

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A**  
**SUSTENTABILIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**EXATAS**

**MODELOS MENTAIS E O ENSINO DE FÍSICA**

**ARQUITECLINO GONÇALVES ROCHA<sup>1</sup>**

**SOROCABA**

**2013**

---

<sup>1</sup> Bolsita do Programa Mestrado e Doutorado da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A**  
**SUSTENTABILIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**EXATAS**

**MODELOS MENTAIS E O ENSINO DE FÍSICA**

**ARQUITECLINO GONÇALVES ROCHA**  
**ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO DIAS CAMPOS**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como exigência parcial para a obtenção do título de mestre, sob orientação do Prof. Dr. Sérgio Dias Campos.**

**SOROCABA**

**2013**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**


R672mm Rocha, Arquiteclino Gonçalves.  
Modelos mentais e o ensino de física / Arquiteclino  
Gonçalves Rocha. -- São Carlos : UFSCar, 2014.  
119 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2013.

1. Física - estudo e ensino. 2. Modelos mentais. 3.  
Dificuldades de aprendizagem. 4. Relação matemática-  
física. I. Título.

CDD: 530.07 (20ª)

**Banca Examinadora:**



---

**Prof. Dr. Sergio Dias Campos**  
**DFQM – UFSCar - orientador**



---

**Prof. Dr. Maurício Urban Kleinke**  
**IFI - UNICAMP**



---

**Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva**  
**DFQM - UFSCar**

Ao meu Deus por sua graça, amor e  
sabedoria ministrados sobre minha vida.

A minha esposa e filhos pelo amor e  
paciência nesta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Dias Campos, que contribuiu enormemente, propondo observações e questionamentos que muito enriqueceram este trabalho e pelo tempo e dedicação investidos nesta orientação.

Aos meus pais pelo muito amor que tiveram por mim enquanto estiveram neste mundo.

A minha família e familiares que investiram paciência e se preocuparam juntamente comigo durante este período de estudos e pesquisas. Em especial, a minha esposa Claudia que, sem o seu apoio, não teria conseguido. E aos meus filhos Larissa e Lauro que me inspiraram a continuar.

Aos professores, que muito me ensinaram durante o curso que frequentei durante os dois últimos anos, Wladimir Seixas, Geraldo Pompeu, Paulo Oliveira, Magda Peixoto, Augusto Soares, Adilson Brandão e Ana Mereu.

Aos meus colegas de classe que me ajudaram a caminhar e dividiram comigo a responsabilidade, a elaboração e a execução dos trabalhos e pesquisas solicitados por nossos professores, além da força de vontade e dedicação que apresentaram, de onde, muitas vezes, tirei força para continuar.

As diretoras Marli Nunes Reale da E.E. Manuel Euclides de Brito e Rosana de Fátima Pancotto Garcia da E.E. Oscarlina de Araujo Oliveira que permitiram a aplicação do questionário em suas escolas e a diretora Lázara Eliana Petroni de Assis da E. E. Professor Antônio Dutra por permitir a aplicação da sequência didática em sua escola.

Aos alunos que participaram desta pesquisa contribuindo imensamente com observações de extrema importância.

Ao meu Deus, que sem a sua graça nada do que foi feito teria sido realizado.

## RESUMO

A desmotivação observada nos alunos em relação ao ensino da Física conduziu a busca de um referencial teórico que pudesse orientar este trabalho pedagógico. Entende-se a necessidade e importância de um ensino de ciências que contribua para uma formação plena de um cidadão consciente e que saiba usar o seu conhecimento científico com responsabilidade social.

Buscou-se, então, compreender as dificuldades apresentadas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física, tendo como foco principal sua importante relação com a Matemática. Para isso, com o amparo dos PCN, foi analisada a relação existente entre as habilidades e competências trabalhadas no ensino da Matemática e da Física.

Também considerou-se nessa pesquisa os diferentes estágios existentes na aprendizagem de ciências, a partir dos quais foi possível compreender a necessidade de alcançar nas escolas o estágio multidimensional.

Partindo desta ótica, e com base na referência bibliográfica, aponta-se a existência de quatro dificuldades principais presentes no processo ensino aprendizagem dessa disciplina. São dificuldades inerentes ao ensino da Física que se originam no demasiado uso precoce e quase exclusivo da Matemática no ensino. Também há dificuldades provenientes da Matemática, cuja transferência das dificuldades oriundas de sua aprendizagem para a aprendizagem em Física assume o papel principal. As dificuldades provenientes do domínio da Língua Portuguesa, apresentadas pelos alunos ao ler, escrever e interpretar textos científicos, limitam a compreensão qualitativa da matéria e, conseqüentemente, o entendimento conceitual da disciplina de Física fica comprometido. A existência de barreiras epistemológicas que surgem nas diferentes abordagens feitas no próprio corpo conceitual da Física também influenciam de forma negativa o seu processo ensino-aprendizagem.

Apoiando-se nesta perspectiva, questionou-se o seguinte: O que se deve aprender a ensinar para que, de fato, as aulas de ciências exatas, a física e sua integração com a matemática, em particular, tornem o conhecimento mais significativo e o estágio multidimensional possa ser atingido?

A análise bibliográfica conduziu a um trabalho tendo por base teórica principal “Os Modelos Mentais de Johnson-Laird”. Com o auxílio deste suporte teórico, elaborou-se e

aplicou-se uma sequência didática que foi desenvolvida, considerando as dificuldades de aprendizagem citadas e analisadas neste trabalho. Buscou-se compreender qualitativamente os resultados obtidos com a aplicação dessa sequência didática. Esse processo conduziu à elaboração de alguns tópicos que se considerou serem de muita relevância na preparação de uma atividade pedagógica para que o processo de ensino-aprendizagem seja realmente relevante e venha contribuir com uma formação cidadã plena e uma aprendizagem realmente significativa.

**Palavras-chave: Relação matemática-física, aprendizagem de física, modelos mentais, estágio multidimensional, dificuldades de aprendizagem.**



## ABSTRACT

The demotivation observed in the students concerning Physics led to the searching for a theoretical referential which could guide this pedagogical work. So, one understands the importance of Science teaching that contributes to a full formation of a conscious citizen that knows how to use their scientific knowledge with social responsibility.

One looked for understand the difficult presented in the process of teaching and learning of Physics, focusing mainly in its important relation with Mathematics. For this, supported by PCN, it was analyzed the relation existing between the abilities and competences used in Math and Physics teaching.

One also considered in the research, the different stages existing in Science learning, from which one understood the necessity of reaching the multidimensional stage in our schools.

From this view, and supported by bibliographic references, it was pointed the existence of four main difficulties presented in the learning process of this subject. They are the difficulties inherent to Physics teaching, which started with the exceeding, premature and almost exclusive use of Math. There are also difficulties arising from Math learning that affect the learning of Physics. The difficulties from Portuguese language domain presented by students when reading, writing and interpreting scientific texts, limit the qualitative understanding of the subject and consequently, its conceptual understanding can be impaired. The existence of epistemological barriers, which arise from the different approaches of its own conceptual body also influence negatively the teaching and learning process of Physics.

Supported by this perspective, the following question was done: What should one has to learn to teach, so the classes of Science, Physics and its integration with Math can make the knowledge more significant and, so that, multidimensional stage could be reached?

The bibliographic analysis led to work in a theoretical basis with “The Mental Models from Johnson-Laird”. Using this theoretical support, it was elaborated and applied a didactic sequence, which was developed considering the difficulties in learning that were analyzed in this work. It was looked for understanding qualitatively the results obtained with the application of this didactic sequence. This process led to the elaboration of some topics, which were considered to be relevant in the preparation of a pedagogical activity for the

teaching and learning process to be really relevant and, thus, contribute with a full citizen formation and a truly significant learning.

**Key Words: Math and Physics Relation, Physics Learning, Mental Models, Multidimensional phase, Difficulties on learning.**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Matemática.....	19
Tabela 2 - Total de alunos que participaram da pesquisa por série/escola.....	21
Tabela 3- Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Física segundo os Parâmetros curriculares Nacionais. ....	30
Tabela 4 - Representação e comunicação.....	37
Tabela 5 - Investigação e compreensão.....	38
Tabela 6 - Contextualização sociocultural.....	38
Tabela 7 - Diferenças semânticas presentes entre Matemática e Física.....	40
Tabela 8 - Diferenças semânticas entre a Matemática e a Física e as dificuldades apresentadas .....	41
Tabela 9 - Diferenças semânticas entre a Matemática e a Física e as dificuldades apresentadas .....	41
Tabela 10 - Conteúdos para o ensino de Mecânica.....	52
Tabela 11 - Conteúdos por subgrupos para o ensino de Mecânica.....	53
Tabela 12 - Grupos de conteúdos e tipo de abordagem feita no ensino.....	54
Tabela 13 - Resumo das dificuldades apresentadas.....	55
Tabela 14 - Forma de representação mental de algumas teorias de aprendizagem.....	62
Tabela 15 - Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Física segundo os Parâmetros curriculares Nacionais. ....	73
Tabela 16 - Critérios de semelhanças apresentadas.....	87
Tabela 17 - Critérios de semelhanças apresentadas.....	87
Tabela 18 - Critérios de semelhanças apresentadas.....	87
Tabela 19 - Critérios de semelhanças apresentadas.....	88
Tabela 20 - Relação das grandezas e suas citações.....	92
Tabela 21 - Relação das grandezas e suas citações.....	93
Tabela 22 - Relação das grandezas e suas citações.....	95
Tabela 24 - Classificação e Descrição dos Níveis de Proficiência do SARESP.....	111
Tabela 25 - Classificação e descrição dos níveis de proficiência no SARESP.....	113

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de resposta de aluno .....	87
Figura 2- Exemplo de resposta de aluno .....	87
Figura 3- Exemplo de resposta de aluno .....	87
Figura 4 - Exemplo de resposta de aluno .....	88
Figura 5 - Exemplo de resposta de aluno .....	88
Figura 6 - Exemplo de resposta de aluno .....	88
Figura 7 - Exemplo de resposta de aluno .....	88
Figura 8 - Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 9 - Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 10 - Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 11 - Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 12- Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 13 - Exemplo de resposta de aluno .....	89
Figura 14 - Exemplo de resposta de aluno .....	90
Figura 15 - Exemplo de resposta de aluno .....	90
Figura 16 - Exemplo de resposta de aluno .....	90
Figura 17 - Exemplo de resposta de aluno .....	91
Figura 18 - Exemplo de resposta de aluno .....	91
Figura 19 - Exemplo de resposta de aluno .....	91
Figura 20 - Exemplo de resposta de aluno .....	91
Figura 21 - Exemplo de resposta de aluno .....	91
Figura 22 - Exemplo de resposta de aluno .....	92
Figura 23 - Exemplo de resposta de aluno .....	92
Figura 24 - Exemplo de resposta de aluno .....	92
Figura 25 - Exemplo de resposta de aluno .....	93
Figura 26 - Exemplo de resposta de aluno .....	93
Figura 27 - Exemplo de resposta de aluno .....	93
Figura 28 - Exemplo de resposta de aluno .....	93
Figura 29 - Exemplo de resposta de aluno .....	94
Figura 30 - Exemplo de resposta de aluno .....	95
Figura 31 - Exemplo de resposta de aluno .....	95
Figura 32- Exemplo de resposta de aluno .....	95
Figura 33 - Exemplo de resposta de aluno .....	96
Figura 34 - Exemplo de resposta de aluno .....	96
Figura 35 - Exemplo de resposta de aluno .....	99
Figura 36 - Exemplo de resposta de aluno .....	99
Figura 37 - Exemplo de resposta de aluno .....	99
Figura 38 - Exemplo de resposta de aluno .....	100
Figura 39 - Exemplo de resposta de aluno .....	100
Figura 40 - Exemplo de resposta de aluno .....	100
Figura 41 - Exemplo de resposta de aluno .....	100
Figura 42 - Exemplo de resposta de aluno .....	101

Figura 43 - Exemplo de resposta de aluno .....	101
Figura 44 - Exemplo de resposta de aluno .....	101
Figura 45 - Exemplo de resposta de aluno .....	102
Figura 46 - Exemplo de resposta de aluno .....	102
Figura 47 - Exemplo de resposta de aluno .....	102
Figura 48 - Exemplo de resposta de aluno .....	102
Figura 49 - Exemplo de resposta de aluno .....	102
Figura 50 - Exemplo de resposta de aluno .....	103
Figura 51 - Exemplo de resposta de aluno .....	103
Figura 53 - Exemplo de resposta de aluno .....	103
Figura 54 - Exemplo de resposta de aluno .....	103
Figura 55 - Exemplo de resposta de aluno .....	103
Figura 56- Exemplo de resposta de aluno .....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	22
Gráfico 2 -Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	22
Gráfico 3 - Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	22
Gráfico 4 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	24
Gráfico 5 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	24
Gráfico 6 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	24
Gráfico 7 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	26
Gráfico 8 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	26
Gráfico 9 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	26
Gráfico 10 - Respostas dadas à Pergunta nº 4 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	34
Gráfico 11 -Respostas dadas à Pergunta nº 4 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	34
Gráfico 12- Respostas das à Pergunta nº 4 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	34
Gráfico 13– Respostas dadas à Pergunta nº 5 cinco pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	35
Gráfico 14– Respostas dadas à Pergunta nº 5 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	36
Gráfico 15 -Respostas dadas à Pergunta nº 5 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	36
Gráfico 16-Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos segundos das duas escolas pesquisadas.....	42
Gráfico 17- Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	43
Gráfico 18- Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	43
Gráfico 19-Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	44
Gráfico 20- Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	45
Gráfico 21-Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	45
Gráfico 22-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	49
Gráfico 23-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos dos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	50

Gráfico 24-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	50
Gráfico 25-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas.....	51
Gráfico 26-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas.....	51
Gráfico 27-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas .....	51
Gráfico 29- Comparação da distribuição dos alunos da 3ª série do EM nos níveis de proficiência em Língua Portuguesa (2010 e 2011) .....	112

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 .....	11
ANALISANDO AS DIFICULDADES APRESENTADAS NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA .....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 DAS NOVAS DEMANDAS SOCIAIS E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS .....	12
1.3 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO .....	17
1.4 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO .....	28
1.5 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO – UMA ANÁLISE DAS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES .....	37
1.6 HABILIDADES TÉCNICAS EM MATEMÁTICA NÃO SÃO SUFICIENTES.....	39
1.7 UM TÓPICO ESPECIAL: O ENSINO DA LÍNGUA PORTUGUESA .....	48
1.8 OUTRA DIFICULDADE APRESENTADA: A TRADICIONAL ORGANIZAÇÃO CURRICULAR DA FÍSICA.....	52
1.9 UM RESUMO DAS DIFICULDADES APRESENTADAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA FÍSICA .....	55
CAPÍTULO 2 .....	57
OS REFERENCIAIS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	57
2.1 INTRODUÇÃO.....	57
2.2 O SER HUMANO E OS MODELOS MENTAIS .....	58
2.3 A TEORIA DOS MODELOS MENTAIS .....	60
CAPÍTULO 3 .....	69
A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	69
3.1 INTRODUÇÃO.....	69
3.2 ELABORANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	70
3.3 RELATÓRIOS DA APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	85
3.4 ANÁLISE DAS QUESTÕES E DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	86
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	105
BIBLIOGRAFIA .....	108
APÊNDICE .....	111



ANEXOS .....	114
MODELO DA PESQUISA APLICADA .....	114
AUTORIZAÇÕES PARA APLICAR OS QUESTIONÁRIOS.....	117
AUTORIZAÇÃO PARA APLICAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	119

## INTRODUÇÃO

Apresenta-se essa dissertação de mestrado profissional junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) -Campos de Sorocaba. Nela, descreveu-se o trabalho realizado em uma escola de ensino médio da rede estadual na cidade Itatiba – SP, quando foi elaborada e aplicada em uma classe do primeiro ano uma sequência didática com o objetivo de conduzir os alunos a exporem seus modelos mentais referentes ao conceito físico de interação.

A experiência de ser professor Peb II de Física e atuar há nove anos junto à Secretaria Estadual de Educação, leva à vivência, durante o trabalho docente, de uma realidade que não atende às necessidades da sociedade contemporânea, pois, segundo Pernambuco (2009, p. 107): “As novas conquistas sociais e tecnológicas necessitam de uma população escolarizada, com domínio de códigos verbais e numéricos, assim como de algumas regras de funcionamento de equipamentos, cuidados com higiene e preservação ambiental.”

No entanto, a presença quase invariável em sala de aula do quadro descrito por Pozo e Crespo (2006, p. 40) no qual: “Os alunos não estão interessados na ciência, não querem se esforçar nem estudar e, por conseguinte, dado que aprender ciência é um trabalho intelectual complexo e exigente, fracassam”, tornou-se um fator de muita inquietação na prática docente nesses últimos anos.

Além disso, Pernambuco (2009, p. 107) afirma que: “Para os que pretendem ingressar no mercado formal de trabalho, a demanda de conhecimentos específicos amplia-se e a rapidez das mudanças tecnológicas torna as informações transmitidas pelo sistema escolar inadequadas para supri-las”, o que conduziu à reflexão sobre o trabalho pedagógico, no qual muitos se sentem bem acomodados com uma prática voltada a apresentar o conteúdo com uma boa explicação e o amparo de alguns exemplos.

Este processo de reflexão, porém, conduziu à busca de leituras que pudessem direcionar a docência. Tal procedimento contribuiu com a geração de uma perspectiva diferente para a situação vivenciada em sala de aula. Sendo assim, percebeu-se, como atestam Pozo e Crespo (2006, p. 250), que: “O que define a atividade profissional de muitos

professores é, ainda hoje, explicar ciência aos seus alunos; e o que define o que seus alunos fazem costuma ser copiar e repetir.”

Esta constatação que ensinar ciência, em particular a Física, é muito mais do que dar boas explicações e que, aprender é muito mais do que repetir cuidadosamente o que foi explicado, é concomitante com o que nos diz Pernambuco (2009, p. 107):

“Assim, na sociedade da informação, a demanda é de uma escola que possibilite aprender a aprender, a estabelecer relações, a dominar as estruturas das várias áreas do conhecimento sistematizado, uma vez que as informações e muitas das operações matemáticas já estão disponíveis digitalmente, deixando de ser necessário o domínio de algoritmos.

Em uma sociedade organizada democraticamente, a luta contra a exclusão social faz com que busquemos uma escola em que os conhecimentos disciplinares sejam apresentados com estratégias de pensamento, e a forma de se ensinar permita ao aluno o exercício de ser sujeito e de participar de ações coletivas.”

A realidade descrita acima se torna mais preocupante quando projetada sob o desenvolvimento do conhecimento físico. A Física tem sua gênese na necessidade do homem de explicar o mundo que o cerca interagindo com o meio, buscando explicações e relações entre os fenômenos observados em seu cotidiano. Ao longo de vários séculos de observações e experimentações de fenômenos da natureza, o homem construiu uma maneira particular, apoiada em uma linguagem específica, no caso a Matemática, para ver, entender e explicar o mundo.

Essa construção do conhecimento sobre os aspectos da natureza, aos poucos proporcionou ao homem subsídios para desvincular-se de mitos e superstições, criando condições para a construção de um conhecimento científico que o conduziu a um espetacular desenvolvimento tecnológico. Como nos afirma Angotti (2009, p. 81):

“Áreas específicas avançaram celeremente e consolidaram-se, com o reconhecido ‘trunfo’ dos resultados aplicados dos processos tecnológicos, também pautados por eventos considerados revolucionários: a primeira Revolução Tecnológica (RT), vinculada à mecânica e termodinâmica; a segunda, ao eletromagnetismo, à óptica e às transformações químicas.”

É sabido que poucos alunos aprendem a Física com o grau de entendimento desejado, ou qualquer ciência exata que lhes é ensinada, e são raros aqueles que conseguem relacionar os conceitos estudados em sala com o seu cotidiano. O resultado de tudo isso, invariavelmente, tem sido a constatação da desmotivação dos alunos, o baixo nível de aprendizado e a grande aversão às ciências exatas por parte dos aprendizes. De uma forma

geral, pode-se dizer que “os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem” (Pozo e Crespo, 2006, p. 15).

