



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

LUIZ ALBERTO CLABONDE

**UM ESTUDO SOBRE O PENSAMENTO BINÁRIO E SUAS
INFLUÊNCIAS NAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DAS
CIÊNCIAS**

**Ponta Grossa
2016**

LUIZ ALBERTO CLABONDE

**UM ESTUDO SOBRE O PENSAMENTO BINÁRIO E SUAS
INFLUÊNCIAS NAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DAS
CIÊNCIAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UEPG-Universidade Estadual de Ponta Grossa, pólo 35 no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes

Coorientador: Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Ponta Grossa
2016

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

C583 Clabonde, Luiz Alberto
Um estudo sobre o pensamento binário e suas influências nas concepções sobre a natureza das ciências/ Luiz Alberto Clabonde. Ponta Grossa, 2016.
124f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes.
Coorientador: Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva.

1.Ensino de física. 2.Concepções sobre a natureza das ciências. 3.Epistemologia e paradigma. I. Bernardes, Luiz Antônio Bastos. II. Silva, Jeremias Borges da. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado Profissional em Ensino de Física. IV. T.

CDD: 530.07

TERMO DE APROVAÇÃO

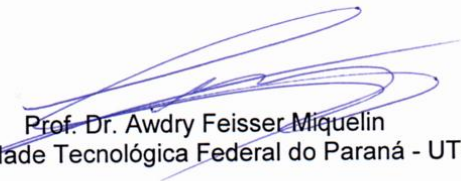
LUIZ ALBERTO CLABONDE

**“UM ESTUDO SOBRE O PENSAMENTO BINÁRIO E SUAS INFLUÊNCIAS NAS
CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DAS CIÊNCIAS.”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Polo 35 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela seguinte banca examinadora.

Orientador:


Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes
Departamento de Física – UEPG/PR


Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR


Prof. Dr. Paulo Cesar Facin
Departamento de Física – UEPG/PR

Ponta Grossa, 6 de outubro de 2016

DEDICATÓRIA

A Mônica, Lorena, Giordano, Victória, Thales e Bárbara, pois sempre me confortaram e me apoiaram.

In memoriam: A meu grande amigo e companheiro de estrada, Luiz Alberto Horst, que muito contribuiu para minha formação como ser humano e a sua lembrança que sempre estará presente.

AGRADECIMENTOS

- A Luiz Antônio Bastos Bernardes pela liberdade que me permitiu e principalmente pela paciência em me ouvir e pelas longas conversas que me fizeram crescer muito como ser humano, sou eternamente grato.
- Ao 1º ano noturno (turma de 2015) do Colégio Estadual Linda Salamuni Bacila pela gentileza, vontade e sinceridade com que participaram da aplicação da minha dissertação, sou eternamente grato a todos vocês.
- A todos os meus alunos e ex-alunos que me influenciaram e inspiraram para a execução deste trabalho.
- Aos professores do Colegiado do MNPEF da UEPG que nos trataram sempre com muito respeito e consideração.
- Aos colegas de Mestrado pelo período fecundo que me proporcionaram, sou muito grato a todos.
- A Hernani Cruz pela pessoa solidária que se mostrou durante o curso.
- A UEPG pela oportunidade oferecida
- À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida

“Cada vez que nasce um ser, é um mundo inteiro, com seu sol, com suas estrelas, seus talos de capim, que nasce e adquire pouco a pouco sua tonalidade particular. Cada vez que morre um ser, é seu mundo inteiro, com seu sol, suas estrelas e seus talos de capim, que desaparece para sempre. O desaparecimento de todos esses mundos é um escândalo, e quanto mais rico e colorido for o mundo, maior o escândalo. Então vamos fazer um escândalo enorme para que Deus sinta vergonha.”

Pierre Schoendoerffer

A espantosa realidade das coisas

É a minha descoberta de todos os dias.

Cada coisa é o que é,

E é difícil explicar a alguém quanto isso me alegra,

E quanto isso me basta.

(...)

O Universo não é uma ideia minha.

A minha ideia de Universo é que é uma ideia minha.

A noite não anoitece pelos meus olhos,

A minha ideia de noite é que anoitece por meus olhos.

Fora de eu pensar e de haver quaisquer pensamentos

A noite anoitece concretamente

E o fulgor das estrelas existe como se tivesse peso.”

ALBERTO CAIEIRO

RESUMO

CLABONDE, Luiz Alberto. **Um estudo sobre o pensamento binário e suas influências nas concepções sobre a natureza das ciências**. 2016, 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016.

O presente trabalho teve como pressuposto a identificação da lógica binária em estudantes do Ensino Médio e a aplicação de um caderno didático-pedagógico com a finalidade de minimizar os efeitos dessa concepção no ensino aprendizagem da disciplina de Física. A dificuldade apresentada pelos estudantes durante a realização da pesquisa revelou como os processos didáticos pedagógicos atuais influenciam de maneira subjacente a formação e a estimulação de uma concepção de Ciência baseada em certo/errado. Deste modo, tornou-se evidente a necessidade desses materiais possuírem uma abordagem que inclua de uma forma mais enfática e clara os aspectos epistemológicos e os paradigmas científicos atuais, discutindo suas influências nas concepções sobre a natureza das Ciências que os alunos possuem.

Palavras-chave: Ensino de Física, Concepções sobre a Natureza das Ciências, Epistemologia e Paradigma

ABSTRACT

CLABONDE, Luiz Alberto. **A study of binary thought and its influence in the conceptions on the nature of sciences.** 2016, 124 f. dissertation (Master's Degree in Physics Teaching). State University of Ponta Grossa, 2016

This work, taking on the assumption of binary logic in high school students, applied a didactic and pedagogical notebook to a class of these students in order to minimize the effects of this concept in teaching and learning the discipline of Physics. The difficulty presented by the students during the research revealed how the current educational learning processes influence, by underlying way, the training and the stimulation of a scientific conception based on right / wrong vision. Thus, it becomes apparent the need for such materials possess an approach that includes a more emphatic and clearly epistemological aspects and current scientific paradigms and discusses its influence on conceptions of the nature of science that students have.

Keywords: Teaching of Physics, Conceptions of Nature of Science , Epistemology and Paradigms

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Índice de figuras

Figura 1: Pagina 04 do caderno didático-pedagógico.....	33
Figura 2: Ilustração apresentada no caderno didático-pedagógico 01.....	38
Figura 3: Ilustração apresentada no caderno didático-pedagógico 01.....	39
Figura 4: Foto de uma apresentação de um trabalho feito com estudantes do 6ºano em uma escola particular em Ponta Grossa. Fonte: Elaboração própria.....	72
Figura 5: Foto de uma apresentação de um trabalho feito com estudantes do 6ºano em uma escola particular em Ponta Grossa. Fonte: Elaboração própria.....	72
Figura 6: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.....	74
Figura 7: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.....	75
Figura 8: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.....	76

Sumário

CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO.....	12
1.1 MOTIVAÇÃO.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
1.4 OBJETIVOS.....	23
1.4.1 GERAL.....	23
1.4.2 ESPECÍFICOS:.....	23
1.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
CAPÍTULO 02 - DESCRIÇÃO DETALHADA DA ELABORAÇÃO DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO.....	27
2.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	27
2.2 HIPÓTESES.....	30
2.3 ESCOLHA DOS TEMAS DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO.....	31
2.3.1 CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO 01.....	31
2.3.2 CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO 02.....	36
2.4 ESCOLHA DO DESIGN DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO.....	38
CAPÍTULO 03 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	41
3.1 INTRODUÇÃO.....	41
3.2 ESCOLHA DA TURMA A SER APLICADO O CADERNO DIDÁTICO- PEDAGÓGICO.....	42
3.3 ESCOLHA DO TIPO DE PESQUISA A SER REALIZADA.....	44
3.4 ROTEIRO DO PROCEDIMENTO DE PESQUISA EM SALA DE AULA.....	45
CAPÍTULO 04 - RESULTADO E DISCUSSÃO.....	48
4.1 PRIMEIRO PROBLEMA: GREVE DOS PROFESSORES.....	48
4.2 PRIMEIRA FASE DA DISSERTAÇÃO.....	49
4.3 RESULTADO DA PRIMEIRA FASE DA DISSERTAÇÃO.....	49
4.4 SEGUNDA FASE DA DISSERTAÇÃO.....	58
4.5 RESULTADOS OBTIDOS NO 1º CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO.....	59
4.6 DISCUSSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXO – ENSINO DOS CONCEITOS DE MOVIMENTO E INÉRCIA NA MECÂNICA, A PARTIR DE UMA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA QUE NÃO UTILIZA A LÓGICA BINÁRIA.....	79

CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

Quando nos referimos às ciências, é comum pensarmos necessariamente nas disciplinas de física, química e biologia. Isso é um completo reducionismo, pois a palavra ciência é algo muito mais amplo e vasto, pois compreende toda forma de como o ser humano entende a si mesmo e a todo o meio externo que o envolve, que o cerca. A palavra ciência, descrevendo etimologicamente, vem da palavra latina *scientia* e é traduzida por conhecimento e podemos entendê-la como toda forma de conhecimento que o ser humano produza, seja física, química, biologia, arte, filosofia, psicologia, etc.... Também podemos entendê-la, de uma maneira mais abrangente, como a própria forma de se perceber o que definimos de realidade, ou seja, a forma como entendemos e percebemos o que chamamos de universo, de natureza no seu sentido mais amplo. Naturalmente que estamos expondo a palavra *scientia*, etimologicamente expressa, diferentemente da palavra Ciência como é comumente utilizada, sendo abordada como resultado de uma metodologia científica. Em relação a esse aspecto podemos citar Demo(1995, p.16): “Caracteristicamente não há nada mais controverso em ciência do que sua definição”.

Várias são as formas de se compreender o termo Ciências, desde a visão de uma pessoa leiga até a de uma pessoa que compreenda complexas teorias e de acordo com Maturana e Varela (2014):

Uma explicação é sempre uma proposição que reformula ou recria as observações de um fenômeno, num sistema de conceitos aceitáveis para um grupo de pessoas que compartilham um critério de validação. A magia, por exemplo, é tão explicativa para os que a aceitam como a ciência o é para os que a adotam. A diferença específica entre a explicação mágica e a científica está no modo como se gera um sistema explicativo científico, o que constitui de fato o seu critério de validação. (MATURANA ;VARELA,2014, p. 34)

Por outro lado, nós, seres humanos, quando analisamos os fenômenos naturais, partimos do princípio de termos uma realidade objetiva e comum, e, a partir desse princípio, a compreensão de que existe uma realidade subjetiva, pessoal e exclusiva é entendida inicialmente como algo absurdo e que está mais no domínio da metafísica, da magia e outras áreas esotéricas.

Uma questão muito relevante é em como o ser humano faz a apreensão do que chamamos de realidade, a forma de percepção e concepção do que o cerca, do que o rodeia; a forma como este ser vivo através de sua estrutura biológica concebe internamente o universo que se apresenta externamente e como Vasconcelos (2002) descreve:

Reconhece-se a inexistência da realidade independente do observador e a inevitável impossibilidade – devida à forma como somos biologicamente constituídos – de fazermos afirmações objetivas sobre o mundo e sobre o observador como parte desse mundo. Maturana, ao questionar a possibilidade do conhecimento objetivo do mundo (epistemologia), remeteu-nos ao reconhecimento de que constituímos o mundo ao distingui-lo (ontologia). Fez isso, não falando como um filósofo e sim como um biólogo, um cientista, e abordando cientificamente questões até então reservadas à filosofia e negligenciadas pela ciência. (VASCONCELOS,2002, p.53)

Em relação à definição etimológica da palavra concepção, de acordo com o Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, p.548, teremos: “1 - O ato ou efeito de conceber(no útero); geração. 2- O ato de conceber ou criar mentalmente, de formar ideias, especialmente abstrações.” Através da definição da palavra entendemos que, quando se trata de concepção, não estamos nos referindo a algo já pré-determinado, algo que um ser vivo conceberá da forma como o informamos, pois, como a própria definição afirma, concepção está relacionada a uma criação mental e, como tal, entende-se que a mesma se trata de uma interpretação dessa informação recebida e como salienta Damásio (1994):

O nosso próprio organismo, e não uma realidade externa absoluta, é utilizado como referência de base para as interpretações que fazemos do mundo que nos rodeia e para a construção do permanente sentido de subjetividade que é parte essencial de nossas experiências.(DAMÁSIO,1994, p.20)

Os parágrafos anteriores foram necessários para a compreensão do termo concepção que usaremos doravante e da finalidade do trabalho que apresentaremos nas linhas seguintes.

Em relação ao ensino de Física, alguns pesquisadores, que mais adiante os citaremos, tentam entender melhor as concepções que os estudantes apresentam em relação a esta disciplina. De que forma os conceitos são apreendidos, qual a concepção que os mesmos apresentam, de que forma os integram e agregam no universo concebido pelos mesmos. Inicialmente, as pesquisas sobre a CNC (Concepções sobre a natureza das Ciências) possuíam uma característica metodológica quantitativa, hoje, as abordagens possuem ênfases qualitativas. Mesmo tendo vários trabalhos que podem ser questionados quanto a sua carência de validade e de fidelidade, as pesquisas apontam de uma forma consensual o fato de termos estudantes com concepções incorretas e equivocadas como aponta a revisão de pesquisas sobre CNC realizada por Harres(1999):

Inicialmente, a maioria das pesquisas adotavam metodologias quantitativas. Atualmente, a ênfase recai mais sobre abordagens qualitativas. Apesar da carência de validade e de fidedignidade de vários trabalhos, conduzidos com ambas metodologias e abordando diferentes aspectos da questão, é significativo que todas estas investigações são consensuais no fato de que estudantes apresentam CNC geralmente inadequadas. Na verdade, reconhecer que os estudantes detenham um *conhecimento sobre o conhecimento*, isto é, um meta-conhecimento razoavelmente estruturado, significa um grande avanço e um avanço ainda maior representa poder situar este pensamento dentro das correntes filosóficas e epistemológicas de que dispomos hoje. (HARRES, 1999, p.197)

Neste artigo, Harres (1999) faz uma revisão de pesquisa nas concepções de professores sobre a natureza das ciências e suas implicações para o ensino.

A maioria dessas pesquisas foram executadas através de questionários destinados aos alunos e professores e um deles é denominado COST: Conceptions of a Scientific Theories Test, elaborado por Cotham e Smith (1981). Essas pesquisas basicamente avaliam o entendimento dos estudantes antes e depois da aprendizagem. Através dessas pesquisas é verificado se houve desvio na aprendizagem devido às concepções e é analisada a forma de corrigir essas concepções. Porém, essas pesquisas sempre partem de pressupostos de uma realidade objetiva e não fazem menção da possibilidade de o problema encontrado, em relação às concepções dos estudantes, não estar no ambiente pesquisado, mas sim no fato de como esses estudantes apreendem, agregam, incorporam

o que é chamado de realidade objetiva em um universo já preconcebido pelos mesmos. Maturana e Varela(2014) descrevem esse comportamento da seguinte forma:

Aqui, a ênfase e a preocupação global não consistem em definir cognição com base em um inputs vindo do mundo externo e atuando sobre o perceptor, mas, em vez disso, em explicar cognição e percepção em função da estrutura interna do organismo.

Desse modo, a cognição opera em vários níveis, e, à medida que a sofisticação do organismo cresce, também cresce o seu sensorium, com o qual ele sonda cognitivamente o ambiente, e também a extensão da coemergência entre organismo e ambiente.(MATURANA ;VARELA,2014, p. 138)

Essa realidade objetiva, relacionada com a visão dos fenômenos naturais e a concepção do universo, nos é apresentada como algo natural e a aceitamos talvez pela sua praticidade e em relação a essa situação podemos citar Maturana e Varela (2014)

Tendemos a viver num mundo de certezas, de solidez perceptiva não contestada, em que nossas convicções provam que as coisas são somente como a vemos e não existe alternativa para aquilo que nos parece certo. Essa é nossa situação cotidiana cultural, nosso mundo habitual de ser humano.(MATURANA;VARELA,2014, p. 22)

Os autores citados no parágrafo anterior são dois biólogos chilenos que lançaram, em 1970, uma teoria denominada autopoiese. Nessa teoria, o meio externo não é exclusivamente determinante para a percepção de realidade de um organismo vivo, pois ocorre um acoplamento entre a estrutura biológica do organismo vivo e o meio externo. Então, segundo Humberto Maturana e Francisco Varela (2014) essa concepção do meio externo não está determinada pela forma objetiva do mesmo, mas sim pela estrutura interna do ser vivo. Essa compreensão provocará mudanças estruturais nesse ser vivo, e, portanto, esse ser vivo, sendo um sistema autônomo, está se reproduzindo e se autorregulando constantemente. Desse modo, há uma retroalimentação, que é a mudança ocorrida internamente nesse ser vivo e a mudança que esse organismo vivo provoca no meio externo e assim, ocorrendo sucessivamente, esse processo se perpetua, retroalimentando-se. Essa interação que ocorre entre o ser vivo e o meio externo é o que permite a esse ser vivo fazer as correções das

concepções que o mesmo realizou do meio externo, essas interações entre ser vivo e o meio externo. Essa interação entre o ser vivo e o meio externo é chamada de acoplamento estrutural. Em outras palavras, trata-se de uma capacidade dos seres vivos de produzirem a si mesmo (auto=próprio, poiesis=criação). Objetivamente, sobre o assunto, Capra e Luisi descrevem:

Essa noção de determinismo estrutural lança novas luzes sobre o antiquíssimo debate filosófico a respeito de liberdade e determinismo. De acordo com Maturana, o comportamento de um organismo vivo é determinado. No entanto, em vez de ser determinado por forças externas, é determinado pela própria estrutura do organismo, uma estrutura formada por uma sucessão de mudanças estruturais autônomas. Consequentemente, o comportamento do organismo vivo é, ao mesmo tempo, determinado e livre. (CAPRA; LUISI, 2014 P.177)

Quando nos referimos anteriormente a essa realidade não objetiva, estávamos fazendo menção justamente a essa compreensão de realidade através da estrutura interna, do sistema nervoso do organismo vivo. De forma que, no caso do ser humano, essa concepção de realidade depende tão e somente de sua estrutura biológica. De acordo com Maturana e Varela:

Considere, em primeiro lugar, que distinguimos o sistema vivo como uma unidade a partir do seu fundo como uma organização definitiva... Por outro lado, o ambiente parece ter uma dinâmica estrutural própria, operacionalmente própria do ser vivo... Entre esse dois sistemas há uma estrutura necessária, mas as perturbações do ambiente não determinam o que acontece no ser vivo - em vez disso, é a estrutura do ser vivo que determina o que acontece nele. Em outras palavras, o agente perturbador produz uma mudança simplesmente como gatilho, mas a mudança é determinada pela estrutura do sistema perturbado. O mesmo se mantém verdadeiro no que se refere ao ambiente. O ser vivo é a fonte de perturbação e não de instrução... Podemos lidar apenas com unidades que são estruturalmente determinadas. (MATURANA; VARELA, 1998, p. 95)

Inicialmente, nos referimos a alguns autores que realizaram pesquisas sobre o tema CNC e que a maioria dos trabalhos faziam abordagens como se o problema das concepções sobre a natureza das ciências fosse motivado unicamente por fatores externos. Trabalhos realizados por Wilson L. (1954), Ledermann (1992), Pórlan e Rivero (1989), entre outros, tiveram esse enfoque. Se analisarmos sob a luz da teoria da autopoiese, perceberemos um

elemento fundamental para entendermos as CNC realizadas pelo estudante, pois o mesmo, independentemente de qualquer processo de aprendizagem ao qual esteja submetido em uma escola, possui uma concepção de universo preconcebida devido as interações que o mesmo realiza através do acoplamento estrutural. Em relação a esse aspecto, Maturana e Varela (2014), descrevem:

Por isso, na base de tudo o que iremos dizer estará esse constante dar-se conta de que não se pode tomar o fenômeno de conhecer como se houvesse “fatos” ou objetos lá fora que alguém capta e introduz na cabeça. A experiência de qualquer coisa lá fora é válida de uma maneira particular pela estrutura humana que torna possível a coisa que surge na descrição.(MATURANA;VARELA,2014, p. 31)

Para a elaboração e a reconstrução da concepção da natureza de ciência do estudante são fundamentais a epistemologia e o paradigma científico. Esses dois elementos são essenciais para a aprendizagem de qualquer disciplina relacionada às áreas de ciências, o aprender a aprender como Vigotski (1921) se referia, pois nortearão os estudantes em relação a como o pensamento humano se desenvolveu e quais os parâmetros de validação que permitiram a evolução da ciência até os dias atuais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando o fato de termos um estudante cuja concepção de realidade baseia-se em uma percepção em que o mundo apresenta-se dicotomizado, em que o pensamento binário (do tipo “certo” ou “errado”), ou lógica binária, torna-se um instrumento para a identificação e classificação dos eventos que permeiam o universo, esta concepção conduz o estudante a situações conflitantes em relação às concepções sobre a natureza das ciências. Em uma concepção que ocorre de forma dicotomizada, se uma explicação sobre um fenômeno é considerada como certa, inevitavelmente, todas as outras possibilidades de explicação desse fenômeno tornam-se erradas.

De uma forma mais sucinta, em um pensamento de lógica binária, o certo é uma exceção dentro de um universo de possibilidades consideradas como erradas. Nessa perspectiva, as apreensões, o aprendizado em relação às concepções sobre a natureza das ciências e, mais especificamente, a Física, tornam-se completamente equivocadas, pois a Física concebe

modelos em que as teorias e seus conceitos possuem limites de validação. Vasconcelos faz uma referência contundente em relação a esse aspecto:

Nos contextos amplos em que aprendemos a aprender, ou aprendemos as regras, desenvolvemos premissas básicas de conduta e de comunicação. Dando sentido geral as experiências, esses contextos amplos permitem configurar essa epistemologia implícita que todo mundo tem, e que não é portanto, algo herdado ou intuitivo, mas sim, uma epistemologia construída a partir das experiências e comunicação que a pessoa vai tendo.

Packman enfatiza ainda que, se não reconhecermos essas premissas ou esses pressupostos implícitos que configuram nossa visão de mundo, podemos ficar sujeitos a uma ideologização e um dogmatismo dessa concepção de mundo, que pode ser transformada na única, aceitável e verdadeira.(VASCONCELOS, 2002, p.43)

Um modelo não exclui necessariamente a validade de outro modelo, pois possuem limites de validação diferentes, assim como a Mecânica Clássica e a Teoria da Relatividade não são excludentes entre si, pois possuem pressupostos diferentes que são aceitos como corretos. Mas, um estudante, cuja forma de concepção de realidade ocorre através de uma lógica binária, tende a possuir uma concepção em que, a partir do momento que algo é considerado como errado, não possuirá em si qualquer possibilidade de em alguma situação estar certa. Como escreve Vasconcelos (2002) a este respeito:

Por seu lado, cursos definidos como pertencentes ao grupo de ciências físicas ou exatas, podem ter o paradigma tradicional de ciência tão incorporado às suas práticas de pesquisa e de elaboração teórica que nem sintam mais necessidade de reservar um espaço para explicitar e refletir com os alunos sobre pressuposto epistemológicos, ou o paradigma de suas produções científicas.(VASCONCELOS, 2002, p.160).

