ao que se espera, eles atingirão o chão ao mesmo tempo.

[pausa]

Isto prova que o senhor Galileu estava correto em suas afirmações.



© Johnson Space Center Collection/NASA

Figura 12.

Apollo Lunar Surface Journal. The hammer and the feather. Transcrição de Eric M. Jones, 1996. Tradução Luís Paulo de Carvalho Piassi. Disponível em: <<http://www.hq.nasa.gov/alsj>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

¹ O falcão é o símbolo da Força Aérea dos Estados Unidos.

A discussão deve ser encaminhada para mostrar aos alunos como os fatores influem nos resultados das expressões matemáticas.

Na fórmula $t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, o fator h (altura) está no numerador, indicando que, quanto maior a altura, maior o tempo de queda. O contrário ocorre com o campo gravitacional (g),

que está no denominador: quanto mais intensa a gravidade, menor o tempo de queda. Observe também que aqui tratamos g como intensidade do campo gravitacional e não simplesmente como aceleração da gravidade, porque queremos que o aluno associe g a uma propriedade do local (planeta, Lua) onde se está.

Não é preciso trabalhar com todas as cinco expressões matemáticas apresentadas na Tabela 12, se julgar que isso não está de acordo com o tempo disponível ou o preparo prévio da média dos alunos. Em todos os casos, é interessante procurar fazer o cálculo com dados cotidianos.

Quanto à expressão $A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$, que

utiliza uma função trigonométrica que pode se mostrar bastante difícil para os alunos que desconhecem esses conteúdos, uma boa ideia talvez seja apenas dizer que se trata de uma forma matemática de calcular inclinações e usar a calculadora ou uma tabela. Incluímos essa fórmula porque ela embute uma discussão interessante sobre as trajetórias no lançamento oblíquo.

Se não quiser propor para os alunos cálculos com a fórmula, vale a pena comentar ao menos a trajetória parabólica e mostrar alguns resultados interessantes, como o alcance máximo de 45° e as diferenças que seriam observadas entre a Terra e a Lua. O chute de um goleiro de futebol em um tiro de meta, por exemplo, atingiria uma distância mais de seis vezes maior do que na Terra, pois o alcance é inversamente proporcional à intensidade do campo gravitacional. Isso certamente exigiria que os campos de futebol lunares tivessem outras dimensões ou as bolas tivessem outras especificações.

Há filmes interessantes de ficção científica que podem auxiliá-lo e a seus alunos na aproximação desse tema. É o caso do famoso filme de ficção científica: *2001: uma odisseia no espaço*. Em 2008, a obra completou 40 anos e edições comemorativas foram lançadas em DVD, o que facilita o acesso ao material. As informações sobre esse filme são abundantes na internet e em livros e revistas. Muitas biografias de Stanley Kubrick, o diretor, e de Arthur C. Clarke, autor de ficção científica que escreveu o roteiro do filme, estão disponíveis na internet. Além disso,

não deixa de ser muito interessante a leitura do livro *2001: uma odisseia no espaço*, do próprio Clarke, a obra de ficção que foi produzida simultaneamente com o filme, a partir do roteiro. No entanto, deve-se estar ciente de que há algumas diferenças pequenas, mas fundamentais, no enredo das duas obras.

Para os mais entusiasmados, sugerimos também a leitura dos livros *2010: uma odisseia no espaço II*; *3001: a odisseia final*; e *2061: uma odisseia no espaço III*, todos de Clarke, que dão continuidade à história do filme (e não do livro) e abordam muitos conceitos interessantes de astronomia, física espacial e astronáutica. O livro *2010: uma odisseia no espaço II* foi adquirido há alguns anos pelo Governo do Estado de São Paulo para as bibliotecas das escolas públicas e pode, portanto, ser encontrado em algumas delas. Há também uma versão cinematográfica dessa obra, denominada *2010: o ano em que faremos contato*, filmada por outro diretor e com características bem distintas da abordagem dada em *2001: uma odisseia no espaço*. De qualquer forma, a Situação de Aprendizagem 8 traz uma proposta de trabalho com o filme *2001*.

A seguir, sugerimos alguns exercícios envolvendo cálculos. Você pode propor outros, de acordo com o desenvolvimento de sua turma.



1. De um prédio de 25 andares, com 80 m de altura, é solta uma pedra. Quanto tempo ela leva para atingir o solo? Se fosse na Lua, quanto duraria essa queda?