Diante desse fato, presencia-se um ciclo vicioso, onde cada vez mais se busca ensinar um pouco menos do conteúdo - justificando tal ação com a máxima: “os alunos são fracos”- e os alunos aprendem cada vez menos do pouco que lhes é ensinado. Desta forma, o processo ensino-aprendizagem tem se sustentado em uma grande contradição: que ensino há em tão pouca aprendizagem?

Sabe-se que no meio educacional é comum vincular o sucesso ou o insucesso do educando ao seu estado motivacional. A motivação dos alunos é uma questão sempre presente nos debates sobre aprendizado, principalmente nos conselhos de classe, onde, tradicionalmente, afere-se o conhecimento, principalmente, por meio de escalas numéricas. E, neste caso, escalas com escores baixos, na maioria das vezes indicam classes desmotivadas, indiferentes e sem iniciativas. São alunos tidos como apáticos.

Aprofundando-se um pouco mais na questão da (des)motivação, que tem sido muitas vezes apontada como o principal problema da educação, uma importante questão, neste momento, pode ser levantada. Segundo Pozo e Crespo (2006, p.40): “A motivação deve ser concebida de maneira mais complexa, não só como uma das causas da aprendizagem deficiente da ciência, mas também como uma de suas primeiras consequências”. Levando-se em conta que “sem motivação não há aprendizagem escolar” (Pozo e Crespo, 2006, p.40), encontra-se um grande paradoxo: “Os alunos não aprendem porque não estão motivados, mas, por sua vez, não estão motivados porque não aprendem” (Pozo e Crespo, 2006, p.40).

Considerando que “motivar é mudar as prioridades de uma pessoa, suas atitudes perante a aprendizagem” (Pozo e Crespo, 2006, p.41), percebe-se que há muito mais a fazer nas salas de aula do que simplesmente se ocupar somente de conteúdos e, diante do iminente fracasso, apontar os culpados pelo insucesso dos alunos.

Trata-se de uma questão muito profunda, que necessita de uma análise mais minuciosa. No entanto, é possível perceber que os reflexos deste insucesso podem determinar negativamente os rumos de nosso país, tornando-se, assim, uma questão social urgente. Além disto, ao considerar que “na pesquisa psicológica, tradicionalmente se considerou que a motivação ao enfrentar uma tarefa é resultado da interação entre dois fatores: a expectativa de êxito em uma tarefa e o valor concedido a esse êxito” (Pozo e Crespo, 2006, p.41), percebe-se

que é necessário repensar, urgentemente, a prática educacional, considerando os grandes reflexos sociais que o ato de aprender, neste caso a Física, tem na sociedade. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL,1999, p.231):

“A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação de grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo síntese que promove.”

O quadro visualizado, até este momento, sugere que se deve buscar, na tentativa de mudar essa realidade até aqui apresentada, um caminho diferente para o trabalho pedagógico. Tudo isto fica ainda mais evidente ao contrastar esta realidade com o que expressa Krasilchik e Marandino (2010, p. 40):

“como a compreensão da ciência é hoje – maior do que sempre – essencial para interpretar o mundo e melhorar a qualidade de vida, o ensino e a divulgação das disciplinas científicas não podem deixar de considerar a perspectiva cultural da ciência. No caso da escola, o que se aspira hoje é despertar o interesse dos indivíduos para os conceitos fundamentais e verificar quais as suas ideias sobre o assunto em estudo, e, após os envolver em atividades de explicação dos fenômenos naturais, torná-los capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em novas situações.”

A alfabetização científica e o estudo da linguagem matemática utilizada para descrever os fenômenos estudados assumem um importante papel social no que tange à formação plena do cidadão, que é capaz de reconhecer as relações naturais e tecnológicas, tomando decisões que visem o seu próprio bem estar e da sociedade.

Esses fatores ainda apontam para uma formação mais abrangente do aluno e que vai muito além da simples memorização de fórmulas e aplicações realizadas em atividades repetitivas. Eles propõem que o conhecimento ultrapasse os muros da escola e que possa atingir todas as camadas da sociedade, contribuindo para a formação de pessoas capazes de perceber o conhecimento, não só como meio instrumental teórico contido em livros, mas como parte de um universo mais amplo de possibilidades.

Do exposto acima, conclui-se que a alfabetização científica e o estudo da linguagem matemática têm uma importante contribuição para se repensar a realidade do ensino de Física, e também da Matemática. Sendo um instrumento que, além de ter uma ação motivadora nas aulas, despertando o interesse dos alunos, ainda faz com que o aluno tenha uma ação crítica sobre sua atitude frente ao conhecimento, mudando, assim, de uma postura passiva para uma postura participativa em sua formação.

Assim sendo, uma mudança metodológica na abordagem e desenvolvimento dos conteúdos inter-relacionados de Física e Matemática se faz necessária. Não se espera que, aos alunos, seja “suficiente memorizar os conceitos recitados por seus professores para responder às questões igualmente descritivas em provas” (Rosenfeld, 2003, p. 61), mas que eles realmente entendam os conteúdos inerentes à Física e possam relacionar tais conteúdos com as teorias estudadas dentro do corpo curricular desta disciplina e, ao mesmo tempo, com as outras áreas do conhecimento, compreendendo, assim, suas implicações.

O ensino de ciências exatas, como a Física, por exemplo, deve estar voltado para um ensino de ciências e cidadania, no qual se espera que o aluno não seja capaz “só de ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência; em outras palavras, fazer parte da cultura científica” (Krasilchik e Marandino, 2010, p. 27).

Segundo Krasilchik e Marandino (2010, p. 23), a alfabetização científica se dá em quatro estágios: nominal, funcional, estrutural e multidimensional, que são explicados a seguir:

**Nominal:** O estudante reconhece termos científicos sem compreender plenamente seu significado.

**Funcional:** O estudante define os termos científicos sem compreender plenamente seus significados.

**Estrutural:** O estudante compreende as ideias básicas que estruturam o conhecimento científico.

**Multidimensional:** O estudante tem uma compreensão integrada do significado dos conceitos aprendidos, formando um amplo quadro que envolve também conexões e vínculos com outras disciplinas.

Conforme o exposto acima, percebe-se que o estágio multidimensional é sem dúvida o nível de conhecimento desejado nas escolas. No entanto, existe um longo percurso para percorrer na jornada rumo a uma educação inclusiva e de qualidade conforme expressam Krasilchik e Marandino (2010, p. 24): “Admite-se que o processo de alfabetização científica e o estudo da linguagem matemática atravessam estes estágios nos cursos escolares e, neste sentido é comum atingir a fase de alfabetização estrutural de um conceito, mas muito raramente a fase multidimensional.”

Para Pozo e Crespo (2006, p.16) “os alunos não encontram somente dificuldades conceituais; também enfrentam problemas no uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas próprios do trabalho científico.” Há, ainda, a ideia básica do chamado

enfoque construtivista, na qual aprender e ensinar, longe de serem meros processos de repetição e acumulação de conhecimentos, implicam em transformar a mente de quem aprende e este deve reconstruir, em nível pessoal, os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles. Essa ideia não é, evidentemente, nova. Porém, devido às mudanças ocorridas na forma de produzir, organizar e distribuir os conhecimentos na sociedade, entre eles os conhecimentos científicos, é novidade, sim, a necessidade de estender essa forma de aprender e ensinar para quase todos os âmbitos formativos e, é claro, para o ensino de ciências e de seus códigos de escrita.

Como o estágio multidimensional da alfabetização científica é o que mais contribui para a formação plena do cidadão, estabelece-se uma importante questão: **O que se deve aprender a ensinar para que, de fato, as aulas de ciências exatas, a física e sua integração com a matemática, em particular, tornem o conhecimento mais significativo e o estágio multidimensional possa ser atingido?**

Julga-se ser imprescindível a solução da questão apresentada acima principalmente quando analisada à luz do momento histórico atual. De acordo com Pozo e Crespo (2006, p. 80):

“Acreditamos que é preciso situar a educação científica no contexto de uma sociedade em que sobra informação e falta marcos conceituais para interpretá-la, de modo que a transmissão de dados não deveria constituir um fim principal da educação científica, que deveria estar dirigida, na verdade, a dar sentido ao mundo que nos rodeia, a compreender as leis e os princípios que os regem”.

Além disso, segundo Pozo e Crespo (2006, p. 27), existem cinco metas que devem ser a finalidade da educação científica. São elas:

- 1- A aprendizagem de conceitos e a construção de modelos;
- 2- O desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico;
- 3- O desenvolvimento de atividades experimentais e de resolução de problemas;
- 4- O desenvolvimento de atitudes e valores;
- 5- A construção de uma imagem da ciência.

Diante disso, entende-se que é de fundamental importância, no processo ensino-aprendizagem, a busca por caminhos que apontem direções que culminem na discussão e elaboração de práticas pedagógicas que visem contribuir de uma maneira substancial para que o aluno consiga atingir o nível multidimensional de sua alfabetização.

O objetivo, com isso, é que o ensino da Física venha, realmente, a contribuir para a formação do aluno em todos seus aspectos, principalmente no que se refere à sua

formação acadêmica e cidadã. Cabe salientar que na prática diária é impossível fazer uma distinção entre o ser acadêmico e o ser cidadão. Sabe-se que o ser cidadão permeia todos os aspectos da vida.

Todavia, segundo Krasilchik e Marandino (2010, p. 19), “é fato, no entanto, que o ensino de ciências nas escolas sempre tem oscilado entre uma preocupação mais acadêmica, voltada a conteúdos e conceitos, e outra mais utilitária, centrada mais na formação do cidadão”. Compreende-se que o ensino de Física que deve ser objetivado no sistema de educação necessita romper com esta oscilação entre o acadêmico e o cidadão e busque formar pessoas que, respaldadas em conhecimentos, desenvolvam atitudes de não-indiferença com relação ao meio em que estão inseridos. Ou seja, pessoas capazes de exercer com responsabilidade social a sua cidadania, tendo suas ações, porém, fundamentadas no conhecimento.

Nesse contexto, é de extrema importância reconhecer que alunos mais críticos, autônomos, criativos e envolvidos com seu contexto social e, portanto, um cidadão consciente de seus direitos e deveres sociais, não serão formados sem a devida construção de um conhecimento que seja transformador que os conduza a uma reflexão. Contudo, não se aprende, de maneira significativa, os conteúdos ao utilizar uma postura passiva frente ao seu objeto de estudo.

É necessário reconhecer que a postura dos alunos em seu processo de aprendizagem constitui um passo muito importante para a construção do seu conhecimento. Entretanto, as formas de se conhecer, mais precisamente as formas de se apresentar o conhecimento aos alunos, precisam ser questionadas e, certamente, repensadas.

De acordo com Pozo e Crespo (2006, p. 39):

“Como em tantos outros âmbitos, na aprendizagem as formas costumam perdurar muito mais do que os conteúdos. Ou em outras palavras, a forma de aprender ciências pode influenciar mais no futuro acadêmico e pessoal do aluno que os próprios ‘conteúdos’ aprendidos.”

O que leva, muitas vezes, nas aulas, à assumpção, de forma geral, de uma postura prepotente de supor que aquilo que é ensinado, por ser tão importante, jamais será esquecido pelos alunos. Isso pode ser considerado ilusão, já que a própria experiência é testemunha para se questionar tal postura.



Todavia, os meios pelos quais se tem contato com os conteúdos permaneceram e até influenciam o modo de viver. Uma aula, por exemplo, onde os conteúdos são decorados para, logo depois, serem recitados, também, serão esquecidos logo. Já o procedimento dessa aula será interiorizado.

Ainda, referente ao ensino de ciência, conforme nos relatam Krasilchik e Marandino (2010, p. 24):

“Cursos e programas que enfatizam a memorização de vocabulário são os mais presentes e dão aos alunos ideias distorcidas da ciência como um conjunto de nomes e definições, impedindo que vejam interações entre ciência, tecnologia e sociedade... É necessário levar o estudante a buscar lógica e racionalmente, e também criticamente, os dados empíricos que devem ser de domínio público. A formação do aprendiz deve levá-lo a compreender que o conhecimento científico é cumulativo e historicamente arquitetado, tendo sempre caráter tentativo.”

Além disso, deve-se compreender que estamos inseridos em uma sociedade que está passando por profundas mudanças. Conforme Pozo e Crespo (2006, p. 23):

“As novas tecnologias da informação, unidas a outras mudanças sociais e culturais, estão abrindo espaço para uma nova cultura da aprendizagem, que transcende o marco da cultura impressa e deve condicionar os fins sociais da educação e, especialmente, as metas dos anos finais dos ensinos fundamental e médio.”

As mudanças citadas por Pozo e Crespo (2006, p. 24) colocam o sujeito diante de uma “nova cultura de aprendizagem que se aproxima por três traços essenciais: estamos diante da sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e do aprendizado contínuo”.

Visualizando esse quadro, compreende-se que o ensino de física necessita privilegiar a formação de alunas e alunos que consigam entender os conceitos e conteúdos ensinados, consigam usá-los para amparar uma prática cidadã responsável e fundamentada em conhecimentos e, também, para filtrar as múltiplas e numerosas informações que são divulgadas diariamente, sendo capazes de relacioná-los com outras disciplinas, atingindo uma multiplicidade de conhecimentos e façam, ainda, uso desse conhecimento como base para prosseguir aprendendo ao longo de sua vida.

Nessa perspectiva, buscando alcançar com êxito a resposta à pergunta central anteriormente apresentada, propôs-se a compreensão das necessidades de mudanças presentes no sistema de ensino. Objetiva-se, então, conhecer através de uma pesquisa bibliográfica as principais dificuldades presentes no ensino da Física e buscar um referencial teórico que possibilite a elaboração de uma sequência didática que, fundamentada nesse referencial, possa ser usada como um instrumento para melhorar a qualidade do trabalho pedagógico.

Para isso, foi realizada uma análise das habilidades e competências apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para as disciplinas de Matemática e de Física, estabelecendo, assim, relações entre estas habilidades a fim de compreender como as dificuldades apresentadas na aprendizagem em uma disciplina, no caso, a Matemática, pode interferir na aprendizagem da outra disciplina, no caso, a Física.

Apresentaram-se e analisaram-se os resultados oficiais obtidos para o ensino de Matemática e Língua Portuguesa referente ao terceiro ano do ensino médio, divulgados pelo Governo do Estado de São Paulo através do SARESP. Também, através uma pesquisa realizada em duas escolas estaduais com alunos dos segundos e terceiros anos do ensino médio, foi possível mostrar a visão dos alunos com relação a estas duas disciplinas e sua relação com a Física.

Reconhece-se que as dificuldades apresentadas no processo de ensino-aprendizagem dessas duas disciplinas influenciam enormemente o processo de ensino-aprendizagem da Física, particularmente, sua relação com a Matemática.

Abordou-se, também, as barreiras epistemológicas existentes dentro do próprio corpo conceitual da Física e as dificuldades criadas pelo processo de ensino desta disciplina que, muitas vezes, está voltado para uma Matemática aplicada em detrimento do seu conhecimento conceitual e a partir do qual os alunos não conseguem estabelecer uma relação do conteúdo estudado com o seu cotidiano, tornando, assim, o ensino desta disciplina sem sentido e, conseqüentemente, desmotivador.

O referencial teórico desta pesquisa tem por base teórica principal “Os Modelos Mentais de Johnson-Laird”, cuja teoria é descrita, buscando diferenciá-la de outras existentes como, por exemplo, o Construtivismo de Piaget.

Expôs-se essa teoria partindo do princípio de que para compreender o mundo real, são feitas representações mentais dele, de forma que estas representações constituem-se de uma linguagem, ou uma forma de ver e interpretar o mundo que vivemos e são criadas para interiorizar o mundo real. Como nossa sobrevivência depende desta representação, o ato de construir modelos de mundo é inerente ao ser humano.

Entende-se, então, que há uma interferência dessa representação interior do mundo criada por cada pessoa no seu processo de aprendizagem, principalmente, em uma disciplina que busca explicar os fenômenos naturais.

Buscou-se elaborar uma sequência didática, a partir da qual os alunos pudessem expor, por meio de hipóteses, os seus modelos mentais referentes à interação de corpos, sobretudo, na relação existente entre a massa e a velocidade de um corpo envolvido em uma colisão e, posteriormente, confrontá-los com um experimento em laboratório, de forma a gerar uma situação de conflito entre o modelo mental pensado e o real observado e, então, conceituar o assunto conforme a linguagem científica vigente.

É importante salientar que este trabalho pode ser uma enorme contribuição para todos os professores, pois, ao considerar os modelos mentais dos alunos, conforme a proposta apresentada, situações de conflitos cognitivos levarão o aluno a reelaborar seus próprios modelos mentais e, conseqüentemente, ter acesso a uma aprendizagem desejada.

Além disso, o trabalho aqui apresentado possui uma grande relevância no que tange à pesquisa no ensino de Física, já que, não somente foram expostas as dificuldades apresentadas no processo de ensino-aprendizagem desta disciplina, mas, especialmente, buscou-se encontrar uma possível solução fundamentada em uma teoria consistente e que tem muito a contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de Física.

## **CAPÍTULO 1**

### **ANALISANDO AS DIFICULDADES APRESENTADAS NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

#### **1.1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo, apoiados na perspectiva das novas demandas sociais oriundas das políticas de inclusão social realizadas por governos tanto na escala Federal como na Estadual, destacou-se o aumento do número de alunos que se matriculam e, agora permanecem nas escolas. Com isso, verificou-se a necessidade de buscar melhorias na qualidade do ensino apresentado nas instituições para que a escola não diminua sua importância e se transforme em um ponto de encontro de jovens ou, até mesmo, em simples local de convívio social.

Partindo deste ponto, buscou-se compreender nos Parâmetros Curriculares Nacionais a perspectiva de se fazer um trabalho voltado para um ensino fundamentado em habilidades e competências, tendo o currículo como uma ferramenta muito importante neste processo.

Analisaram-se as habilidades apresentadas para as disciplinas de Matemática e de Física e procurou-se analisar essas habilidades, nas quais foi verificada a grande influência que o ensino da Matemática tem sobre o ensino da Física, devido a íntima relação entre estas disciplinas e, principalmente, devido às habilidades necessárias para a aprendizagem da Física que estão ligadas às habilidades desenvolvidas na aprendizagem de Matemática.

Foram apresentadas, também, outras dificuldades presentes no processo de ensino-aprendizagem de Física. Destacaram-se as barreiras epistemológicas oriundas do corpo conceitual da própria disciplina e as dificuldades semânticas e semióticas oriundas da transposição conceitual e escrita da linguagem Matemática para a linguagem Física.

Ao longo do capítulo, ainda, mostraram-se os resultados de uma pesquisa realizada com alunos dos segundos e terceiros anos do ensino médio de duas escolas estaduais, que foram cenário para respaldar de forma prática, segundo a visão dos alunos, as dificuldades apresentadas no processo de ensino-aprendizagem de Física que são elencadas no decorrer do capítulo.

## 1.2 DAS NOVAS DEMANDAS SOCIAIS E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

A educação contemporânea encontra-se diante de um grande desafio que se constitui em atender às novas demandas, uma conquista do processo de inclusão ao ensino, que nas últimas décadas tem rompido com as barreiras sociais que historicamente excluía nossos alunos da escola pública. Com isso, este processo pode superar a simples matrícula, ou o acesso e a permanência em uma sala de aula ou, simplesmente, o convívio social do educando no ambiente escolar, fazendo com que, a este direito, seja realmente agregado uma educação de qualidade respaldada em conhecimento cujo objetivo principal é a formação plena do educando.

Conforme expressa Pernambuco (2009, p. 109):

“Estamos vivendo um momento onde surgem escolas de ensino médio em locais onde nunca existiram (pequenas cidades, comunidades) com um novo perfil do aluno. O ensino médio não está mais restrito à minoria da população, às classes médias – passa de cerca de 17% da população na faixa etária, no início dos anos, 90 para cerca de 40% em 2006, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais (INEP) – atingindo os diferentes segmentos que compõem a sociedade brasileira, com diferentes níveis de renda e de acesso aos bens.”