Se o estudante concebe um universo em que a concepção dicotomizada é preponderante em suas percepções, em que a verdade absoluta, imutável e eterna, tornam-se um horizonte para as concepções de realidade que o estudante apreende, como esse estudante compreenderá que a ciência evolui na medida em que ocorre reformulações nos próprios

pressupostos que a constitui. Há necessidade de apresentar ao mesmo a epistemologia e os paradigmas científicos, não como uma forma de se sobrepor os paradigmas que o mesmo possui. Se isso ocorrer, haveria apenas uma permuta nas consideradas verdades absolutas, em que uma prevalece em relação a outra, o que não deixaria de ser, na sua forma mais intrínseca, um processo dicotomizado. Mas é necessário que o estudante perceba um dos aspectos mais importantes das ciências, e em particular da Física, que são os critérios de validação, os paradigmas científicos, que permitem a consolidação dos modelos e consequentemente das teorias e conceitos. Um estudante precisa entender o processo de construção dos modelos científicos. Para isso, é necessário que entenda como o ser humano concebia um determinado aspecto científico antes de ser criado um modelo, ou, os motivos que levaram um modelo a ser utilizado em detrimento ao que anteriormente era utilizado, como por exemplo o modelo Heliocêntrico e o modelo Geocêntrico. As razões que levarão à mudança do modelo, os critérios que consolidam esse modelo e os limites de sua validade, ou seja, da epistemologia e paradigma científico que consolidam o modelo criado. Se o ensino e aprendizagem da ciência não ocorrer dessa forma, o estudante estará em uma situação parecida com a de uma pessoa que está jogando um jogo qualquer sem saber as regras deste jogo. Se não houver consideração desses aspectos considerados anteriormente, a Mecânica Newtoniana seria a forma certa em relação à Mecânica Relativística ou em relação à Mecânica Quântica. Enfim, sem esses critérios de validação, na Física, ou teríamos uma Mecânica ou teríamos outra. Na realidade, isso não ocorre, pois todas são corretas dentro dos critérios de validação, que as consolidam. Se tivermos um estudante de ciências que não compreenda os paradigmas científicos, inevitavelmente, o mesmo fará uma percepção das mesmas através da lógica binária, da dicotomia, da oposição, da dualização. Isso é, um estudante precisa das prerrogativas necessárias para a compreensão, na sua forma mais profunda, do que sejam Ciências, como Vasconcelos (2002) salienta:

Kuhn afirma que o sentido de paradigma como crença e valores compartilhados é o aspecto mais novo e menos compreendido de seu livro. Considera que é por não compreender bem isso que ao se abordarem as dificuldades dos estudantes com os textos científicos, geralmente e enfatiza o conteúdo cognitivo da ciência, a necessidade de o estudante adquirir destrezas baseadas na teoria e nas regras. Na verdade para aprender a resolver problemas em ciências, o estudante precisa antes aprender uma maneira de ver a natureza e, na ausência de tais “exemplares”-valores e crença-, as teorias e regras não fariam sentido. Ou seja, Kuhn considera que antes que

o cientista aprenda a pesquisar, a usar as teorias, ele precisa aprender uma visão de mundo específica, aprender/apreender um paradigma.(VASCONCELOS, 2002, p.38)

Mediante ao que foi exposto anteriormente, torna-se contundente a necessidade de um estudante, em contato com a ciências, e, em especial, em contato com a Física, tenha os pressupostos epistemológicos e os paradigmas científicos concernentes ao contato que o mesmo esteja tendo. Sem esses pressupostos, sua compreensão, sua apreensão em relação as Concepções sobre a Natureza das Ciências não permitirá sequer a condição de perceber, analisar e entender os fenômenos naturais que o circundam em sua formulação vigente e, muito menos, a capacidade de reconstruí-los ou modificá-los.

1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em relação às Concepções sobre a Natureza das Ciências na década de 50, nos EUA, algumas pesquisas já assinalavam a necessidade de compreender essas concepções. Lelande L. Wilson (1954), segundo Harres no artigo “Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino”, publicado em 1999, talvez tenha sido o primeiro pesquisador a realizar um estudo de investigação nessa área que foi denominada de CNC – Concepções sobre a Natureza das Ciências –. Isso ocorreu quando Wilson publicou um artigo “ A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society”(Um estudo de opiniões relacionadas com a natureza da ciência e sua finalidade na sociedade), em 1954, elaborando um instrumento para identificação das CNC.

Muitos outros pesquisadores em CNC sucederam-se após essa data e podemos citar alguns exemplos, tais como: COOLEY,W.W. e KLOPFER,L, os quais escreveram um ensaio sobre a compreensão da ciência em 1961. KIMBALL,M.E.(1968), que fez uma comparação das concepções de ciência entre os cientistas e os professores de ciência.

CAREY R.L. e STAUSS,N.G., em 1970 fazem uma análise sobre as compreensões da natureza da ciência em professores de ciências com grande tempo de experiência no magistério.

AIKENHEAD,G.,1973, faz uma verificação das concepções de ciências em alunos do Ensino Médio.

DURKEE,P, em 1974, faz uma verificação semelhante à feita por AIKENHEAD, porém destinada a alunos considerados de alta capacidade.

LUCAS,A.M., em 1975, discute razões para questionar os pressupostos subjacentes aos instrumentos destinados a medir o conhecimento da natureza da ciência. Esse mesmo autor, também em 1975, recomenda que os pesquisadores reconheçam que existem modelos conflitantes da ciência, e que cada um dos instrumentos relacionados a esses modelos devem especificar todos os pressupostos filosóficos.

Em 1978,CAWTHRON,E.R. e ROWELL,JA. realizam um trabalho no qual sugerem que, em grande medida, os educadores de ciências tendem a separar a epistemologia, o conteúdo e a metodologia da ciência. Os mesmos autores questionam a pertinência desta prática e, em 1982, publicam um artigo que relata os resultados de um estudo comparativo entre abordagens de ensino implícitas e explícitas sobre o desenvolvimento de concepções contemporâneas da natureza da ciência(CNC contemporânea). Neste trabalho de 1982,a amostra utilizada foi composta por dois grupos de professores primários na República da Irlanda, todos não-especialistas em ciência.

No Brasil, em 1987, KRASILCHIK,M. publica o livro “O professor e o currículo das ciências”. Esse livro trata das mudanças ocorridas na área de educação e das implicações no ensino de ciências na escola de 1º e 2º graus.

Em 1987, LEDERMANN,N.G. e ZEIDLER,D.L., nomes importantes relacionados às CNC, publicam um artigo em que fazem questionamento sobre as CNC dos professores e a influência dessas concepções no ensino de ciências,e em 1992, LEDERMANN,N.G., faz uma revisão de trabalhos publicados em relação às CNC de alunos e de professores.

Em 1996, HASHWEH,M.Z. volta à questão das CNC dos professores e levanta a questão da epistemologia dos professores de ciências e seus efeitos no ensino de ciência.

No Brasil, HARRES J.B.S., professor da PUCRS, tem publicado vários artigos sobre CNC.

Humberto Maturana é um neurobiólogo chileno, crítico do realismo matemático. Aliado a Francisco Varela, criaram a teoria da autopoiese e da biologia do conhecer e juntos escreveram o livro “A árvore do conhecimento” publicado em 1987, o qual constitui um marco no que se refere à reflexão sobre como os seres vivos fazem as concepções do que o circunda . Suas ideias têm um caráter revolucionário e abrem uma perspectiva ampla e múltipla, que inclui em especial a biologia, a sociologia, a antropologia, a epistemologia e a ética. Este livro, juntamente ao livro “De máquinas a seres vivos”, publicado em 1971,tornam-se uma referência para o estudo do pensamento sistêmico.

Maria José Esteves de Vasconcelos, psicóloga, tem prestado consultoria e ministrado cursos e *workshops*, além de sua participação em seminários nacionais e internacionais sobre pensamento sistêmico. Em 2003, publica o livro “Pensamento Sistêmico: o novo paradigma da Ciência.” Esse livro aborda temas como: noções de paradigma e epistemologia, descrição do paradigma tradicional da ciência, identificação de dimensões no paradigma emergente da ciência contemporânea e proposição do pensamento sistêmico como novo paradigma da ciência.

Alice Casimiro Lopes concluiu o doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1996. Em 1999 lança o livro “Conhecimento Escolar: Ciência e cotidiano”, no qual procura estabelecer as relações entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano e as interpretações sobre cultura.

Nesse livro, segundo a própria autora, é realizada uma tentativa de combater a hierarquização de saberes, estabelecendo um carácter contextual aos conhecimentos. Esse procedimento pode ser mais produtivo por não estabelecer separações tão claras entre saberes nas relações sociais.

Fritjof Capra, austríaco, é doutor em Física e cientista. Em 2014, juntamente com Pier Luigi Luisi, professor de química da Universidade de Estudos de Roma III, Itália, lançaram o livro “A Visão Sistêmica da Vida”. Nesse livro os muitos conceitos, modelos e teorias dessa nova compreensão científica da vida são apresentados em um único arcabouço coerente. Fazendo uma ampla varredura através da história e das disciplinas científicas, apresentam uma visão sistêmica unificada que inclui e integra as dimensões biológica, cognitiva, social e ecológica da vida.

João Batista Siqueira Harres possui graduação em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e atualmente é professor adjunto da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Atua principalmente no ensino de Física e na formação inicial e continuada de professores em toda a área de ciências. Suas pesquisas se concentram no ensino, na aprendizagem de ciências e no desenvolvimento profissional de professores e suas inter-relações com a epistemologia, a história da ciência, a cultura e a educação científica.

As pesquisas realizadas sobre as concepções sobre a natureza das ciências têm um valor de extrema importância pelo fato de podermos apurar os problemas que estão ocorrendo no ensino-aprendizagem das ciências. Na UEPG(Universidade Estadual de Ponta Grossa), um teste sobre concepção da natureza da ciência foi realizado pelo Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab

com estudantes do 4ºano de Licenciatura em Física, nos anos 1999,2000,2001,2002. Através desse teste, foi detectado que, no período em que foi realizada a pesquisa, houve um percentual que variava entre 60 a 70 por cento de estudantes que apresentaram uma concepção aristotélica de movimento. Esses dados são importantes e devem ser levados em conta na busca de formas de solucionar os problemas que porventura esteja ocorrendo no ensino-aprendizagem de estudantes de Física.

Autores como Maturana e Varela, Vasconcelos e Lopes nos fazem acreditar que os problemas que ocorrem no ensino-aprendizagem não se devem somente ao processo de ensino-aprendizagem; mas que também as concepções que os estudantes apreendem em períodos anteriores ao processo de ensino-aprendizagem, como, por exemplo, a lógica binária, podem estar contribuindo para estes problemas. Estas concepções estão tão enraizadas, de maneira subjacente, na forma em como o estudante concebe sua realidade, que, independentemente do processo de ensino-aprendizagem a que esteja submetido, estas concepções terão grande influência. Apesar das concepções do processo de ensino-aprendizagem serem apresentados de forma objetiva, elas são tão somente agregadas às concepções que o estudante possui, não ocorrendo, portanto, as quebras de paradigma necessárias. Desse modo, o estudante não consegue assimilar os paradigmas científicos vigentes essenciais para a compreensão, em um carácter mais aprofundado, das questões científicas abordadas na sala de aula.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GERAL

Contribuir para a desconstrução da concepção da lógica binária no ensino de Física.

1.4.2 ESPECÍFICOS:

Elaborar um caderno didático-pedagógico com a finalidade de auxiliar os docentes a romper as estruturas da lógica binária no ensino de Física.

1.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem em relação ao estudante deverá ser através da teoria de aprendizagem de Carl Rogers, pois deveremos atuar de forma que o estudante tenha a oportunidade de refletir e repensar sobre si mesmo. Portanto, a abordagem deverá ser não-diretiva, que é um dos preceitos estabelecido por Carl Rogers. Devemos lembrar que Carl Rogers sustentava que o organismo humano - assim como todos os outros, incluindo o das plantas - possui uma tendência à atualização, que tem como fim a autonomia. Na teoria rogeriana, essa é a única força motriz dos seres vivos. Segundo o próprio Carl Rogers:

O único homem que se educa é aquele que aprendeu como aprender: que aprendeu como se adaptar e mudar; que se capacitou de que nenhum conhecimento é seguro, que nenhum processo de buscar conhecimento oferece uma base de segurança. (ROGERS,1973,p.104)

A psicologia de Carl Rogers aborda o homem como pessoa ao contrário da atual tendência de retificar, de coisificar, objetificar o homem. Não procurou descrever o homem a partir de impulsos inconscientes. Também não adotou o behaviorismo, que descreve o homem em um carácter animal, a partir do esquema “estímulo resposta”, caracterizado por uma tentativa de tomar o homem de um ponto de vista objetivo, externo a si próprio.

Carl Rogers(1973) demonstra uma inquietação em relação às metodologias utilizadas nas escolas. Nas escolas, a tomada de decisão das regras utilizadas no processo de aprendizagem sempre ocorre de maneira hierarquizada, de tal modo que o estudante torna-se, meramente, um elemento passivo em relação á esse processo. Porém, para Rogers, em toda situação na qual o homem se encontra, sempre deverá haver, por menor que seja, um âmbito de decisão.

Essa nova perspectiva também é contrária ao aprendizado que se utiliza de “tarefas”, que só usa operações mentais, pois estes processos são esquecidos com o passar do tempo. Isso ocorre porque não há vínculos com os sentimentos, as emoções e sensações do educando, não provocando a curiosidade que o leva a aprofundar-se mais. Para Carl Rogers, educar trata-se muito mais do que transmitir conhecimentos, mas sim despertar a curiosidade, de fustigar o desejo de ir além do conhecido. Podemos dizer que é uma forma de um estudante desafiar a si mesmo e, através desse processo, confiar em si.

Um ser humano que possui conhecimento tem capacidade de se adaptar às mudanças que vão ocorrendo e esse fator torna o aprendizado contínuo. Nesse processo de retroalimentação entre ser humano e o meio em que se encontra, a vida ocorre em um incessante processo de mudança, no qual tudo é questionável e tudo se funde. Por esse motivo, não existe aquele que sabe e aquele que ensina, todos sabem alguma coisa e todos aprendem alguma coisa com alguém.

Carl Rogers considera o ser humano como um todo: mente e corpo, sentimento e cognição são unificados, são inseparáveis. Para ele, um educando que apresente algum tipo de problema emocional tem um aprendizado prejudicado, então, é necessário considerar um ambiente psicológico favorável, pois é um fator fundamental para o aprendizado.

O professor que ajuda o aluno a pensar por si próprio (auxiliando-o com autenticidade, confiando em sua habilidade) e, com carinho, conduzindo-o ao caminho da participação e independência é, realmente, um bom facilitador da aprendizagem.

Tendo em vista o exposto nos parágrafos anteriores, o caderno didático-pedagógico foi concebido com a finalidade de não ser diretivo, não oferecendo ao estudante uma opção do tipo certo/errado. As questões solicitam ao estudante que responda nas concepções que o mesmo possui, numa tentativa de fazer o estudante rever a sua própria forma de concepção, oferecendo a liberdade do mesmo poder questionar inclusive o próprio processo de aprendizagem.

Pode-se argumentar o fato de ocorrer uma interferência externa no processo de aprendizagem do estudante quando o caderno didático-pedagógico estabelece as concepções de Aristóteles, Galileu e de Newton. Porém, essas concepções foram necessárias por justamente representarem mudanças de paradigmas no pensamento humano, novas concepções que permitiram ao ser humano uma melhor compreensão do universo no qual encontra-se inserido. Mas, o fator extremamente relevante, o qual merece ser destacado, é que o caderno didático-pedagógico oferece uma oportunidade de revisão do estudante sobre si mesmo, sobre sua forma de concepção; deste modo, inevitavelmente, as mudanças que ocorrerem na sua concepção serão um processo único e exclusivo da reflexão sobre si mesmo, ou seja, o estudante será um agente ativo e o professor, apenas um facilitador durante o processo de ensino e aprendizagem. Assim, não há como o professor ser diretivo numa situação como essa.

*Fiz ranger as folhas de jornal
abrindo-lhes as pálpebras piscantes.*

*E logo
de cada fronteira distante
subiu um cheiro de pólvora
perseguido-me até em casa.*

*Nestes últimos vinte anos
nada de novo há
no rugir das tempestades.*

*Não estamos alegres,
é certo,
mas também por que razão
haveríamos de ficar tristes?*

*O mar da história é agitado.
As ameaças
e as guerras
havemos de atravessá-las,
rompê-las ao meio,
cortando-as
como uma quilha corta
as ondas.*

Maiakóvski — In: Antologia Poética

CAPÍTULO 02 - DESCRIÇÃO DETALHADA DA ELABORAÇÃO DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

2.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A maioria das escolas ou sistemas educacionais do Brasil, no Ensino Médio, fazem uso de livros e de apostilas que utilizam o processo de fazer com que os estudantes treinem questões de vestibulares. Essas questões, na sua maioria, são apresentadas nos formatos de “múltipla escolha” ou “somatório”. Esse formato é utilizado pois facilita enormemente as correções das avaliações através de gabaritos do tipo “certo” ou “errado”. Esse modelo também é reproduzido nas avaliações a que o estudante é submetido durante o ano letivo. Irremediavelmente, o estudante passa por um processo de escolha de opção entre alternativa certa ou errada, ou seja, uma afirmação é certa ou errada, não podendo ser, ou estar, parcialmente certa ou parcialmente errada. Essa percepção de um universo fundamentado em uma dicotomia do tipo “certo” ou “errado” o estudante já apresenta antes de entrar na escola. E as avaliações a que ele é submetido em toda sua vida escolar estimulam e reforçam esse tipo de percepção.

Essa forma de pensamento dicotomizado foi outrora chamada de pensamento maniqueísta e hoje é conhecida por pensamento binário ou lógica binária. Esse termo também é usado em sistemas computacionais. Na filosofia o pensamento dicotomizado se apresenta na forma de ou uma “coisa” ou outra “coisa”, já na computação esta lógica se apresenta na forma de ou 1 ou 0. No entanto, nos dois casos a ideia é a mesma: não há espaço para soluções intermediárias.

O termo maniqueísmo é devido a Mané (nome persa) ou Maniqueu (nome grego). Esse profeta nasceu na Pérsia, provavelmente no século III, e estabeleceu uma doutrina religiosa na qual o mundo era dividido entre o bem, Deus, e o mau, Diabo. A matéria seria intrinsecamente má e o espírito intrinsecamente bom. O termo maniqueísmo se tornou um termo popular para toda doutrina que apresentasse uma base de oposição: o bem e o mal, o céu e o inferno, o divino e o profano, a matéria e o espírito, o início e o fim.

A afirmação de que um ser humano seja, desde sua concepção, um ser que possua intrinsecamente uma forma de pensamento binário nos parece absurda. O mais provável é que a concepção dessa forma de raciocínio, pensamento na forma de “ou/ou”, seja basicamente

uma consequência das interações que o mesmo estabelece com o meio em que convive. Ou seja, essa forma de pensamento surge devido à influência, de fatores socioculturais como ambiente familiar, ambiente religioso, ambiente de trabalho, enfim, da forma como o ser humano se relaciona com seu meio e, naturalmente, essa forma de lógica binária acaba trazendo também consigo uma visão dicotomizada para as concepções apreendidas. Vasconcelos descreve essa visão da seguinte forma:

O exercício de classificar exige do cientista que esteja sempre decidindo entre ou uma coisa ou outra. De acordo com a lógica, um objeto não pode pertencer simultaneamente a duas categorias, não pode ser ele e não-ele (princípio da identidade), e um bom sistema de categorias (sistema de classificação) deve se constituir de categorias excludentes entre si. Isso desenvolve no cientista o que se tem chamado de atitude “ou-ou”, “ou isto ou aquilo. Ele não só adota essa atitude nas suas classificações científicas, mas também a leva consigo para as suas relações cotidianas: as situações serão ou boas ou más, as pessoas serão amigas ou inimigas, e assim por diante.” (VASCONCELOS, 2002, p. 75)

Assim, essa percepção binária baseada no pensamento cartesiano, em que a essência da natureza humana reside no pensamento (deste modo, todas as coisas que concebemos claramente e distintamente são verdadeiras), acaba comprometendo a forma de concepção de ciências pela maioria dos estudantes. Um exemplo muito comum de concepção binária é que, mesmo depois de se ter formulado, em sala de aula, o significado científico dos conceitos de repouso e movimento, os estudantes ainda possuem a ideia de que um corpo em repouso é caracterizado por uma ausência de movimento e que movimento refere-se a algo que não se encontra em repouso. Podemos citar Lopes, que em relação a esse aspecto faz o seguinte comentário:

Por isso Bachelard organiza sua filosofia do não, a filosofia de uma ciência que aprende a conviver com racionalismos setoriais. Quando uma teoria diz não a outra, institui uma nova racionalidade setorial a um campo da ciência. Esta nova racionalidade limita a razão anterior, mas não necessariamente implica seu abandono. Pode existir a convivência plural de diferentes racionalidades. “É evidente que duas teorias podem pertencer a dois corpos de racionalidade diferentes e que se podem opor em determinados pontos permanecendo válidas individualmente no seu próprio corpo de racionalidade. Esse é um dos aspectos do pluralismo racional que só pode ser

obscuro para os filósofos que se obstinam em acreditar num sistema de razão absoluto e invariável”. Daí Bachelard negar a filosofia do não como uma atitude de recusa, mas defendê-la como uma atitude de conciliação. Conciliação entendida no sentido da convivência com o diverso, a aceitação do dissenso — base necessária ao pluralismo. Conciliar não é aceitar qualquer teoria como válida, mas definir muito precisamente o campo de validade e aplicação de determinada teoria.(LOPES,1999 P.130)

A forma de apreensão de determinado conteúdo por um estudante não surge necessariamente em como o mesmo é explicitado, na forma objetiva e diretiva como é proposto este conteúdo, mas sim na forma de como o sistema biológico do estudante, como um todo, realiza suas concepções de realidade, ou, de acordo com Humberto Maturana, do acoplamento estrutural realizado. No processo de apreensão do conhecimento, os novos conhecimentos não são simplesmente agregados na sua forma básica e pura, mas sim incorporados dentro de uma estrutura já pré existente e como esse conhecimento irá ser concebido será determinado por esta estrutura pré existente. Nesse aspecto, o estudante que esteja submetido a um ambiente(ou a vários ambientes) onde se propicia o pensamento binário, mesmo que de maneira subjacente, apresentará uma concepção completamente incorreta e inadequada do que seja ciências. Um exemplo de forma inadequada é acreditar que a ciência encontra-se acabada e finalizada. A estrutura biológica que cada indivíduo possui, produz suas crenças e valores, as quais norteiam as concepções que o mesmo apreende do que é chamado de realidade. Lopes faz a seguinte observação sobre o assunto:

Um dos mecanismos de se manter a ciência como um conhecimento obscuro e inacessível é, justamente, transmiti-la como um refinamento de senso comum. Dessa forma, ao fazermos com que nossos alunos tentem compreendê-la fazendo uso de sua razão cotidiana, impedimos que a compreensão ocorra. Quanto muito, alcançamos um arremedo de aprendizagem, a mera capacidade de instrumentalizar-se, mas não de (re)construir criticamente o conhecimento.(LOPES,1999 P.120)

Mediante ao que foi exposto anteriormente, torna-se necessário a verificação de como a lógica binária, da percepção de um universo dicotomizado, que um estudante adquire devido as suas interações sócio culturais, e que são reforçadas no seu ambiente escolar, afetam a sua concepção sobre a natureza das ciências, e de uma forma mais específica, de como esse fator afeta o ensino e aprendizado na disciplina de Física.

2.2 HIPÓTESES

A hipótese a ser considerada é de termos estudantes cuja concepção de construção de realidade baseia-se, de maneira subjacente, em uma lógica binária, e, além disto, esta lógica é estimulada pelo ambiente social e educacional em que o mesmo se encontra. Em alguns casos pode ocorrer o contrário, isto é, um ambiente que propicie, ou alimente uma concepção de realidade baseada em uma lógica binária, ou através das concepções que o professor possui, ou através da metodologia que material didático utilize. Ou seja, a concepção de realidade baseada em uma visão maniqueísta de realidade (de pensamento binário, ou, lógica binária) é fomentada, alimentada ou estimulada, e, então, este estudante apresentará um paradigma que o leva a um pensamento científico dominado pela lógica binária, que é excludente.

A questão levantada anteriormente acarreta consequências desastrosas no que se refere a forma de concepção sobre a natureza das ciências. Ao término do Ensino Médio, o estudante tende a se comportar como se todo o conhecimento científico já estivesse finalizado e acabado. O estudante tende a considerar todo o conhecimento científico pode ser colocado na forma de lógica binária (de certo ou errado) e essa concepção que o mesmo apreende acaba inibindo sua capacidade de criação, de inventividade, de fecundidade, de engenhosidade. Desse modo, teremos um ser humano sem capacidade nenhuma de ousar, de criar, de abstrair, de inventar. Os trabalhos por ele produzidos, em qualquer nível que seja, conceitualmente serão concebidos através de algo já preexistente, pré-determinado e a inovação praticamente inexistirá. Esse estudante encontra-se completamente aprisionado e encurralado em suas próprias concepções. Como Maturana e Varela comentam:

Nossas visões de mundo e de nós mesmos não conservam registros de suas origens(...) daí que tenhamos tantos e renomados “pontos cegos” cognitivos, que não vejamos que não vemos, que não percebamos que ignoramos. Só quando alguma interação nos tira do óbvio – por exemplo, de sermos transportados a um meio cultural diferente – e nos permite refletir – é que nos damos conta da imensa quantidade de relações que tomamos como garantidas.