Aplicando-se diretamente $t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, teremos:
 Na Terra: $t_{\text{queda}} = 4 \text{ s}$
 Na Lua: $t_{\text{queda}} = 10 \text{ s}$

2. Um jogador de vôlei dá um saque verticalmente para cima, com velocidade de 16 m/s. Que altura a bola atinge? E se a jogada fosse na Lua?

Aplicando-se diretamente $h_{\text{máx}} = \frac{v_0^2}{2g}$, teremos:

Na Terra: $h_{\text{máx}} = 12,8 \text{ m}$

Na Lua: $h_{\text{máx}} = 80 \text{ m}$

3. Se não fosse a resistência do ar, um corpo abandonado de uma altura de 45 m (15 andares) atingiria que velocidade? E se esse lançamento fosse realizado na Lua?

Aplicando-se diretamente: $v_{\text{final}} = \sqrt{2gh}$, teremos:

Na Terra: $v_{\text{final}} = 30 \text{ m/s}$

Na Lua: $v_{\text{final}} = 12 \text{ m/s}$

Informe os alunos de que os nomes das personagens da narrativa “As aventuras de Selene” não foram escolhidos ao acaso e solicite que descubram o motivo de cada escolha.



Sua missão será procurar os significados dos nomes Demétrio, Selene e Diana, que aparecem na

história desta Situação de Aprendizagem. Esses nomes têm alguma relação com a história?

Em sites de busca, o aluno poderá descobrir, por exemplo, que:

- Demétrio é relativo a Deméter (deusa grega da agricultura). Como as fases da Lua estão essencialmente associadas à época de plantio, eis uma relação de Demétrio com a Lua.
- Diana (deusa grega) geralmente é associada à caça, mas também à Lua e suas fases.
- Selene (deusa grega) representa a Lua.



Escreva um texto comparando e relacionando a história de Selene com o que é abordado em seu livro de leitura. Há ideias em comum? Há algo no livro que você pode associar à história produzida nesta Situação de Aprendizagem?

Verifique as associações, se o aluno conseguiu fazer uma ponte entre a história de Selene e o livro de leitura por meio de um texto coerente e coeso.

GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de aprendizagem
Situação de Aprendizagem 6	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Interpretar textos envolvendo termos e ideias científicos. ▶ Pesquisar informações históricas. ▶ Descrever situações e fenômenos físicos a partir de condições dadas; refletir sobre relações entre ambiente físico e práticas sociais. ▶ Elaborar texto, na forma de ficção, que aborde fenômenos físicos de acordo com leis dadas. ▶ Interpretar e aplicar expressões matemáticas que descrevem fenômenos físicos. ▶ Utilizar funções de calculadoras eletrônicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Compreender o fenômeno da queda dos corpos como resultante de uma interação gravitacional. ▶ Identificar fenômenos e situações cujas características são influenciadas pela intensidade da interação gravitacional. ▶ Estabelecer relações quantitativas entre a intensidade do campo gravitacional e os resultados de fenômenos mecânicos ocorridos nas proximidades da superfície de um corpo celeste.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. No planeta fictício Vagon, a intensidade do campo gravitacional é de 20 m/s^2 . Quanto tempo uma arma desintegradora levaria para cair do cinturão de um soldado Vagon, a partir de 1 m de altura? Compare esse valor com os valores na Terra e na Lua.

Com os dados fornecidos para o planeta Vagon, temos:

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{20}} = \sqrt{0,1} \approx 0,31 \text{ s.}$$

Para a Terra, $g = 10 \text{ m/s}^2$, e o resultado é $t_{\text{queda}} \approx 0,45 \text{ s}$, e para a Lua, com $g = 1,6 \text{ m/s}^2$, o resultado é $t_{\text{queda}} \approx 1,12 \text{ s}$.

2. Na espaçonave Coração de Ouro, há um campo gravitacional artificial (fictício, pois, até onde se sabe, não é possível criar campos gravitacionais artificiais) de valor igual à metade do campo terrestre. Qual seria a velocidade atingida por uma xícara de chá que caísse de uma mesa de 80 cm de altura? Compare esse valor com os valores na Terra e na Lua. (Não se esqueça de transformar as unidades de medida.)

Neste caso, $h = 0,8 \text{ m}$ e $g = 5 \text{ m/s}^2$, velocidade da xícara na nave: $v \approx 2,82 \text{ m/s}$. Na Terra, teríamos $v = 4 \text{ m/s}$, enquanto na Lua, $v = 1,6 \text{ m/s}$.