Um importante papel, então, é atribuído ao docente pela educação moderna, pois o trabalho pedagógico está inserido em uma sociedade que passa por profundas transformações em todas as suas esferas e a prática pedagógica implica em admitir essa diversidade tão presente na realidade escolar, tanto no aspecto cultural, como no social, no econômico, no psíquico, entre outros. No entanto, ao se admitir a diversidade, em todos os seus aspectos como exposto acima, também é necessário pensar em uma mudança de metas para a educação. Conforme afirmam Pozo e Crespo (2009, p. 23):

“As diferentes metas da educação, que mudam não só devido a novas colocações epistemológicas ou psicológicas, mas principalmente pelo aparecimento de novas demandas educacionais e por mudanças na organização e distribuição social do conhecimento.”

Partindo deste princípio, no qual as mudanças sociais implicam em mudanças educacionais, percebemos nos Parâmetros Curriculares Nacionais um grande avanço nas diretrizes para educação brasileira. Neles, por exemplo, estabelece-se que “O claro entendimento estabelecido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96) do

caráter do Ensino Médio como etapa final da Educação Básica” (BRASIL, 1999, p.203), o que implica no entendimento do Ensino Médio como uma etapa integrante na formação do educando.

Neles, também, são estabelecidos os referenciais que norteiam esta fase da educação que se respaldam em “uma visão do Ensino Médio de caráter amplo, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadã de sentido universal e não somente profissionalizante” (BRASIL, 1999, p.203).

Ainda, no que se refere especificamente ao ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, proporcionar o “sentido de produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, não somente propedêuticos” (BRASIL, 1999, p.203).

Neste contexto de demandas sociais emergentes e necessidades de mudanças no processo de ensino aprendizagem, torna-se indispensável uma reflexão sobre o papel do docente, utilizando-se do princípio que parte da afirmação de Cortella (2009, p.9):

“Ensinar vem do latim *ensígnar*, vem de signo, de sinal, de deixar uma marca. Ensinar é o que você grava em algo ou alguém. Se uma pessoa me pergunta o que aprendi na vida até agora, minha resposta revelará tudo que me *ensinou*, as marcas que foram gravadas em mim. Revelará minhas características, meus caracteres, meu caráter. Perceba que as palavras ensinar e aprender estão conectadas, uma vez que ninguém ensina sem ter aprendido e vice-versa.”

As necessidades educacionais presentes em no sistema de ensino atualmente não serão superadas se forem utilizados métodos elaborados, ou criados, para atenderem outras gerações que viviam em outro momento histórico diante de outra realidade social, econômica e cultural. Visto que “a ideia fundamental da transmissão do conhecimento consiste na tendência a colocar o destinatário da transmissão literalmente na pele de quem elaborou o conhecimento” (Pozo e Crespo, 2009, p. 253).

Logo, usar um método que, em princípio, desconsidera toda a história de vida e conhecimentos prévios dos alunos e que, por assim dizer, busca abduzi-los para momentos históricos diferentes, tornando-se, automaticamente, um método desprovido de um contexto para sustentar o ensino, parece pouco frutífero.

Sabe-se, também, que um processo de ensino que tem por referencial uma formação cidadã deve se distanciar de uma educação “bancária” referida por Freire<sup>2</sup> citado por Moreira (2011, p. 150) “na concepção bancária, a educação é o ato de depositar, de transferir, transmitir valores e conhecimentos. Nessa concepção, o saber é uma doação dos que se julgam sábios aos que se julgam nada saber”. Um processo educacional que ocorre desta forma em nada transforma e, muito menos, contribui para uma formação cidadã. Pelo contrário, neste sistema, Freire<sup>3</sup> citado por Moreira (2011, p. 150), destaca que “cabe à educação apassivar mais ainda os sujeitos que já são seres passivos, adaptando-os ao mundo. Quanto mais adaptados, tanto mais educados”.

Portanto, para Pozo e Crespo (2009, p. 251):

“Parece que essas demandas não podem ser satisfeitas com um modelo educacional meramente transmissivo, unidirecional, em que o professor atua unicamente como provedor de um saber cultural acabado e no qual os alunos se limitam a ser apenas receptores mais ou menos passivos. Em uma sociedade que, cada vez mais, exige dos alunos e futuros cidadãos que usem seus conhecimentos de modo flexível diante de tarefas e demandas novas, que interpretem novos problemas a partir dos conhecimentos adquiridos e que vinculem seus conhecimentos escolares com a sociedade da informação na qual estão imersos, não basta encher a cabeça dos alunos: é preciso ensiná-los a enfrentar os problemas de modo mais ativo e autônomo, que requer não só novas atitudes, contrárias às geradas por esse modelo tradicional baseado em um saber externo e autoritário, mas, sobretudo destrezas e estratégias para ativar adequadamente os conhecimentos.”

Tendo por base os referenciais educacionais expostos acima, o sistema “bancário”, tal como descrito, revela-se um sistema adestrador que não valoriza a criatividade e a capacidade crítica do educando e que serve de instrumento às classes dominantes, pois não contribui para uma mudança de postura dos aprendizes frente aos desafios sociais que se apresentam. A verdadeira criticidade se manifesta onde há um conhecimento genuíno. Segundo Freire<sup>4</sup>, citado por Moreira (2011, p.151):

“Se o educador é o que sabe, se os educandos são os que nada sabem, cabe àquele dar, entregar, levar, transmitir o seu saber aos segundos... Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto mais ingenuamente, em lugar de transformar, tendem a adaptar-se ao mundo, à realidade parcializada nos depósitos recebidos.”

Desta forma, Pozo e Crespo (2009, p. 22), destacam que “não é mais possível conceber a aprendizagem como uma atividade apenas de reprodução ou cumulativa”.

Pozo e Crespo (2009, p.251) também acrescentam:

---

<sup>2</sup> FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 18. ed. São Paulo: Paz e terra, 1988.

<sup>3</sup> op. cit.

<sup>4</sup> op. cit.

“Essa concepção educacional (tradicional) responde a uma longa tradição que remonta às próprias origens dos sistemas educacionais formais, que sempre tiveram como uma de suas funções básicas conseguir que os alunos e futuros cidadãos reproduzam e, portanto, perpetuem os conhecimentos, valores e destrezas próprios de uma cultura. Contudo, esse modelo tradicional é pouco funcional no contexto das novas demandas e cenários de aprendizagem que caracterizam a sociedade de hoje.”

Além disso, no processo de globalização em que vivemos, há a livre circulação de produtos e ideias, aliada à popularização da internet, deixando claro que devemos nos preocupar em construir uma educação que contribua para a formação de um cidadão globalizado que esteja atento a todos os tipos de problemas sejam eles locais ou globais.

Para alcançar com êxito essa tão necessária formação, deve-se buscar a prática de uma educação que esteja em sintonia com as necessidades educacionais do momento. Assim, como expressa Antunes (2012, p.15):

“O objetivo dessa conferência<sup>5</sup> era discutir o sentimento de angústia dos educadores de todo o mundo com o avanço nos processos de informação e a globalização dos conhecimentos, e que se tornavam urgentes algumas medidas de mudanças educacionais. A meta dessa conferência, para mudar os rumos das escolas de toda terra, seria descobrir referências que, além das informações, pudessem educar a pessoa humana em toda sua plenitude, para um mundo globalizado e a banalização das informações. Os resultados apareceram.

Foram definidos conceitos de fundamentos da educação e,....,apresentou a proposta de uma educação direcionada para quatro tipos fundamentais de aprendizagem e que ficaram conhecidos como os quatro pilares da educação.”

Expõe-se, resumidamente, a seguir, conforme Antunes (2012, p.16 e 17), os quatro pilares da educação contemporânea:

**Aprender a conhecer** – Essa aprendizagem se refere à aquisição dos “instrumentos do conhecimento”, desenvolvendo nos alunos o raciocínio lógico, a capacidade de compreensão, o pensamento dedutivo e intuitivo e a memória. O importante é não apenas despertar nos estudantes esses instrumentos, como motivá-los a desenvolver sua vontade de aprender e querer saber mais e melhor.

**Aprender a fazer** – Saber fazer o dominar competências não se separa de aprender a conhecer, mas confere ao aluno uma formação técnico-profissional em que aplicará na prática seus conhecimentos teóricos. É essencial que cada indivíduo saiba se comunicar através de diferentes linguagens, assim como interpretar e selecionar, na torrente de informações que recebe, quais são essenciais e quais podem ajudar a refazer opiniões e serem aplicadas na maneira de viver e de redescobrir o tempo e o mundo.

**Aprender a viver com os outros** – Esse domínio da aprendizagem atua no campo das atitudes e dos valores e envolve uma consciência e ações contra o preconceito e as rivalidades diárias que se apresentam no desafio de viver.

**Aprender a ser** – Esta aprendizagem depende das outras três, e dessa forma a educação deve propor como uma de suas finalidades essenciais o desenvolvimento

---

<sup>5</sup> Conferência Nacional sobre Educação. Patrocinada pela ONU e realizada em Jomtien, na Tailândia. No ano de 1990.



total do indivíduo, espírito e corpo, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal e espiritualidade.

É possível afirmar que o exposto acima está em conformidade com Moreira (2011, p. 151), onde ele destaca que:

“Nos dias de hoje em que o discurso pedagógico e político e o aprender a aprender e o ensino centrado no aluno, a concepção de educação bancária de Freire, no mínimo, leva a uma reflexão sobre o que é a escola e sobre o que deveria ser para ser coerente com esse discurso.”

Desta forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p. 203) acrescenta:

“O Ensino Médio que, mesmo sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente.”

Observa-se que o referido acima não pode ser alcançado ao se fazer uso de uma educação dita “bancária” nos moldes citados anteriormente.

É fato que o sistema educacional contemporâneo, diante das demandas sociais e tecnológicas presentes em nossa sociedade, como foi exposto, foi tirado de sua zona de conforto. Há um distanciamento daquela realidade na qual as coisas se ajustavam e os alunos, aparentemente, eram mais motivados. É fato, também, que há certo saudosismo em nossa educação, já que se observa um desejo de voltar aos antigos métodos de educar. Nas palavras de Pozo e Crespo (2009, p. 19), porém:

“A saudade do passado não deve impedir que percebamos as enormes mudanças culturais que estão ocorrendo e que tornam inviável um retorno – ou a permanência – desses formatos educacionais tradicionais. Um dos problemas de defender o ‘retorno ao básico’ é que ainda não fomos a lugar algum do qual tenhamos de voltar.”

Todavia, para que existam direções concretas que orientem a prática pedagógica, são necessários apontamentos teóricos que contribuam para a construção de uma nova perspectiva educacional. Neste sentido, compreende-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais são uma importante contribuição ao realizarem apontamentos fundamentados na construção de habilidades, moldadas durante o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, os conteúdos ensinados nesta fase da educação, não são entendidos como um fim, mesmos conforme Pozo e Crespo (2009, p. 26), “mas como meios necessários

para que os alunos atinjam certas capacidades e formas de pensamentos que não seriam possíveis sem o ensino”.

Desta forma, compreende-se que, a partir do entendimento das orientações para o ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino médio deve assumir uma importância singular para que se possa entender a relação destas disciplinas no ensino e, assim, buscar uma maior integração da Matemática com as ciências, em particular a Física.

Diante desse quadro educacional exposto, busca-se analisar o ensino da Matemática sob a ótica de suas mudanças propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e das habilidades e competências elencadas para serem trabalhadas, vinculadas aos conteúdos nessa área de ensino, buscando, de tal modo, compreender quais habilidades são desenvolvidas na aprendizagem desta disciplina para, posteriormente, relacioná-las com as habilidades vinculadas ao aprendizado de Física como se apresenta a seguir.

### **1.3 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Sendo, o Ensino Médio, uma etapa da educação fundamental muito importante para a formação do aluno, a Matemática com sua construção teórica que, além de contribuir com todo seu potencial de cálculos, demonstrações, abstrações, generalizações, procedimentos, padronizações, entre outros, contribui, também, de maneira especial e fundamental, com a universalidade de linguagens o que a torna um instrumento capaz de sintetizar observações e experimentações de forma sucinta e objetiva.

Além disso, sua presença quase que universal nas atividades do homem contemporâneo em todas as esferas do conhecimento, seu uso nos meios de comunicação onde se vê a pluralidade das aplicações das suas diferentes linguagens, explicitam a importância desta disciplina na formação cidadã do discente e, ao mesmo tempo, torna patente a necessidade de dominar este conhecimento, para se apropriar de sua linguagem e saber aplicá-la a outras áreas do conhecimento.

O exposto acima torna imperativo que o processo ensino-aprendizagem desta disciplina tenha por base o desenvolvimento de instrumentos de expressão e raciocínio

matemático evitando que ela seja prejudicada por uma memorização indiscriminada em detrimento do desenvolvimento efetivo da construção de um raciocínio matemático. Desta forma os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p.253) destacam que o ensino da Matemática deve estar “vinculado a um domínio de saber fazer matemática e de um saber pensar matemático”.

Com a intenção de se alcançar um conhecimento significativo nesta área tendo em vista a sua grande importância na formação do cidadão, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p.254) elencam os seguintes objetivos para o ensino de Matemática:

- Compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam a ele desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
- Aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando-os na interpretação da ciência, na aplicação tecnológica e nas atividades cotidianas;
- Analisar e valorizar as informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar opinião própria que lhes permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade;
- Desenvolver as capacidades de raciocínio e de resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo;
- Utilizar com confiança procedimentos de resolução de problemas para desenvolver a compreensão dos conceitos matemáticos;
- Expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática;
- Estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;
- Reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações;
- Promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação.”

Os objetivos expostos acima deixam claro que a extensa aplicabilidade da Matemática, com toda sua representação em diferentes linguagens, conduzem este conhecimento para além da fronteira da resolução de questões repetitivas e sem contextualizações.

Nesta linha de pensamento, a apresentação de uma proposta de ensino voltada para um ensino que trabalhe os conteúdos do currículo dessa disciplina, visando o desenvolvimento de Competências e Habilidades, demonstra ter um grande potencial para se atingir os objetivos propostos acima.

Essa importante contribuição está expressa na tabela abaixo:

Representação e Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar textos de matemática.</li> <li>• Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc.).</li> <li>• Transcrever mensagens matemáticas da linguagem corrente para a linguagem simbólica (equações, gráficos, diagramas, fórmulas, tabelas etc.) e vice-versa.</li> <li>• Expressar-se com correção e clareza, tanto na linguagem materna, como na linguagem matemática, usando a terminologia correta.</li> <li>• Produzir textos matemáticos adequados.</li> <li>• Utilizar adequadamente os recursos tecnológicos como instrumentos de produção e de comunicação.</li> <li>• Utilizar corretamente instrumentos de medição e de desenho.</li> </ul>
Investigação e Compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o problema (compreender enunciados, formular questões etc.).</li> <li>• Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema.</li> <li>• Formular hipóteses e prever resultados.</li> <li>• Selecionar estratégias de resolução de problemas.</li> <li>• Interpretar e criticar resultados em uma situação concreta.</li> <li>• Distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos.</li> <li>• Fazer e validar conjecturas, experimentado, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades.</li> <li>• Discutir ideias e produzir argumentos.</li> </ul>
Contextualização Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver a capacidade de utilizar a matemática na interpretação e intervenção no real.</li> <li>• Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.</li> <li>• Relacionar etapas da história da Matemática com a evolução da humanidade.</li> <li>• Utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e potencialidades.</li> </ul>

**Fonte (adaptada): Parâmetros Curriculares Nacionais- BRASIL – Página 259**

Todavia, sabemos que ensino da Matemática ainda não conseguiu superar todos os seus desafios e, assim, não atingindo os objetivos traçados. Logo, o ensino esperado, no qual a finalidade principal é compreender, aplicar conhecimentos, analisar e valorizar informações, desenvolver capacidade, reconhecer representações, entre outros, ainda não alcançou uma prática efetiva em nosso sistema de ensino.

Compreende-se que o ensino de matemática tem passado por algumas dificuldades e o desenvolvimento, ainda que satisfatório, das habilidades elencadas acima está distante da nossa realidade escolar<sup>6</sup>. No entanto, surge uma questão: Será que os alunos aprendem menos nas séries finais da educação básica?

<sup>6</sup> Resultados do SARESP para o terceiro ano do ensino médio são apresentados no apêndice deste trabalho onde se constata a veracidade desta afirmação.

Quando se observa somente os números, tem-se uma resposta rápida e óbvia: Sim. Não se pode, porém, agir apenas com base nos resultados de avaliações, pois se considerarmos o desenvolvimento intelectual e as dificuldades oriundas dessa faixa etária e o desenvolvimento psíquico dos alunos. Poder-se-ia concluir que as necessidades pedagógicas, ou as formas pelas quais os alunos aprendem, poderiam estar sendo esquecidas nas salas de aula. Entende-se, então, que a resposta mais coerente seria outro questionamento: Quais mudanças deveriam ser feitas no ensino de forma a atender às necessidades pedagógicas que são próprias dessa faixa etária?

Com a intenção de verificar como o ensino dessa disciplina tem influenciado os alunos, foi proposta a realização de uma pesquisa de campo a fim de respaldar a pesquisa bibliográfica em dados estatísticos coletados diretamente com os alunos de forma a compreender a visão que eles têm do ensino no qual estão inseridos e, nesse sentido, foi proposta a verificação da realidade dos alunos da rede estadual que fazem parte da prática docente diária.

Para isso, elaborou-se um questionário com nove perguntas objetivas. Essas perguntas buscaram versar sobre o ensino da Matemática, da Física e da Língua Portuguesa e a relação existente entre essas matérias.

Com o intuito de verificar a opinião de uma diversidade de alunos, esse questionário foi aplicado em duas escolas da rede estadual do Município de Itatiba-SP, a saber: E. E. Oscarlina de Araujo Oliveira e E. E. Manuel Euclides de Brito<sup>7</sup>.

Também, buscou-se aplicar tal questionário em séries diferentes para enriquecer a variedade de resultados. Assim, a pesquisa foi aplicada em classe do segundo e terceiro anos do ensino médio.

A tabela a seguir mostra os totais de alunos/série que participaram dessa pesquisa.

---

<sup>7</sup> As autorizações concedidas pelas direções das respectivas escolas estão anexadas em local próprio nesta obra.

<b>Tabela 2 - Total de alunos que participaram da pesquisa por série/escola</b>		
<b>Série</b>	<b>Oscarlina</b>	<b>MEB</b>
2º ano	40	19
3º ano	49	25
Total por escola	89	44
<b>Total geral</b>		<b>133</b>

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor.**

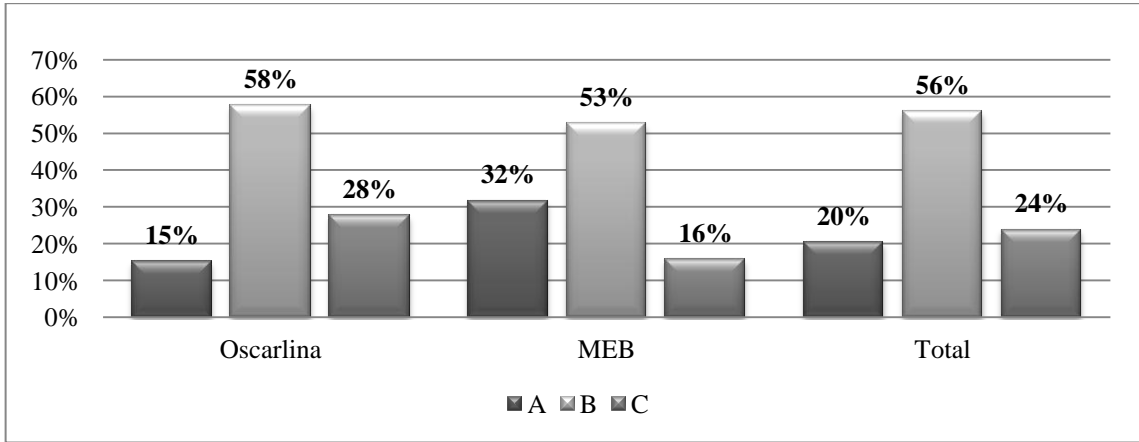
Apresenta-se a seguir os gráficos das perguntas 1, 2 e 3 do questionário, que estão relacionadas ao processo ensino-aprendizagem da disciplina de Matemática.