(MATURANA;VARELA,1983 p.260)

O caderno didático-pedagógico apresentado ao estudante não possui questões em

forma de certo/errado. As questões apresentadas são todas discursivas e o estudante terá que analisá-las e respondê-las de acordo com a concepção que possui. Intencionalmente o caderno didático-pedagógico possui a finalidade de fazer o estudante perceber que a concepção binária de realidade que ele possui não é suficiente para descrever as situações propostas. Desse modo, ele poderá questionar a sua própria forma de concepção e poderá perceber a necessidade de um paradigma científico para a compreensão dos modelos, conceitos e teorias que a ciência possui atualmente. Assim, um dos objetivos do caderno didático-pedagógico é fazer com que o estudante reveja sua própria forma de pensar. Em relação a isso, Maturana e Varela escrevem:

Essa situação especial de conhecer como se conhece é tradicionalmente esquiva para nossa cultura ocidental, centrada na ação e não na reflexão, de modo que a vida pessoal é, geralmente, cega para si mesma. Parece que em alguma parte há um tabu que nos diz: “é proibido conhecer o conhecer.” Na verdade, é um escândalo que não saibamos como é constituído o nosso mundo experimental, que é de fato o mais próximo da nossa existência. Há muitos escândalos no mundo, mas essa ignorância é um dos piores. (MATURNA ; VARELA, 2011 p.30)

2.3 ESCOLHA DOS TEMAS DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

Foram produzidos dois cadernos e a escolha dos temas foi o aspecto mais importante em relação às hipóteses, ao objetivo e ao problema levantado. Faremos uma descrição de cada caderno e os motivos que levaram à escolha dos temas de cada caderno. Esse caderno está disposto em forma de anexo.

2.3.1 CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO 01

O primeiro caderno didático-pedagógico inicia com a descrição das concepções de movimento de Aristóteles. A inclusão das concepções de Aristóteles deve-se ao fato dessas concepções serem elaboradas a partir de observações sistemáticas realizadas por este grande pensador. Através dessas observações obtêm-se a conclusão das mesmas. A frase: “Dos

sentidos à realidade” personifica muito bem a visão Aristotélica de movimento, que é sensorial. Esse aspecto de visão de movimento é de importância vital para o desenvolvimento da presente pesquisa, pois, considerando o fato de termos um estudante que realiza as concepções de movimento sem possuir epistemologia e os paradigmas científicos, nos quais a Física é constituída, inevitavelmente, o mesmo poderá apresentar concepções de forma Aristotélica, ou seja, concepções baseada nas percepções sensoriais. Já foi mencionada anteriormente a pesquisa realizada na UEPG, com em estudantes da última série do Curso de Licenciatura em Física, em que os resultados apontaram um percentual muito elevado de estudantes possuindo concepção Aristotélica de movimento. O problema central da pesquisa não era demover as ideias baseadas em senso comum. Mesmo porque não temos como afirmar que tal concepção seja incorreta. Afinal, povos antigos tais como os Egípcios, os Gregos, os Romanos, os celtas, os Maias, os Astecas, os Incas, os Persas, os Hindus, os Chineses e os Japoneses construíram grandes civilizações sem conhecimentos baseados nos paradigmas científicos atuais. O ponto central da presente pesquisa é verificar se os estudantes demonstram possuir pensamento de lógica binária, por ser baseado em “certo” ou “errado” e que essa concepção não permite que os estudantes possam ter uma compreensão mais aprofundada das Ciências, a qual, na forma como é estabelecida hoje, possui discussões intrincadas e nuances de difícil concepção quando se utiliza apenas a percepção sensorial. Como a teoria de aprendizagem utilizada no caderno didático-pedagógico foi a de Carl Rogers, nem se poderia ter a intenção de defender uma concepção baseada na lógica binária. É que esta teoria valoriza todas as concepções que o estudante possui e as utiliza, de maneira não diretiva, como ponto de partida em um processo de ensino-aprendizagem que respeita forma de pensar diferentes da dominante em uma determinada época. Na Figura 1 abaixo, é mostrada a página 04 do caderno didático-pedagógico, em que são feitas referências à concepção Aristotélica e à percepção de universo através dos sentidos.

Figura 1: Pagina 04 do caderno didático-pedagógico.

Em 1609, construiu um telescópio muito melhor que os existentes e explorou os céus como nunca fora feito antes. Além de estudar as constelações Plêiades, Orion, Câncer e a Via Láctea. Descobriu as montanhas lunares, as manchas solares, o planeta Saturno, os satélites de Júpiter e as fases de Vênus. As descobertas foram publicadas no livro "Sidereus Nuntius" ("Mensageiro das Estrelas"), em 1610.

A partir de suas descobertas astronômicas, defendeu a tese de Copérnico de que a Terra não ficava no centro do Universo. Como essa teoria era contrária aos ensinamentos da Igreja, foi perseguido, processado duas vezes e obrigado a negar (abjurar) suas ideias publicamente. Ele foi banido para uma vila de Arcetri, perto de Florença, onde viveu em um regime semelhante à prisão domiciliar. Morreu em 8 de janeiro de 1642. No dia 31 de Outubro de 1992, o Papa João Paulo II reconheceu os enganos cometidos pelo tribunal eclesiástico que condenou Galileu Galilei à prisão. Essa revisão de posicionamento ocorreu 350 anos após a morte do cientista italiano. No ano 2000, João Paulo II proferiu pedidos de desculpas por todos os erros cometidos nos últimos dois mil anos, incluindo o julgamento de Galileu Galilei.



Para saber mais sobre o julgamento de Galileu ver: A Vida de Galileu (filme original em alemão) e de Galileu. É uma peça de teatro da autoria de Berndt Bräuer, escrita entre 1927 e 1933, e dirigida em 1943. O documentário também se refere às questões paradigmáticas da vida de Galileu Galilei (1564-1642) para problematizar questões que permeiam a ciência, tais como, a legitimação da utilização da ciência e a relação da ciência com a sociedade. "Galileu" é um diálogo, um a das peças centrais da obra de Berndt Bräuer.



Galileu entendia que a observação metódica e a conclusão racional não eram suficientes para uma explicação correta de um fenômeno pelo fato de não existir uma garantia de que todos os fatores que influenciaram o fenômeno foram devidamente observados e analisados. Dessa forma, Galileu considerava que não bastava uma observação apuradora e uma explicação teórica de um fenômeno natural, era necessário que experimentos metódicos validassem a observação e a explicação e, assim, a ciência passou a ter como diferencial o fato de considerar comprovações experimentais e também incluir dados numéricos e equações para a validação das observações.

Fonte: próprio autor

O caderno didático-pedagógico 01 inicia com a concepção Aristotélica de movimento e após introduz a concepção de Galileu de movimento. O estabelecimento da diferença entre essas duas concepções está de acordo com um dos motivos centrais da presente pesquisa, que é considerar que a concepção de ciências através de uma lógica binária dificulta o aprendizado na disciplina de Física. Antes de se estabelecer a concepção de movimento de Galileu, é realizada uma ligação histórica entre esses dois pensadores, em que são relatados alguns absurdos científicos que ocorreram devido à concepção utilizando apenas a observação e os pensadores que influenciaram Galileu. Após isto, é demonstrado ao estudante a principal diferença entre as concepções desses dois pensadores, que é a experimentação e é relatada a vasta obra e realizações de Galileu.

Na página 08 do caderno tem início a apresentação da concepção de Inércia, segundo Galileu. Essa apresentação é realizada contextualizando-se historicamente a concepção Galileana, e, principalmente, deixando explícito que a ideia de Inércia não é uma concepção exclusiva de Galileu e sim de uma sucessão de pensadores nos quais Galileu se inspirou. Aliás, esta é uma das características do caderno: a preocupação em demonstrar ao estudante que a maioria das teorias concebidas nem sempre são exclusivas de um único pensador, mas que a concepção ocorre, na maioria das vezes, numa sucessão de pensamentos de diversos pensadores, até a conclusão plausível de um pensador; ou seja, as ideias e pensamentos vão ocorrendo e se amalgamando, amadurecendo, em relação ao tempo, geralmente de maneira complexa e não-linear. É extremamente relevante que um estudante entenda que, ou as ideias e pensamentos evoluem até uma finalização conclusiva sobre um assunto, respeitando um determinado paradigma científico, ou evoluem até haver uma ruptura do paradigma dominante. Esse fator é muito importante no ensino-aprendizagem, pois, desta forma, o estudante compreende o sentido e a necessidade de se conhecer como o conhecimento é elaborado pelo ser humano.

Após esse primeiro momento do caderno 01, que foi a apresentação das concepções de movimento de Aristóteles e Galileu, é realizada uma verificação das concepções que o estudante possui de movimento através das questões 06/07/08/09/10/11. As questões apresentadas são dissertativas, de forma que o estudante não pode optar por alternativas do tipo certo ou errado.

Na página 13 do caderno 01 é explicado ao estudante o conceito de “Gedanken experiment”, que é o termo alemão para experimento mental. Experimentos mentais

foram muito utilizadas por vários pensadores ao longo do tempo. Na página 13, a questão 11 sugere uma experiência mental relacionada à concepção de movimento. Nessa questão, uma pessoa se encontra em uma cabine fechada de um navio, sem visualização do ambiente externo. É perguntado ao estudante se apenas através da observação de alguns movimentos que ocorrem dentro da cabine (por exemplo, a queda de gotas de água de uma torneira ou voo de moscas em torno de uma lâmpada), é possível concluir se o navio está parado ou em movimento retilíneo uniforme. A intenção dessa questão é confrontar as concepções de movimento de Aristotélicas e de Galileu e ainda, pretende-se demonstrar que a lógica binária é uma forma de pensamento que não consegue descrever de uma maneira precisa os aspectos relacionados à ciência.

Em resumo, o caderno 01 foi concebido com as seguintes finalidades:

- Apresentação das concepções de Aristóteles e de Galileu, como uma forma de demonstrar que concepções baseadas nos sentidos não conseguem descrever com precisão as concepções sobre a natureza das ciências; além disto, procurou-se mostrar a necessidade de o estudante conhecer os paradigmas científicos que norteiam as explicações e modelagens de fenômenos naturais que são realizados nas ciências.
- A concepção de movimento de Galileu foi apresentada como uma forma de demonstrar ao estudante que a lógica binária, do certo ou errado, não descreve de uma forma precisa e eficiente fenômenos analisados pela Física.
- A abordagem utilizando a teoria de aprendizagem de Rogers permitiu ao estudante que o mesmo pudesse questionar as suas próprias concepções”. O homem olhando a si mesmo e se questionando do lado de fora”. A dialogicidade foi outro aspecto utilizado, pois em todas as questões apresentadas foi solicitado ao estudante que ele fizesse observações sobre suas conclusões, com a finalidade de promover a discussão entre os alunos da turma. Assim, os estudantes tiveram oportunidade de rever suas concepções através do diálogo com seus colegas, sem haver a interferência direta do professor em relação às concepções do estudante.
- A intenção de usar a sala de aula como um espaço no qual exista a discussão, a liberdade de expressão. Um espaço no qual o estudante tenha a possibilidade de

aprendizagem de uma forma livre, em que ele tenha a possibilidade de se confrontar com a sua própria forma de percepção.

2.3.2 CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO 02

O caderno 02 contempla a 1ª Lei de Newton, a Lei da Inércia. Naturalmente que o caderno 02 é uma complementação do estudo do movimento, já que no caderno 01 temos o movimento segundo Aristóteles e segundo Galileu, há a necessidade de apresentar a 1ª Lei de Newton pois a mesma estabelece o carácter vetorial do conceito de velocidade e do conceito de força. Este aspecto é fundamental para uma compreensão mais profunda em relação ao movimento e consegue explicar de uma forma mais precisa alguns aspectos que a teoria de movimento de Galileu não explicava satisfatoriamente como por exemplo o movimento circular.

Com a inclusão do conceito de vetor que Newton estabeleceu, a teoria de movimento que Galileu havia proposto torna-se mais completa e torna-se uma visão muito mais plausível em relação a teoria de movimento de Aristóteles.

O início do caderno 02 descreve a história da pessoa Isaac Newton, desde sua infância até seu falecimento. Este aspecto permeou os dois cadernos, a necessidade de demonstrar ao estudante o carácter humano dos pensadores, a visão humanística de Rogers. Há necessidade do estudante perceber que os pensadores são humanos, não deuses. Assim, o estudante pode se identificar com esses pensadores, percebendo que os problemas que o estudante possui não são únicos e que alguns pensadores também tiveram dificuldades, não iguais, mas semelhantes. Há necessidade de demonstrar a ousadia que esses pensadores tiveram ao romper as concepções existentes e que essa ousadia não era usada como uma forma de agredir ou denegrir as concepções existentes, mas como uma necessidade de apresentar uma concepção mais sofisticada, mais abrangente, mais conclusiva, uma necessidade de romper com os limites do próprio ser humano. A ideia que podemos ser melhor que poderíamos imaginar.

Na questão 1 do caderno 02 é feita um questionamento sobre “verdade absoluta e imutável”, novamente voltamos a sondar as concepções de lógica binária dos estudantes.

Também são apresentadas as concepções que Newton possuía a respeito do universo, um universo em que tudo estava interligado e sincronizado, funcionando

como uma grande máquina demonstrando o grande avanço que Newton permitiu, através de suas ideias, na descrição e concepção do universo.

Também são descritas as influências que alguns pensadores (como, por exemplo, Descartes, Galileu, Boyle, Hobbes, Gassendi, Kepler) exerceram sobre a concepção de universo de Newton. Outro aspecto salientado é a forma extraordinária e conclusiva na apresentação de seus trabalhos científicos e que sua concepção continha um carácter completamente inovador, a ponto de ser considerado como um dos precursores do iluminismo.

Tanto no caderno 01 como no caderno 02 houve a necessidade de demonstrar ao estudante que as concepções dos grandes pensadores surgem a partir de outras concepções existentes, para evidenciar que o pensamento humano vai ocorrendo e fluindo em uma deriva natural de ideias e concepções. Se analisarmos os materiais didático-pedagógicos existentes para o ensino de ciência, veremos que os conteúdos são apresentados sem epistemologia, parecendo que os pensadores obtêm suas concepções simplesmente do nada, sem uma base na qual possam se respaldar. Se assim procedermos, por qual motivo, por qual estímulo um estudante aprenderá, por exemplo, uma teoria que foi publicada em 1668?

Ainda, no caderno 02, voltamos a utilizar as experiências mentais com a finalidade de demonstrar, novamente, ao estudante, que os sentidos, sendo usados como forma única de percepção de realidade, não são suficientes para descrever a fenomenologia em relação as concepções sobre a natureza das ciências, isto é, não são suficientes para descrever cientificamente os fenômenos físicos.

Podemos verificar que o caderno 01 e 02, apesar de contemplarem tópicos diferentes, apresentam em sua estrutura, as mesmas características:

- Procura estabelecer uma relação entre o uso da lógica binária pelos estudantes e a dificuldade que os mesmos apresentam na correta concepção dos fenômenos físicos descritos nos cadernos.
- Procura estabelecer uma relação entre o uso da percepção sensorial, o uso dos sentidos, pelos estudantes e a dificuldade apresentada para a correta interpretação e concepção dos fenômenos físicos descritos nos cadernos.
- Utilização da apresentação epistemológica como uma forma do estudante entender a necessidade de conhecer as teorias, conceitos e modelos que permearam a física ao longo do tempo.

- Procura demonstrar que os estudantes do ensino médio possuem necessidade de conhecer os paradigmas científicos para uma correta concepção em relação aos conceitos, teorias e modelos utilizados atual.

2.4 ESCOLHA DO DESIGN DO CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

O design do caderno possui uma importância de extrema relevância tanto quanto a apresentação dos temas. Através da PIXTON.COM, que é uma forma de criação de histórias em quadrinhos, foi gerado um personagem chamado GUY, o qual aparece nas Figuras 2 e 3 abaixo.

Figura 2: Ilustração apresentada no caderno didático-pedagógico 01.

INÉRCIA



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Próprio autor

Figura 3: Ilustração apresentada no caderno didático-pedagógico 01.

INÉRCIA



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Próprio autor

Esse personagem passeia pelos cadernos de forma a estabelecer um diálogo com o estudante. Ele não estabelece nenhum processo de ingerência em relação à aprendizagem. A sua função é a de estabelecer uma contatado mais íntimo entre o estudante e os cadernos, uma relação afetiva, de reciprocidade. Através desse personagem faz-se uma tentativa de tornar o caderno não simplesmente mais um livro, mas de tornar o mesmo com uma característica mais humana, algo mais parecida com um gibi, no qual apresentam-se personagens com reações humanas.

Ao lado esquerdo dos cadernos aparecem quadros explicativos cuja finalidade é a de aprofundar, ou explicar, alguns aspectos que foram apresentados nos textos dos cadernos. Se fizéssemos esse aprofundamento ou explicação no texto, a continuidade da leitura que o estudante faria seria cortada.

A apresentação lúdica desse adorno em relação ao texto tenta capturar a atenção do estudante para o que o mesmo faça a leitura desses adornos pela sua própria curiosidade, sem a necessidade da obrigatoriedade de fazê-lo.

Assim, o carácter humanista (da liberdade de escolha, do afetivo) que é característico da teoria de aprendizagem de Carl Rogers, se faz presente na concepção da apresentação dos cadernos, permitindo ao estudante a possibilidade de exercer esse carácter.

*“Aos esfarrapados do mundo e
aos que neles se descobrem e,
assim descobrindo-se, com eles sofrem,
mas, sobretudo, com eles lutam”*

PAULO FREIRE

CAPÍTULO 03 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 INTRODUÇÃO

A pesquisa realizada fundamenta-se no fato de termos estudantes cuja concepção de realidade de baseada na lógica binária, do “certo” ou “errado”. Esse aspecto dificulta a aprendizagem da disciplina de Física, pois essa concepção, originada do senso comum, contradiz o paradigma científico estabelecido. Um caderno didático-pedagógico foi utilizado para demonstrar ao estudante que esse tipo de concepção, do certo ou errado, não permitia a completa compreensão dos fenômenos naturais observáveis.

O fato de usar a teoria de aprendizagem de Carl Rogers, não na sua totalidade, mas até os limites que a pesquisa me permitia, foi uma experiência muito marcante. Os textos do caderno procuraram mostrar os aspectos humanos dos pensadores, sua história, sua trajetória, suas ideias. Desse modo, foi possível aproximar o estudante desses pensadores, não colocá-los em um pedestal como se fossem deuses inatingíveis e isolados em um olimpo. Assim, os estudantes perceberam que os cientistas são, acima de tudo, pessoas como qualquer uma, com ideias e concepções revolucionárias é verdade, mas não deixam de ser seres humanos, com qualidade e defeitos, como todos nós.

Carl Rogers considera que o aprendizado tem como meta a liberdade do homem, a partir do momento que o mesmo começa a tornar-se pessoa,

Toda pessoa é uma ilha, no sentido muito concreto do termo; a pessoa só pode construir uma ponte para comunicar com as outras ilhas se primeiramente se dispôs a ser ela mesma e se lhe é permitido ser ela mesma.(ROGERS,2009, p.26)

Assim, esse humano sempre terá a possibilidade de escolha em relação as opções que inevitavelmente surgirão. É um homem que transcende a si mesmo, que olha para a sua trajetória e percebe que chegou em um ponto que nem ele mesmo acreditava ser possível. Essa é a ideia iluminadora de que somos melhores do que pensamos ser. Segundo o prof. Dr. Marcelo Emílio, da UEPG, a quantidade de hominídeos que sobreviveu à era glacial foi tão pequena que seria suficiente para encher o espaço de um cinema. Este fato revela uma característica impressionante e ao mesmo tempo comovente na história do ser humano, pois reflete a persistência, a obstinação, a capacidade de adaptação que o ser humano possui. Como diria Raul Seixas, em uma de suas belas músicas, o ser humano é uma verdadeira metamorfose ambulante. As crianças, os jovens e, inclusive, os adultos, enfim, a sociedade como um todo deve sempre lembrar da capacidade que o homem possui de rever a si mesmo, de se reconstruir, e que a transformação em nossas concepções é um processo intrínseco ao próprio ser humano.

3.2 ESCOLHA DA TURMA A SER APLICADO O CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO.

Das turmas possíveis para a aplicação da pesquisa em 2015, apenas uma se enquadrava nos pré-requisitos necessários para a realização da presente pesquisa (pré-requisitos descrito na página 74). Era o 1º ano do Colégio Estadual Linda Salamuni Bacila, período noturno.

Essa turma, no ano anterior (9º ano) não havia tido contato algum com a disciplina de Física. Segundo a turma, tiveram muitas aulas de Biologia, que a professora realizava com auxílio de textos que a mesma trazia para a turma, e também haviam tido algumas aulas de Química. A turma, ao fazer esse relato, o fez com muita naturalidade, como se isso fosse normal ou como se fizesse nenhuma diferença. Os livros didáticos do 9º ano geralmente contemplam as disciplinas de Física e Química. Algumas escolas particulares dividem os conteúdos de Física e Química e os entregam para professores com Licenciatura plena nas

áreas específicas, para lecionarem essas disciplinas separadamente. Porém, no Estado do Paraná, os professores com Licenciatura plena em Física e Licenciatura plena em Química só podem lecionar no Ensino Médio. No 9º ano, a disciplina de Ciências fica a cargo de um professor com Licenciatura plena em Biologia.

Procurou-se confirmar o fato mencionado pelos estudantes com a professora que lecionara para essa turma no ano anterior. Questionada sobre o fato, a mesma confirmou o relato dos estudantes, justificando-se que não tinha o conhecimento necessário para lecionar os conteúdos de Física, pois possuía formação em Biologia e que a sua formação na Universidade não havia contemplado disciplinas que incluíam Física. Desse modo, havia de fato suprimido o conteúdo dessa disciplina, porém havia compensado a turma com um melhor embasamento em Biologia, o que facilitaria a compreensão dos conteúdos desta disciplina que os mesmos teriam no Ensino Médio. Também relatou que havia lecionado algumas aulas de Química para a mesma turma. O relato da professora corroborava o relato que os estudantes do 1º ano haviam feito.

No início do ano a turma era composta de 46 estudantes. Uma turma numerosa e efervescente, reconhecida pelos professores pelo fato de ser uma turma que geralmente ponderava, discutia, argumentava, contradizia o professor. Por ser uma turma muito unida, dificilmente deixavam um estudante argumentar sozinho; quando isto ocorria, outros estudantes ajudavam o colega na argumentação.

Outro aspecto positivo para a pesquisa era o fato de termos muitos estudantes com idade um pouco maior que deveriam. Por esse motivo, muitos trabalhavam e apresentavam já uma maturidade maior que os demais. Assim, geralmente, esses alunos mais maduros argumentavam com mais firmeza, sendo mais incisivos em suas opiniões. Os outros estudantes da turma também procuravam fazer da mesma forma, o que facilitava a dialogicidade e a autoridade imposta pela figura do professor era menos sentida.

Desses estudantes que eram não periodizados, apenas um tinha reprovado no 1º ano, sendo que os outros tinham reprovado em anos do Ensino Fundamental.

O maior problema que ocorria nas aulas de Física era as constantes faltas. A aula ocorria na quarta-feira, terceiro horário, seguido do intervalo. Após, os estudantes retornavam a sala para a outra aula de Física. Como o horário era noturno e as quartas ocorria jogo de futebol, à tarde, pela copa dos campeões e, à noite, pelo campeonato Brasileiro, era comum haver faltas, tanto dos meninos como das meninas, dependendo do jogo televisionado.

3.3 ESCOLHA DO TIPO DE PESQUISA A SER REALIZADA

Voltamos a lembrar que o objeto da pesquisa era demonstrar que a lógica binária, a concepção de algo como “certo” ou “errado”, dificulta o aprendizado de Física. Essa lembrança é necessária para poder justificar o motivo do tipo de pesquisa que foi realizada. Essa opção inevitavelmente deveria ser por uma pesquisa qualitativa. Os motivos da pesquisa não ser quantitativa decorre do fato da própria tese de dissertação verificar exatamente a concepção sobre o conceito de certo ou errado. Se fosse feita essa opção, quantitativa, inevitavelmente estaríamos fazendo uma opção entre “certo” ou “errado”, mesmo que de modo subjacente, o que seria contrária a própria tese defendida pela dissertação. Por isso, adotou-se uma pesquisa qualitativa.

Na pesquisa qualitativa fenomenológica, a análise das respostas privilegia a compreensão das concepções que o pesquisado possui, sua experiência, sua vivência. Nesse tipo de pesquisa, procura-se entender as observações do pesquisado, sem a necessidade de explicá-las. Como Martins descreve:

O objetivo do método fenomenológico é descrever a estrutura total da experiência vivida, os significados que a experiência tem para os sujeitos que a vivenciam. Diferentemente do positivismo, que pretende descobrir causas e formular leis, a fenomenologia utiliza a observação atenta para descrever os dados como eles se apresentam. A fenomenologia preocupa-se com a compreensão do fenômeno, não com a sua explicação (MARTINS, 1993 p.103).