3. Aqui na Terra, jogar algo leve, como o livro *Guia do mochileiro das galáxias*, para alguém no andar de cima ou no telhado é uma tarefa relativamente simples. Jogar objetos para cima na Lua seria:

- impossível, em razão da ausência de gravidade.
- um pouco mais difícil, pois o peso seria seis vezes menor, mas a massa seria seis vezes maior.
- igualmente fácil, pois a massa não se altera, havendo apenas uma redução de $1/6$ no peso.
- um pouco mais fácil, porque o objeto seria aparentemente 6% mais leve.

- e) muito mais fácil, pois, mesmo lançado com a mesma velocidade, o objeto atingiria uma altura seis vezes maior.

Aqui vale a pena discutir a diferença entre massa e peso e salientar que o peso, ou seja, a força gravitacional na Lua, seria menor. A alternativa e é compatível com a expressão matemática para a altura máxima ($h_{\text{máx}}$), inversamente proporcional à intensidade do campo gravitacional.

4. Pense em um dos esportes presentes nos Jogos Olímpicos. Como você imagina que ele se alteraria se fosse praticado em um ambiente de gravidade menor, como a Lua?

Aqui cabem várias respostas, todas elas associadas à menor intensidade da força gravitacional. No basquete, por exemplo, os lançamentos atingiriam distâncias maiores. Os saltos em altura seriam mais altos, o lançamento de dardos teria um alcance seis vezes maior, e assim por diante.

5. Muitas tarefas ingratas do nosso cotidiano seriam menos difíceis se vivêssemos em um local com uma gravidade menor, como a Lua. Das alternativas a seguir, qual é a única atividade que ficaria praticamente tão difícil como aqui na Terra?

- Passar oito horas trabalhando em pé.
- Carregar uma mochila cheia de livros.
- Subir uma rua íngreme antes de chegar em casa.
- Empurrar um carrinho cheio de compras no mercado.
- Pular o muro de casa porque se esqueceu de levar a chave.

Das indicadas, a única tarefa que não depende do peso, mas sim da massa, é empurrar o carrinho de compras. Todas as outras seriam diretamente beneficiadas com a redução do peso e, de certa forma, mesmo o carrinho de compras seria empurrado com um pouco mais de facilidade na medida em que o atrito depende do peso.

PROPOSTA DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

No Tema 1, alguns aspectos fundamentais foram abordados:

- ▶ o conhecimento dos corpos que compõem o Universo;
- ▶ as atividades de leitura;
- ▶ os cálculos de proporções e as conclusões que podem ser tiradas a partir deles.

A estratégia de recuperação deve seguir linhas distintas em cada um dos três aspectos.

No primeiro, temos uma lacuna de informação que pode ser suprida por meio de pesquisa em materiais escritos ou na internet. Sugerimos, neste caso, que os alunos realizem uma pesquisa e, com ela pronta, façam um seminário ou escrevam um texto sobre os principais tipos de corpos e estruturas do Universo: as estrelas, os planetas, os satélites e as galáxias. Utilize as diversas indicações bibliográficas que foram feitas ao longo das Situações de Aprendizagem.

A atividade de leitura, por outro lado, só pode ser suprida pela própria leitura. Verifique quais foram os obstáculos envolvidos no caso dos alunos nos quais se evidenciam dificuldades na obtenção do texto, falta de tempo para leitura e deficiências de interpretação. Vale a pena, em qualquer caso, trabalhar a leitura em classe, com acompanhamento e discussão orientados por você, pelo menos de algumas partes do livro solicitado.

A questão dos cálculos, por sua vez, pode envolver obstáculos quanto ao raciocínio

proporcional e às operações matemáticas. Cabe, neste caso, partir de exemplos menos elaborados, envolvendo situações comuns de proporção, para depois abordar pelo menos alguns dos exemplos que foram mencionados ao longo deste Caderno. Utilize exercícios que envolvam cálculos de proporção mais acessíveis para o trabalho de recuperação.

O Tema 2 envolve a atividade de escrita, a imaginação de situações com gravidade diferente da Terra e alguns cálculos sobre queda de corpos. Identifique onde os problemas são maiores. A atividade de escrita pode ser facilmente incentivada, mesmo que alguns alunos ainda tenham dificuldade na expressão escrita. Se o estudante não se vê capaz de continuar a história proposta, peça que ele construa sua própria história a partir do zero, individualmente ou em grupos de alunos que tenham apresentado dificuldades similares. A questão de imaginar situações em gravidade diferente pode ser abordada oralmente com pequenos grupos de alunos, lançando questões baseadas nos itens que destacamos a respeito do ambiente lunar.