**Pergunta nº 1:**

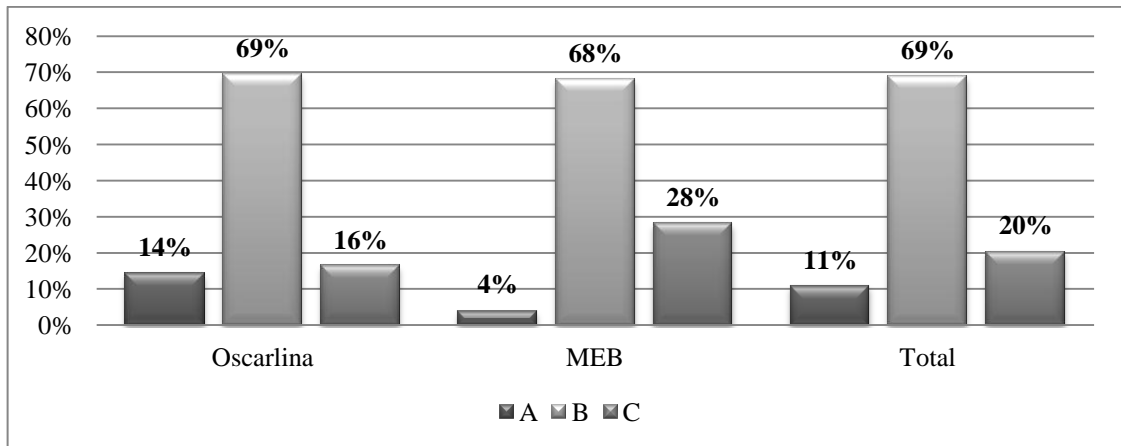
“Pensando em sua trajetória escolar, qual das opções abaixo, em sua opinião, melhor descreveria seu aprendizado em Matemática:

- a) Sempre teve dificuldades em entender o conteúdo ensinado. Considera ter entendido até 30%.
- b) Teve dificuldades, porém, conseguiu entender boa parte do conteúdo. Considera ter entendido de 30% a 60%.
- (c) Conseguia entender com facilidade o conteúdo ensinado. Considera ter entendido acima de 60%.”

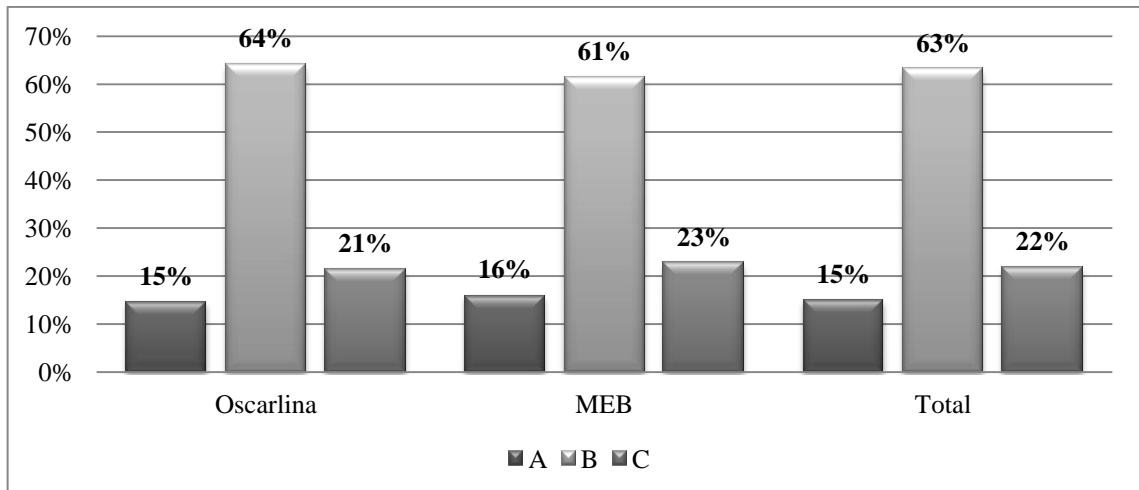
**Gráfico 1- Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 2 -Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 3 - Respostas dadas à Pergunta nº 1 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Nessa primeira pergunta, o objetivo era que os alunos fizessem uma reflexão e, partindo de uma autoavaliação, pudessem se expressar criticamente com relação ao seu aprendizado na área de Matemática. Observa-se que, mesmo nesse diversificado grupo, os alunos apontam praticamente para uma mesma direção.

Em suas autoavaliações, cerca de 88% dos alunos assinalaram terem atingido uma aprendizagem igual ou inferior a 60% do conteúdo trabalhado. Desse alto percentual, cerca de 15 % considera ter atingido apenas 30% do conteúdo.

De uma forma geral, é possível afirmar que estas respostas estão de acordo com os resultados das avaliações externas, Saeb e Saresp, conforme foi exposto anteriormente.

Apesar da aplicação desse questionário em duas escolas e em séries diferentes, constata-se que os percentuais são semelhantes nas escolas e nas séries analisadas. Julga-se que o processo ensino-aprendizagem está mais vinculado nas formas de se ensinar do que nos diferentes públicos recebidos pelas escolas.

Na segunda pergunta, apresentada a seguir, o objetivo foi verificar como os alunos conseguem relacionar os conteúdos estudados em Matemática com as outras áreas de ensino. Ficou claro que a ampla maioria consegue relacionar ou reconhecer que os conteúdos estudados em Matemática estão presentes em outras disciplinas, como a Física, a Química, a Biologia e a Geografia, mais explicitamente.

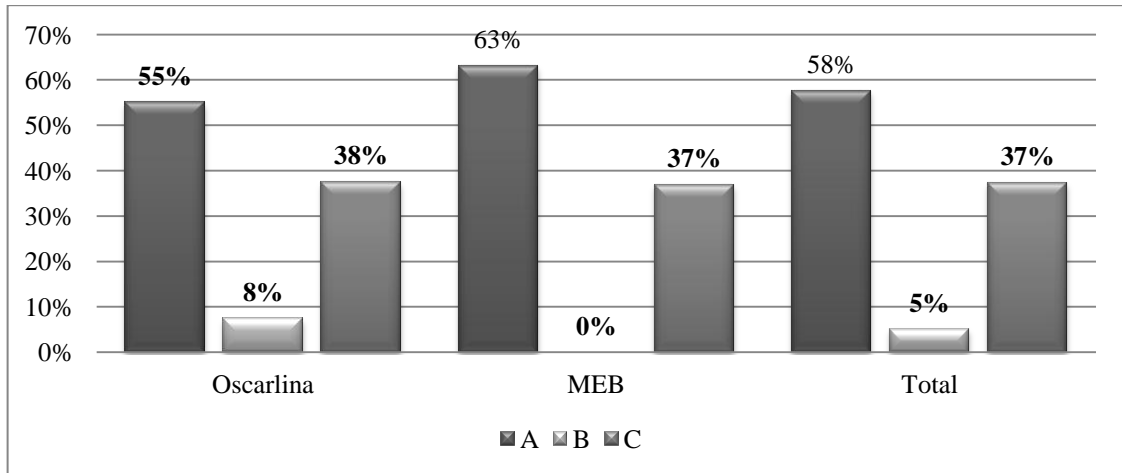
**Pergunta nº 2:**

“Com relação ao conteúdo da Matemática, você:

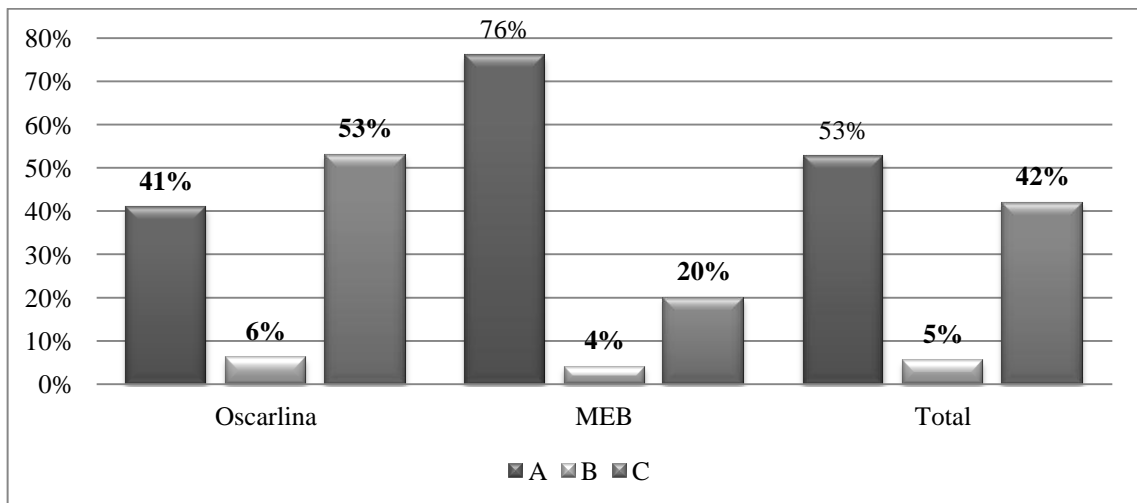
- a) Consegue ver relação com outras disciplinas (matérias) ensinadas na escola.
- b) O entende como uma disciplina independente, que não se relaciona com outras áreas do ensino.
- c) Consegue ver relação de apenas alguns tópicos da Matemática com outras disciplinas.”



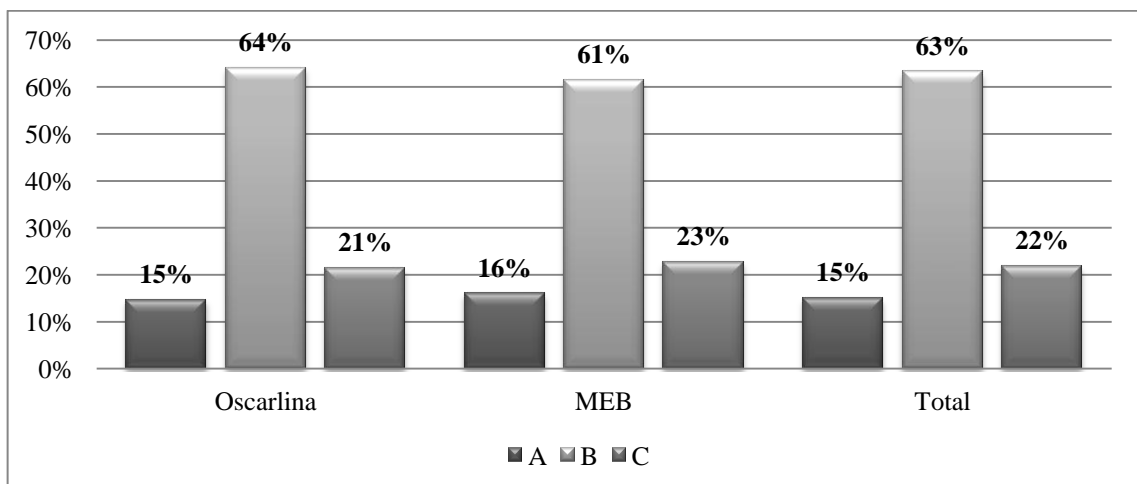
**Gráfico 4 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 5 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 6 - Respostas dadas à Pergunta nº 2 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Ao estabelecer uma relação entre a primeira e a segunda pergunta, em que se percebe que, na primeira, os alunos reconhecem terem aprendido um baixo percentual da disciplina e, na segunda, assumem reconhecer que ela está presente em outras áreas do ensino, pode-se, facilmente, constatar que um baixo aprendizado da Matemática pode exercer grande influência negativa no desenvolvimento das outras disciplinas, seja em casos operacionais ou de raciocínios próprios dessa área do conhecimento.

A seguir, apresenta-se a terceira pergunta:

**Pergunta nº 3:**

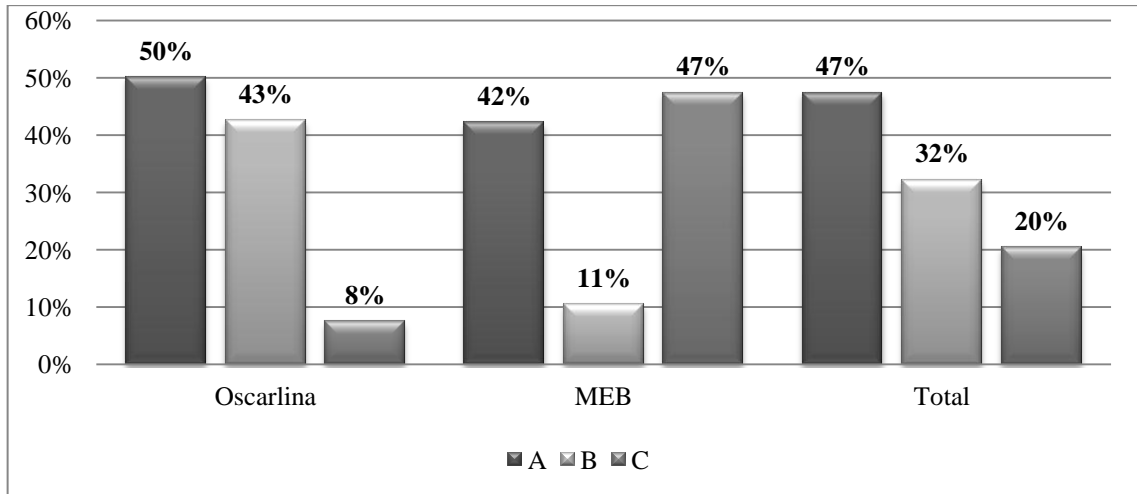
“O texto abaixo expressa a opinião de vários pensadores com relação ao conhecimento matemático:

*A Matemática é uma ciência que representa uma grande conquista do conhecimento humano e que, devido a isso, é muito importante por si só. Ou seja, o conhecimento matemático por representar uma construção histórica da humanidade deve ser aprendido, somente, por sua importância, representação e significados que lhes são próprios.*

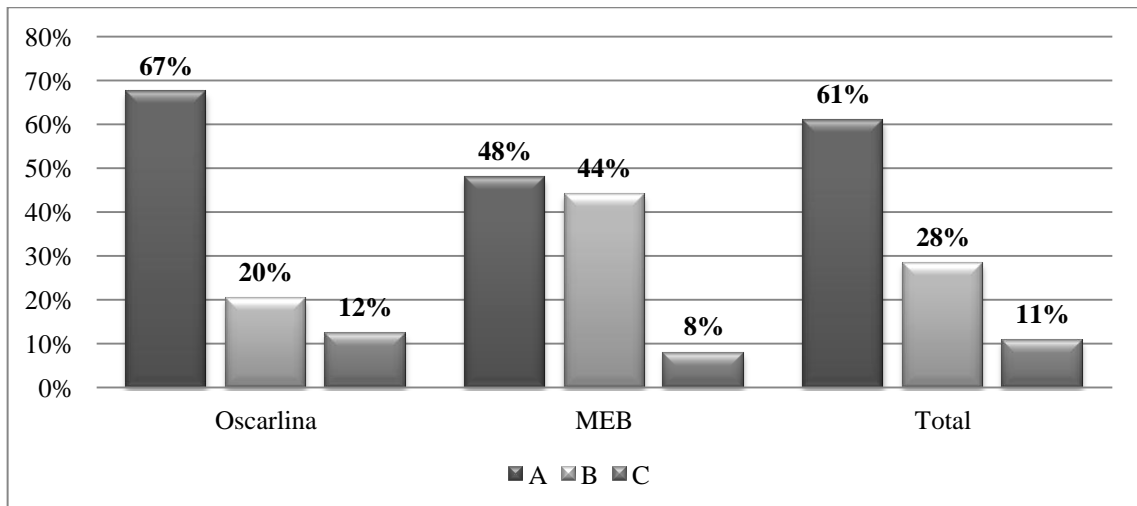
De acordo com sua opinião, você poderia dizer:

- a) Concordo com o texto, o conhecimento matemático é realmente muito importante por si só. Percebo uma grande riqueza neste conhecimento e vejo que ele deve ser aprendido mesmo que não haja uma aplicação prática.
- b) Concordo com o texto, o conhecimento matemático é muito importante, porém, ele deve ser aprendido somente se houver uma aplicação prática.
- c) Não concordo com o texto, não me importo com o conhecimento em si e não vejo tanta importância no conhecimento matemático. Acredito que o domínio de alguns conceitos básicos como adição, subtração, multiplicação e divisão são o bastante, pois é tudo que irei usar na vida.”

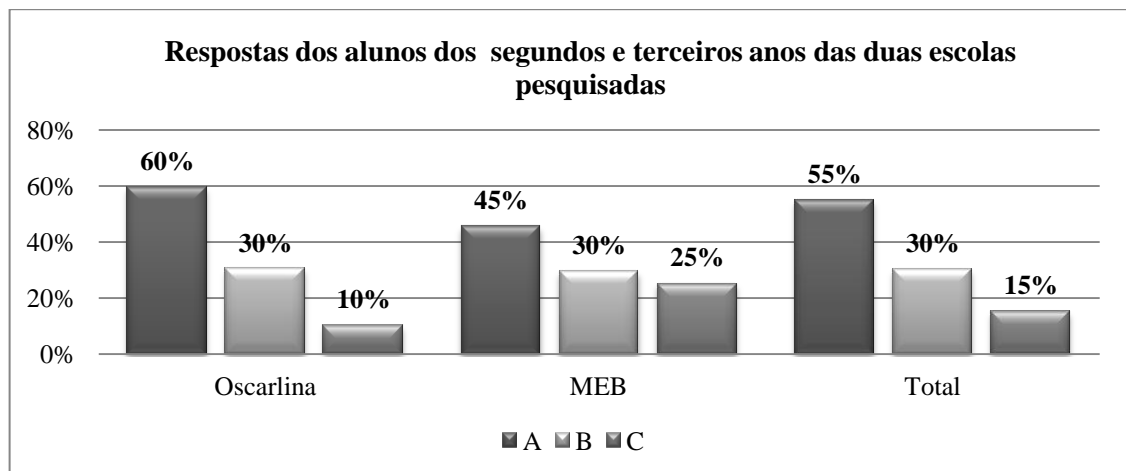
**Gráfico 7 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 8 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 9 - Respostas dadas à Pergunta nº 3 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Com essa pergunta, buscou-se verificar como os alunos valorizam o conhecimento matemático. O objetivo foi verificar se eles reconhecem a matemática como uma ciência, ou seja, um conhecimento construído pelo homem, ou se têm apenas uma visão utilitarista dela.

Os alunos participantes da pesquisa demonstram reconhecer o conhecimento matemático como importante por sua construção histórica. Esse total foi superior em todos os níveis da pesquisa série/escola. O que nos chama atenção é que, em todos esses níveis, há um percentual muito baixo de alunos que assumem possuírem uma aversão à matemática, considerando-a apenas como algo muito simples e básico, estritamente ligado ao seu utilitarismo diário, o que se revelou como uma importante constatação.

Ao relacionar as três perguntas, cruzando as respostas dos alunos, deparamo-nos com uma cena contraditória. Os mesmo alunos que, como na primeira pergunta, assumem terem alcançado uma aprendizagem baixa na disciplina e que, logo após, reconhecem a presença dela em outras áreas do ensino e, portanto, sua influência positiva ou negativa na sua formação de forma quase que geral, assumem, agora, na terceira pergunta, reconhecer o valor desse conhecimento.

Pensa-se que uma pessoa que valoriza um conhecimento e vê a influência que este conhecimento exerce sobre outras áreas do saber estudados por ela, ou seja, sobre sua formação, mas aprende pouco dele, tem para si um grande obstáculo epistemológico. Conforme afirmam Pozo e Crespo (2009, p.40): “Os alunos não aprendem porque não estão motivados, mas, por sua vez, não estão motivados porque não aprendem”.

De acordo com o exposto, pode-se inferir que os alunos transportam para outras áreas do conhecimento as dificuldades encontradas nesta área do ensino. E ainda, podemos dizer que até mesmo os obstáculos epistemológicos, que surgem dessa complexa relação que existe entre ensinar e aprender Matemática, exercem grande influência na vida de nossos alunos, não só no que se refere à sua vida escolar, mas, sobretudo, na sua prática cidadã.

Surge, portanto, a partir desse obstáculo epistemológico, um ciclo vicioso no processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, uma dificuldade apresentada para “estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo”, como citado acima, gera invariavelmente, por exemplo, uma dificuldade no ensino das ciências, mais especificamente, a Física.