Ainda argumentando o motivo da escolha da pesquisa cito Amatuzzi:

A pesquisa fenomenológica é uma forma de pesquisa qualitativa que designa o estudo do vivido, ou da experiência imediata pré-reflexiva, visando descrever seu significado; ou qualquer estudo que tome o vivido como pista ou método. É a pesquisa que lida, portanto, com o significado da vivência. (AMATUZZI, 1996 p.5).

Pela proposta feita nesta dissertação, na teoria de aprendizagem utilizada, na forma na concepção dos cadernos didático-pedagógicos, em como foram conduzidas as atividades propostas nos cadernos em sala de aula com os estudantes, a opção por uma pesquisa

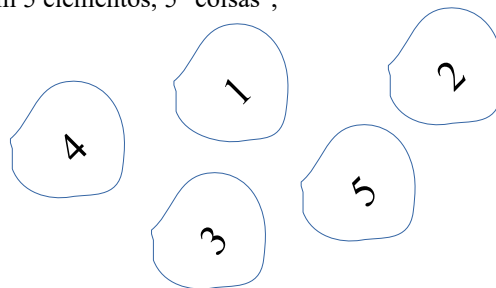
qualitativa de forma fenomenológica é uma opção que satisfaz a análise dos resultados obtidos.

3.4 ROTEIRO DO PROCEDIMENTO DE PESQUISA EM SALA DE AULA

No dia 29 de Julho de 2015, na sala de aula do Colégio Estadual Linda Salamuni Bacila, na turma do primeiro ano, período noturno (turma única de 1º ano) foi entregue aos alunos que estavam presentes um teste para os alunos responderem. Aos estudantes da turma presentes foi mencionado que o referido teste não possuía valor avaliativo em relação a notas e que era tão somente um teste cuja finalidade era compreender as concepções que os mesmos possuíam em relação a certos aspectos e que poderiam responder livremente de acordo com suas concepções. Para que ficassem despreocupados e pudessem expressar suas concepções com mais liberdade em relação ao teor das respostas, não foi necessário a identificação dos mesmos com nome no teste.

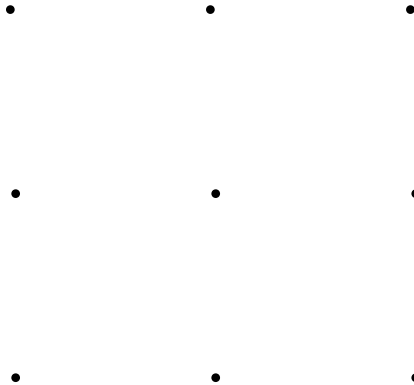
O teste aplicado nesse dia tinha um valor exploratório para verificação das concepções de lógica binária existente entre os estudantes dessa turma. As perguntas desse teste estão apresentadas abaixo.

1) Em um conjunto existem 5 elementos, 5 "coisas",



se o 5 for correto, o que podemos dizer sobre 1,2,3,4?

2) Sem tirar a caneta do papel, trace 4 retas de forma que essas retas passem por todos os pontos.



3) Escreva nas linhas abaixo o que você entende por teoria. (Exemplo: Teoria da Evolução humana de Darwin, Teoria do buraco negro e etc..)

4) Analise e responda as afirmações:

a) Se algo não é feio, então o que podemos dizer sobre ele?

b) Se algo não é bom, então o que podemos dizer sobre ele?

A questão 01 foi concebida com a finalidade de verificar as concepções dos estudantes em relação o seguinte ponto: se algo que não é considerado correto, então é considerado

errado, considerado como algo inviável. Dentro dos paradigmas das ciências, o correto é considerado dessa forma dentro de parâmetros que o estabeleçam como tal, e o fato de algo estar incorreto em relação a um parâmetro não significa que não possua viabilidade em relação a outros parâmetros que possam ser utilizados.

A questão 02 é um desafio muito utilizado em workshops e em entrevistas de empregos. A finalidade dessa questão é avaliar o comportamento de uma pessoa em relação a um problema apresentado, pois para resolvê-lo é necessário reavaliar o problema e usar uma abordagem para a solução diferente da que se estava usando. Esta questão foi colocada no teste como algo lúdico, uma brincadeira para diminuir a responsabilidade das respostas das outras questões. Veremos na discussão dos resultados que foi uma opção muito acertada.

A questão 03 teve como finalidade observar se os estudantes dessa turma entendiam o que é uma teoria, um modelo, um teorema e etc... A discussão desses conceitos raramente é feita em materiais didáticos, mas deveria ser o contrário...

A questão 04 tem por objetivo observar a concepção de lógica binária existente entre os estudantes dessa turma.

A aplicação do teste teve a duração de uma hora-aula, 50 minutos, e a discussão dos resultados do teste será apresentada no próximo capítulo.

Os cadernos didático-pedagógicos só foram utilizados nos meses de Novembro e Dezembro, mais precisamente dias 10/17 e 24 de Novembro de 2015 e dias 01/08 e 15 de Dezembro. Tinham sido propostas outras datas, mais próximas de Julho, mas, por problemas que ocorreram durante estas datas, os cadernos didático-pedagógicos foram aplicados em data posterior. Também foram previstas 12h/aulas para a aplicação dos cadernos, o que foi cumprido. Os problemas mencionados acima e os resultados obtidos serão discutidos no próximo capítulo.

CAPÍTULO 04 - RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 PRIMEIRO PROBLEMA: GREVE DOS PROFESSORES

Inicialmente, tinha-se previsto aplicar a primeira parte, a verificação junto aos estudantes, no fim do 2º bimestre de 2015, ou seja, no mês de Maio, e a segunda parte, os cadernos didático-pedagógicos, no retorno das férias, no mês de Junho. Porém, nesse ínterim ocorreu a greve dos professores do Estado do Paraná. A greve teve início no 2º bimestre, no dia 25 de Abril, e o término ocorreu no dia 09 de Junho. Foram 44 dias de greve e de muita apreensão para toda a comunidade escolar. Por esse motivo, houve um remanejamento nas datas previstas.

No retorno às aulas, o ambiente no colégio não era dos melhores. Na sala dos professores havia problemas entre professores grevistas e não grevistas, professores partidários do governador e professores não partidários do governador, professores PSS (professores contratados) e professores concursados, enfim, a sala dos professores era uma guerra campal de palavras atiradas para todos os lados. Nas salas de aula, o ambiente não era diferente. Por votação, o colegiado decidiu que a reposição ocorreria com o acréscimo de uma aula em cada dia letivo, sendo, portanto, uma jornada de seis aulas diárias. Além disso, ocorreriam aulas em alguns sábados e, naturalmente, os estudantes não ficaram muitos satisfeitos com a situação. Ainda para agravar a situação, alguns professores resolveram fazer da sala de aula um palanque contra e outros favoráveis ao governador. Os estudantes já não suportavam mais ouvir falar de greve, de forma que os problemas disciplinares começaram a aumentar.

Então, devido a esses problemas, foi necessário aguardar um momento mais propício para a aplicação da primeira parte do procedimento metodológico. No final do mês de Julho, a animosidade inicial que a greve havia produzido já tinha sido amenizada, raramente mencionava-se o fato e, então, no dia 29 de Julho, foi realizada a primeira fase do procedimento metodológico.

4.2 PRIMEIRA FASE DA DISSERTAÇÃO

Nesse dia, disse aos estudantes da turma que faríamos um teste e que o mesmo não tinha valor de nota, era um teste para avaliação das concepções que eles possuíam em relação a certos aspectos. Ao lerem a primeira questão, argumentaram que era algo bobo. Além disso, queriam saber o porquê daquele teste não ter questão de marcar “xis”. Foi argumentado que era um teste para verificação sobre a forma como eles compreendiam aqueles aspectos e, portanto, não havia nenhuma questão de marcar “xis”.

Como se esperava, na segunda questão, o teste dos nove pontos, surgiu um efeito muito positivo. A turma ficou descontraída, riam dizendo que não havia forma de resolver, disseram que era uma questão muito difícil. Por isso, resolveram rapidamente as outras três questões e ficaram tentando resolver a questão dois até o término da aula. Esta questão teve uma reação muito positiva, de forma que todos queriam saber como resolvê-la. Foi prometido que na aula seguinte a questão seria resolvida o que ocorreu.

4.3 RESULTADO DA PRIMEIRA FASE DA DISSERTAÇÃO

No item 3.2, havíamos descrito a turma, no início do ano letivo, com 46 estudantes, porém devido as desistências que são comuns, já sabíamos que não teríamos o mesmo número de estudantes na aplicação das atividades relacionadas à dissertação. Isso de fato ocorreu, pois, em Julho, 4 estudantes já haviam desistido, de forma que 42 realizaram o primeiro teste e os resultados descreveremos a seguir.

Em relação à questão 01, em que o certo exclui outras possibilidades de também serem corretas, que se verifica o conhecimento de paradigmas científicos, tivemos:

- 21 demonstraram, através de suas respostas que parecem possuir uma concepção de lógica binária de realidade, pois responderam que os outros itens são errados pelo fato do item 5 ser considerado como correto. As respostas foram:

“ Se o 5 for correto, será porque os outros conjuntos estão errados, ou não estão bons”

“Que o 1 ao 4 está errado”

“Pode-se dizer que os 4 alternativa não correspondem a verdade, o que é realidade”

“Podem dizer que a 1,2,3,4 podem estar errada e a 5 pode estar correta”

“Podemos dizer que 1,2,3,4 estão erradas por só a 5 está correta”

“Que só a 5 pode ser correto”

“Que os outros não tem sentido”

“Que não é correto”

“Podemos dizer que eles estão errados”

“Que o 1,2,3,4, não existe”

“1 está correto, o 2 está errado, o 3 está correto, o 4 está errado”

“Relativamente serão incorretos”

“Que eles são corretos”

“Daí quer dizer que os outros estão errados e somente a 5 é a certa”

“Que está errada”

“Podemos dizer que o 1,2,3 e 4 estão incorreto e que o 5 está correto”

“Que é errado”

“Que eles não são elementos, não são coisas”

“Que estão errados”

“Que estão pouco diferente do 5 ou estão completamente diferente”

“Pode ser que o número 1,2,3,4 pode ser um defeito ou também argumento”

- 6 fizeram alusão aos desenhos da questão

“Eles são todos iguais”

“Que eles são corretos também”

“São corretos também pois são idênticos à 5”

“Que também estão certo pois todos são iguais só a única diferença é que os números estão diferentes e são 1,2,3,4,5”

“Que também são corretos”

“Podemos dizer que os números 1,2,3 e 4 não corresponde com o número 5, porque eles não possuem os mesmos itens”

-8 fizeram alusão a conjunto numérico

“Que só são um conjunto que complementam o cinco”

“São complementos de 5, são feitos para que juntos fazer o 5 ser correto se tomando parte da certeza”

“Existem 5 coisas mas sem o 1,2,3,4 você não é mais um conjunto você é um só”

“Que existem conjuntos de 1,2,3,4”

“Que ele está no conjunto”

“ali tem os números 1,2,3,4 e 5 e tem 5 coisas as cinco coisas são o 1,2,3,4,5, juntando as cinco coisas tem 5.”

“que o 1 tem uma coisa, 2 tem duas coisas, 3 tem três coisas e o 4 tem 4 coisas tem menor do que to pedindo porque a pergunta pede um conjunto com cinco coisas”

“Formam um conjunto de 4 coisas”

-1 fez alusão a conceito filosófico

“Eu posso dizer que sem o 1,2,3,4 eu não conseguiria viver plenamente em boas condições com o próximo, ou até comigo mesmo”

- 1 respondeu: “Não entendi”

-5 responderam com algo próximo de uma concepção científica, ou seja, que algo é correto dentro dos limites que a validam

“Se o 5 for correto podemos dizer que os outros também”

“Que não estão de acordo com o padrão do 5”

“Podemos dizer que pode ser correto ou não, porque não sabemos do que se trata e não podemos julgar as coisas sem saber”

“Que o resto deve ser analisado, antes de ser julgado como errado”

“Então os outros 4 estão errados, ou talvez tivessem corretos só não foram mencionados, apesar de serem todos iguais”

Em relação à questão 03, em que os estudantes foram questionados em relação a seus conhecimentos sobre o que é uma teoria, tivemos as respostas apresentadas a seguir.

- 09 respostas demonstrando que os estudantes entendem uma teoria ser uma construção mental de uma pessoa tentando explicar algo.

“É uma história sem provas, algo..”

“Teoria é uma ideia de alguma pessoa, um acontecimento, um modo de pensar”

“Uma teoria é algo que alguém fala ou escreve sobre algo que conta o conteúdo, a história e como foi criado essa teoria nem sempre esta certa”

“Eu não entendo porque eu faltei no dia que teve o assunto sobre a teoria de Darwin mais a teoria em si significa estudos provados é o jeito de pensar de cada um dos que criam ela”

“teoria é um mito algo que é falado por um e por todos uma coisa que não e explicada ninguém tem resposta (do buraco negro se é que existe o buraco negro)”

“Teoria seria ou e aquilo que estudamos e que pensamos. Como a teoria de cada pessoa”

“É algo que a pessoa pensa de que como funciona algo, como acontece”

“Teoria é uma explicação de alguém que já fez algo e resolveu deixar”

“Teoria é o que uma pessoa acha sobre a alguma coisa e dá sua teoria”

-06 não responderam ou responderam não sei

-10 não responderam sobre o que é teoria

“Eu acho que porque ainda ninguém descobriu na verdade o que tem dentro dele e que nele não tem luz”

“Que o buraco negro é como se fosse o fim de um universo e que quando passamos por ele podemos sair em outra dimensão”

“Darwin sua teoria diz de as espécies evoluem de gerações em gerações, a famosa teoria das baratas e o veneno. Buraco negro=não sei!”

“da teoria barroco são feito as artes de vasos feito por Darwin”

“Eu entendi que a teoria da Darwin é uma reta complicada de se entender”

“Teoria de big-bang. Que é uma “coisa” que aconteceu já.”

“Que existe em algum lugar no espaço um buraco negro”

“Eu não estudo muito teoria. Mais a que eu estudo mais é a geocentrismo nela Cláudio Pitolomeu disse no século II que a terra é o centro do universo ela foi contestada no século

XVII por teorias e leis de Kepler a leis das órbitas e nicolau copernico disse que o sol e o centro do universo que a terra girava em torno do sol”

“Para ter 4 retas não tem limites da linha que você fez é tem que ter 4 retas”

“Uma descoberta que pode acabar ganhando espaço no mundo, podendo ajudar pessoas fisicamente ou moralmente

-09 responderam sobre o que é teoria de forma que a mesma não corresponde a uma realidade

“Que é apenas uma teoria e pode não ser verdade”

“O que eu tenho é um exemplo em minha opinião seria julgar sem saber o real”

“Uma teoria eu acho que é quando você tenta explicar sobre algo que ainda não foi estudado e não foi descoberto”

“Teoria é algo ou alguma coisa que não foi comprovado”

“Tudo que aparenta ser não é!! Como Deus a gente não pode vê-lo, mas sabemos que ele existe”

“Teoria pode se entender por algo escrito, documento, nele escrito”

“O que se pode explicar sobre aquilo que a teoria tenta explicar”

“Uma teoria que estuda sobre ciências”

“Digamos que essas teorias quase todo mundo conhece, usa etc.”

-08 responderam de forma aproximada do conceito do que é teoria

“Seria algo que envolve muitos estudos sobre um assunto x, e que pode ou não ser verdade”

“É uma forma de explicação de alguma coisa”

“teoria é a base na qual fala, discute e estuda, o que há de evolução na vida e no universo e até além dele”

“Teoria é algo que possa ser possível”

“É uma forma de explicar, algo que até o momento não se sabe o surgimento. Com base em estudo comprovado”

“Teoria é algo que existe mais não foi cientificamente provado”

“Algo que foi criado para explicar eventos naturais, como as coisas funcionam, tentamos explicar o mais claro e (.....) o possível o que corresponde a realidade”

“Algo que explica como algo se forma, para formarmos uma teoria a respeito de algo precisamos estudar e conhecer o objeto para o qual produzimos essa teoria”

Em relação a questão 03, letra a- em que se verifica a concepção de lógica binária, a pergunta feita foi: Se algo não é feio, então o que podemos dizer sobre ele?

-29 responderam de forma a entendê-lo como bonito

“Então ele é bonito”

“Podemos dizer que é algo bonito mais não devemos avaliar essas coisas só porque são bonitas ou feias mas sim pelo seu contexto

“Que no mínimo é bonito”

“Que possui certa beleza”

“Se ele não é feio quer dizer que ele é belo, mais não de beleza de ser bonito, mas sim de conteúdo”

“Dizemos que é bonito elogiamos (....)”

“Que ele é bonito, ou importante, ou até mesmo para outras pessoas pode ser de outra maneira”

“Que ele é belo, ou é bem feito”

“Que ele é belo bonito etc”

“Que é algo bonito”

“Que ele é bonito ou que talvez seja mais ou menos por que se fosse bonito não estaria falando que algo é feio e sim que é bonito”

“Que algo é bonito”

“Que ele é bonito e não feio”

“podemos dizer que é uma coisa bonita, legal, dislumbrante”

“Pode melhorar ainda mais esse algo feio para ele ficar bonito”

“É porque é bonito”

“Que ele nos traz sensação boa”

“Que algo que pode ser bonito ou podemos afirmar que é algo especial”

“Que é bonito”

“Ele é bonito(ponto de vista)”

“Que ele é bonito”

“Que ele é bonito”

“Podemos dizer que é um algo bonito porque se não é feio é bonito e porque não existe meio termo”

“Que ele é bonito ou algo que nos agrada por isso não é feia”

“Que ele é bonito”

“Algo que é agradável aos nossos olhos ou seja, algo belo”

“Que ele é bonito”

“Que esse algo é bonito”

“Que é algo bem feito, que é belo”

-02 responderam: não sei

-11 responderam da seguinte forma

“Que ele atende os gostos pelo ser que o julga”

“porque ele não é feio”

“Não acredito em feio ou belo, acredito em pessoas com moral”

“Que a representação do assunto e a forma dessa representação é feia”

“Que não é pela aparência de bonito ou feio que podemos julgar uma pessoa ou uma coisa como utensílios, mas principalmente há aparência”

“na verdade nada é feio só depende da forma que você vê o mundo”

“Podemos dizer que ele corresponde ao padrão estético existente ou que cumpre o seu papel ou sua função com sucesso”

“Nada porque ele não foi feito então não tem com colocar critica”

“Normalmente muita gente usa o senso comum em resposta tem gente que é se é não é feio é bonito isso é igual o dilema se é verdade ou mentira”

“Podemos dizer que tambem não é bonito ou pode ser bonito”

“Pode-se falar que tem que fazer essa coisa”

Em relação a mesma questão 03 letra b, em que se pergunta: Se algo não e bom, então o que podemos dizer sobre ele?

-29 responderam de forma a qualificá-lo como ruim. Novamente percebemos a forma de lógica binária de concepção de realidade, pois responderam que se algo não é bom, portanto é ruim.

“Que esse algo é ruim”

“que é ruim”

“Que ele é ruim”

“é ruim”

“podemos dizer que não nos agrada, algo que machuca, que incomoda”

“Que é ruim”

“Podemos dizer que é uma coisa ruim, porque não existe meio termo é bom ou ruim”

“Que ele é ruim”

“Ele é ruim que é o contrário do bem”

“Que é ruim”

“Podemos dizer que é algo ruim, ou pode ser algo que não agrade”

“Que ele não nos agrada”

“Que é algo que não agrada”

“É porque é ruim”

“Uma coisa que não presta uma coisa que não faz bem”

“Que ele não é bom é ruim”

“Que ele é ruim”

“Que é algo ruim”

“Que é ruim”

“Que ele é ruim”

“Se algo não é bom então quer dizer que esse algo é ruim”

“Que ele é ruim, mais ou menos péssimo”

“Que ele é ruim”

“Que esse algo é ruim”

“Porque não gostamos daquilo”

“podemos dizer que ele não nos agrada, que nos traz infelicidade ou nos traz sensação desagradável”

“Que é ruim”

“Igual a resposta anterior se algo não é bom é ruim não existe outra explicação nisso”

“podemos dizer que é ruim ou é mais ou menos”

01 respondeu :não sei

-12 responderam de forma inconclusiva. As respostas foram:

“Que não foi capaz de atingir o objetivo de quem o vê”

“Podemos dizer que não é bom, porque há um motivo no qual devemos saber e entender além de tudo.”

“As pessoas falaram mal dessas coisas já que ela não é boa”

“Que é um aprendizado para nós, nem tudo na vida é ruim”

“Se é bom, nos devemos nos garantir a ele, pois se é bom ele trará algo que seja interessante a nós ou até não nos agrada mas seja importante há alguém”

“Podemos reclamar sobre algo quando não está bom”

“Existe o bom no mal e o mal no bom essa é a perfeição, nada será bom 100%”

“Que mesmo não sendo bom sempre poderá melhorar”

“Se é bom tem que continuar fazendo”

“Regular”

“tem que melhorar algo que não é bom”

“Podemos dizer que ele não tem boas qualidades que façam acreditar que algo é bom por isso dizemos de não é bom”

4.4 SEGUNDA FASE DA DISSERTAÇÃO

Na segunda fase houve a aplicação dos cadernos didático-pedagógicos, que ocorreu nos dias 10/17 e 24 de Novembro de 2015 e nos dias 01/08/15 de Dezembro.

Para a aplicação dos cadernos na turma de 1º ano, foi solicitado à direção do colégio permissão para aplicação dos cadernos o que foi prontamente permitido com a ressalva de que o bimestre estava se encerrando. Assim, devido ao tempo escasso, haveria problema com o fechamento de notas, então, foi orientado que fosse dada uma nota para a participação dos estudantes. Resolvidos esses detalhes, no dia 10 de Novembro foi iniciada a aplicação do caderno didático-pedagógico 01, a Inércia de Galileu.

Antes dos estudantes receberem o caderno 01, foi-lhes explicado que se tratava de uma pesquisa de Mestrado e que havia autorização da direção do Colégio. Também foram esclarecidos aos estudantes os seguintes pontos: em que período que ocorreria essa pesquisa e que as respostas não seriam corrigidas, sendo as notas seriam atribuídas por participação. Também foi explicado o processo de aplicação dos cadernos. Primeiramente, para cada texto do caderno, seria feita a leitura em voz alta por um estudante voluntário. As questões também seriam lidas em voz alta. Após a resolução das questões (todas descritivas), os estudantes que quisessem ler em voz alta suas respostas poderiam fazê-lo. Se algum estudante quisesse fazer comentário sobre a resposta lida por outro estudante, também poderia fazê-lo.

O caderno didático-pedagógico 01 foi realizado no período previsto (10,17 e 24 de Novembro) e o caderno didático-pedagógico 02 também ocorreu no tempo previsto (01,08 e 15 de Dezembro). A visita do Professor Orientador Luiz Antônio Bastos Bernardes foi realizada no dia 01 de dezembro.

O grande problema que houve nesse período foi as ausências dos estudantes. Dos 46 estudantes que iniciaram o ano, na aplicação da primeira fase, tínhamos 42 e no período de Novembro e Dezembro, só eram 27 estudantes com frequência. O principal motivo das ausências foi o cansaço em que os estudantes se encontravam, pois passaram a ter seis aulas diariamente e aulas em alguns sábados, além da mudança para o horário de verão que ocorreu no dia 18 de Outubro. Os professores do colégio adiantaram suas avaliações, pois ficaram preocupados com as faltas e alguns estudantes sabendo de alguma notas das avaliações que fizeram, começaram a se ausentar, pois já tinham notas para aprovação. No dia 15 de Dezembro, último dia de aplicação do caderno 02 estavam presente somente 08 estudantes no 1º Ano do ensino médio e 39 estudantes em todo o colégio. A aplicação do 2º caderno tornou-

se completamente comprometida pelas ausências dos estudantes, isto porém, não invalida os resultados, pois os cadernos foram planejados sobre a estrutura, apesar de apresentarem tópicos diferentes. O 2º caderno é uma continuidade das ações praticadas no 1º caderno. A necessidade de aplicação dos dois cadernos está relacionada em se dar mais tempo para os estudantes consolidarem as diferenças de concepções apresentadas.

4.5 RESULTADOS OBTIDOS NO 1º CADERNO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

Como salientamos anteriormente, apenas 27 estudantes participaram da segunda fase da pesquisa de campo. A turma do 1º ano iniciou o ano com 46 estudantes, 42 participaram da primeira fase da pesquisa de campo, 27 participaram da segunda fase com o primeiro caderno e apenas 8 concluíram o segundo caderno. Por esse motivo não será exposto o resultado obtido no segundo caderno. Também é necessário acrescentar que apenas 36 alunos concluíram o ano letivo, havendo nessa turma 2 reprovações. Apesar da intenção inicial de se realizar a análise dos dois cadernos, o fato de ter sido possível a análise do primeiro caderno mas não do segundo, não prejudicará a pesquisa como veremos posteriormente.