A parte que envolve cálculos pode ser trabalhada novamente a partir de exercícios simples. Sugerimos que utilize exercícios mais comuns (e simples) de queda livre e que os faça usando a gravidade da Terra e a da Lua, verificando as diferenças nos resultados. A partir daí, alguns exercícios similares podem ser propostos aos estudantes.

Anexo C - Modelo Do Termo De Consentimento De Livre Esclarecimento



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática

Ofício nº ___/___-PCM

Maringá, ___ de Março de ___.

Prezado professor,

Vimos, pelo presente, apresentar a pós-graduanda **Gabriela Selingardi**, bolsista CAPES e mestranda deste Programa de Pós-Graduação desde 2016. Ela possui Graduação em Licenciatura em Física na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus Ilha Solteira. Está realizando uma pesquisa que visa analisar, por meio dos discursos, como professores do Ensino Médio abordam a evolução da História da Ciência ao tratar o conceito de Queda dos Corpos e suas Concepções. E também apreender como o processo histórico da ciência é tratado nos livros didáticos.

Essa proposta de pesquisa, concentra-se em estabelecer contato com os professores que atuam na Educação Básica da cidade de Mirandópolis/SP.

O projeto da aluna irá analisar os dados qualitativamente. Esses procedimentos serão baseados nos princípios da pesquisa fenomenológica.

Cabe ressaltar que os dados da pesquisa serão mantidos com todo sigilo, respeitando a ética acadêmica, social e de pesquisas estatísticas; nenhum professor ou instituição de ensino será identificado em meios de divulgação acadêmica; as instituições de ensino terão nomes fictícios no texto da pesquisa e os dados serão usados apenas para fins acadêmicos.

.../

A
 [...]



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática

/... Continuação do Ofício nº __/__/PCM

Diante do exposto, peço a **autorização** para que a pesquisa seja realizada junto aos professores, iniciando o contato com os mesmos e aplicando os instrumentos de coleta de dados supracitados. Informamos, ainda, que a referida autorização será adicionada ao cadastro da Plataforma Brasil – banco de cadastramento de pesquisas acadêmicas – juntamente com outros documentos.

Segue em anexo a este Ofício o Termo de Consentimento Livre Esclarecido aprovado pelo COPEP-UEM e também o modelo do questionário.

No aguardo de uma manifestação.

Saudações cordiais,

Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
Coordenador Adjunta do PCM



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática

Anexo do Ofício nº ____/____-PCM.

Termo de consentimento livre esclarecido

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada “**O discurso dos professores sobre o uso da História da Ciência no Ensino de Queda dos Corpos**”, que está sendo desenvolvida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática (PCM), e é orientada pelo Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

O objetivo da pesquisa é analisar, por meio dos discursos, como professores do Ensino Médio abordam a evolução da História da Ciência ao tratar o conceito de Queda dos Corpos e suas Concepções. E também apreender como o processo histórico da ciência é tratado nos livros didáticos. Para isto a sua participação é muito importante.

A pesquisa dar-se-á da seguinte forma: entrevista gravada, com o objetivo de levantar informações sobre o que os docentes vivenciam e pensam sobre o ensino de astronomia.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto **sigilo e confidencialidade**, de modo a preservar a sua identidade. Os registros obtidos serão guardados pela pesquisadora pelo prazo de cinco (05) anos e depois incinerados.

Os benefícios esperados são indiretos, ou seja, por meio da análise das entrevistas obteremos indicadores que nos auxiliarão a compreender como os professores abordam a evolução da História da Ciência em seu ensino de Queda dos Corpos. Desse modo, o benefício relacionado à sua participação será o de contribuir para um melhor entendimento das questões que envolvem a História da Ciência no ensino de Queda dos Corpos.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Além da assinatura nos campos específicos pelo pesquisador e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento. Isto deve ser feito por ambos (pelo pesquisador e por você, como sujeito ou responsável pelo sujeito de pesquisa) de tal forma a garantir o acesso ao documento completo.

Eu, _____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela mestrandia Gabriela Selingardi.

Data:

Assinatura ou impressão datiloscópica

Eu, Gabriela Selingardi, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supramencionado.

Data:

Assinatura da pesquisadora

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com a pesquisadora, conforme o endereço abaixo:

Nome: Gabriela Selingardi

Endereço: Rua Assis Chateaubriand, ap. 402, Vila Santo Antônio

CEP: 87030-190 Maringá/PR

Telefone: (44) 99171-3733 ou (18) 99133-2064

e-mail: gabiselingardi@hotmail.com