No entanto, a aprendizagem Matemática está longe de ser a única responsável pelas dificuldades de nossos alunos em sua caminhada rumo ao domínio do conhecimento da Física. Como veremos a seguir, o próprio ensino desta disciplina tem sido fonte de dificuldades.

#### **1.4 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Rosenfeld (2003, p. 61) registra que:

Ele ficou muito frustrado com o ensino realizado por aqui, que era extremamente descritivo, sem muita ênfase para a experimentação e a real compreensão dos fenômenos físicos, sendo suficiente aos alunos memorizar os conceitos recitados por seus professores para responder às questões igualmente descritivas das provas.

Apesar do relato acima poder ser facilmente compreendido como uma transcrição do ensino de Física praticado atualmente no Brasil, ele descreve, porém, a indignação do físico norte-americano, Richard Feynman, na ocasião de sua visita ao nosso país na década de 50 do século passado.

Todavia, relacionando esta descrição com o ensino atual, temos a impressão de que o ensino desta matéria parece estagnado no tempo ou, na melhor das hipóteses, passou por mudanças tão superficiais que não foi possível transformá-lo conforme as necessidades educacionais atuais.

Ainda convivemos com um ensino voltado para a resolução de exercícios repetitivos, que fazem uso excessivo de fórmulas, em que a Matemática é amplamente usada, porém, apenas como um algoritmo de resolução. Conforme expressam os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p.229):

O ensino da Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciada do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na resolução de exercícios repetitivos, pretendendo

que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.

Esse método, que visa resolver exercícios apenas com aplicação algorítmica, acaba reduzindo a Física a uma Matemática aplicada. Com isso, não é aproveitado, nas aulas, o grande potencial que a relação entre essas duas disciplinas pode atribuir ao trabalho.

Trata-se de não aproveitar uma valiosa ferramenta que pode ser aplicada como raciocínio lógico e na relação de proporcionalidade entre grandezas físicas. Com isso, é possível que esse mau uso de dita relação tende a ‘empobrecer’ as aulas.

Percebe-se que um ensino, tal qual descrito nos parágrafos anteriores, está na contramão de um ensino sugerido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p. 229) onde se:

Espera que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação dos seres humanos com a natureza como parte da própria natureza em transformação.”

Neste momento, torna-se necessário salientar que não é a presença da Matemática que tem prejudicado o ensino da Física. No entanto, é importante esclarecer que, como se registra na Proposta Curricular do Estado de São Paulo – Física (São Paulo, 2010, p. 101):

Por conta de equívocos pedagógicos, a Matemática tem sido considerada um dos vilões no ensino da Física. Aliás, o exercício puro e simples dos instrumentos matemáticos, como funções algébricas, equações e recursos geométricos, não garantem o domínio das competências necessárias para tratar matematicamente o mundo físico; os alunos devem ser capazes de interpretar fenômenos físicos antes de pretender expressá-los fazendo uso das estruturas oferecidas pela Matemática.

Assim, compreende-se que uma das dificuldades na aprendizagem desta disciplina está vinculada ao uso excessivo, e não poucas vezes exclusivo, de cálculos e fórmulas de maneira muito precoce, pois, na maioria das vezes, estes procedimentos são apresentados aos alunos como a finalidade única de se aprender esta ciência, antes mesmo que eles realmente compreendam os conceitos trabalhados. Isso deixa transparecer que a finalidade do processo de ensino-aprendizagem desta disciplina é fazer aplicações matemáticas e “treinar” a destreza dos alunos na resolução destes algoritmos.

Tal situação causa um ciclo vicioso, pois um trabalho exageradamente, e muitas vezes exclusivamente, quantitativo está sujeito, como relatam Pozo e Crespo (2009, p.67), ao “fato de que geralmente aparecerem sobrepostos o problema científico e o problema

matemático, de maneira que, em muitas ocasiões, este mascara aquele”. Uma das consequências diretas desta sobreposição é que, muitas vezes, o aluno se vê fracassado nesta disciplina por não dominar conceitos da outra disciplina ou até mesmo por apresentar algumas dificuldades no conhecimento matemático e, conseqüentemente, se vê desmotivado não reconhecendo sentido naquilo que lhe é ensinado.

Por outro lado, o professor muitas vezes não consegue identificar as reais necessidades pedagógicas dos alunos com relação à Física, já que o domínio das abstrações e das operações matemáticas necessárias ao desenvolvimento das atividades, geralmente propostas, sobrepõe-se ao problema físico apresentado e, ainda, devemos levar em consideração os processos de leitura e interpretação, que serão abordados mais adiante nesta obra. Dessa forma, as dificuldades se mesclam impedindo uma clara visão das reais carências no processo ensino aprendizagem da Física.

Além disso, a resolução excessiva de problemas quantitativos, conforme exposto anteriormente, pode gerar no processo de ensino aprendizagem, de acordo com Pozo e Crespo (2009, p.192), “o perigo de que os problemas matemáticos se sobreponham aos problemas físicos, de que o aluno concentre sua atenção no aprendizado de técnicas e algoritmos de cálculo e esqueça o conteúdo científico do problema”.

Na tentativa de solucionar os problemas apresentados, os Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio apresentam uma série de competências e habilidades que norteiam o ensino da disciplina, conforme apresentado no quadro a seguir:

<b>Tabela 3- Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Física segundo os Parâmetros curriculares Nacionais.</b>	
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.</li> <li>• Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir linguagens matemática e discursiva entre si.</li> <li>• Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de linguagem.</li> <li>• Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.</li> <li>• Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.</li> </ul>
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar,</li> </ul>

	<p>estimar ordens de grandezas, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.</li> <li>• Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.</li> <li>• Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.</li> <li>• Articular o conhecimento físico com conhecimento de outras áreas do saber científico.</li> </ul>
Contextualização Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.</li> <li>• Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.</li> <li>• Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.</li> <li>• Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.</li> <li>• Ser capaz de emitir juízo de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.</li> </ul>

**Fonte (adaptada): Parâmetros Curriculares Nacionais – BRASIL – Página 237**

As competências e habilidades apresentadas na tabela acima deixam claro que devemos repensar o ensino da Física, transportando-o para além de uma Matemática aplicada ou do treinamento de algoritmos de resolução de equações, sistemas ou interpretação gráfica. O contexto social em que vivemos exige uma educação que seja capaz de preparar os alunos para os desafios de uma sociedade em constantes mudanças.

Logo, a visão de desenvolver as competências de representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural, por meio do desenvolvimento das respectivas habilidades, como expostas acima, oferece uma nova direção para o ensino da Física sem desvinculá-la da Matemática, o que seria uma tarefa praticamente impossível, mas, sobretudo, repensando a função da Matemática neste processo.

Atribui-se a Galileu Galilei o assentamento da Física sobre as firmes fundações da Matemática. Como relata Gomes (2006, p. 54):

A nova ciência, ao contrário, utiliza a matemática como instrumento de estudo da física. Galileu concebeu um método aonde a matemática tem um papel predominante e que se estabelece por meio da experimentação sensível do universo racional da precisão e mensuração. Ele não se limitou à observação dos fenômenos, mas buscou suas vinculações ‘com claras demonstrações’.



Com isso, Galileu estabeleceu o início de uma nova era para as ciências físicas. A Matemática tornou-se o principal instrumento de argumentação, demonstração, comparação e linguagem da Física.

Nas palavras de Galileu, reveladas por Gomes (2006, p.54).

A natureza está escrita nesse grande livro, o universo, que permanece continuamente aberto ao nosso olhar. Mas o livro não pode ser entendido a não ser que se aprenda primeiro a compreender a linguagem e a ler as letras em que foi composto. Ele está escrito na linguagem da matemática, e seus caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas sem as quais é humanamente impossível entender uma só palavra; sem eles vagamos por um labirinto escuro.

Esta estreita ligação entre a Matemática e a Física mostrou ser, ao longo da história, um valioso instrumento de suporte para as observações realizadas. Todavia, para que tudo funcionasse de maneira harmoniosa, foi necessária a criação de um método de trabalho. Assim, de acordo com Gomes (2006, p. 51):

Galileu não foi o único a questionar as formas de conhecimentos vigentes na época, sua contribuição para o nascimento da nova ciência é considerada uma das mais importantes, porque ele foi o primeiro a formular o método experimental, enfocando o problema crítico do conhecimento.

O gênio criativo de Galileu o levou a criar um método capaz de conciliar a observação dos fenômenos e a sua representação em uma linguagem matemática apropriada, capaz de traduzir esta observação em expressões ou fórmulas que facilitassem a sua aplicação em diferentes fenômenos. Este método é descrito por Gomes (2006, p. 54):

Galileu também checava fatos para chegar à ideia de sua conexão racional, depois retomava-os para a dedução de sua necessidade. A originalidade do método e seu mérito na criação da física moderna estão na articulação desses dois aspectos, que metodologicamente podem ser resumidos em quatro etapas:

- A observação imediata do fenômeno na sua complexidade, ‘as observações são cuidadosas’;
- A resolução dessa complexidade nos elementos mais simples traduzíveis em relações quantitativas, ou em uma linguagem matemática;
- A formulação de uma hipótese explicativa;
- “A verificação da hipótese como cálculo e experimento – a experimentação.

O método proposto por Galileu contribuiu imensamente para que o conhecimento físico fosse alicerçado em experimentações, observações e demonstrações tendo como linguagem essencial, a Matemática. A aproximação dessas duas disciplinas tornou-se cada vez maior, conforme Bachelard (2011, p. 7 e 8):

O papel da matemática na Física contemporânea supera, pois, de modo singular, a simples descrição geométrica. O matematismo já não é descritivo e sim formador. A ciência da realidade já não se contenta com o como fenomenológico; ela procura o porquê matemático.

No entanto, como observado anteriormente, os Parâmetros Curriculares Nacionais revelam uma expectativa de que as habilidades a serem desenvolvidas com o ensino da Física possibilitem aos alunos galgarem por um conhecimento que está muito além da relação existente entre essas disciplinas.

Habilidades como “reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico” e “estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.” (citadas na tabela acima) são exemplos que demonstram que a leitura e a interpretação devem ser parte integrante do ensino de Física. Tal integração mostra o ensino da Física precisa ser repensado e, principalmente, que sua relação com a Matemática não pode ser exclusiva em nosso ensino.

A seguir, retoma-se a pesquisa realizada com a intenção de levantar alguns dados com relação à realidade do ensino das disciplinas de Matemática, Física e Língua Portuguesa com alunos de alguns segundos e terceiros anos do ensino médio das escolas E. E. Oscarlina de Araujo Oliveira e E. E. Manuel Euclides de Brito, na cidade de Itatiba – SP. Assim, apresentamos as respostas desses alunos com relação ao processo ensino-aprendizagem de Física.

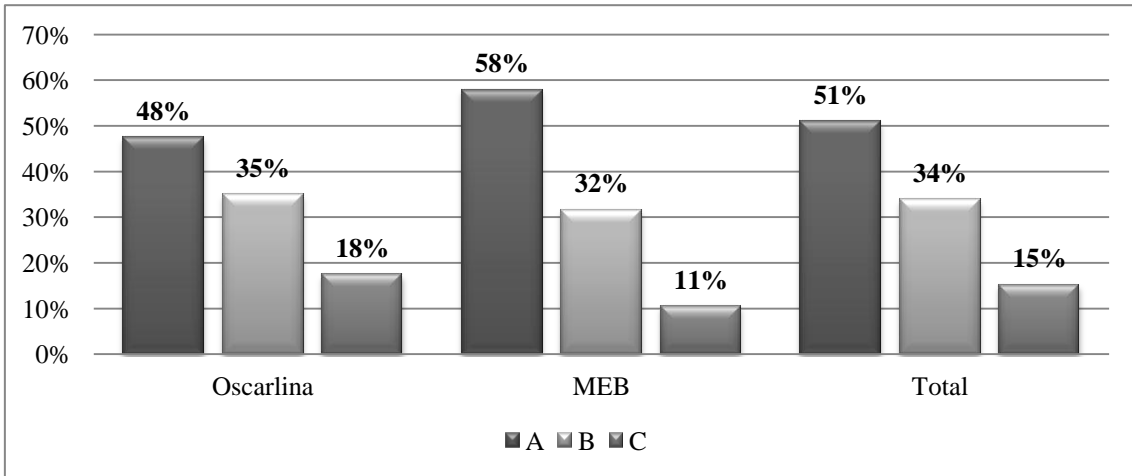
Abaixo, apresentamos as respostas atribuídas pelos alunos:

**Pergunta nº 4:**

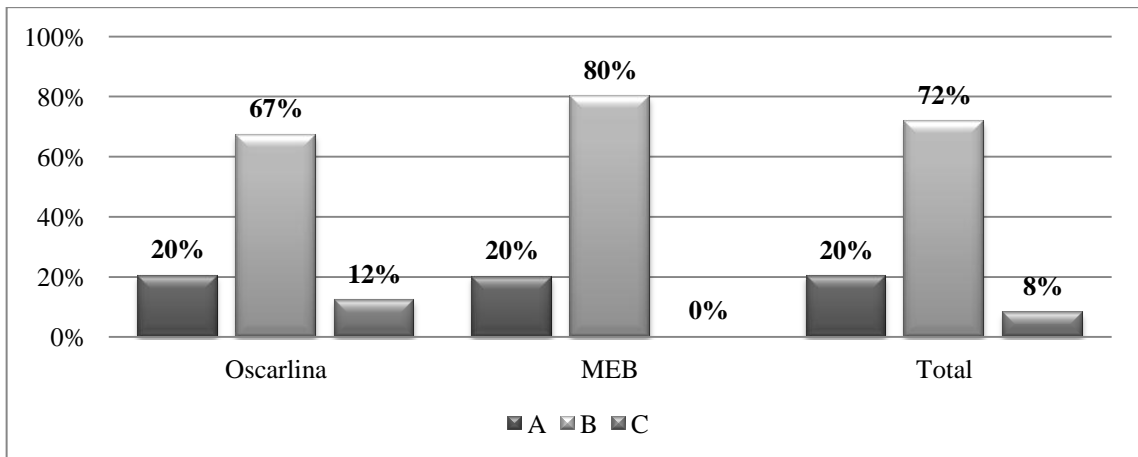
“Com relação ao ensino da disciplina de Física, você:

- a) Sempre teve dificuldades em entender o conteúdo ensinado. Considera ter entendido até 30%.
- b) Teve dificuldades, porém, conseguiu entender boa parte do conteúdo. Considera ter entendido de 30% a 60%.
- c) Conseguia entender com facilidade o conteúdo ensinado. Considera ter entendido acima de 60%.”

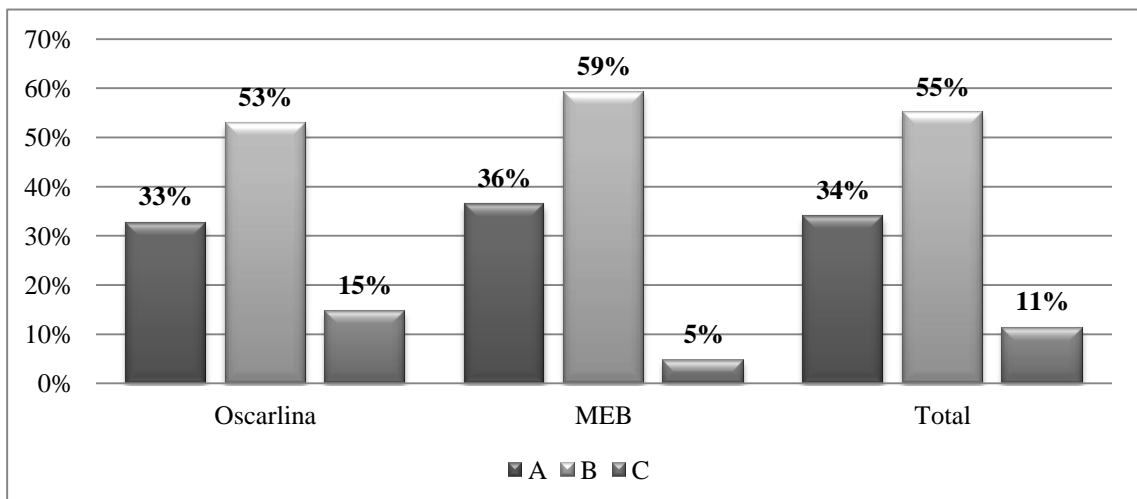
**Gráfico 10 - Respostas dadas à Pergunta nº 4 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 11 - Respostas dadas à Pergunta nº 4 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 12- Respostas das à Pergunta nº 4 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Nessa pergunta, novamente, o objetivo foi fazer com que os alunos pudessem refletir e, partindo de uma autoavaliação, pudessem se expressar criticamente com relação ao seu aprendizado na área de Física. Novamente, observou-se que os alunos apontam praticamente para uma mesma direção. Isto é, em suas autoavaliações, cerca de 89% dos alunos apontaram terem atingido uma aprendizagem igual ou inferior a 60% do conteúdo trabalhado. E desse alto percentual, cerca de 34 % considera ter atingido apenas 30% do conteúdo.

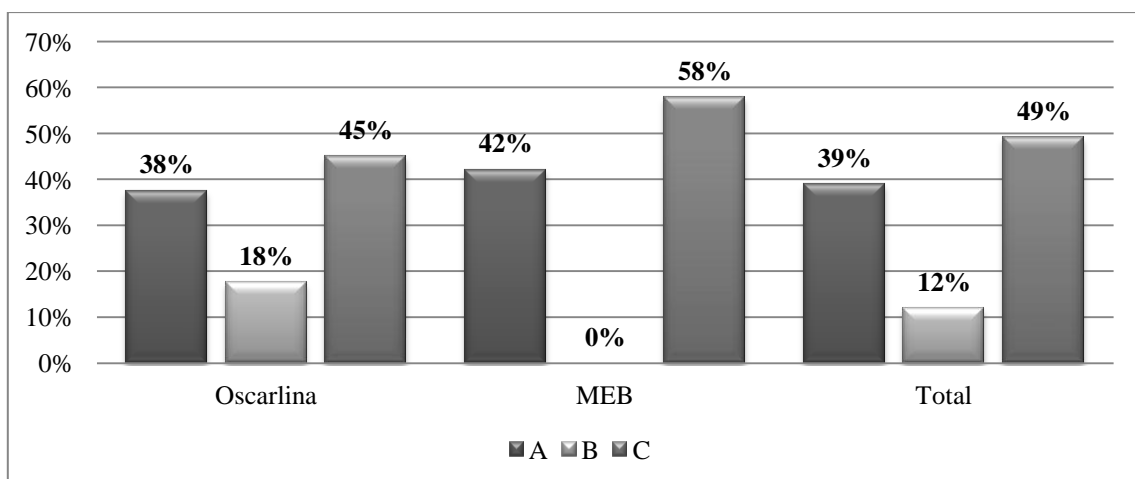
De uma forma geral, podemos dizer que estas respostas estão de acordo com as respostas atribuídas ao processo de ensino-aprendizagem de Matemática, analisada anteriormente, em que encontramos respaldo para nossa afirmação de que muitas vezes o aluno transporta para uma disciplina, no caso a Física, dificuldades apresentadas em outras disciplinas, no caso a Matemática.

#### **Pergunta nº 5:**

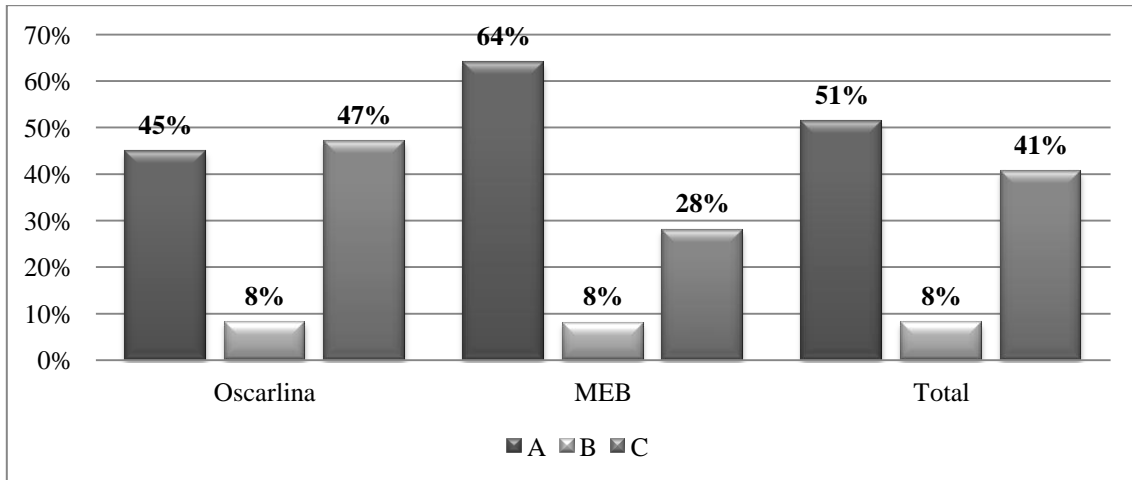
“Com relação ao conteúdo de Física, você:

- a) Consegue ver relação com outras áreas do ensino.
- b) Vê como uma disciplina independente, que não se relaciona com outras áreas do ensino.
- c) Consegue ver relação de apenas alguns conteúdos da Física com outras áreas do ensino.”