A seguir, transcreveremos as respostas obtidas no primeiro caderno (os nomes dos estudantes utilizados na transcrição são fictícios):

Começaremos com o estudante Wesley. Na atividade 03, relacionada com o que foi descrito no final da atividade 02, é feita a pergunta “você considera como correto o entendimento de realidade através da capacidade sensorial?”. A resposta desse estudante foi a seguinte:

“é como eu conheço as coisas e todos conhecem diferente mas em si é a mesma coisa”

Podemos entender essa afirmação da seguinte forma: é através dos sentidos que concebemos nossa realidade, cada pessoa percebe de uma forma diferente essa realidade, porém, independentemente dessas diferenças, essas realidades são iguais.

Na atividade 09, em que foram feitas as perguntas “Você poderia citar situações onde observamos comportamento maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos?”. Wesley respondeu da seguinte forma:

“Aprendi em filosofia que não existe meio termo e existe somente certo e errado”

Ao final de cada atividade, os estudantes puderam perguntar e ler suas respostas, e o Wesley nesse momento fez a seguinte observação:

“professor, mas as coisas são assim, ou ela é certa ou é errada.”

Uma estudante levantou a mão e disse que gostaria de intervir. Virou para o Wesley e perguntou:

“A sala é escura ou clara.”

Wesley, respondeu;

“Depende, se a luz estiver ligada, acesa e se estiver desligada, escura”

A mesma estudante perguntou novamente: “E se tivermos com a luz da sala desligada e tivermos um abajur com a luz ligada no canto da sala, a sala está clara ou escura?”

Desta vez, Wesley não respondeu,

Ela continuou: “Podemos dizer que está meio claro, meio escuro, um pouco claro, um pouco escuro, existem várias maneiras de ver”.

Na atividade 11, letra c, foi feita a pergunta: “Você considera como válida as argumentações do tipo ‘certa’ ou ‘errada’, quando se relacionam ao estudo de ciências?”. A resposta de Wesley foi a seguinte:

“Eu acreditava que sim mas agora meu pensamento mudou muito”.

Agora, passaremos a transcrever algumas respostas da estudante Nayara, aquela que interagiu com o Wesley. Na atividade 03, relacionada com o que foi descrito no final da atividade 02, foi feita a pergunta “Você considera como correto o entendimento de realidade através da capacidade sensorial?”. A resposta de Nayara foi a seguinte:

“Nem tudo que a gente vê é a realidade, procuramos saber mais sobre para termos certeza.”

Na atividade 06, foram feitas as seguintes perguntas “Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou o método científico podem levar a conclusão absolutas e maniqueístas do tipo ‘certo’ ou ‘errado’?”. A resposta de Nayara foi:

“Não, pois temos ‘um meio termo’ por exemplo: quando apagamos a luz do quarto e acendemos um abajur, não podemos afirmar ‘está escuro’ como não podemos afirmar também ‘está claro!’ ou seja, não está claro, porém, não está escuro.”

Na atividade 09, foram feitas as perguntas “Você poderia citar situações onde observamos comportamentos maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos?”. Nayara respondeu da seguinte forma:

“Não, pois existem várias possibilidades nesse meio termo”.

Mostraremos a seguir algumas respostas da estudante que se identificou no caderno através de um coração no canto superior direito. Na atividade 03, relacionada com o que foi descrito no final da atividade 02, foi feita a pergunta “Você considera como coreto o entendimento de realidade através da capacidade sensorial?”. A resposta desta estudante foi a seguinte:

“Não porque precisamos ir além do que nosso corpo permite, aprendemos tudo além se queremos”

Na atividade 11, letra c, foi feita pergunta “Você considera como válida as argumentações do tipo ‘certa’ ou ‘errada’, quando se relacionam ao estudo de ciências?” A resposta da mesma estudante foi a seguinte:

“Em alguns sentidos sim, mais certo e errado não é resposta para tudo existe o termo ‘mais ou menos”.

Estudante que não se identificou no caderno e foi identificado pelo número 01 na capa do caderno. Na atividade 11, letra c, “Você considera como válidas as argumentações do tipo ‘certa’ ou ‘errada’, quando se relacionam ao estudo de ciências?” a resposta deste estudante foi a seguinte:

“não, pois tudo é relativo”.

A seguir apresentaremos as respostas do estudante Leandro, relacionadas com o “experimento mental” da atividade 11.

Na atividade 11 foi proposto o “experimento mental” descrito a seguir. Vamos supor que uma pessoa, vamos chamar de pessoa **A**, esteja em um trem-bala, que se move a 300 Km/h, de Tóquio a Osaka. Esse trem, pelo fato de não possuir contato com os trilhos, não apresenta trepidação e muito menos barulho. Vamos supor também que todas as janelas do trem estejam fechadas e que, em determinado momento, ao se aproximar da estação do desembarque, uma outra pessoa, vamos chamar de pessoa **B**, esteja aguardando a pessoa **A** e diga (no celular):” Olá! Tudo Bem? Estou vendo a chegada do seu trem na estação de desembarque. Qual é a sensação de estar se movendo a 300Km/h”. A pessoa **A** responde (no celular): “Olá, tudo Bem. Bom, a sensação que tenho é que estou em repouso. Não consigo perceber movimento nenhum. Para mim o trem não se move a velocidade alguma, muito menos a 300 Km/h!”

A seguir, mostraremos as perguntas que foram feitas, relacionadas com o “experimento mental” e as respostas do estudante Leandro.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

Resposta de Leandro: “As duas pessoas estão certas pois quem está dentro do trem não consegue perceber certo movimento por causa da velocidade, já a pessoa B está fora então ela consegue perceber o movimento”.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

Resposta de Leandro: “O simples fato de estar dentro de um ônibus e outro(ônibus) para o lado você não vai saber qual está em movimento e qual está em repouso”.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

Resposta de Leandro: “Não porque pra a descoberta de nossas coisas precisamos ir além de certo e errado para descobrir o que não está descoberto.”

Resposta do estudante Arilson para a mesma questão c:

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

“Não tenho certeza do certo é certo ou se errado é errado”

As respostas da estudante Larissa para as questões 08 e 11 serão apresentadas a seguir.

Na atividade 08, foi feita a seguinte solicitação “Gostaria que você mencionasse situações em que a relatividade dos movimentos pode ser observada em nosso cotidiano”.

Larissa respondeu do seguinte modo:

“Ao mesmo tempo que o corpo está parado, ele está em movimento por causa da rotação da Terra.”

Na atividade 11 foi proposto um “experimento mental”, o qual já foi descrito anteriormente. As respostas de Larissa para as perguntas relacionadas com este experimento estão mencionadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

Resposta de Larissa: “As duas pessoas estão certas”

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

Resposta de Larissa: “As vezes no ônibus”.

As respostas da estudante Letícia para a questão 08 “Gostaria que você mencionasse situações em que a relatividade dos movimentos pode ser observada em nosso cotidiano”.

Resposta de Letícia: “Nós em relação a Terra. Um barco no mar”

A seguir apresentaremos as respostas para as questões 09 e 11 dadas pelo estudante que não se identificou no caderno e foi identificado pelo número 02 na capa do caderno.

Na atividade 09, foram feitas as perguntas “Você poderia citar situações onde observamos comportamentos maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos?”. O estudante 02 respondeu da seguinte forma:

“Princípios opostos do bem e do mal”

Na Questão 11, letra “c”, foi feita a pergunta: “Você considera como válidas as argumentações do tipo ‘certa’ ou ‘errada’, quando se relacionam ao estudo de ciências?”. A resposta do estudante número 02 foi a seguinte:

“Sim. Porque o método científico estuda todos os ângulos de algo então tiram uma conclusão certa”.

Os estudantes que serão listados abaixo demonstraram uma concepção de realidade baseada na lógica binária. É bem evidente dificuldade que os mesmos encontram em responder questões relacionadas à Física.

Estudante Gabriel

As respostas deste estudante para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

Resposta de Gabriel: “A pessoa A parece que está em repouso porque o trem está todo fechado e em uma única velocidade e a B percebe o trem e alta velocidade porque ele está observando o trem de fora”.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

Resposta de Gabriel: “Um elevador quando apertamos o botão não sabemos se estamos subindo ou descendo”.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

Resposta de Gabriel: “Sim, porque não existe meio termo”.

Observamos na resposta para a letra “a” da questão que o estudante Gabriel responde de forma que o repouso da pessoa **A** deve-se ao fato do mesmo não observar seu movimento o que a pessoa **B** percebe. O estudante não percebe que a pessoa **A** pode estar em movimento e em repouso dependendo do referencial. A sua forma de raciocínio condiz com a resposta dada na letra “c” da questão. A resposta do estudante explicita de uma forma contundente a forma binária de pensamento, o pensamento ou/ou, ou é isto ou é aquilo, que não condiz em muitas situações apresentadas pela Física, como por o exemplo, o movimento e repouso, em que podemos ter um corpo em movimento ou repouso simultaneamente, dependendo, naturalmente, dos referenciais adotados.

Estudante Elizandro

As respostas deste estudante para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

Resposta de Elizandro: “A opinião da pessoa **B** pois a pessoa que está no trem está muito rápido mais não percebeu”

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

Resposta de Elizandro: “quando estou em um carro a gente percebe que os carros do lado está rápido e a gente devagar”

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

Resposta de Elizandro: “Sim, porque a ciência estuda aquilo que está certo ou errado”

Observamos na resposta da letra “a” da questão que o estudante responde de forma que a pessoa A está em movimento, porém não percebe esse movimento. A resposta desse estudante demonstra a forma sensorial de percepção de movimento. Ele não reconhece a possibilidade do movimento e repouso poder ocorrer simultaneamente, dependendo do referencial adotado. A sua forma de raciocínio condiz com a resposta na letra “c” da questão.

A seguir serão apresentadas algumas respostas do estudante que não se identificou no caderno e foi identificado pelo número 03 na capa do caderno.

Na atividade 06, foram feitas as perguntas “Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou método científico podem levar a conclusões absolutas e maniqueístas do tipo ‘certo’ ou ‘errado’? A resposta do estudante 03 foi:

“A diferença entre Aristóteles é que ele acreditava que não precisa da matemática e o método científico acreditava que precisaria da matemática o que é certo é certo e o que é errado é errado conforme as coisas”.

As respostas do estudante 03 para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

“A pessoa B esta vendo que o trem está vindo mas para a pessoa A ela está dentro ou seja, ela não está vendo o movimento de estar andando.”

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.
Sem resposta.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

“Certo é algo que acreditamos que é verdadeiro. Errado é algo que é contra o certo ou seja não se tem verdade.”

Esse estudante também analisa o movimento de uma forma sensorial. Ele não entende a relatividade do movimento e também não percebe a importância do referencial. Para ele, ou a pessoa A está em movimento ou não, este fato é percebido pela resposta da questão “c”.

Estudante Elisson

Na atividade 06, foram feitas as perguntas “Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou método científico podem levar a conclusões absolutas e maniqueístas do tipo ‘certo’ ou ‘errado’?” A resposta do Elisson foi:

“Não existe um meio termo”

As respostas do estudante Elisson para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

“A pessoa A está certa. Por que sem contato com os trilhos os vagões são muito baixa”.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

“No elevador”.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

A resposta do estudante nessa questão é incompreensível.

Apesar de não termos a resposta da letra ‘c’ da questão 11, na letra ‘a’ o estudante fez uma opção de certo e justificou sua resposta, o que é congruente com a resposta da questão 06.

Estudante Aleh

As respostas do estudante Aleh para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

“A opinião da pessoa B pois a pessoa A que está dentro do trem está muito rápida e não percebe que está em movimento”.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

“Quando estamos andando de ônibus e os carros que estão estacionados dão a sensação de estarem se movendo, pois estamos tão rápidos que na verdade quem está se movendo somos nós com o ônibus”

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

Para a ciências o que está certo está. E o que está errado, está errado. Porque a ciência explica o que está certo e errado.

Observamos na resposta da letra ‘a’ da questão que o estudante responde de forma que o repouso da pessoa **A** deve-se ao fato de o mesmo não observar seu movimento o que a pessoa **B** percebe. O estudante Aleh não entende que a pessoa **A** pode estar em movimento e em repouso, dependendo do referencial. Na letra “c” a estudante mostra a sua concepção de ciência, baseada na lógica binária.

Estudante que não se identificou no caderno e foi identificado pelo número 04 na capa do caderno.

Na atividade 06, foram feitas as pergunta “Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou método científico podem levar a conclusões absolutas e maniqueístas do tipo ‘certo’ ou ‘errado’?”. A resposta do estudante 04 foi a seguinte:

“Tudo que se pode provar é real. Sim, pois em suas teorias eles não usam do meio termo”.

Na atividade 09, em que foram feitas as perguntas “Você poderia citar situações onde observamos comportamentos maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos?”. O estudante 04 respondeu da seguinte forma:

“Que a verdade não tem meio termo que é verdadeiro ou é falsa, sem mediações”.

As respostas do estudante 04 para as questões relacionadas com o “experimento mental” da questão 11, o qual já foi descrito anteriormente, são apresentadas a seguir.

a) Como você analisa a divergência de opinião entre essas duas pessoas? Qual delas está certa?

“Que depende de onde a pessoa está parada, para ver a diferença”.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia.

“Quando estamos parado ao lado de um caminhão não sabemos se ele está se movendo ou se somos nós”.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

Sem resposta.

Apesar desse estudante 04 não ter respondido a letra ‘c’, a resposta dada na letra ‘a’, demonstra que o mesmo possui uma concepção sensorial de movimento e baseada na lógica binária. Isso é confirmado pelas respostas deste estudante para as questões 06 e 09.

Além desses estudantes listados acima, tivemos 05 estudantes que faltaram dias letivos e não concluíram o caderno 01. Também tivemos 07 alunos que concluíram, porém, suas respostas são inconclusivas. Como exemplo de resposta inconclusiva apresentamos a resposta abaixo:

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certa” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências?

“Sempre tem essa argumentação tipo pedem para mim, o mundo e eu vou bem eu vou ter dois resultados o errado se não certo e o certo se eu cumprir tudo”.

4.6 DISCUSSÃO

Este trabalho tem como um de seus objetivos apontar formas de melhorar o ensino e aprendizagem de Física. Entender como os estudantes entendem ciências, epistemologia e paradigma científico é algo que se mostrou muito importante para se tentar detectar e minimizar as dificuldades no ensino aprendizagem de Física. Pensamos que este tipo de metodologia, utilizado nas atividades dos cadernos didático-pedagógicos 01 e 02, pode melhorar a maneira de ensinar Física no Ensino Médio.

A escolha da turma foi feita não por sua dificuldade ou facilidade na aprendizagem, mas pelo perfil de ser uma turma que possui uma postura questionadora. Este foi o principal critério na escolha. Pelas respostas do primeiro teste realizado na turma no dia 29/07, percebeu-se que a mesma possuía, pelo menos na sua grande maioria, uma concepção de lógica binária. De acordo com essa concepção, o certo exclui a viabilidade de outras alternativas, que são consideradas como erradas. Essa concepção, o certo exclui a viabilidade de outras alternativas, que são consideradas como erradas. Essa concepção é o pressuposto de uma visão científica fundamentada senso comum, baseada em percepções sensoriais. Verificar se esta forma de concepção encontrada nos estudantes da turma é correta ou incorreta, não foi o objetivo da pesquisa realizada na dissertação. Porém, procurou-se detectar se a concepção de Ciência, em especial, de Física, baseada na lógica binária, dificulta o processo de ensino aprendizagem de Física no Ensino Médio.

As perguntas feitas no primeiro teste são perguntas diretas e curtas, sem uso de palavras difíceis, ou termos que permitam uma ambiguidade na interpretação. Foram feitas de forma coloquial, informal e solicitam uma resposta espontânea, sem que haja de qualquer forma uma indução em relação às respostas dadas pelos estudantes. As respostas dadas pelos estudantes foram tão claras quanto as perguntas e o resultado obtido neste teste foi o esperado pela pesquisa.

Na elaboração do 1º caderno didático-pedagógico houve uma preocupação de explicitar em como houve a transição da concepção Aristotélica à concepção de movimento de Galileu e à introdução da metodologia científica. Com a mudança de paradigma que houve nesse período, ocorreu a transição da observação baseada na percepção sensorial para uma metodologia científica que combina observação, modelagem física e matemática, e teste experimental.

As questões apresentadas no caderno didático-pedagógico 01 foram formuladas como as do primeiro teste, pois a intenção foi que os estudantes pudessem respondê-las sem que houvesse qualquer tipo de interferência do professor em suas respostas. Todas as perguntas foram respondidas através do caderno e dos comentários que foram realizados pelos estudantes da turma, sem nenhuma atitude do professor que pudesse induzir os estudantes a determinado tipo de resposta. Ao término da aula, os cadernos eram recolhidos e entregues na aula seguinte.

No primeiro dia de aplicação do caderno 01, depois de ter sido realizada parte da leitura do texto e de ter sido solicitado para que fizessem a questão 01, uma estudante perguntou se o professor não explicaria como os estudantes deveriam responder. O professor disse que não daria nenhuma explicação e essa estudante novamente indagou como ela saberia se a resposta dela estava certa ou errada. Foi necessário explicar novamente para a turma que a proposta não era saber se as respostas estavam certas ou não, mas como os estudantes estavam entendendo os conteúdos das leituras e os enunciados das questões. Durante essa primeira aula, por mais duas vezes foi feita a mesma pergunta, como eles saberiam se estavam respondendo corretamente se o professor não explicava, e por mais duas vezes foi necessário repetir que não era para responder o que o professor diria, mas como eles estavam entendendo o assunto.

As questões 06 e 11 foram determinantes para observarmos a concepção científica dos estudantes, baseada na percepção sensorial e na lógica binária. O primeiro grupo de estudantes descrito em 4.5 demonstrou uma concepção mais próxima de uma concepção científica não dominada pela percepção sensorial e a lógica binária, e se mostrou capaz de reavaliar sua forma de concepção em relação às ciências.

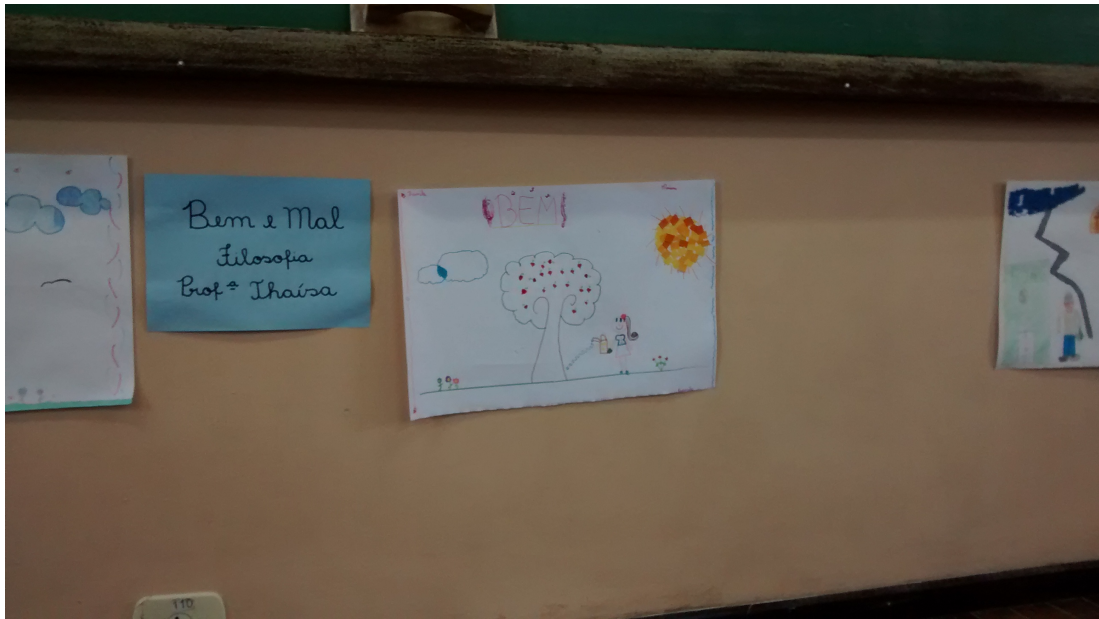
O segundo grupo descrito em 4.5 demonstrou um dos objetivos da pesquisa: como a lógica binária dificulta o aprendizado em Física. O professor de Filosofia não foi procurado para saber se o mesmo tinha ensinado que algo ou é certo ou é errado e que não havia meio termo. Mas, no segundo grupo de estudantes, a resposta mais comum foi que não havia meio termo entre o certo e o errado. Quando os mesmos resolveram a letra “a” da questão 11, responderam que a pessoa “A” estava certa ou a pessoa “B” estava certa, o que estava coerente com a resposta dada por estes estudantes à questão 06. Nesse momento, é necessário citar Bachelard:

Frente ao real, o que se pensa saber, claramente ofusca o que se deveria saber. Quando se apresenta ante a cultura científica, o espírito nunca é jovem. Ao contrário, é velhíssimo, pois tem a idade dos seus preconceitos. (BACHELARD 1947, p.16)

O nosso sistema educacional, no Ensino Médio, não retrata de maneira epistemológica a ciência. Não são ensinados aos estudantes os paradigmas científicos. Desse modo, os estudantes tentam aprender a disciplina de Física, sem conhecer os paradigmas científicos nos quais ela se baseia. Assim os estudantes tentem a compreender a Física através do senso comum, em que predomina a percepção sensorial; por esse motivo surgiu nas respostas dadas durante a pesquisa, em vários momentos, o termo ver. Por esse motivo foi utilizado nessa pesquisa a teoria da autopoiesis de Maturana e Varela, pois os mesmos afirmam que os seres vivos não compreendem a realidade na sua forma objetiva, mas agregam as novas concepções aprendidas às concepções internas existentes.

Se a lógica binária é ensinada na escola ou não, torna-se difícil saber. Mas o fato de termos estudantes no Ensino Médio treinando para o vestibular através de questões de múltipla escolha ou de somatório, em que o estudante tem que avaliar se uma alternativa é certa ou errada, induz o estudante a uma forma de pensamento em que prevalece a lógica binária. Nas Figuras 4 e 5 abaixo, estão duas fotos de um trabalho realizado com estudantes do 6º ano em uma escola particular da cidade de Ponta Grossa-PR, durante uma aula de Filosofia.

Figura 4: Foto de uma apresentação de um trabalho feito com estudantes do 6º ano em uma escola particular em Ponta Grossa.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: Foto de uma apresentação de um trabalho feito com estudantes do 6º ano em uma escola particular em Ponta Grossa.



Fonte: Elaboração própria.

As paredes da sala de aula em que foram tiradas estas fotos estavam completamente tomadas com cartazes parecidos aos das fotos. É difícil saber como o ensino de conteúdos relacionados com o Bem e o Mal influenciou, de maneira subjacente, os estudantes deste 6º ano. Porém, pode-se conjecturar que, dependendo da maneira como esses conteúdos tiverem

sido ensinados aos estudantes, é provável que a concepção de uma lógica binária tenha sido desenvolvida na mente dos estudantes ou tenha sido reforçada, caso eles já tivessem este tipo de concepção. Como esse estudante compreenderá futuramente a relatividade do movimento? Como ele compreenderá os campos de aplicação da Mecânica Newtoniana e da Mecânica Relativística? É difícil de responder essas perguntas. No entanto, baseados nos resultados da presente pesquisa, é possível supor que esse estudante terá dificuldade de perceber o papel do referencial no estudo do movimento e também, provavelmente, ele considerará que ou a Mecânica Newtoniana está certa ou a Mecânica Relativística está certa. Provavelmente ele terá dificuldade de entender que as duas Mecânicas podem levar a resultados satisfatórios, dentro de seus campos de validade.

Vasconcelos escreve:

Existem experimentos em neuroanatomia e neurofisiologia que demonstram que o sistema nervoso só começa a registrar estímulos a partir do momento em que esses começam a ter significado. Se não compreendemos o que vemos, não o vemos, ou seja, é preciso “crer para ver” e não como se diz geralmente “ver para crer” portanto, a maneira como descrevemos o que acontece pode inibir ou facilitar sua percepção. (VASCONCELOS, 2002 p. 34)

Estas palavras de Vasconcelos expressam de forma contundente um tema que estamos discutindo neste capítulo: antes de serem lecionados os conceitos e leis em Física, é necessário darmos subsídios aos estudantes para que eles possam compreendê-los e discuti-los, de maneira independente, sem serem induzidos pelo professor a uma determinada resposta.