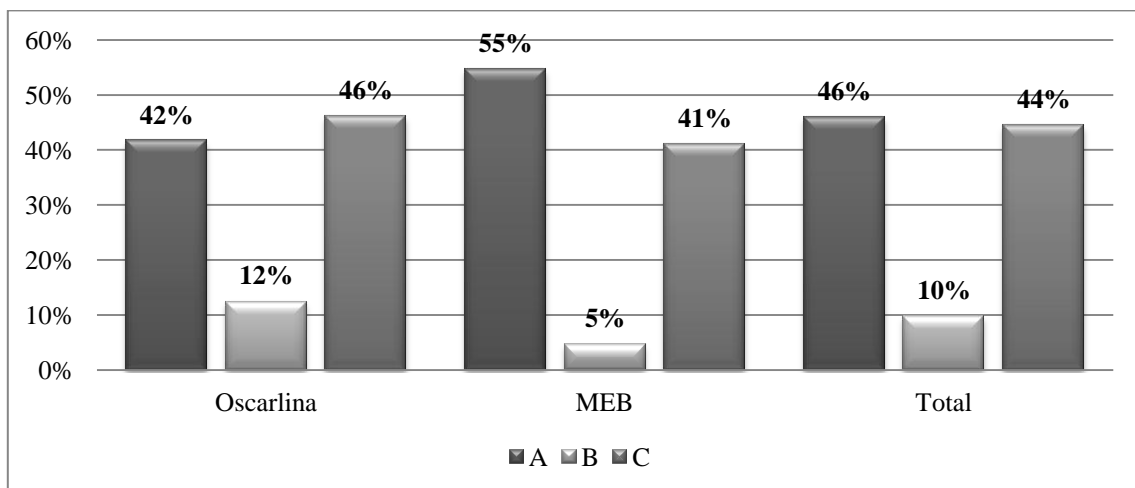
**Gráfico 13– Respostas dadas à Pergunta nº 5 cinco pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 14– Respostas dadas à Pergunta nº 5 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 15 -Respostas dadas à Pergunta nº 5 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Nessa pergunta, buscou-se verificar se os alunos conseguem ver uma relação da Física com outras disciplinas. Embora a maioria absoluta dos alunos, cerca de 90%, notem a relação da Física com outras áreas do conhecimento, praticamente a metade desse total, cerca de 44%, afirmam notar somente alguns tópicos relacionados com outras disciplinas.

A seguir, foi realizada a análise das competências e habilidades comuns a estas duas disciplinas com o intuito de encontrar relações entre as competências e habilidades elencadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, a fim de obter uma orientação a partir destas afinidades no desenvolvimento deste trabalho.

## 1.5 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO – UMA ANÁLISE DAS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

A proposta de um ensino voltado para a aquisição ou desenvolvimento de competências e habilidades não exclui nem minimiza os conteúdos tradicionalmente trabalhados. Pelo contrário: eles se tornam meios necessários para se atingir os objetivos deste ensino. Torna-se necessário, no entanto, enfatizar que, nesse processo, os conteúdos são vistos como meio para se alcançar as competências e habilidades, deixando, portanto, de constituírem a finalidade única do ensino.

Neste sentido, uma análise das competências e habilidades citadas tanto para o ensino da Matemática quanto para o ensino da Física se torna necessária, pois é fundamental estabelecermos relações e encontrarmos competências e habilidades comuns a estas duas disciplinas. Assim, poderemos compreender como esta interligação histórica entre estes dois conhecimentos, que será abordado mais detalhadamente adiante nesta pesquisa, pode interferir nos seus processos de ensino-aprendizagem, mais especificamente da Matemática em relação à Física.

Abaixo, apresentam-se três tabelas que relacionam as competências e as habilidades elencadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino da Física e da Matemática. Logo após, foi feita uma comparação no que se refere aos aspectos quantitativos e qualitativos.

<b>Tabela 4 - Representação e comunicação</b>	
<b>Matemática</b>	<b>Física</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc).</li> <li>• Transcrever mensagens matemáticas da linguagem corrente para a linguagem simbólica (equações, gráficos, diagramas, fórmulas, tabelas etc) e vice-versa.</li> <li>• Expressar com correção e clareza, tanto na linguagem materna, como na linguagem matemática, usando a terminologia correta.</li> <li>• Utilizar adequadamente os recursos tecnológicos como instrumentos de produção e de comunicação.</li> <li>• Utilizar corretamente instrumentos de medição e de desenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir linguagens matemática e discursiva entre si.</li> <li>• Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de linguagem.</li> </ul>

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais - BRASIL – Páginas 237 e 259

<b>Tabela 5 - Investigação e compreensão</b>	
<b>Matemática</b>	<b>Física</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o problema (compreender enunciados, formular questões etc.).</li> <li>• Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema.</li> <li>• Formular hipóteses e prevê resultados.</li> <li>• Selecionar estratégias de resolução de problemas.</li> <li>• Interpretar e criticar resultados em uma situação concreta.</li> <li>• Distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos.</li> <li>• Fazer e validar conjecturas, experimentado, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandezas, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.</li> <li>• Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.</li> <li>• Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.</li> </ul>

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais - BRASIL – Páginas 237 e 259

<b>Tabela 6 - Contextualização sociocultural</b>	
<b>Matemática</b>	<b>Física</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver a capacidade de utilizar a matemática na interpretação e intervenção no real.</li> <li>• Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.</li> <li>• Utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e potencialidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.</li> </ul>

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais - BRASIL – Páginas 237 e 259

Ao analisarmos as tabelas apresentadas, verificamos que muitas competências e habilidades relacionadas ao ensino da Física estão intimamente ligadas àquelas relacionadas ao ensino da Matemática como, por exemplo, em relação ao saber Matemático no que se refere à representação e comunicação, espera-se que o aluno seja capaz de: **“Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc.)”**. Já para que seu saber Físico se desenvolva, no que se refere à representação e comunicação, espera-se que o aluno consiga: **“Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si”**.

Quando realizada uma comparação quantitativa das competências e habilidades necessárias a estas duas disciplinas, percebemos a existência da necessidade de que o aluno tenha dominado uma quantidade de competências e habilidades em Matemática bem superior

às relacionadas à Física. Todavia, uma análise qualitativa destas competências e habilidades nos mostrará que para desenvolvê-las e dominá-las dentro da Física é de fundamental importância que se tenha dominado aquelas necessárias para o ensino-aprendizagem da Matemática.

Isso ocorre devido à íntima relação existente entre essas disciplinas e à grande aplicação que se faz do conhecimento matemático na Física. Desta forma, torna-se explícita a necessidade de que o aluno desenvolva e domine tais habilidades e competências em Matemática para que seja capaz de usá-las como suporte para desenvolver o conhecimento Físico.

Mesmo que este argumento possa ser usado para justificar o fracasso dos alunos e até esteja respaldado em uma lógica, parece-nos muito superficial usá-lo como justificativa única, pois, certamente, está muito longe de poder ser considerado uma explicação única e definitiva para a nossa problemática.

Nesta pesquisa, constatamos a existência de outras dificuldades que exercem grande influência no processo de ensino-aprendizagem. A seguir, foram abordadas as dificuldades provenientes das estruturas internas das disciplinas analisadas, isto é, as dificuldades que se originam nos diferentes significados assumidos pela resolução de um problema quantitativo, por exemplo, quando se resolvem problemas matemáticos físicos. Compreendendo, então, que, embora as técnicas de resolução possam ser parecidas, o significado ou a interpretação do resultado final têm significados bem distintos.

## **1.6 HABILIDADES TÉCNICAS EM MATEMÁTICA NÃO SÃO SUFICIENTES**

Além das dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Matemática, citados acima, devemos levar em consideração outro fator de extrema importância neste processo que está relacionado com as estruturas semióticas e semânticas das disciplinas envolvidas.

Para Karam e Pietrocola (2009, p. 182) “a Matemática usada na resolução de problemas de Física é semanticamente diferente da ensinada por professores de Matemática”. Desta forma, os alunos, além de desenvolverem suas habilidades no que se refere ao seu saber matemático, denominado pelos autores citados acima como habilidades técnicas, necessitam, ainda, desenvolver suas habilidades estruturantes, isto é, a capacidade de compreender a



estrutura matemática e conseguir transpor o conhecimento de uma área do conhecimento para outra.

Assim, segundo Karam e Pietrocola (2009, p. 191):

É inegável que a capacidade de manipular tecnicamente muitas das “ferramentas matemáticas” (habilidades técnicas) é necessária para um bom desempenho dos estudantes na disciplina de Física. Entretanto, apesar de necessária, essa condição está longe de ser suficiente, ou seja, não é possível afirmar que os estudantes que as dominam serão bem sucedidos em Física.

Esta afirmação é justificada ao observarmos a estrutura semiótica destas duas disciplinas. Assim, segundo Redish<sup>8</sup> citado por Karam e Pietrocola (2009, p. 191) as diferenças estruturais de tais disciplinas podem ser elencadas da seguinte forma:

- Nós [os físicos] damos nomes diferentes às constantes e às variáveis;
- Nós ocultamos/ofuscamos a distinção entre constantes e variáveis;
- Nós utilizamos símbolos para representar ideias em vez de quantidades;
- Nós misturamos as “coisas da Física” com “coisas da Matemática” quando interpretamos as equações;
- Nós atribuímos significado aos nossos símbolos;

Outra dificuldade está na distinção de estruturas semânticas existente entre estas disciplinas. De tal modo, Pospiech<sup>9</sup> também citado por Karam e Pietrocola (2009, p. 192) resume no quadro abaixo algumas diferenças semânticas:

<b>Tabela 7 - Diferenças semânticas presentes entre Matemática e Física</b>	
<b>Matemática</b>	<b>Física</b>
Números	Números com unidades
Fração	Relação
Função em sentido abst	Relações funcionais entre grandezas físicas
Objetos geométricos	Representações simbólicas de sistemas físicos
Derivada	Taxa de variação
Integral	Soma de infinitos infinitesimais

**Diferenças semânticas entre representações em Matemática e Física (POSPIECH, 2006, p. 8).**

Para ilustrar as diferenças citadas, apresenta-se o quadro abaixo em que se toma como exemplo uma relação Matemática e duas equações Físicas:

<sup>8</sup>REDISH, E. F. Problem Solving and the use of math in physics courses. Palestra proferida no evento, *World View on Physics Education in 2005: Focusing on Change*, Delhi, 21 a 26 de agosto, 2005. A ser publicado nos *proceedings*.

<sup>9</sup>POSPIECH, G. Promoting the competence of mathematical modeling in physics lessons. *Proceedings do GIREP 2006* (Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de La Physique) p. 575-583. Modelling in Physics and Physics Education. 20 a 25 de agosto de 2006, AMSTEL institute, Faculty of Science, University of Amsterdam, Netherlands

<b>Tabela 8 - Diferenças semânticas entre a Matemática e a Física e as dificuldades apresentadas</b>		
<b>Disciplina</b>	<b>Representação</b>	<b>Dificuldade apresentada</b>
Matemática	$y = k.x$	Embora possamos usar as mesmas habilidades técnicas na resolução de problemas envolvendo quaisquer das representações. As representações envolvendo a Física fazem uso de letras diferentes que tem significados bem distintos. Nas representações da disciplina de Física onde usamos a letra <b>V</b> , esta possui diferentes significados. Na representação <b>V = R.i</b> temos que a letra <b>V</b> representa a tensão elétrica e, na representação em $v = \lambda. f$ , a letra <b>v</b> representa a velocidade de propagação de uma onda. Ou seja, a mesma letra com significados e representações diferentes.
Física	$V = R.i$ e $v = \lambda. f$	

Fonte (adaptado): Karam e Pietrocola (2009, p. 191).

<b>Tabela 9 - Diferenças semânticas entre a Matemática e a Física e as dificuldades apresentadas</b>		
<b>Disciplina</b>	<b>Representação</b>	<b>Dificuldade apresentada</b>
Matemática	$y = k.x$	A representação matemática, que envolve uma relação linear, pode ser representada graficamente como uma reta que passa pela origem e cuja inclinação é dada pela constante k. Aqui, x tradicionalmente representa a variável independente, y a variável dependente e k a constante de proporcionalidade.  A representação Física <b>V = R.i</b> possui, semanticamente, a mesma estrutura matemática podendo ter a mesma interpretação e desenvolvimento técnico. Podemos, ainda, fazer a representação gráfica desta equação considerando i variável independente representando-a no eixo-x, e V, a variável dependente, representando-a no eixo-y. Então, a letra R será a constante de proporcionalidade.  Já a representação Física $v = \lambda. f$ , embora tenha uma estrutura muito parecida, possui uma grande diferença semântica. Isso ocorre porque a velocidade e a frequência de uma onda dependem de fatores diferentes. Enquanto a velocidade é influenciada pelas características do meio, a frequência depende apenas da fonte. Dessa forma, uma alteração na frequência de uma onda não provoca uma mudança em sua velocidade e vice-versa! O comprimento de onda $\lambda$ , neste caso, não é uma constante. Na realidade é justamente esse parâmetro que varia para garantir a validade da equação e não haveria sentido físico algum em se traçar uma reta ( $v \times f$ ) na qual $\lambda$ representasse a inclinação. Ou seja, não é uma função linear. Embora tenha a mesma estrutura semântica.
Física	$V = R.i$ $v = \lambda. f$	

Fonte (adaptado): Karam e Pietrocola (2009, p. 191).

Desta forma, pela análise das tabelas acima, verificamos que, apesar de haver uma ligação muito forte entre a Matemática e a Física, como já exposto neste trabalho, entendemos que a Física, além de fazer uso de conceitos matemáticos na sua estrutura também faz uso de linguagem própria que deve ser muito bem entendida pelo aluno para que isso não se torne um empecilho na sua aprendizagem.

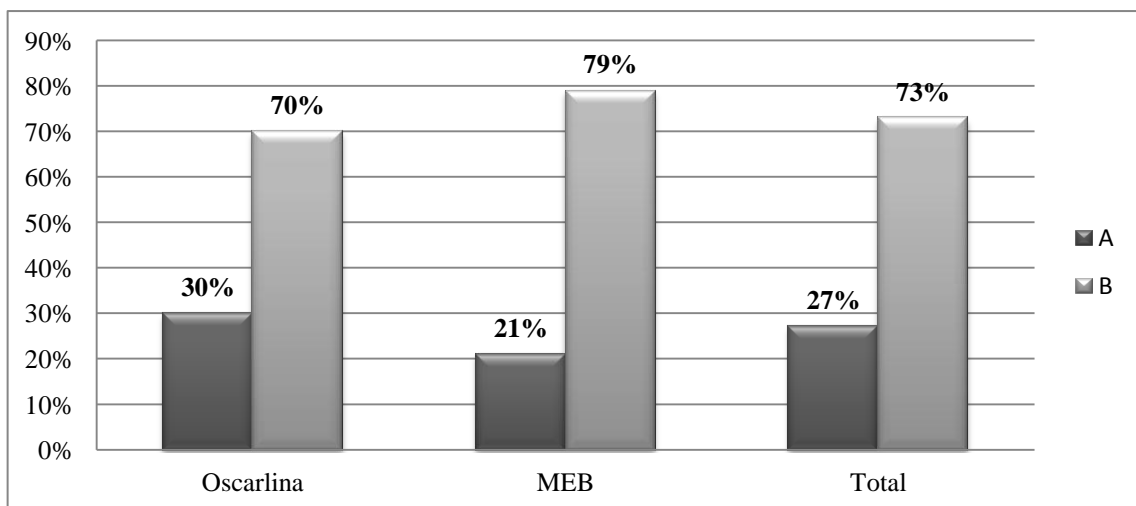
Retoma-se, neste momento, a pesquisa que foi realizada com a intenção de levantar alguns dados com relação à realidade do ensino das disciplinas de Matemática, Física e Língua Portuguesa com alunos de alguns segundos e terceiros anos do Ensino Médio das escolas E. E. Oscarlina de Araujo Oliveira e E. E. Manuel Euclides de Brito, na cidade de Itatiba – SP. Agora, porém, são apresentadas as respostas desses alunos referentes à relação existente entre as disciplinas de Matemática e de Física.

**Pergunta nº 6:**

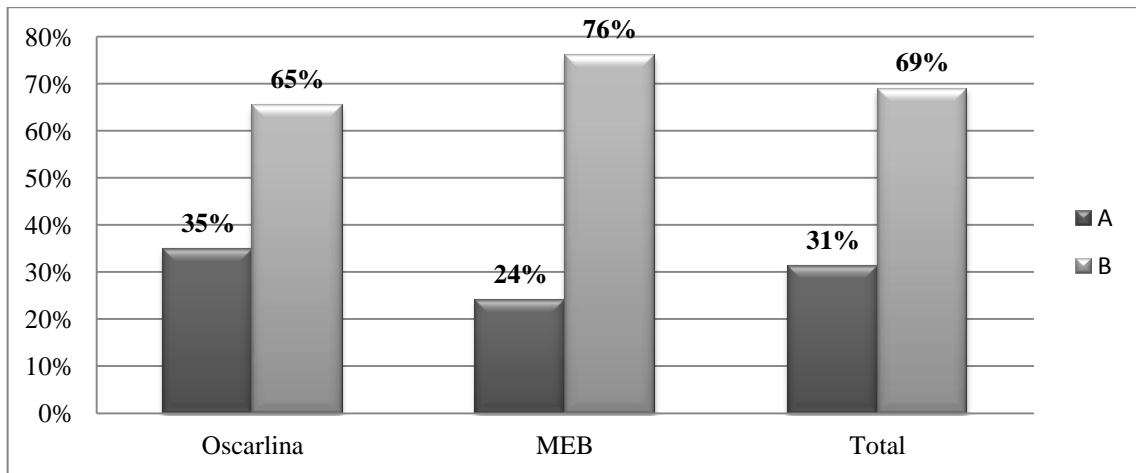
“Sobre a presença da Matemática na Física, você:

- a) Não encontra dificuldades e entende que é um importante recurso para o entendimento da disciplina.
- b) É um recurso importante, porém, lhe traz dificuldades para entender os conteúdos trabalhados.”

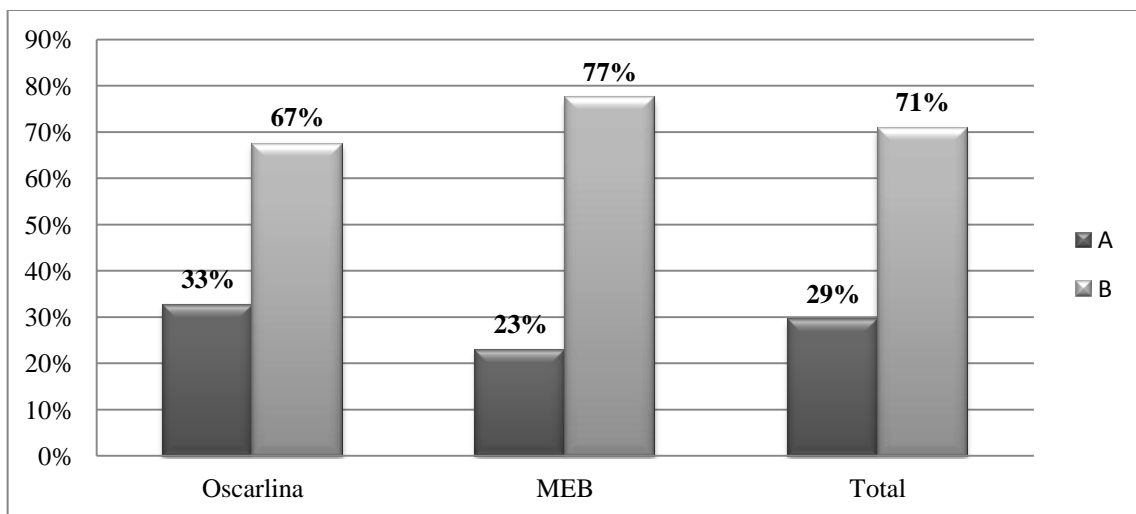
**Gráfico 16-Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos segundos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 17- Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 18- Respostas dadas à Pergunta nº 6 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Entende-se que a opção da ampla maioria dos alunos pela resposta: “É um recurso importante, porém, me traz dificuldades para entender os conteúdos trabalhados” aparece como um alerta do que deve ser levado em consideração ao preparar as aulas de Física, considerando, neste caso, as dificuldades no saber matemático do aluno, como já foi exposto em nesta pesquisa e, também, transposições internas no corpo conceitual dessas duas disciplinas, conforme relatado.

Na próxima pergunta, buscou-se compreender como os alunos pesquisados avaliam a relação existente entre o conhecimento matemático e o conhecimento físico e,

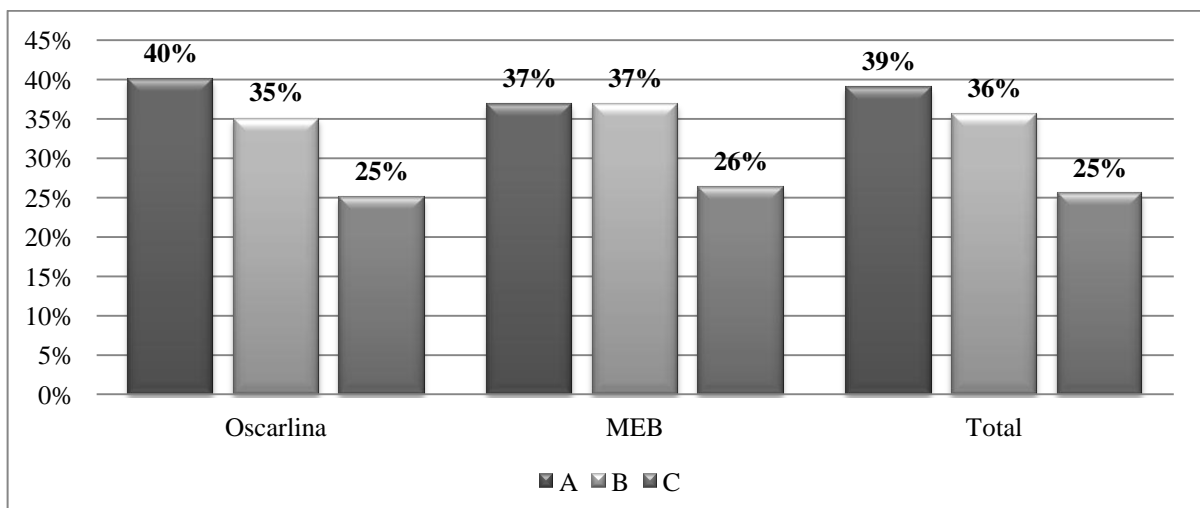
ainda, buscou-se verificar se os alunos relacionam essas duas áreas do conhecimento, procurando verificar se as facilidades ou dificuldades em uma área podem interferir na aprendizagem da outra.

**Pergunta nº 7:**

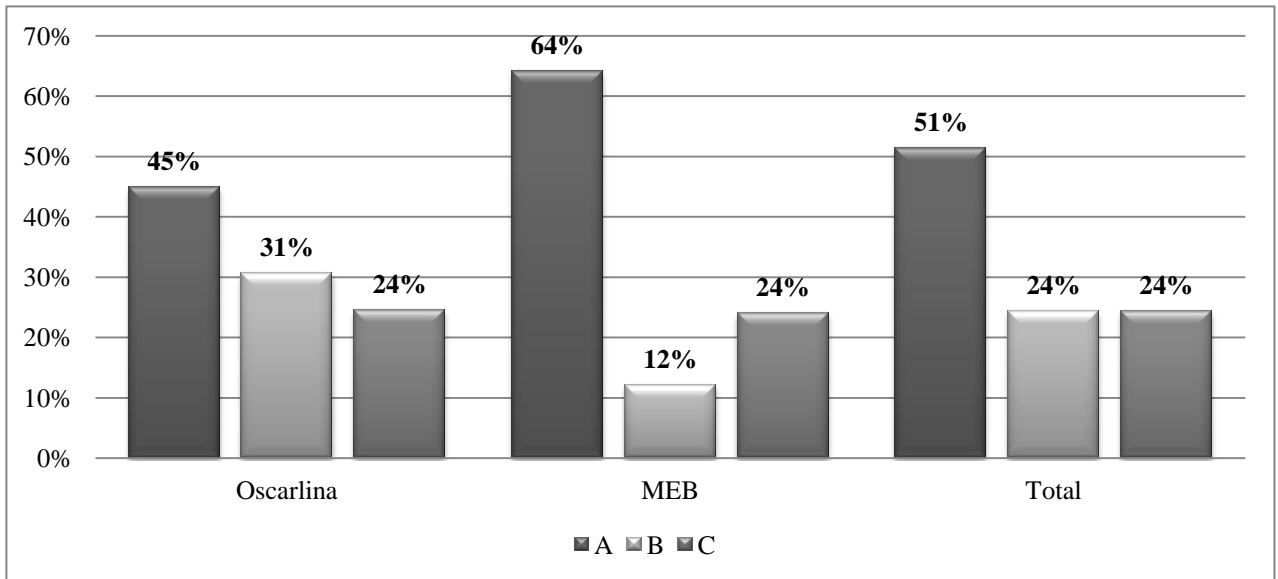
“Fazendo uma análise de sua trajetória escolar e pensando na relação da Física com Matemática você diria que:

- a) Tenho facilidade em compreender a Matemática e consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física.
- b) Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém, não consigo aplicar este conhecimento para me ajudar no ensino da Física. Não consigo ver uma relação entre as duas disciplinas que possa favorecer a aplicação do conhecimento de uma na outra.
- c) Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém, sinto-me desmotivado com os problemas propostos pela física que não me motivam a aplicar os meus conhecimentos matemáticos. E não consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física.”

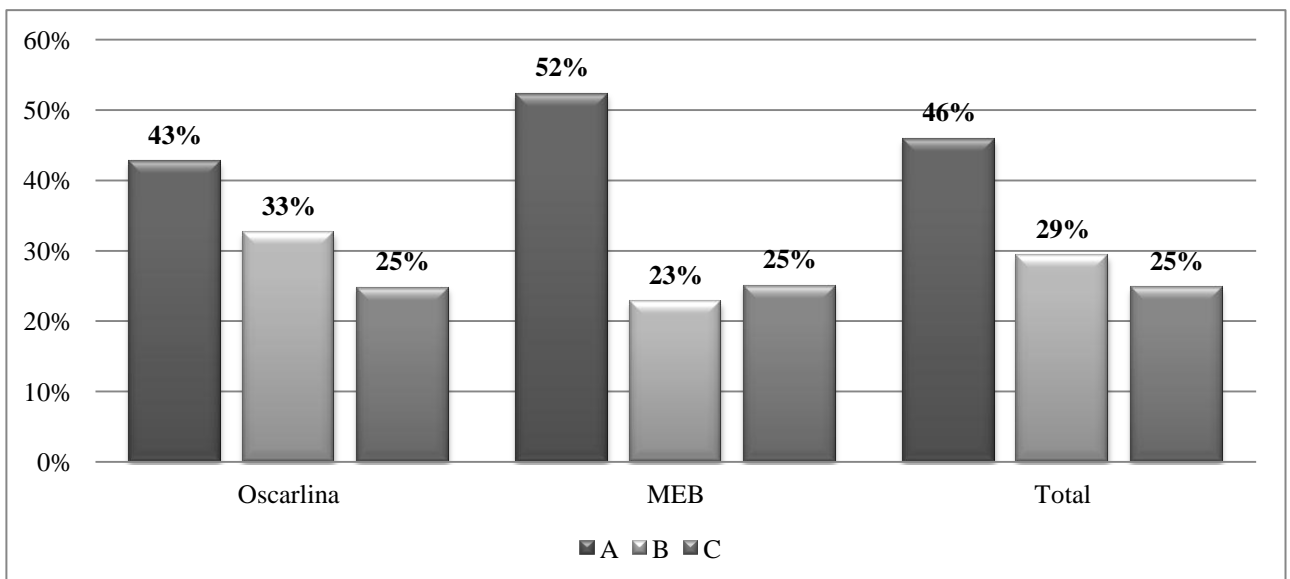
**Gráfico 19-Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 20- Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 21-Respostas dadas à Pergunta nº 7 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Verificamos, neste caso, que a resposta: “Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém, não consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física. Não consigo ver uma relação entre as duas disciplinas que possa favorecer a aplicação do conhecimento de uma na outra” recebeu, no geral, 29% do total de apontamentos.

Neste caso, percebe-se que estes alunos declaram ter uma facilidade em Matemática, porém, este conhecimento não lhes é suficiente, pois as dificuldades semióticas e semânticas próprias do tratamento destas duas disciplinas não estão claras para eles. Conclui-se, então, que não basta somente dominar o conhecimento matemático, é necessário compreender como a Física, fazendo uso da linguagem Matemática, adapta essa linguagem e constrói uma linguagem própria que é constituinte do conhecimento físico.

Acreditamos que a compreensão das diferenças semióticas e semânticas presentes nessas duas disciplinas, como explicitado nesta pesquisa, é de fundamental importância para que o aprendiz não troque a construção de seu conhecimento pela construção de um obstáculo epistemológico.

Analisando a resposta: “Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém sinto-me desmotivado com os problemas propostos pela física que não me motivam a aplicar os meus conhecimentos matemáticos. E não consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física.” parece que os 25% dos alunos que optaram por esta resposta estão em sintonia com Pozo e Crespo (2009, p.246) quando afirmam que “é tão perigoso usar seus conhecimentos cotidianos nas aulas de ciências quanto inútil pretender dar sentido à sua vida cotidiana com o que aprendem na sala de aula”.

Todavia, esta dificuldade é proveniente de dois obstáculos epistemológicos. O primeiro, podemos dizer, é oriundo da visão puramente utilitarista do conhecimento. A concepção de que se deve trabalhar o ensino dentro de um contexto imediato ao aluno levando a uma aplicação de um ensino sustentado pelo aprender e, na maioria dos casos, somente aquilo que é imediatamente útil para a vida do aprendiz. Como se esta ação constituísse uma educação realmente cidadã, este pensamento está tão distante de uma educação contemporânea quanto uma educação chamada por Freire de “bancária”, já citada nesta obra.

As palavras de Giordan (2008, p.71) vêm expandir os nossos horizontes educacionais conduzindo-nos para além do utilitarismo educacional:

(...) assim, as alterações de significados das palavras devem ocorrer em razão da exposição do sujeito a contextos sociais nos quais os valores apreciativos atribuídos às palavras sejam diferentes. Este é um aspecto fundamental para entendermos a ideia de contexto nas discussões sobre a organização do ensino. Reduzi-la ao cotidiano implica a aceitar uma gradação apreciativa exclusivamente ditada pela esfera de comunicação e de atividades do grupo social imediato. Para conferirmos maior capacidade criativa aos alunos, parece-nos importante alargar suas esferas de comunicação e de atividades e fazê-los perceber a função de aparato técnico desempenhada pela significação que lhes permita interagir com diferentes grupos

sociais, diferentes auditórios, em diferentes contextos. Não é porque esses aparatos técnicos apresentam contradições, ou mesmo diferentes graus de dificuldade para a sua apropriação, que iremos reduzir as atividades de ensino a contextos sociais imediatos, em nome de uma facilitação da aprendizagem.

O segundo obstáculo, por sua vez, está vinculado ao tradicional trabalho pedagógico que é realizado no ensino da Física que propõe problemas totalmente desvinculados da realidade, em que vários conceitos importantes são desprezados na resolução de um problema, dando a entender que aquela teoria estudada só é válida em um mundo idealizado pela física. Citamos abaixo, Ramalho, Nicolau e Toledo (1998, p.79), como exemplo:

Abandona-se uma pedra do alto de um edifício e esta atinge o solo 4s depois. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar. Determine:

- a) A altura do edifício;
- b) O módulo da velocidade da pedra quando atingir o solo.

Podemos observar que este é um clássico exemplo do tipo mais comum de atividade que aparece em nossos livros didáticos. Claramente, esta atividade preocupa-se somente com o uso das famosas equações da cinemática. Ou seja, realizar aplicações das famosas “fórmulas” e treinar tecnicamente as habilidades matemáticas dos alunos.

No entanto, se outras questões fossem levantadas e discutidas juntamente com a resolução desta questão, por exemplo, isto enriqueceria muito a compreensão do aluno e, principalmente, poderia fazer com que ele pudesse diferenciar as situações e verificar quando, em questões práticas, ele poderia fazer ‘adaptações físicas’ e o que elas significam.

Com isso, poderíamos enriquecer esta atividade com questões como as que apresentamos, a título de exemplo, abaixo<sup>10</sup>:

“Abandona-se uma pedra do alto de um edifício e esta atinge o solo 4s depois. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar. Determine:

- a) A altura do edifício. Este valor encontrado corresponde à altura real do edifício? Explique.
- b) O módulo da velocidade da pedra quando atingir o solo. Este valor encontrado pode ser entendido como a maior velocidade possível para este problema? Explique
- c) A massa da pedra irá interferir no tempo de queda? Explique.
- d) A massa da pedra irá interferir na sua velocidade ao atingir o solo? Explique.”

---

<sup>10</sup> Sugestão de adaptação de uma atividade de Física com a intenção de enriquecê-la feita pelo autor deste trabalho com a finalidade de explorar tanto aspectos quantitativos e qualitativos na resolução desta atividade em sala de aula.



Questões como estas tendem a enriquecer a atividade e podem dar mais sentido ao conhecimento, levando o aluno a entender que o conhecimento físico não é só calcular a altura do edifício ou a velocidade da pedra, mas sim compreender quais variáveis estão presentes no problema e como elas interferem em sua resolução.

Abordaremos estas questões e as diferentes resoluções mais adiante neste trabalho.

Contudo, mesmo que a Matemática e a Física estejam tão fortemente ligadas, identificamos, ainda, a existência de outros fatores que estão vinculados ao processo de ensino-aprendizagem e que exercem uma influência tão forte quanto às citadas até o momento. Podemos citar, também, o ensino da Língua Portuguesa que por sua vez enfrenta uma crise no seu processo pedagógico e apresenta fatores que têm grande influência e podem prejudicar o ensino da Física, muitas vezes, tanto quanto a Matemática, como abordaremos a seguir.

## **1.7 UM TÓPICO ESPECIAL: O ENSINO DA LÍNGUA PORTUGUESA**

Longe de ser uma ciência ligada exclusivamente à Matemática, a Física também é uma ciência descritiva. Desta forma, o desenvolvimento das capacidades de ler, de interpretar e de escrever deve ser considerado quando se discute o ensino desta ciência.

É indiscutível que, para uma boa compreensão dos conceitos científicos, o estudante deve desenvolver sua capacidade de compreender textos, principalmente os de origem científica, incluindo toda sua estrutura textual e linguagem próprias. Além disso, espera-se que ele seja capaz de escrever textos deste gênero com boa desenvoltura.

Todavia, o ensino da Física encontra muitas dificuldades não apenas na sua relação equivocada com a Matemática, mas, também, na sua relação com o ensino da Língua Portuguesa.

Sabemos que aprender os conteúdos trabalhados nas Ciências, mais precisamente a Física, implica compreender tanto seus aspectos quantitativos quanto os

qualitativos. Entretanto, no que se refere aos aspectos qualitativos, um bom desenvolvimento na habilidade de leitura e da interpretação se tornam extremamente importante<sup>11</sup>.

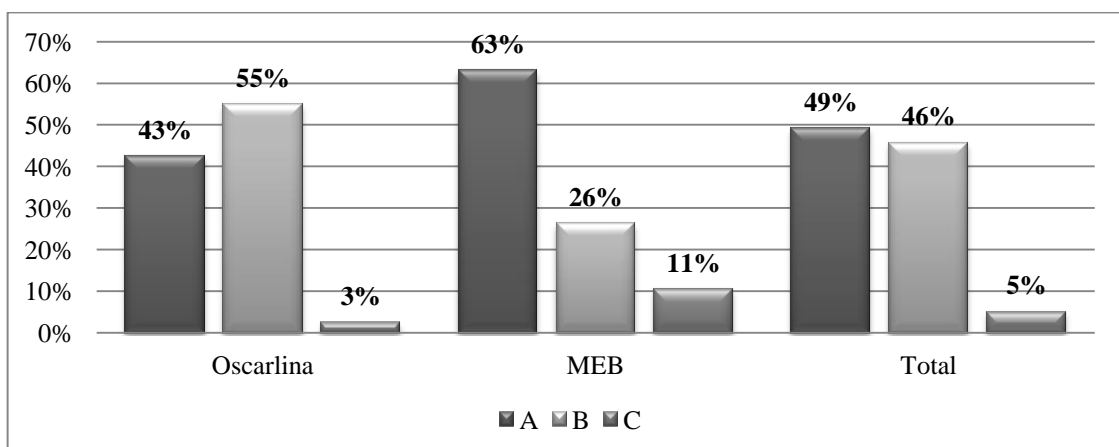
Retoma-se, nesta seção, o questionário aplicado com a intenção de levantar alguns dados com relação à realidade do ensino das disciplinas de Matemática, Física e Língua Portuguesa com alunos de alguns segundos e terceiros anos do ensino médio das escolas E. E. Oscarlina de Araujo Oliveira e E. E. Manuel Euclides de Brito, na cidade de Itatiba (SP). São apresentadas, a seguir, as respostas desses alunos referentes à relação existente entre as disciplinas de Língua Portuguesa e de Física.

### Pergunta nº 8:

“Com relação ao ensino da Língua Portuguesa, você diria que:

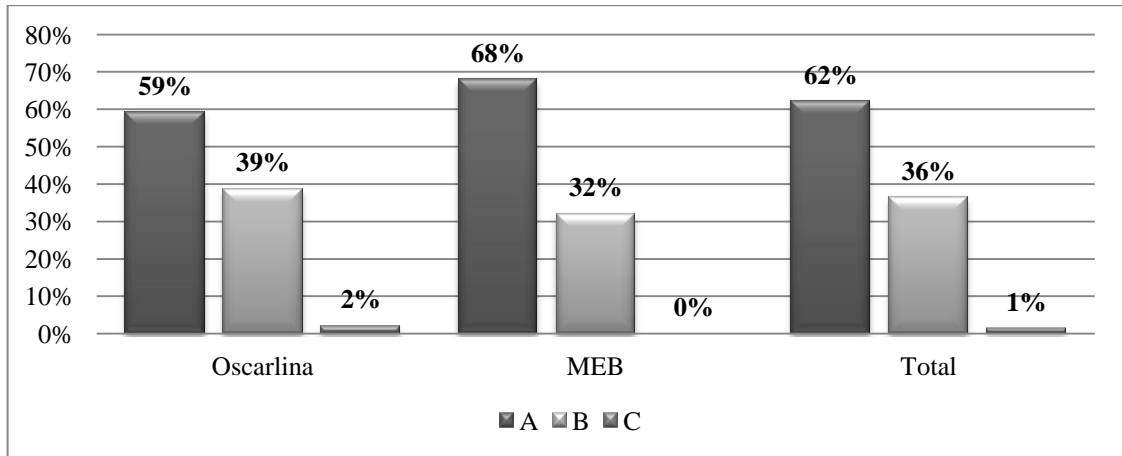
- Consegue ter um bom entendimento das suas leituras. Você pode dizer que entende acima de 60% do que lê.
- Consegue entender apenas parcialmente o que lê. Você diria que consegue entender apenas de 30% a 60% do que lê.
- Não consegue ter um bom entendimento do que lê. Você diria que conseguiu entender apenas até 30% do que lê.”