Nas Figuras 6 a 9 a seguir, são apresentadas fotos da aplicação do caderno didático-pedagógico na turma do 1º ano do Colégio Estadual Linda Bacila, em Ponta Grossa – PR. Na Figura 6, nota-se a presença do Professor Luiz Antônio Bastos Bernardes, orientador da presente dissertação, que estava supervisionando a aplicação do caderno.

Figura 6: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8: Foto da turma do 1º ano do colégio Estadual Linda Bacila – Aplicação do caderno didático-pedagógico.



Fonte: Elaboração própria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

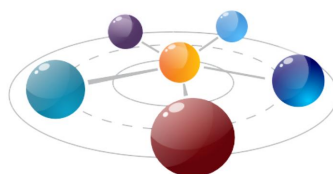
- AIKENHEAD, Glen. **The measurement of high school student's knowledge about science and scientists**. Saskatoon, Canadá: John Wiley and Sons, Inc., 1973
- AMATUZZI, Mauro Martins. **Etapas do processo terapêutico: um estudo exploratório. Psicologia, teoria e pesquisa**. Brasília: Ômega Editora, v.9, p. 1-21, 1993.
- AMATUZZI, Mauro Martins. **Apontamentos acerca da pesquisa fenomenológica. Estudos de Psicologia**. São Paulo: Ômega Editora, v.13, p.5-10, 1996.
- CAPRA, Fritjof; LUISI, P. Luisi. **A visão sistêmica da vida: Uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014.
- CAREY, Russel; STAUSS, Niles. **An analysis of experienced science teachers' understanding of the nature of science**. Athens, Georgia: John Wiley and Sons, Inc., 1970.
- CAWTHRON, Edward; ROWELL, Jack. **Epistemology and science education**. Studies in Science Education. New York, n.5, p.31-59, 1979
- COOLEY, William; KLOPPER, Leopold. **Test on understanding science: form w**. Princeton: Educational Testing Services. New York: Taylor & Francis Group, 1961.
- COTHAM, James; SMITH, Edwin. **Development and validation of the conceptions of scientific theories test**. Journal Research in Science Teaching. Vol.18 n°5 p.387-396, 1981
- DURKEE, Phillip. **An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high-ability students studying physics**. Science Education. Vol.58 n° 3 p. 343-356
- PESSOA, Fernando. **Poemas de Alberto Caeiro**. Lisboa: Ática, 1946 (10ª ed. 1993).
- HARRES, João B. Siqueira. **Um teste para detectar concepções espontâneas em tópicos introdutórios de ótica geométrica**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Vol.10 n°3 p.220-234
- HARRES, João B. Siqueira. **Concepções sobre a natureza da ciência**. Porto Alegre: PUCRS. (Tese de doutorado não publicada).
- HARRES, João B. Siqueira. **Evolução do conhecimento profissional de professores de ciências: estudo de um caso**. Porto Alegre: Investigação em ensino de ciências Vol. 04 n°03, p.197-211, 1999.

- HASHWEH, Maher. **Effects of science teacher's epistemological beliefs in teaching.** *Journal of Research in Science Teaching.* New Jersey: Journal of Research in Science Teaching, 1996.
- KIMBALL, Mekrit. **Understanding the nature of science: a comparison of scientists and science teachers.** New Jersey: Journal of Research in Science Teaching, vol. 5, p.110-120, 1968
- KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: E.P.U., 1987
- LEDERMANN, Norman. **Student's and teacher's conceptions of the nature of science.** New Jersey: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching.* 1982.
- LEDERMANN, Norman; ZEIDLER, Dana. **Science teacher's conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior?** New York: Science Education. volume 71, nº 5 p. 721-734. 1987
- MARTINS, Roberto Antonio. **Flexibilidade e integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos.** Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, (137 p.), 1993.
- MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana.** São Paulo: Palas, 2001 (9ª ed. 2011)
- MORIN, Edgar. **Introducción al pensamiento complejo.** 3ª ed. Barcelona: Gedisa. 1990
- PORLÁN, Rafael. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores.** Sevilla: Universidade de Sevilla. Tese de Doutorado não publicada. 1989
- ROGERS, Carl. **Tornar-se pessoa.** São Paulo, Padrões culturais. 2002
- WILSON, Lesland. **A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society.** *Science Education* vol. 38 p.159–164, 1954
- VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. **Pensamento sistêmico: O novo paradigma da ciência.** São Paulo, Papirus, 2003

**ANEXO – ENSINO DOS CONCEITOS DE MOVIMENTO E INÉRCIA NA
MECÂNICA, A PARTIR DE UMA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA QUE NÃO UTILIZA
A LÓGICA BINÁRIA.**

ENSINO DOS CONCEITOS DE MOVIMENTO E INÉRCIA NA MECÂNICA, A PARTIR DE UMA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA QUE NÃO UTILIZA A LÓGICA BINÁRIA

INÉRCIA



Luíz Alberto Clabonde
Mestrando

Prof. Dr. Luiz A. B. Bernardes
Orientador

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva
Co-orientador

2016

Sobre os autores



Luiz Alberto Clabonde

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4268323P6>
Mestrando

Licenciado em Física pela UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa, em 2007. Atualmente, é Professor de Física em Colégios Públicos de Ponta Grossa-PR e cursa o Mestrado Profissional em Ensino de Física, Pólo 35, supervisionado pela SBF - Sociedade Brasileira de Física.



Prof Dr Luiz Antnio Bastos Bernardes

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4786951E4>
Orientador

Luiz Antônio Bastos Bernardes graduou-se em Engenharia Mecânica em 1982 pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e concluiu o Mestrado em Física na mesma instituição, em 1985. Após uma rápida passagem pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como aluno de doutorado em Física Espacial de 1985 a 1986, trabalhou como Engenheiro na Embraer de 1986 a 1989. Doutorou-se em Física no Instituto de Física da USP, Campus de São Carlos, em 1995. É professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná, desde 1994, tornando-se professor associado em agosto de 2011. Nesta Universidade, tem realizado atividades de ensino, pesquisa e extensão, procurando suas inter-relações. Suas pesquisas são relacionadas às áreas de Mecânica Estatística, Sistemas Complexos, Teoria de Percolação Aplicada à Física dos Solos, e Metodologias de Ensino de Física através de Atividades de Extensão. Já orientou vários alunos em Trabalhos de Conclusão de Curso, Iniciação Científica, Especialização em Ensino de Física e PDE. Foi coordenador dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física, nos períodos de 1997 a 2001 e 2005 a 2007. Coordena desde 2008 o Projeto de Extensão "Física - da Universidade à Comunidade", o qual já apresentou experimentos de Física em lugares públicos de 30 cidades no Estado do Paraná, atendendo cerca de 150.000 pessoas. Desde 2014 é professor e orientador do MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo de Ponta Grossa - PR.



Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4785969U8>
Co-orientador

Bacharel em Física pela UFPE - Universidade Federal de Pernambuco (1985) e Mestre em Física pela UFPE (1988) e Doutor em Física pela IFSC - USP - Instituto de Física da Universidade de São Paulo (1994). É Professor Associado B da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Desenvolve pesquisa na área de Ensino de Física e em Física de Solos. Coordenador do PIBID/FÍSICA na UEPG. Coordenador Local do Polo 35 UEPG do MNPEF - SBF. Coordenador da Feira de Ciências dos Campos Gerais. Tem experiência de pesquisa em Física da Matéria Condensada.

SOBRE O MATERIAL

Caro(a) professor(a)

O presente caderno didático-pedagógico foi concebido para ser utilizado como um livro de apoio para os estudantes do 1º ano do Ensino Médio e principalmente, será uma oportunidade que o professor terá para fazer uma sondagem em relação às concepções de ciência, em particular a Física, que seus estudantes possuem.

A ideia central do livro é demonstrar ao estudante que as formas de pensamento de senso comum, baseadas nas percepções sensoriais, e as formas de pensamento baseadas na lógica binária, são incompatíveis com as formas de se fazer ciências nos dias atuais, são incompatíveis com o paradigma científico atual.

Na elaboração do livro, teve-se uma preocupação enorme para que não ocorra uma imposição em relação a conteúdo ou em relação a conceito da Física, mas, que ocorra uma reflexão do próprio estudante em relação à sua forma de pensar. Essa reflexão deve ocorrer de forma que o estudante perceba que para compreender, aprender Física, é necessário que o mesmo possua pressupostos científicos, que é necessário possuir paradigma científico, o qual, muitas das vezes, contradiz a percepção sensorial. Por esse motivo, o de contrapor a percepção sensorial e o paradigma científico, os temas escolhidos foram a Inércia de Galileu e a 1º Lei de Newton. Esses temas propiciam discussões tais como: Eu vejo o Sol se movendo, mas ele está parado ou em movimento, ou, quando um corpo se move, é necessário uma força no sentido de movimento(pensamento Aristotélico) ou um corpo pode ter movimento sem que exista força ou se existir força, ela pode ocorrer em sentido contrário ao do movimento. Essas discussões devem contribuir muito para a reflexão em relação a percepção sensorial e em relação ao pensamento binário(do tipo ‘certo’ ou ‘errado’’).

Caro(a) professor(a), este livro lhe permitirá um momento muito especial no seu ano letivo, pois, se bem usado, contribuirá para conhecer melhor a forma de como seu estudante concebe ciência.

Tente

E não diga que a vitória está perdida

Se é de batalhas que se vive a vida

Tente outra vez

Raul Seixas

COMO UTILIZAR OS CADERNOS DIDÁTICOS E PEDAGÓGICOS EM SALA DE AULA

Para uma utilização mais adequada destes cadernos, em sala de aula, vamos detalhar a concepção dos mesmos.

São dois cadernos didáticos e pedagógicos, montados no formato de um livro. O primeiro caderno, correspondendo ao capítulo 1 de um livro, trata do conceito de inércia, segundo a concepção de Galileu Galilei. O segundo caderno, correspondendo ao capítulo 2 de um livro, trata da 1ª Lei de Newton.

O “Caderno didático-pedagógico 01 - Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei” (capítulo 1) foi concebido com a finalidade de apresentar as concepções de Aristóteles e de Galileu Galilei, como uma forma de demonstrar que concepções baseadas nos sentidos não conseguem descrever com precisão as concepções sobre a natureza das ciências. Além disto, procurou-se mostrar a necessidade de o estudante conhecer os paradigmas científicos que norteiam as explicações e modelagens de fenômenos naturais que são realizados nas ciências. A concepção de movimento de Galileu foi apresentada como uma forma de demonstrar ao estudante que a lógica binária, do certo ou errado, não descreve de uma forma precisa e eficiente fenômenos analisados pela Física.

A abordagem utilizando a teoria de aprendizagem de Carl Rogers, utilizada nos dois capítulos, permite ao estudante que o mesmo possa questionar as suas próprias concepções, seguindo a máxima Rogeriana: ” O homem olhando a si mesmo e se questionando do lado de fora”. A dialogicidade foi outro aspecto utilizado, pois em todas as questões apresentadas foi solicitado ao estudante que ele fizesse observações sobre suas conclusões, com a finalidade de promover a discussão entre os estudantes da turma. Assim, os estudantes possuem oportunidade de rever suas concepções através do diálogo com seus colegas, sem haver a interferência direta do professor em relação às concepções do estudante.

A intenção é usar a sala de aula como um espaço no qual exista a discussão, a liberdade de expressão. Um espaço no qual o estudante tenha a possibilidade de

aprendizagem de uma forma livre, em que ele tenha a possibilidade de se confrontar com a sua própria forma de percepção.

O “Caderno didático-pedagógico 02 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton” traz a 1ª Lei de Newton, a Lei da Inércia. Este capítulo aprofunda o estudo do movimento, já que no primeiro capítulo temos o movimento segundo Aristóteles e Galileu. A 1ª Lei de Newton é apresentada para estabelecer o carácter vetorial do conceito de velocidade e do conceito de força. Este aspecto é fundamental para uma compreensão mais profunda em relação ao movimento e consegue explicar de uma forma mais precisa alguns aspectos que a teoria de movimento de Galileu não explicava satisfatoriamente como, por exemplo, o movimento circular. Com a inclusão do conceito de vetor que Newton estabeleceu, a teoria de movimento que Galileu havia proposto torna-se mais completa e torna-se uma visão muito mais plausível em relação à teoria de movimento de Aristóteles.

Sumário

Caderno didático-pedagógico 01 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei.....8

Caderno didático-pedagógico 02 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton.....23

Lista de figuras

Figura 1: O grande cientista Galileu Galilei, lunetas antigas e telescópios modernos

Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1475232/4/images/8/1609+%E2%80%93Galileu+Galilei+%E2%80%93a+primeira+luneta.jpg>> 10

Figura 2: Inércia.....10

Figura 3: Detalhe da pintura “Escola de Atenas” de Rafael Sanzio, em que aparece Aristóteles. A Física aristotélica foi contestada por Galileu Galilei. Disponível em

<<http://www.filosofia.com.br/figuras/biblioteca/aristoteles3.jpg>> 11

Figura 4: Tomás de Aquino, grande filósofo escolástico do século XIII, profundamente influenciado pela filosofia aristotélica. Disponível em

<<https://www.aciprensa.com/imagespp/size340/pptomasaquino150812.jpg>>.....11

Figura 5: Charles Darwin, cientista inglês do sec. XIX, que elaborou a teoria da evolução através da seleção natural. Disponível em

<http://media.salon.com/2015/02/charles_darwin2.jpg>.....12

Figura 6: Desenhos da Lua feitos por Galileu. Disponível em<<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/5d/f3/50/5df350dd7d468b1ddd70cc0a51c899ce.jpg>>.....13

Figura 7: Galileu Galilei observando o céu. Disponível em

<<https://www.resumoescolar.com.br/wp-content/images/quem-foi-descobertas-e-legado-de-galileu-galilei.jpg>>.....13

Figura 8: Foto de uma encenação da peça "A vida de Galileu". Disponível em

<<http://noticias.paginas.ufsc.br/files/2013/10/DTQ665x242-as-luas-de-Galileu-Galilei.jpg>>.....15

Figura 9: Mapa da Itália em 1640. Disponível em

<<http://www.sardegnaigitallibrary.it/mmt/1024/12078.jpg>>.....15

Figura 10: Pintura “Os jogadores”, feita por Caravaggio. Disponível em

<<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Cardsharps.jpg/800px-Cardsharps.jpg>>.....15

Figura 11: Mosaico com Grosseteste, Bacon, Okhan, Brahe, Copérnico, Kepler, Bruno, Bacon, Descartes, Galileu e Newton. Disponível

em<https://siteneoateutoddyinho.files.wordpress.com/2015/05/christian_scientists_and_inventors_mosaic1.jpg?w=487&h=694>.....16

Figura 12: Esquema do processo para validação de conceitos e teorias, conhecido como método científico.....	17
Figura 13: Convite.....	17
Figura 14: Charge sobre inércia. Disponível em < http://blog.mundoedu.com.br/wp-content/uploads/2015/08/charge-lei-da-inercia.jpg >.....	17
Figura 15: Procedimento para exemplificar o conceito de inércia. Disponível em:< http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/image05/05_01_02.gif >.....	18
Figura 16: Barco "Cisne Branco". Disponível em < http://www. Mineiros naestrada.com.br/wp-content/uploads / 2015/08/IMG _1679. jpg >.....	20
Figura 17: Mani ou Mane. Disponível em: < http://lex.staticserver1.com/static/ pt/800 /manes-profeta.jpg >.....	21
Figura 18: Garfield e a Lei da Inércia. Disponível em:< http://www.cei.santacruz.g12.br/~fisica1/leis_de_newton/Tira_1.jpg >	22
Figura 19: Charge de Dana Summers. Disponível em:< http://www .klickeducacao .com.br/2006/arq_img_upload/simulado/11260/01.jpg >.....	22
Figura 20: Guy na estação de trem em Tóquio. Fonte: elaboração própria.....	24
Figura 21: Amigo de Guy dentro do trem. Fonte: elaboração própria.....	25
Figura 22: Einstein andando de bicicleta. disponível em:< http://www2.fm.usp.br/ tutoresfisio/bom/figura07i.gif >.....	26
Figura 23: Ilustração do encurvamento do raio de luz. Disponível em:< https://i.ytimg.com/vi/8JCKfm oguE/hqdefault.jpg >.....	26
Figura 24: Átomo estilizado. Fonte: elaboração própria.....	26

Caderno didático-pedagógico 01**Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei**

Este caderno foi concebido com a finalidade de apresentar as concepções de Aristóteles e de Galileu Galilei, como uma forma de demonstrar que concepções baseadas nos sentidos não conseguem descrever com precisão as concepções sobre a natureza das ciências. Além disto, procurou-se mostrar a necessidade de o estudante conhecer os paradigmas científicos que norteiam as explicações e modelagens de fenômenos naturais que são realizados nas ciências. A concepção de movimento de Galileu foi apresentada como uma forma de demonstrar ao estudante que a lógica binária, do certo ou errado, não descreve de uma forma precisa e eficiente fenômenos analisados pela Física.

As atividades deste caderno, através de uma contextualização histórica, apresentam as ideias de Aristóteles e Galileu Galilei sobre o movimento, sendo mostrado como estas ideias se contrapunham à Física aristotélica. As atividades propostas pretendem que os alunos percebam como estas ideias surgiram e como elas foram influenciadas por fatores sociais e culturais. Desse modo, os alunos serão incentivados a discutir como surgiram as concepções científicas ao longo de vários períodos históricos, e, ao mesmo tempo, terão oportunidade de discutir suas próprias concepções sobre conceitos científicos como movimento e inércia.

Caderno didático-pedagógico 01

Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Galileu Galilei

INÉRCIA



Fonte: Elaboração própria.

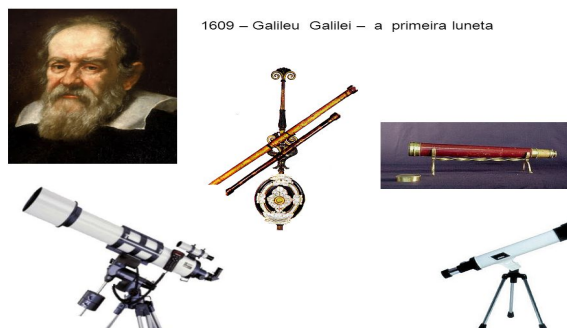
Na Figura 1 abaixo, mostramos uma pintura do grande cientista e filósofo italiano Galileu Galilei, com duas lunetas antigas e dois telescópios modernos. Galileu foi um grande pioneiro no uso da luneta para observações astronômicas.

QUEM FOI GALILEO GALILEI (1564-1642)?

Galileu Galilei foi personalidade fundamental na revolução científica. Galileu Galilei desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica newtoniana. Galileu melhorou significativamente o telescópio refrator (Figura 1, ao lado) e com ele descobriu as manchas solares, as montanhas da Lua, as fases de Vênus, quatro dos satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, as estrelas da Via Láctea. Estas descobertas contribuíram decisivamente na defesa do heliocentrismo. A principal contribuição de Galileu foi para o desenvolvimento do método científico, o qual ele utilizou para obter resultados que se contrapunham aos da ciência de Aristóteles, grande pensador da antiguidade grega.

Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei

Figura 1: O grande cientista Galileu Galilei, lunetas antigas e telescópios modernos.



Fonte: Slideplayer. 2016

Figura 2: Inércia.



Fonte: Elaboração própria

Figura 3: Aristóteles



Fonte:filosofia.com.br/2014

Detalhe da pintura “Escola de Atenas” de Rafael Sanzio, em que aparece Aristóteles. A Física aristotélica foi contestada por Galileu Galilei.

Figura 4: Tomás de Aquino



Fonte:Aciprensa.com./2012.

Tomás de Aquino, grande filósofo escolástico do século XIII, profundamente influenciado pela filosofia aristotélica.

QUEM FOI TOMÁS DE AQUINO?

Tomás de Aquino, (Roccasecca, 1225 — Fossanova, 7 de março de 1274), foi um frade da Ordem dos Pregadores (dominicano), italiano cujas obras tiveram enorme influência na teologia e na filosofia, principalmente na tradição conhecida como Escolástica.

Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Tom%C3%A1s_de_Aquino.

“O ignorante afirma,
o sensato duvida,
o sábio reflete.”

ARISTÓTELES

Aristóteles (Figura 2, ao lado) nasceu em Estagira e foi discípulo de Platão. O pensamento aristotélico foi defendido na Europa Medieval por Tomás de Aquino (Figura 3, abaixo), a partir de 1200 DC. As obras de Aristóteles e Tomás de Aquino, ainda nos dias de hoje, são bastante estudadas e influentes. Você já tinha pensado na possibilidade de uma pessoa ser capaz de influenciar e, de certa forma, estabelecer as concepções de uma sociedade em um determinado momento?

ATIVIDADE 01

Descreva nas linhas abaixo como você imagina que uma pessoa, na Europa, pensava, agia e se comportava em relação ao mundo no séc. XVII. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

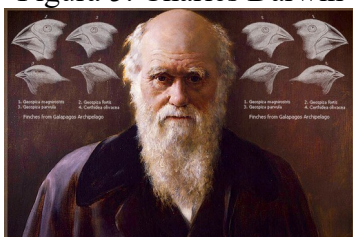
ATIVIDADE 02

Você poderia relacionar nomes de pessoas que influenciaram uma determinada sociedade e de que forma ocorreu essa influência? Assista ao filme “Tempos modernos” de Charles Chaplin. Quais as características da sociedade descrita nesse filme? Qual o economista inglês cujo pensamento foi fundamental para a construção

desse tipo de sociedade? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Quem foi Charles Darwin?

Figura 5: Charles Darwin



Fonte: Media.salom.com./2015

Charles Darwin, cientista inglês do sec. XIX, que elaborou a teoria da evolução através da seleção natural.

Aristóteles realizou trabalhos notáveis em diversas áreas. Charles Darwin (Figura 4, ao lado), grande naturalista inglês do sec. XIX, considerou como fascinantes os trabalhos que Aristóteles realizou na área de Biologia. Aristóteles considerava que o ser humano poderia compreender o universo através de seus sentidos, de sua capacidade sensorial. Dessa forma, na visão de mundo aristotélica, a capacidade sensitiva do Homem é um fator determinante para a compreensão da realidade.

ATIVIDADE 03

Após realizar os procedimentos da Experiência 1, descritos abaixo, responda a pergunta e realize os procedimentos a seguir.

Você considera como correto o entendimento de realidade através da capacidade sensorial? Cite exemplos de grandezas que podem ser percebidas pelos cinco sentidos. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Até o século XVII o pensamento aristotélico ainda reinava. Em relação ao movimento de um corpo, Aristóteles acreditava que só haveria movimento se, de alguma forma, uma força impelisse esse corpo no sentido do movimento, em outras palavras, o movimento só seria possível se houvesse uma força que empurrasse o

corpo no sentido de movimento. Por exemplo, se um corpo fosse lançado para cima, enquanto a mão da pessoa estivesse em contato com o corpo, a força da mão impulsionaria o corpo e após deixar de existir o contato da mão com o corpo, o ar continuaria a impulsioná-lo para cima. A ideia de que a continuidade de movimento só é possível sob a ação de uma força ainda é muito comum nos dias de hoje. Enquanto perdurou o pensamento aristotélico, a ciência não possuía um método científico como o que vigora nos tempos atuais, no qual uma teoria tem de ser validada experimentalmente. Dessa forma, surgiram muitas ideias completamente estapafúrdias, como exemplo, podemos citar a geração espontânea. Essa teoria considerava que a Vida era o resultado da ação de um princípio ativo sobre a matéria inanimada, a qual se tornava, então, animada. Desse modo, não haveria intervenção sobrenatural no surgimento dos organismos vivos, apenas um fenômeno natural, a geração espontânea. Essas ideias perduraram durante muito tempo, pois, em 1620, *Van Helmont* (1577 – 1644) ainda considerava que os “cheiros dos pântanos geravam rãs e que a roupa suja gerava ratos, adultos e completamente formados”. (Para saber mais sobre Aristóteles, consulte o site: <https://youtu.be/8uru60xR54w>).

Figura 7: Galileo Galilei observando o céu com sua luneta.



“Não se pode ensinar nada a um homem; só é possível ajudá-lo a encontrar a coisa dentro de si.”
Galileu Galilei

Figura 6: Desenhos de Galileu.



Fonte: s-media-cache-ak0.pinning.com./2016

Desenhos da Lua feitos por Galileu, após suas observações com a luneta.

Fonte: resumoescolar.com.br/2015

Sidereus Nuntius

Um dos livros mais importantes da História da Ciência foi publicado em março de 1610, há cerca de quatrocentos anos. O seu nome: *Sidereus Nuncius* (ou Mensageiro das Estrelas). Apesar de conter apenas 30 folhas, talvez nenhum outro livro tenha colaborado tão decisivamente para uma mudança tão radical no pensamento humano como o *Sidereus Nuncius*. Depois dele não havia como alguém continuar sustentando a idéia de ser a Terra o centro do universo. Na Figura 5 temos um dos desenhos contido no livro. Fonte: Texto baseado em <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas95.htm>.

Galileu nasceu em Pisa, cidade no norte da atual Itália, em 15 de fevereiro de 1564. Muitos livros de História da Ciência o consideram como o pai da ciência moderna. Galileu desenvolveu os fundamentos da mecânica com o estudo de máquinas simples (alavanca, plano inclinado, parafuso etc.) e o estudo do movimento. Entre suas criações se destacam: o binóculo, a balança hidrostática, o compasso geométrico, uma régua calculadora e o termobaroscópio: feito para medir a pressão atmosférica, porém, serviu como termômetro.

Em 1609, construiu uma luneta (Figura 5, acima) e utilizou-a para observar os céus, como nunca fora feito antes. Além de estudar as constelações Plêiades, Órion, Câncer e a Via Láctea, descobriu as montanhas lunares, as manchas solares, o planeta Saturno, os satélites de Júpiter e as fases de Vênus. As descobertas foram publicadas no livro "Siderus Nuntius" ("Mensageiro das Estrelas"), em 1610. Na Figura 6 acima, são apresentados desenhos da Lua feitos por Galileu, após suas observações com a luneta. Estes desenhos fazem parte do livro citado. A partir de suas descobertas astronômicas, defendeu a tese de Copérnico de que a Terra não ficava no centro do Universo. Como essa teoria era contrária aos ensinamentos da Igreja, foi perseguido, processado duas vezes e obrigado a negar (abjurar) suas ideias publicamente. Ele foi banido para uma vila de Arcetri, perto de Florença, onde viveu em um regime semelhante à prisão domiciliar. Morreu em 8 de Janeiro de 1642.

Para saber mais sobre o Julgamento de Galileu
ver : *A Vida de Galileu* (no original em alemão, *Leben des Galilei*).
 É uma peça de teatro de autoria de Bertolt Brecht, escrita entre 1937 e 1938, e depois em 1943. O dramaturgo alemão escolhe situações paradigmáticas da vida de Galileu Galilei (1564-1642) para problematizar questões que permanecem atuais, tais como, as implicações da utilização da ciência e a relação do cientista com a sociedade. "Galileu" é sem dúvida, uma das peças centrais da obra de Bertolt Brecht.
 Fonte: Texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/A_Vida_de_Galileu

No dia 31 de Outubro de 1992, o Papa João Paulo II reconheceu os enganos cometidos pelo tribunal eclesiástico que condenou Galileu Galilei à prisão. Essa revisão de posicionamento ocorreu 350 anos após a morte do cientista italiano. No ano 2000, João Paulo II professou pedidos de desculpas por todos os erros cometidos nos últimos dois mil anos, incluindo o julgamento de Galileu Galilei. Na Figura 8, é mostrada uma cena da obra teatral "A vida de Galileu", escrita pelo dramaturgo alemão Bertolt Brecht, entre 1937 e 1938.

Figura 8: Foto de uma encenação da peça "A vida de Galileu", escrita pelo dramaturgo alemão Bertolt Brecht.



Fonte: Noticias.paginas.ufsc.br/2013

Galileu entendia que a observação metódica e a conclusão racional não eram suficientes para uma explicação correta de um fenômeno pelo fato de não existir uma garantia de que todos os fatores que influenciaram o fenômeno foram devidamente observados e analisados. Dessa forma, Galileu considerava que não bastava uma observação aprimorada e uma explicação teórica de um fenômeno natural, era necessário que experimentos metódicos validassem a observação e a explicação e, assim, a ciência passou a ter como diferencial o fato de considerar comprovações experimentais e também incluir dados numéricos e equações para a validação das observações.

Na época em que Galileu desenvolvia essas ideias, na primeira metade do séc. XVII, a Itália era representada por mapas como o da Figura 9 abaixo. A cultura italiana dessa época, extremamente criativa e dinâmica, tinha como personagem de grande destaque o pintor Michelangelo Merisi, mais conhecido como Caravaggio (1571-1610).

Figura 9: Mapa da Itália em 1640.



Fonte: sardegna.digitallibrary.it/2008

Figura 10: Pintura "Os jogadores", feita por Michelangelo Merisi, mais conhecido como Caravaggio (1571-1610), em 1594.



Fonte: Shutterstock.com /2013

Caravaggio era um grande mestre da técnica do “chiaroscuro” (claro e escuro), que influenciou muitos pintores do barroco no século XVII. A Figura 9 abaixo mostra a pintura “Os jogadores”, que utiliza esta técnica para destacar as atitudes dos personagens retratados.

O método científico, como o conhecemos hoje, foi resultado direto da obra de muitos pensadores, tais como Robert Grosseteste(1168-1253), Roger Bacon(1214-1292), G. Okhan(1287-1347), Tycho Brahe(1546-1601), Nicolau Copérnico(1473-1543), Johannes Kepler(1571-1630), Giordano Bruno(1546-1600), Francis Bacon(1561-1626), René Descartes(1596-1650), Galileu Galilei(1564-1642) e Isaac Newton(1643-1727). Na Figura 11 abaixo, foi realizada uma montagem em que aparecem ilustrações desses grandes pensadores.

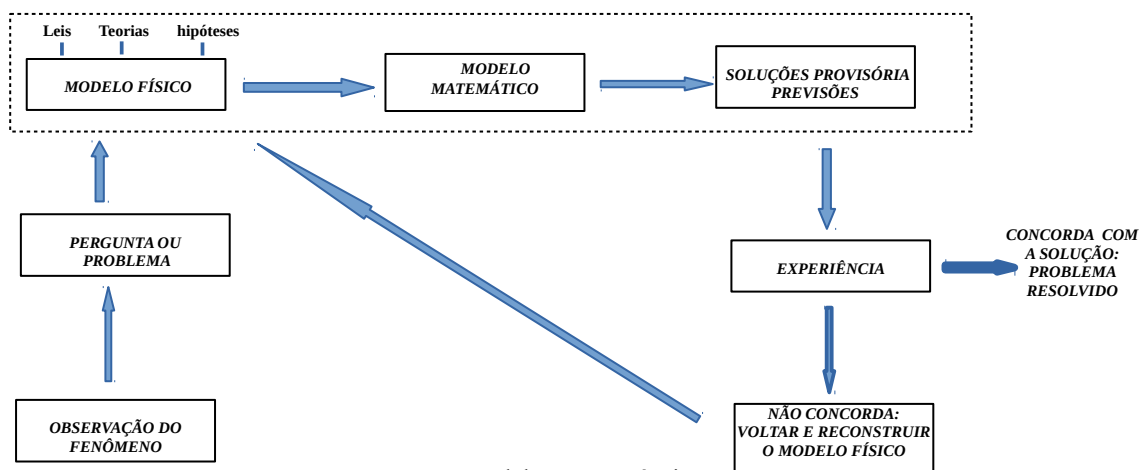
Figura 11: Nesta montagem, de cima para baixo, e da esquerda para a direita, estão representados Grosseteste, Bacon, Okhan, Brahe, Copérnico, Kepler, Bruno, Bacon, Descartes, Galileu e Newton.



Fonte: siteneoateutoddyho.files.wordpress.com/2015

Na sua obra seminal “Discurso do Método”, René Descartes coloca alguns importantes conceitos que permeiam toda a trajetória da ciência até hoje e a influenciaram profundamente. Galileu foi influenciado pela obra de Descartes e a usou de forma muito apropriada, estabelecendo um processo para validação de conceitos e teorias pertinentes à ciência, o qual é bastante utilizado até os dias atuais. Esse processo está esquematizado na Figura 12 abaixo.

Figura 12: Esquema do processo para validação de conceitos e teorias.



Fonte:Elaboração própria

Figura 13: Convite

INÉRCIA



Fonte: Elaboração Própria

Figura 14: Charge sobre inércia.



Fonte: blog.mundoedu.com.br/wp-content/uploads/2015

Como podemos observar pelo esquema da Figura 10, o método científico consiste em observar um fenômeno, extrair dados numéricos do fenômeno observado, estabelecer uma teoria utilizando a linguagem matemática, a qual deve ser consistente em relação aos dados obtidos e reproduzir o fenômeno observado. Se os dados obtidos na observação do fenômeno confirmam os resultados obtidos através do modelo teórico, podemos concluir que possuímos uma teoria consistente. O método científico passou a se contrapor à forma de percepção sensorial que o pensamento aristotélico estabelecia, pois, de acordo com o pensamento aristotélico, não se devia usar a linguagem matemática e não era necessária a confirmação experimental de uma teoria.

ATIVIDADE 04

A figura abaixo mostra um truque muito conhecido que é o de puxar rapidamente a toalha e a garrafa permanecer no mesmo lugar. Como você acredita que isso ocorre? Discuta com seus colegas as descrições que fizer

Figura 15:Exemplo da Inércia



Fonte:blog.mundoedu.com.br/2015

A ideia do princípio da inércia não foi original de Galileu. Ideias filosóficas sobre o mesmo assunto já tinham sido propostas por John Haemophilus (490-570) e Jean Buridan (1300-1358), séculos antes. Segundo Joseph Needham, Mo Tzu (470 a.C.-391 a.C.) já tinha proposto a mesma ideia muito tempo antes deles. Contudo, só com Galileu é que a ideia foi expressa matematicamente e verificada experimentalmente. Foi também com Galileu que foi introduzido o conceito de atrito, fundamental para a validação de sua ideia de inércia, e para a contra-argumentação do método aristotélico. O fato de Aristóteles não fazer uso de números para expressar ou quantificar um fenômeno natural se deve ao fato de que ele

considerava como absurda a ideia de descrever através de um só conceito matemático (por, exemplo, o volume de um cubo) objetos que possuíam essências diferentes como, por exemplo, uma caixa cúbica fechada cheia de terra e uma caixa cúbica fechada cheia de ar. Para Aristóteles, a essência da terra, faria com que, quando a caixa cúbica fosse aberta, com a tampa virada para baixo, a terra se movimentasse em direção ao centro de nosso planeta, pois este é este seu lugar natural. No entanto, quando a caixa cúbica cheia de ar fosse aberta, a essência do ar faria com que ele se direcionasse para cima, em direção à atmosfera, pois nela se encontra o lugar natural do ar.

Uma das frases que pode ser referida como a expressão do princípio de inércia de Galileu é: *"(...) è lecito aspettarsi che, qualunque grad o di velocità si trovi in un mobile, gli sia per sua natura indelebilmente impresso, purché siano tolte le cause esterne di accelerazione o di ritardamento"*, que significa: *"(...) é razoável esperar que qualquer que seja o grau de velocidade que se encontra num móvel, este está, pela sua natureza, indelevelmente impresso nele, desde que sejam removidas as causas externas de aceleração ou retardamento"*. Em geral, Galileu afirmava que: *"Um corpo em movimento sobre uma superfície plana continuará na mesma direção e com a velocidade constante, a menos que seja perturbado."* Embora hoje em dia a velocidade seja usualmente referida como um vetor, Galileu a tratava como um escalar. Além disso, ele acreditava que um movimento circular uniforme era natural, e que um corpo em tal movimento continuaria a tê-lo até que uma força o perturbasse. Este argumento servia para explicar o movimento da Terra em volta do Sol, já que a força gravitacional só surgiu mais tarde, com Newton. Foi também com Newton que a velocidade passou a ser escrita como um vetor, e o princípio da Inércia passou a ter a interpretação atual.

Outra proposta ousada para a época era a ideia de relatividade dos movimentos. Segundo Galileu, não existia um referencial privilegiado quando se observava um fenômeno, ou seja, as leis da mecânica são as mesmas em relação a uma observação, independentemente do referencial adotado. Um exemplo é o movimento do Sol. Se observarmos o Sol da Terra, durante um ano, o veremos em movimento; se o observarmos de um ponto fora da Terra, também durante um ano, o veremos em repouso e a Terra em movimento, mas, independentemente de onde observarmos o Sol, as leis da mecânica serão as mesmas para os dois referenciais utilizados. A relatividade

dos movimentos era outro fator determinante que contradizia o pensamento aristotélico. Esse pensamento possui uma compreensão sensorial da realidade e a relatividade dos movimentos não é coerente com este tipo de compreensão. Vamos exemplificar a situação descrita anteriormente. Suponha que uma pessoa esteja em um avião se deslocando no ar e que não haja nenhuma turbulência naquele momento. Se todas as janelas estiverem fechadas, não há como a pessoa dentro do avião perceber se o mesmo está em movimento ou se está em repouso, usando somente seus sentidos, e, ainda que abra as janelas, se não houver nuvens, não se perceberá o movimento ou o repouso da aeronave em relação ao céu. Para essa pessoa perceber o estado de movimento deverá olhar para a superfície terrestre ou para o céu. Se a altitude do avião for muita alta, somente com a visão, será muito difícil para a pessoa perceber o movimento do avião em relação ao solo. Se não houver nuvens no céu e nem corpos celestes (por exemplo, estrelas e lua) não conseguirá, usando apenas a sua visão, afirmar com certeza se o avião está em repouso ou com movimento uniforme.

Figura 14: Barco "Cisne Branco".



Fonte: mineirosnaestrada.com.br/2015

ATIVIDADE 05

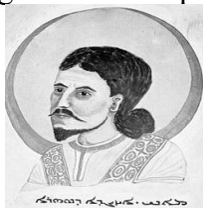
O barco “Cisne Branco” da Figura 14 acima está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação ao cais? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Podemos concluir que as ideias de Galileu eram totalmente fundamentadas em um método científico, o qual já foi esquematizado na Figura 11. De maneira resumida, o método científico, ao ser usado na investigação de um fenômeno natural, utiliza a observação, modelos com conceitos e leis, expressos em linguagem matemática, e a

validação experimental. Por outro lado, a metodologia utilizada por Aristóteles para investigar os fenômenos naturais estava baseada em uma visão de mundo que dava grande importância às percepções sensoriais. Além disso, nessa metodologia não havia lugar para o uso da Matemática, pois Aristóteles considerava que a linguagem matemática não conseguia descrever a essência dos objetos observados. (Para saber mais sobre Galileu veja: https://youtu.be/o_WTS0tW1y0)

O que é Maniqueísmo?

Figura 17: Maniqueu.



Fonte: lex.staticserver1.com/
2014

O maniqueísmo é uma filosofia religiosa sincrética e dualística fundada e propagada por Maniqueu, filósofo cristão do século III, que divide o mundo simplesmente entre Bom, ou Deus, e Mau, ou o Diabo. A matéria é intrinsecamente má, e o espírito, intrinsecamente bom. Com a popularização do termo, maniqueísta passou a ser um adjetivo para toda doutrina fundada nos dois princípios opostos do Bem e do Mal. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Manes_%28profeta%29.

ATIVIDADE 06

Quais as diferenças entre a metodologia de Aristóteles e o método científico? Você considera que a metodologia de Aristóteles e/ou método científico podem levar a conclusões absolutas e maniqueístas (veja a Figura 15, ao lado) do tipo “certo” ou “errado”? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 07

Quais as diferenças existentes entre as ideias de movimento de Aristóteles e as ideias de movimento de Galileu em relação ao movimento de um corpo? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 18: Garfield e a Lei da Inércia (ou Primeira Lei de Newton).



Fonte:cei.santacruz/2004

ATIVIDADE 08

Gostaria que você mencionasse situações em que a relatividade dos movimentos pode ser observada em nosso cotidiano. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 19: Charge de Dana Summers sobre o conceito de inércia.



Fonte:klickeducação.com.br/2006

ATIVIDADE 09

Você poderia citar situações onde observamos comportamentos maniqueístas e absolutistas em nossa época? Qual a sua opinião sobre tais comportamentos? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 10

Com a finalidade de entendermos melhor o conceito de inércia, vamos realizar o procedimento a seguir. Inicialmente, colocaremos em uma mesa um copo com pouco mais da metade do volume com água. Coloca-se uma folha de papel sulfite sobre o copo e em cima da folha sulfite, em um ponto no centro da “boca” do copo, coloca-se uma tampa de garrafa pet e, apoiado nesta tampa, coloca-se um ovo.

Após ter sido feito esse arranjo, seguram-se as extremidades da folha do papel sulfite e puxa-se rapidamente a folha sulfite observando o que ocorrerá com o ovo.

a) Feita a observação, tente explicar o que ocorre com o ovo. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

b) Qual a melhor maneira de explicar o procedimento descrito acima, a metodologia aristotélica ou a metodologia científica? Justifique sua resposta e discuta-a com seus colegas.

c) Na sua opinião, ao analisarmos o movimento de um objeto é possível que o mesmo esteja em repouso e em movimento simultaneamente? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 11

Vamos realizar um “**Gedankenexperiment**” ou experimento mental (mais detalhes sobre o significado deste termo serão dados na próxima página). Vamos supor que uma pessoa (vamos chamar de pessoa **A**) esteja em um trem-bala, que se move a 300 Km/h, de Tóquio a Osaka. Esse trem, pelo fato de não possuir contato com os trilhos, não apresenta trepidação e muito menos barulho. Vamos supor também que todas as janelas do trem estejam fechadas e que, em determinado momento, ao se aproximar da estação de desembarque, uma outra pessoa (vamos chamar de pessoa **B**) esteja aguardando a pessoa **A** nessa estação, observando o trem se aproximar, e que nesse momento de aproximação a pessoa **B** faça uma ligação telefônica para a pessoa **A** e diga: “Olá! Tudo bem? Estou vendo a chegada do seu trem na estação de desembarque. Qual é a sensação de estar se movendo a 300 Km/h?” A pessoa **A** responde: “Olá, tudo bem. Bom, a sensação que tenho é que estou em repouso. Não consigo perceber movimento nenhum. Para mim o trem não se move a velocidade alguma, muito menos a 300 Km/h.”

Figura 20: Guy na estação de trem em Tóquio.

Estação de trem em Tóquio



PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM PIXTON.COM

Fonte: Elaboração própria.

a) Como você analisa a divergência de observação de movimento dessas duas pessoas? Qual delas está correta? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 21: Amigo de Guy dentro do trem.



Fonte: elaboração própria.

b) Cite situações parecidas ao caso relatado acima que você percebe no dia a dia. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

c) Você considera como válidas as argumentações do tipo “certo” ou “errada”, quando se relacionam ao estudo de ciências? Justifique sua resposta e discuta-a com seus colegas.

SUGESTÃO DE LEITURA: Leia na revista Veja, edição 2450 - ano 48 - nº 44 , de 4 de novembro de 2015, nas páginas 78 a 88, a reportagem "Os 100 anos de uma ideia

O que é “Gedankenexperiment”?

Em filosofia e em física, um experimento mental ou experiência mental (da expressão alemã Gedankenexperiment) constitui um raciocínio lógico sobre um experimento não realizável na prática mas cujas consequências podem ser exploradas pela imaginação, pela física ou pela matemática.. Esses experimentos são utilizados para se compreender aspectos não experimentáveis do Universo. A expressão foi popularizada pelos Gedankenexperiment utilizados por Albert Einstein para explorar algumas das consequências da Teoria da Relatividade. Contudo, o conceito de experimento mental é muito mais antigo e remonta à tradição grega. Um famoso exemplo é a alegoria do mito da caverna de Platão. Outros exemplos clássicos se encontram no pensamento de Sócrates. Os experimentos mentais em física remontam ao menos à época de Galileu Galilei.
Fonte: texto baseado em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento mental](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_mental).

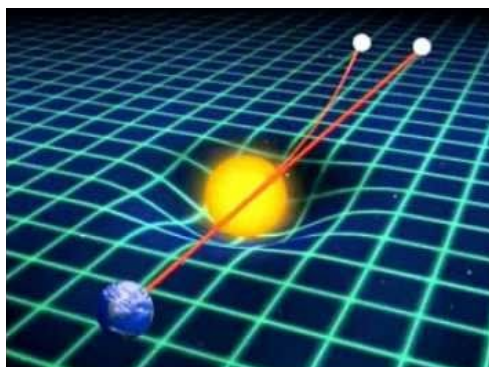
que mudou o mundo". Discuta com seus colegas alguns dos famosos "experimentos mentais" que Albert Einstein (Figura 20) fazia e são citados nesta reportagem. Ele fazia estes experimentos quando estava pensando sobre a teoria da relatividade geral (Figura 21), a qual propõe uma nova maneira de explicar a atração gravitacional. De acordo com esta teoria, o raio de luz emitido por uma estrela distante sofre um encurvamento quando passa ao lado do Sol.

Figura 22: Einstein andando de bicicleta.



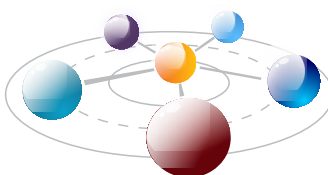
Fonte: vadebike.org/2015

Figura 23: Ilustração do encurvamento do raio de luz emitido por uma estrela distante, quando este passa ao lado do Sol.



Fonte: i.ytimg.com/2016

Figura 24: Átomo estilizado.



Fonte: Elaboração própria.

Caderno didático-pedagógico 02

Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton

O “Caderno didático-pedagógico 02 – Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton” traz a 1ª Lei de Newton, a Lei da Inércia. Este capítulo aprofunda o estudo do movimento, já que no primeiro capítulo temos o movimento segundo Aristóteles e Galileu. A 1ª Lei de Newton é apresentada para estabelecer o carácter vetorial do conceito de velocidade e do conceito de força. Este aspecto é fundamental para uma compreensão mais profunda em relação ao movimento e consegue explicar de uma forma mais precisa alguns aspectos que a teoria de movimento de Galileu não explicava satisfatoriamente como, por exemplo, o movimento circular. Com a inclusão do conceito de vetor que Newton estabeleceu, a teoria de movimento que Galileu havia proposto torna-se mais completa e torna-se uma visão muito mais plausível em relação à teoria de movimento de Aristóteles.

Caderno didático-pedagógico 02
Concepções sobre movimento e inércia, de acordo com Isaac Newton

1ª Lei de Newton



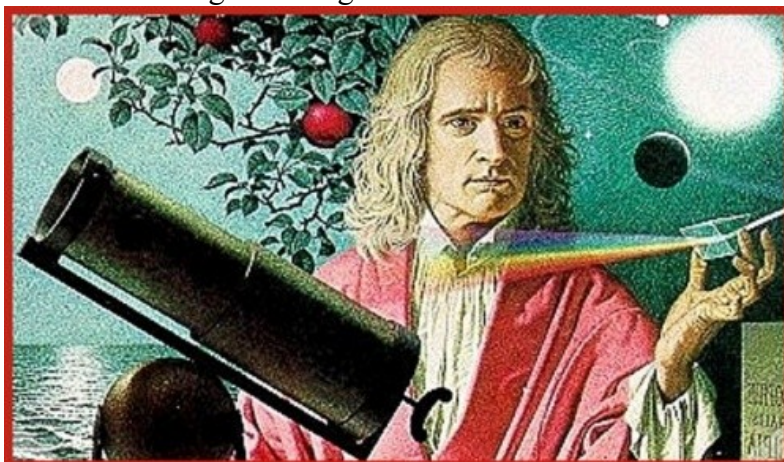
PIXTON CRIE SEUS QUADRINHOS EM [PIXTON.COM](https://pixton.com)

Fonte: elaboração própria.

Índice de figuras

Figura 1: O grande Isaac Newton. Disponível em: http://juvenileinstructor.org/wp-content/uploads/2015/09/Newton.jpg >.....	4
Figura 2: Universidade de Cambridge. Disponível em: < http://blog.culturainglesa-ce.com.br/wp-content/uploads/2013/07/universidade-de-cambridge.jpg >.....	5
Figura 3: Capa de rosto de "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica". Disponível em: < http://www.Nota_positiva.com/old/pt/trbestbs/fisica/imagens/09_isaac_newton05.jpg >.....	6
Figura 4: Personagem de Max Lucado. Disponível em: < http://lojacelon.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/todas/498.jpg >	8
Figura 5: Gottfried Wilhelm von Leibniz. Disponível em: < http://www.iep.utm.edu/wp-content/media/leibniz.jpg >.....	8
Figura 6: René Descartes. Disponível em: < https://a2-images.myspacecdn.com/images02/113/66de9356c6f3470b88face060be26d14/full.jpg >.....	9
Figura 7: Newton e a força gravitacional. Disponível em: < http://www.lanzanos.com/media/images/box_projects/images/075fd626-2ab5-11e3-bd9e-000c29b92b62.jpg >.....	10
Figura 8: Alexander Pope. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Portrait_of_Alexander_Pope.jpg/170px-Portrait_of_Alexander_Pope.jpg .11	11
Figura 9: Francis Bacon. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Portrait_of_Alexander_Pope.jpg/170px-Portrait_of_Alexander_Pope.jpg >.....	12
Figura 10: John Locke. Disponível em: < https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/ef/68/fa/ef68fa7d67a26c0b06cbecdbdebe364a--john-locke-tabula-rasa.jpg >.....	12
Figura 11: Immanuel Kant. Disponível em: http://www.beevo.net/wp-content/uploads/2015/02/caricatura-kant.jpeg >.....	12
Figura 12: Garfield e a Inércia. Disponível em: < http://www.cei.santacruz.g12.br/~fisica1/leis_de_newton/Tira_3.jpg >.....	14
Figura 13: Quadrinhos sobre Inércia. Disponível em: < https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/56/2b/8c/562b8c6d15ff62773790025ee8ed4ab2.jpg >.....	15
Figura 14: Caravela em alto-mar. Disponível em: < http://newburghrestoration.com/wp-content/uploads/2014/10/El-Galeon.jpg >.....	17

Figura 1: O grande Isaac Newton.



Fonte:juvenileinstrutor.org/2015

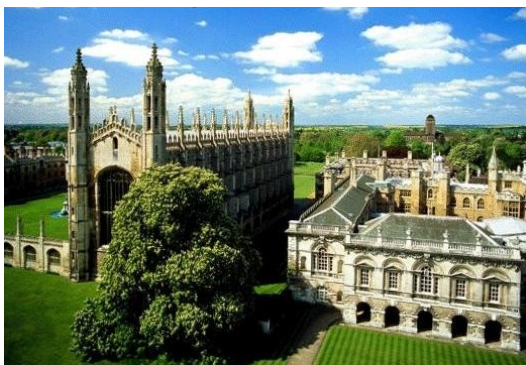
**que sabemos é
uma gota, o que
ignoramos é um
oceano."**

Isaac Newton

Isaac Newton (mostrado na Figura 1, acima) nasceu em Woolsthorpe, Inglaterra, no dia 25 de Dezembro de 1642, data essa do calendário juliano que era usado na época, e que com a mudança para o calendário gregoriano, essa data passa a ser o dia 4 de janeiro de 1643. Quando nasceu, o médico não acreditava na sobrevivência do mesmo, pois além de prematuro era muito pequeno. Seu pai, também se chamava Isaac Newton, era proprietário de terras e animais e não possuía estudo algum a ponto de sequer saber assinar o próprio nome e faleceu três meses antes do seu nascimento. Quando Newton tinha dois anos, sua mãe, Hannah Ayscough, casa-se novamente com Barnabas Smith e muda-se para a casa do novo esposo em outra localidade deixando o pequeno Newton com sua avó, Margery Ayscough, onde passa a ser criado como um menino órfão, sua infância foi solitária. Aos dez anos de idade seu padrasto falece e sua mãe retorna onde passa a residir com ela, sua avó, seu meio-irmão e duas meio-irmãs. Pelos relatos que existem, não houve laços de afetividade entre Newton, sua mãe e seus três meio-irmãos. Todos esses eventos que ocorreram na infância de Newton contribuiriam para a personalidade sombria e solitária que ele apresentou até o fim de sua vida, tinha uma dificuldade enorme em se sociabilizar. Aos doze anos de idade começa a frequentar a escola The King's School em Grantham. A escola não era muito distante de Woolsthorpe, porém, foi morar em um quarto alugado na casa de um farmacêutico, o Sr. Clark. Na escola, onde até hoje existe a assinatura de Newton em um parapeito da janela da biblioteca, Newton era considerado um aluno "preguiçoso" e "desatento". Em 1659, quando Newton tinha dezessete anos, sua mãe o retira da escola e ele retorna a Woolsthorpe para que, como filho mais velho, possa continuar com os

negócios da família. Newton acata a decisão de sua mãe, porém fica claro não possuir nenhum talento para prosseguir cuidando dos negócios da família. Por várias vezes suas ovelhas invadiram fazendas dos vizinhos destruindo as plantações de milho, chegando ao ponto de receberem multas por este motivo. Um tio de Newton, William Ayscough, ao perceber que Newton não possuía talento e muito menos interesse nos assuntos agrícolas, pois na maior parte do tempo passa fazendo artefatos de madeira e desenhando, convence sua irmã para que Newton retorne a escola e, ao voltar, ele passa a morar com Henry Stokes, que era diretor da escola. Pouco se sabe o que Newton estudou para poder entrar na Universidade, porém, como Stokes era um professor muito habilidoso, Newton teve um excelente aprendizado e conseguiu convencer a todos que era uma boa aposta para o mundo acadêmico. Newton entrou no Trinity College Cambridge em 5 de junho de 1661, tinha idade superior aos seus colegas e apesar de sua mãe possuir algumas posses, ele entrou em Cambridge como monitor e seu objetivo era formar-se advogado.

Figura 2: Universidade de Cambridge, onde Isaac Newton estudou e lecionou.



Fonte: blog.culturainglesa-ce.com.br/2013

UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE

Fundada em 1209, a Universidade de Cambridge é a segunda mais antiga universidade em língua inglesa do mundo. A instituição disputa com Oxford, sua irmã mais velha, o título de melhor universidade do Reino Unido e da Europa. Cambridge é conhecida por ter abrigado alguns dos maiores pensadores da história da humanidade. Alguns de seus ex-alunos e professores causaram verdadeiras revoluções na ciência e na filosofia: Francis Bacon (um dos criadores do método científico), Isaac Newton (um dos maiores gênios da física), Charles Darwin (pai da teoria da evolução das espécies), Alan Turing (formulador da teoria da computação) e Ian Wilmut (responsável pela primeira clonagem de mamíferos, a ovelha dolly). Com tamanha tradição em pesquisa, a universidade conta com 85 ex-alunos e professores ganhadores de prêmios Nobel e é a mais premiada entre todas as universidades do mundo. Fonte: texto baseado em <http://www.estudarfora.org.br/as-10-melhores-universidades-do-mundo/>.

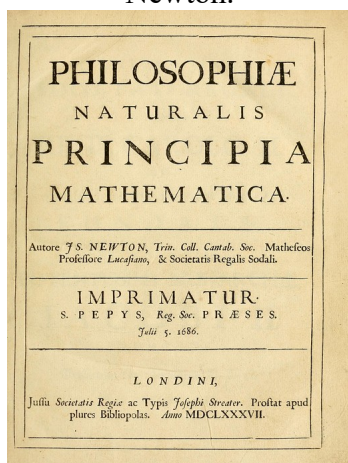
Em Cambridge (Figura 2, ao lado), na época, ainda prevalecia a filosofia de Aristóteles, porém, a partir do terceiro ano, tendo mais liberdade, Newton estudou a filosofia de Descartes(1596-1650), Gassendi(1592-1655), Hobbes(1588-1679) e, de forma mais aprofundada, Boyle(1627-1691). Newton estudou também as obras de astronomia e mecânica de Galileu, de astronomia de Copérnico e os trabalhos de astronomia de Kepler. Em 1663, ele formulou o que é chamado hoje de Binômio de Newton.

Em abril de 1664, Newton recebe o grau de acadêmico e, em abril de 1665, o de bacharelado. Nesse ano, fez suas primeiras hipóteses sobre a gravitação universal, escreveu sobre séries infinitas e também sobre o que foi chamado por ele de teoria dos fluxões, que seria o alicerce para mais tarde escrever um dos inventos matemáticos mais poderoso já criada pelo ser humano, que é o cálculo diferencial e integral. Em 1666, a Universidade de Cambridge é fechada devido a uma das maiores calamidades que a Europa enfrentou, que foi a peste negra. Até então, devido talvez ao comportamento recluso de Newton, não se percebia a genialidade que estava prestes a se revelar. Em 1664, Newton havia afirmado: “Platão é meu amigo, Aristóteles é meu amigo, mas meu melhor amigo ainda é a verdade”, demonstrando, assim, a forma liberta de pensamento que possuía. Com a Universidade fechada, Newton volta à casa de sua mãe, onde permanece por quase dois anos e nesse ambiente bucólico, com 25 anos, iniciou os avanços revolucionários em Matemática (o teorema binomial e o cálculo diferencial e integral), Óptica (a natureza das cores) e Astronomia (lei da gravitação universal).

ATIVIDADE 01

Em um determinado momento, Newton expressou ser amigo da verdade. E você, o que entende por verdade? Você considera que existe verdade “absoluta” e imutável na ciência? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 3: Capa de rosto da edição de 1686 do livro "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica", o famoso "Principia" de Isaac Newton.



Fonte: notapositiva.com/2010

Em 1667, a Universidade de Cambridge reabre e Newton se candidata a uma cadeira nesta universidade. Em outubro, foi eleito para uma cadeira menor no Trinity College e, em 1668, depois de conseguir o título de mestre foi eleito para uma cadeira plena de professor de matemática. Em 1671, Newton escreveu

***Philosophiae naturalis
principia mathematica***

(Ou “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”) é o grande clássico da Ciência, cuja primeira edição é de 1686. Com edições em 1713 e 1726, é a obra mais importante na área de ciências e praticamente fundou a ciência natural como é apresentada até os dias atuais e por esse motivo até hoje é conhecido como Principia (Princípios). O *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* é composto de três volumes:

Volume 1: *De motu corporum -*

Sobre o movimento dos corpos

Volume 2: *De motu corporum -*

Sobre o movimento dos corpos

(cont.)

Volume 3: *De mundi systemate -*

Sobre o sistema do Mundo.

Fonte: texto baseado em

https://pt.wikipedia.org/wiki/Principia_Mathematica
%C3%Adpios_Matem
%C3%Alticos_da_Filosofia_Natural.

“De Methodis Serieum et Fluxionum” (Sobre os métodos de séries e fluxões) porém, esta obra só foi publicado em 1763. Em relação ao cálculo diferencial e integral, houve uma controvérsia enorme, pois tanto Newton quanto Leibniz reivindicaram a autoria da criação desse cálculo e, hoje, acredita-se que foram trabalhos independentes. No ano de 1672, Newton entrou para a Royal Society e em 1687, publica “Philosophie Naturalis Principia Mathematica” (Figura 3, ao lado). Esse livro tem três volumes e contém as famosas três leis de Newton, a Lei de Gravitação Universal (3º volume), suas descobertas sobre o cálculo, as leis de movimentos, resultados sobre vibrações isotérmicas, estudos sobre velocidade do som e a pressão atmosférica, e muitos outros conteúdos. No ano de 1693, após o terceiro colapso nervoso sofrido, Newton abandona as pesquisas científicas.

Devido a sua notoriedade e prestígio, em 1703, torna-se presidente da Royal Society, onde será re-eleito ano após ano, até sua morte. Os trabalhos de Newton foram fundamentais para diversas áreas, descortinando uma realidade até então impensada. Faleceu em 1727, presumivelmente devido aos cálculos renais. Foi sepultado na abadia de Westminster, junto de outras pessoas célebres. Este homem, comum como nós, produziu uma obra extraordinária que resiste ao tempo até hoje, em qualquer faculdade de ciências exatas, se aprende as leis de Newton, se aprende cálculo diferencial e integral e acima de tudo, se aprende como as obras de Newton desvendaram a natureza.

Em um livro de memórias Newton escreveu: “*Não sei o que posso parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me em encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente desconhecido à minha frente.*” Na Figura 4, foi colocada a capa do livro “Menino e o Oceano”, de Max Lucado. Como Isaac Newton, este menino contempla o oceano de verdade completamente desconhecido à sua frente.

Figura 4: O menino, personagem do livro de Max Lucado, assim como Isaac Newton, contempla o enorme oceano a sua frente.



Figura 5: Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)



Fonte: iep.utm.edu/2015

Leibniz nasceu em Leipzig, Alemanha, no dia 1º de julho de 1646. Ingressou na Universidade aos quinze anos de idade e, aos dezessete, já havia adquirido o seu diploma de bacharel. Estudou Teologia, Direito, Filosofia e Matemática na Universidade. Para muitos historiadores, Leibniz é tido como o último erudito que possuía conhecimento universal. Fonte: texto baseado em <http://ecalculo.if.usp.br/historia/leibniz.htm>

Fonte: lojacelon.co.m.br/2016

ATIVIDADE 02

Gottfried Wilhelm von Leibniz (Figura 5, ao lado), grande intelectual alemão do sec. XVII, opunha-se à concepção mecanicista de Newton sobre o universo, a qual será explicada após esta atividade 2. Ele é considerado um dos maiores gênios da humanidade. Em relação às pessoas que de alguma forma são consideradas como geniais, podemos analisar da forma que segue. De acordo com Platão, elas seriam geniais pelo fato de nascerem geniais. Para Sartre, elas nasceriam com potencial para a genialidade e poderiam desenvolver a genialidade no decorrer do tempo. Para Nietzsche, as pessoas nascem sem característica alguma, vindo a desenvolver a genialidade ao longo do tempo, ou seja, são simplesmente o que se tornam. E para você, como você entende essa questão? Você considera que apenas uma pessoa genial pode dar uma grande contribuição para melhorar a vida em sociedade? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 6: René Descartes(1596-1650).



Fonte: a2-images.myspacecdn.com

Filósofo, matemático, o francês René Descartes é considerado o pai da matemática e da filosofia moderna. Nasceu em La Haye (em 1802, a cidade passou a ser chamada de La Haye-Descartes), província de Touraine, no dia 31 de março de 1596. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes

A CONCEPÇÃO DE NEWTON DE UNIVERSO

É certo que muitos autores influenciaram Newton como vimos anteriormente, porém, dois deles foram fundamentais para a concepção de Newton de Universo: René Descartes (Figura 6, ao lado) e Galileu Galilei.

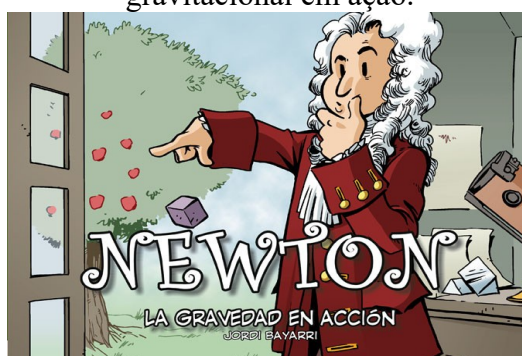
Descartes, no século XVII estabelecia a dualidade entre mente (res cogitans) e a matéria (res extensa) considerando que essas duas partes seriam distintas de forma que uma não afetaria a outra. Na concepção de Descartes, a natureza - “esse grande livro que está permanentemente aberto ante nossos olhos” possuía uma linguagem que era a matemática. Ele acreditava que nosso universo material era desprovido de essência, de espiritualidade e dessa forma poderíamos pensá-la como uma máquina e que para entendermos essa máquina poderíamos separá-la em partes, e que se entendêssemos o funcionamento dessas partes, compreenderíamos a máquina, o todo.

A contribuição de Galileu para a revolução científica é muito maior que suas descobertas na área de Astronomia. Influenciado por Descartes em relação a descrição da natureza de forma matemática, Galileu foi a primeira pessoa a relacionar a experimentação científica ao uso da linguagem matemática, sendo essa a característica que fundamentou a ciência moderna até os dias atuais.

Para Newton, os corpos e os sistemas não estavam desconectados, livres, soltos, esparsos. Para ele, tudo estava de alguma forma interligado e funcionando como se fosse uma máquina de um relógio. Para entender o funcionamento dessa máquina, é necessário utilizar uma descrição matemática, como ensinavam Descartes e Galileu, aliada à experimentação precisa.

O grande avanço de Newton na concepção e descrição do Universo como uma máquina (concepção mecanicista de universo) consistiu na elaboração dos conceitos e leis da Mecânica necessários, tais como, espaço e tempo absolutos, princípio da causalidade, determinismo, leis de Newton, lei da gravitação universal, massa inercial e massa gravitacional. Abaixo, na Figura 7, foi colocada a famosa ilustração de Newton e a queda da maçã, provocada pela força gravitacional.

Figura 7: Newton e a força gravitacional em ação.



Fonte:lanzanos.com/2016

Quando Newton publicou em 1687 o “Philosophie Naturalis Principia Mathematica”, mais conhecido como Principia, instala-se uma nova era. Essa obra simplesmente torna-se um grande marco em relação às ciências de tal forma que, indubitavelmente, é a obra mais importante dentro dos parâmetros atuais de ciências. No terceiro volume do Principia, a Lei de Gravitação Universal é enunciada e aos olhos e mentes do mundo, surge a possibilidade da Natureza ser entendida e descrita com uma precisão matemática. A partir dessa data os mistérios da Natureza começavam a ser descortinados. Na Abadia de Westminster, em Londres, onde se encontra o túmulo, de Newton está esculpido o verso que Alexander Pope escreveu:

“A natureza e as suas leis jaziam na noite escondidas.

Disse Deus: “Faça-se Newton” e houve luz nas jazidas.”

Figura 8: Alexander Pope.



Fonte:upload.wikimedia.org/2014

Alexander Pope

Nasceu em em 21/05/1688, em Londres. Foi um dos maiores poetas britânicos do século XVIII. Teve uma vida atribulada devido ao fato de ser filho de um comerciante católico, o que impediu-o de frequentar escolas e universidade, além de carregar uma deformidade física. Escreveu *Essay on Man* (Ensaio sobre o Homem) (1733—34), na qual discute se é ou não possível reconciliar os males deste mundo com a crença no criador justo e misericordioso. Fonte: texto baseado em <http://www.tirodeletra.com.br/biografia/AlexanderPope.htm>.

ATIVIDADE 03

A partir das leis de Newton, o Universo passou a ser descrito (ou pelo menos, houve tentativas nesse sentido) como uma máquina, você conhece pessoas que consideram o universo como uma máquina regida pelas leis da mecânica? Qual é a sua opinião sobre isso? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Isaac Newton é considerado, devido as suas percepções, como uma das quatro pessoas precursoras do Iluminismo. As outras três são René Descartes, Francis Bacon (Figura 9) e John Locke (Figura 10). O Iluminismo foi uma corrente de pensamento que prevaleceu na Europa no século XVIII, denominado Século das Luzes. Os filósofos iluministas defendiam o predomínio da razão sobre a fé e acreditavam que o progresso e a felicidade seriam o caminho traçado para a Humanidade. Immanuel Kant(1724-1804), Figura 11 abaixo, o grande filósofo idealista prussiano, sintetiza o Iluminismo como a possibilidade de o homem seguir por sua própria razão, sem se deixar enganar pelas crenças, tradições e opiniões alheias.

Figura 9: Francis Bacon.



Fonte:upload.wikimedia.org/2013

Francis Bacon (1561-1626), 1º. Visconde de Alban, também referido como **Bacon de Verulâmio**, foi um político, filósofo e ensaísta inglês, barão de Verulam (ou Verulamo ou ainda Verulâmio), visconde de Saint Alban. É considerado como o fundador da ciência moderna. Como filósofo, destacou-se com uma obra que a ciência era exaltada como benéfica para o homem. Em suas investigações, ocupou-se especialmente da metodologia científica e do empirismo, sendo muitas vezes chamado de "fundador da ciência moderna". Sua principal obra filosófica é o *Novum Organum*. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon.

Figura 10: John Locke.



Fonte:s-media-cache-ak0.pinimg.com/2015

John Locke (1632 -1704) foi um filósofo inglês e ideólogo do liberalismo, sendo considerado o principal representante do empirismo britânico e um dos principais teóricos do contrato social. Locke teve uma vida voltada para o pensamento político e desenvolvimento intelectual. Estudou Filosofia, Medicina e Ciências Naturais na Universidade de Oxford, uma das mais conceituadas instituições de ensino superior da Inglaterra. Foi também professor desta Universidade, onde lecionou grego, filosofia e retórica. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Locke.

Figura 11: Immanuel Kant



Fonte:beevo.net/2015

Immanuel Kant (1724-1804) foi um filósofo prussiano, geralmente considerado como o último grande filósofo da era moderna. Nascido de uma modesta família de artesãos, depois de um longo período como professor secundário de geografia, Kant veio a estudar filosofia, física e matemática na Universidade de Königsberg e em 1755 começou a lecionar ensinando Ciências Naturais. Em 1770 foi nomeado professor catedrático da Universidade de Königsberg, cidade da qual nunca saiu, levando uma vida monotonamente pontual e só dedicada aos estudos filosóficos. Realizou numerosos trabalhos sobre ciência, matemática, etc. Fonte: texto baseado em https://pt.wikipedia.org/wiki/Immanuel_Kant.

ATIVIDADE 04

Para você, o que é razão? De acordo com a filosofia o que é razão? A razão é a única forma que o ser humano possui para poder entender o funcionamento do Universo? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

A 1ª LEI DE NEWTON OU LEI DA INÉRCIA**ATIVIDADE 05**

Antes de descrevermos a 1ª lei de Newton, torna-se necessário fazermos a seguinte pergunta. Suponha que um móvel encontra-se em movimento, para que esse movimento esteja ocorrendo, é necessário a presença de uma força atuando nesse móvel? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

É muito comum a maioria dos estudantes não conseguir perceber de uma forma clara a distinção entre a Inércia proposta por Galileu e a 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia) o que de certa forma é bastante compreensível. Se nos lembrarmos da definição de Inércia por Galileu, o mesmo diz que um móvel manterá sua velocidade constante desde que sejam removidas as causas externas de aceleração ou retardamento. Agora, Newton define a 1ª lei da seguinte forma:

Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.

De acordo com o que já estudamos sobre a concepção de Galileu sobre inércia, podemos perceber que Galileu atribui a uma aceleração ou a uma desaceleração a alteração que a velocidade apresentar. Já Newton considera que a mudança na velocidade ocorre devido a uma força. Essa diferença deve-se ao fato de Galileu não ter estabelecido a relação intrínseca existente entre aceleração e força (2ª Lei de Newton) e ao fato de Newton ter usado a notação vetorial para força. Devido a essa diferença pode ser percebido então que, enquanto Galileu atribuía à Inércia o fato dos planetas orbitarem em torno do Sol, Newton atribuía a uma força gravitacional.

Então, pela 1ª Lei de Newton, entendemos que força é uma grandeza física que pode alterar a inércia que um móvel apresenta e que a massa desse móvel é uma medida da inércia que este móvel possui. Enquanto Galileu se referia à alteração da velocidade em relação ao seu módulo unicamente, Newton, se referia à alteração do vetor velocidade, ou seja, além da alteração de seu módulo, a força seria capaz também de alterar a direção e sentido da velocidade e se a força resultante que atua em um móvel for nula ($F_R=0$), o móvel estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Figura 12: Garfield e a Inércia.



Fonte:cei.santacruz.g12.br/2004

Figura 13: Quadrinhos sobre Inércia - até aonde a inércia pode nos levar.



Fonte: s-media-cache-ak0.pinimg.com/2015

ATIVIDADE 06

É possível termos um móvel sob a ação de uma força resultante diferente de zero e este móvel possuir um movimento cuja velocidade apresente módulo constante? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Os automóveis vendidos hoje são muito mais seguros que os automóveis de antigamente. Basicamente, estes itens de segurança nos automóveis atuais existem com a finalidade de impedir a ação da inércia que o motorista possui quando o automóvel se move. O efeito “sanfona” que o automóvel apresenta, durante uma colisão, existe para minimizar o efeito da inércia que o motorista possui; cinto de segurança impede que o motorista seja lançado para fora do automóvel devido a inércia; o air-bag impede

que haja o choque entre a cabeça do motorista e o volante do automóvel devido à inércia; o encosto de cabeça existe para impedir que o motorista lesione a coluna cervical, caso o automóvel sofra um choque na sua parte traseira.

ATIVIDADE 07

Cite exemplos em que se observa uma força atuando em um móvel, minimizando o efeito da inércia nesse móvel. Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

ATIVIDADE 08

Vamos supor que você está em uma caravela em alto-mar (Figura 14), fazendo uma viagem turística pela costa brasileira. Você se encontra em uma cabine com todas as janelas fechadas. E você observa atentamente as seguintes situações com objetos em movimento: uma torneira com água pingando na pia, um relógio de pêndulo na parede, um passarinho voando dentro da cabine, você jogando tênis de mesa com um amigo, e uma bola sendo lançada para baixo, em queda livre, pela sua irmã. Através apenas da observação dos vários movimentos mencionados, é possível você afirmar que a caravela está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme? Se você afirmar que a caravela está em repouso, esta afirmação está certa ou errada? Se você afirmar que a caravela está em movimento retilíneo uniforme, esta afirmação está certa ou errada? Você considera adequado nessa situação aplicar o critério de “certo” ou “errado”? Discuta com seus colegas as descrições que fizeram.

Figura 14: Caravela em alto-mar.



Fonte: newburghrestoration.com/2014