**Gráfico 22-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**

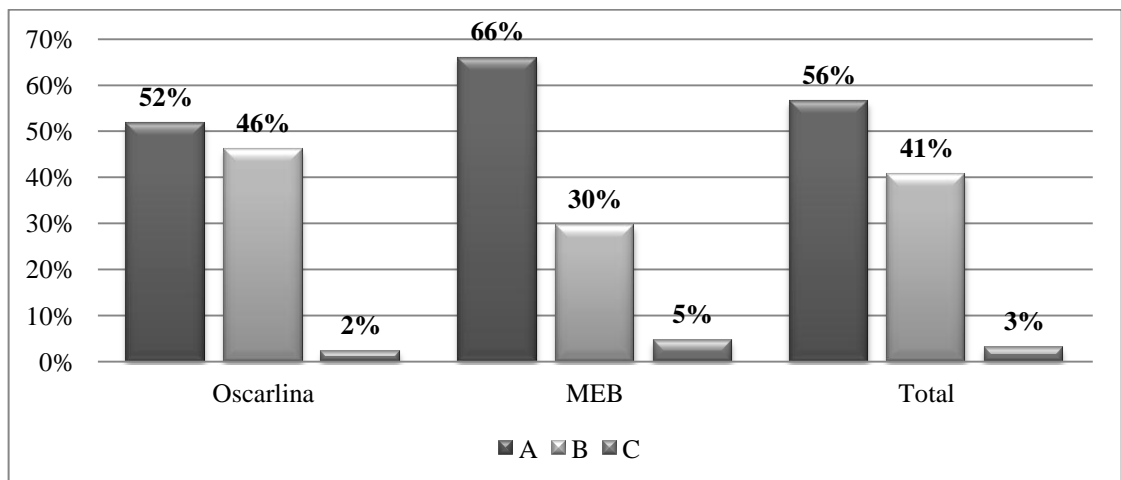


<sup>11</sup> Resultados do SARESP para o terceiro ano do ensino médio são apresentados nos anexos deste trabalho onde se constata a veracidade desta afirmação.

**Gráfico 23-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos dos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 24-Respostas dadas à Pergunta nº 8 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



A próxima pergunta tem por objetivo compreender a relação dos alunos com a leitura científica. Verificar como eles valorizam este tipo de leitura e, conseqüentemente, relacionar esta valorização com a leitura e escrita nas salas de aula, em particular nas aulas de Física.

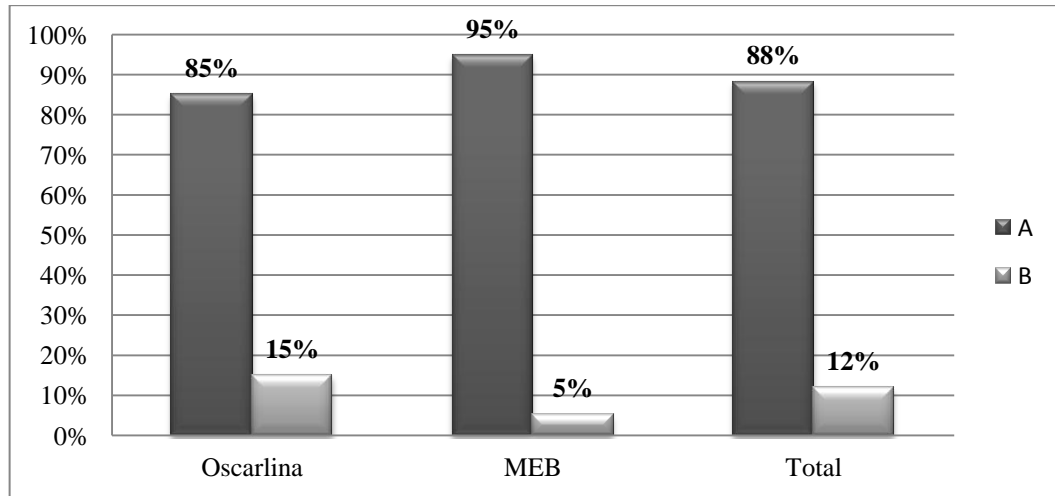
**Pergunta nº 9:**

“Você considera a leitura científica importante para a sua formação?”

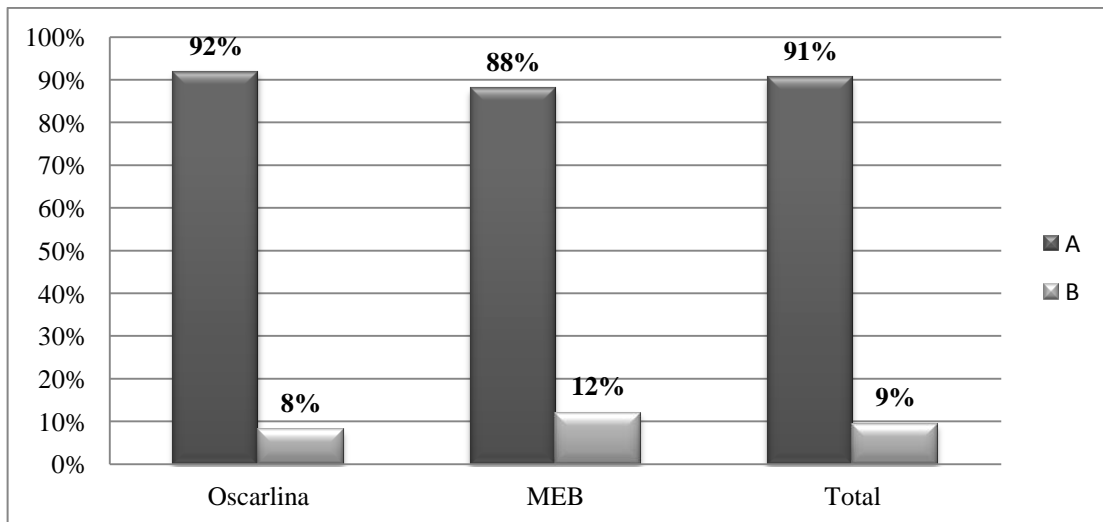
( ) Sim

( ) Não”

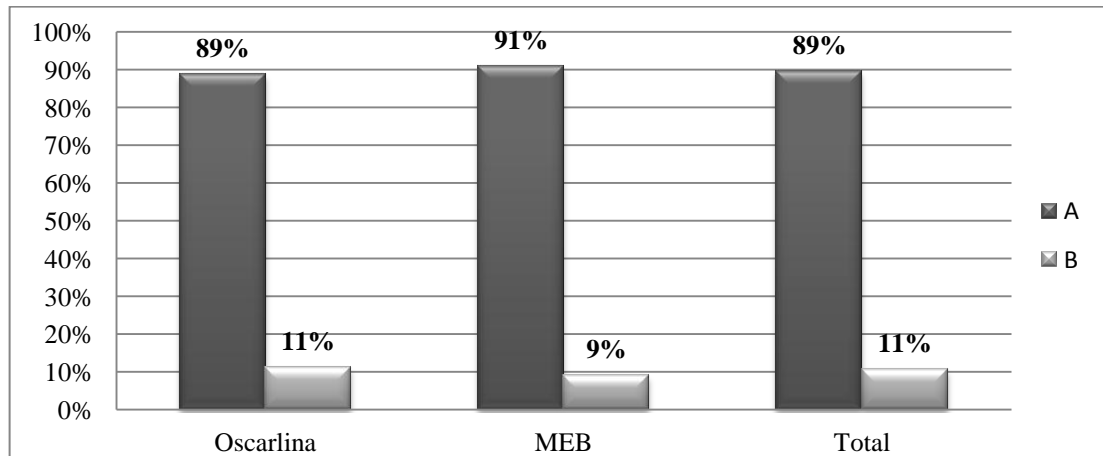
**Gráfico 25-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos segundos anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 26-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



**Gráfico 27-Respostas dadas à Pergunta nº 9 pelos alunos dos segundos e terceiros anos das duas escolas pesquisadas**



Com base nesses dados, podemos observar que seria proveitosa uma integração entre essas duas disciplinas. Assim, o uso efetivo de textos de origem científica traria uma nova perspectiva para o ensino nessas duas áreas. No entanto, este trabalho deve ser coordenado de forma a analisar qualitativamente os conteúdos de Física, aprofundando-se em seus conceitos com uso de textos científicos utilizando, para isso, uma abordagem que envolva leitura de textos e, até mesmo, trabalhe a história e evolução desta ciência.

Embora as dificuldades apresentadas até o momento já nos mostrem a amplitude do grande desafio a ser enfrentado no ensino da disciplina, é fundamental abordarmos as dificuldades que se originam no próprio corpo conceitual da Física, conforme exposto a seguir.

### **1.8 OUTRA DIFICULDADE APRESENTADA: A TRADICIONAL ORGANIZAÇÃO CURRICULAR DA FÍSICA**

Ao destacarmos a dificuldade apresentada no processo de ensino-aprendizagem da Física, abordaremos sua própria estrutura curricular, que pode gerar dificuldades na aprendizagem. Desta forma, analisando a proposta curricular do Estado de São Paulo, verificamos que os diferentes conteúdos tratados dentro do ensino da Física são organizados em cinco grupos: a Mecânica, a Termodinâmica, a Óptica, o Eletromagnetismo e a Física Moderna.

Cada um destes grupos é dividido formando subgrupos. A tabela abaixo exemplifica a disposição dos conteúdos para o ensino de Mecânica.

<b>Tabela 10 - Conteúdos para o ensino de Mecânica</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Subgrupos</b>
<b>Mecânica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos – Grandezas, variações e conservação: identificação, caracterização estimativa de grandezas do movimento. Quantidade de movimento linear, variação e conservação. Leis de Newton.</li> <li>• Movimentos – Grandezas, variações e conservação: trabalho e energia mecânica. Equilíbrio estático e dinâmico.</li> <li>• Universo, terra e vida: constituintes do universo. Interação gravitacional.</li> <li>• Universo, terra e vida: sistema solar. Universo, evolução, hipóteses e modelos.</li> </ul>

**Fonte: Currículo do Estado de São Paulo. Páginas 103 a 109.**

Cada subgrupo é formado pelos conteúdos que formam o corpo conceitual da disciplina. A tabela seguinte mostra um dos subgrupos da Mecânica e seus respectivos conteúdos:

<b>Subgrupo</b>	<b>Conteúdos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentos – Grandezas, variações e conservação: identificação, caracterização estimativa de grandezas do movimento. Quantidade de movimento linear, variação e conservação. Leis de Newton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observações de movimentos no cotidiano – distância percorrida, tempo, velocidade, massa etc.</li> <li>Sistematização dos movimentos segundo trajetórias, variações de velocidade etc.</li> <li>Variação de movimentos relacionado à força aplicada e ao tempo de aplicação, a exemplo de freios e dispositivos de segurança.</li> <li>Conservação da quantidade de movimento em situações cotidianas.</li> <li>As leis de Newton na análise do movimento de partes de um sistema mecânico.</li> <li>Relação entre as leis de Newton e as leis de conservação.</li> </ul>

**Fonte: Currículo do Estado de São Paulo. Página 103.**

A cada grupo de conteúdos está relacionado um conjunto de habilidades, especificadas segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais e que serão trabalhadas tendo por base o uso destes conteúdos como meio para se alcançar o domínio de tais habilidades. Esta estrutura organizacional é aplicada na distribuição de todos os conteúdos em relação aos cinco grupos citados e, a estes conteúdos, vinculam-se suas respectivas habilidades que serão trabalhadas e desenvolvidas ao longo do ensino médio.

Ao se analisar esses conteúdos e suas respectivas distribuições, verificamos a existência de três abordagens diferentes. Temos grupos que tratam os conteúdos de forma exclusivamente macroscópica. Entende-se por macroscópico os conteúdos que são propostos na grade curricular da disciplina e que envolvem conceitos que podem ser percebidos pelos nossos sentidos, por exemplo, a queda de um corpo.

Constatamos, ainda, grupos que são exclusivamente microscópicos. Por microscópicos, entende-se: conceitos que fazem parte da grade curricular da disciplina que não podem ser percebidos somente com o uso de nossos sentidos, neste caso, fazemos o uso de diagramas e reproduções abstratas para representá-los. Como exemplo, podemos citar o conceito de cargas elétricas.

E, também, grupos que fazem uso das duas abordagens, macroscópica e microscópica, no seu ensino, por exemplo, o estudo da atração elétrica, no qual o aluno poderá perceber a atração elétrica por meio de seus sentidos (macroscópico), mas deverá interpretar tal fenômeno pensando em termos abstratos do mundo subatômico (microscópico).

A tabela abaixo relaciona os grupos com suas respectivas abordagens.

<b>Tabela 12 - Grupos de conteúdos e tipo de abordagem feita no ensino</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Abordagens</b>
Mecânica	Exclusivamente macroscópica
Termodinâmica	Macroscópica e microscópica
Óptica	Macroscópica e microscópica
Eletromagnetismo	Exclusivamente macroscópica
Física Moderna	Microscópica

**Fonte: Elaborada pelo autor conforme pesquisa realizada.**

Ao analisar esta tabela, compreende-se que o ensino da Física passa por diferentes abordagens durante o período de três anos no Ensino Médio. Aparentemente, estas diferentes abordagens não atrapalham o processo de ensino aprendizagem da disciplina. Sabemos, porém, que tais procedimentos podem gerar dificuldades epistemológicas para os alunos, sendo tais dificuldades epistemológicas consideradas fatores que exercem influências negativas no processo ensino-aprendizagem.

Assim, ao utilizar uma abordagem macroscópica do conteúdo, Pozo e Crespo (2009, p.191) registram que:

A grande familiaridade do aluno com os conteúdos envolvidos, o que faz com que ele tenha numerosas ideias prévias e opiniões que resultam de modo geral, úteis para compreender o comportamento da natureza, mas que competem, na maioria das vezes com vantagens, com aquilo que é ensinado na escola.

A física desenvolvida no ensino médio busca explicar e analisar o comportamento do mundo que nos rodeia, como o porquê os carros se movimentam, como funcionam os diferentes aparelhos e dispositivos que utilizamos etc. Mas, para isso, precisa recorrer a representações idealizadas e simplificadas, bastante afastadas da realidade ou, pelo menos, daquilo que percebemos como nossa realidade.

Dessa forma, o conhecimento prévio e a familiaridade do aluno com o tema trabalhado podem, na verdade, transformar-se em um grande obstáculo que é inerente à ciência, pois o aluno percebe o mundo macroscópico, isto é, a realidade que o cerca, mas a ciência busca modelos que tentam se aproximar desta realidade. Além disso, sabemos que estes modelos passam por adaptações e isso pode gerar aparentes contradições que dificultam o processo de ensino-aprendizagem.

Outra dificuldade apresentada tem sua origem, justamente, em um processo contrário ao exposto anteriormente. De acordo com Pozo e Crespo (2009, p.192):

Passa-se de estudar um mundo que é familiar e próximo para estudar um mundo muito mais abstrato e afastado da realidade cotidiana (os grandes corpos e as grandes distâncias, por um lado, e as teorias sobre a estrutura mais íntima da matéria, por outro), é introduzido o estudo da natureza em um nível de análise cada vez mais afastado daquilo que o aluno pode perceber e, inclusive, daquilo pode imaginar (campos gravitacionais, ondas eletromagnéticas, partículas radioativas, partículas elementares, teoria da relatividade e quântica, etc.).

Ou seja, a abordagem microscópica apoia-se na exigência de um alto grau de abstração por parte dos alunos. Isto ocorre quando o aluno deve estudar aquilo que não vê, não consegue perceber por seus sentidos e, portanto, está fora de sua percepção, dificultando a compreensão e, até mesmo, a aceitação de modelos que possibilitem o seu aprendizado. Por outro lado, uma abordagem que visa mesclar o macroscópico e o microscópico pode enfrentar simultaneamente as duas dificuldades apresentadas acima.

## 1.9 UM RESUMO DAS DIFICULDADES APRESENTADAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA FÍSICA

Até o momento, procuramos abordar as dificuldades apresentadas no ensino da Física. Sabemos que as dificuldades podem interferir neste processo de diferentes maneiras e, também, com diferentes graus de intensidade. Podemos, assim, apresentar estas dificuldades resumidamente no quadro abaixo:

<b>Tabela 13 - Resumo das dificuldades apresentadas</b>	
<b>Dificuldades</b>	<b>Principal origem</b>
Inerentes ao ensino da Física.	Demasiado uso precoce, e quase exclusivo, da Matemática no seu ensino.
Provenientes da Matemática.	O aluno tem dificuldades de desenvolver o conhecimento matemático e encontra dificuldade nas abstrações necessárias.
Semiótica e Semântica	Devido às diferentes representações, principalmente algébricas, usadas nestas duas disciplinas e nas diferentes técnicas de resolução necessárias nas duas áreas do conhecimento.
Provenientes do domínio da Língua Portuguesa.	Nas dificuldades apresentadas pelos alunos ao ler e interpretar textos científicos dificultando, assim, a compreensão qualitativa da matéria.
Organização curricular	Nas diferentes abordagens, macroscópicas e microscópicas, utilizadas no ensino da disciplina.

**Fonte: Elaborada pelo autor conforme pesquisa realizada.**



O quadro acima conduz uma profunda reflexão, pois, ao lidarmos com o ensino desta ciência, não podemos, de forma alguma, aceitar conviver com tantas dificuldades em nossas salas de aulas, as quais, muitas vezes, acabam reduzindo o significado desta tão importante ciência para a formação cidadã do aluno, a uma disciplina chamada de “difícil” ou “sem sentido”. Esta reflexão também nos leva à investigação de caminhos, ou apontamentos, que possam nos auxiliar na busca de uma mudança para esta triste realidade.

A seguir, será abordada a presença da Matemática na Física e a íntima relação existente entre elas. Inicialmente, apresentamos a descrição como um recurso para a explicação de fenômenos naturais, atribuindo-os a mitos. Em seguida, mostraremos a grande contribuição que a linguagem Matemática concedeu à estrutura conceitual da Física e finalizaremos com uma análise dos conteúdos matemáticos efetivamente presentes no ensino da Física no Ensino Médio.

## CAPÍTULO 2

### OS REFERENCIAIS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

#### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se o referencial metodológico desta pesquisa. Abordamos a necessidade que há de se elaborar representações do mundo real de forma a conseguirmos interiorizá-lo através de representações mentais.

Acredita-se que é de fundamental relevância conhecer estas representações e as levar em consideração, já que são elaboradas por alunos ao longo de sua vida e são usadas durante as aulas de Física. Tais representações constituem a forma que os alunos percebem e traduzem o mundo que vivem; são representações criadas e usadas para interpretar o mundo real.

Qualquer novo conhecimento será validado, ou não, ao ser comparado com estes modelos pré-existentes. Neste caso, aprender seria reestruturar esses modelos existentes frente ao novo conhecimento, o que poderá ocorrer através de uma ruptura, conforme expressa Martins (2009, p.262):

Há dois sentidos em que podemos pensar a noção de ‘ruptura’: por um lado, no campo propriamente da Filosofia da Ciência, com referência a uma particular visão do desenvolvimento da ciência que destaca as discontinuidades existentes nesse processo histórico; por outro lado, talvez mais no terreno da Didática das Ciências, com referência às diferenças entre o conhecimento científico e os saberes cotidianos.

De tal modo, destaca-se nesta pesquisa a necessidade de rupturas no ensino, conforme o que afirma Martins (2009, p. 268): “A inevitabilidade dos obstáculos deve-se ao fato de que, na interação com o real, o sujeito carrega consigo valores, hábitos e preconceitos ainda não submetidos às ‘repreensões do objeto’”.

Portanto, infere-se que aprender seria um processo de ruptura e a consequente reestruturação e ampliação dos modelos mentais.

A teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird é apresentada concentrando-se em seus pontos chaves e essenciais para a elaboração deste trabalho. Buscou-se, também,

diferenciar essa teoria cognitiva de outras teorias existentes como a dos Esquemas propostos por Piaget e a dos Construtos propostos por Kelly, conforme será exposto a seguir.

## **2.2 O SER HUMANO E OS MODELOS MENTAIS**

Interagir com o meio, sabendo lidar com diferentes estímulos e tomando decisões acertadas, tem sido a tônica, não só da sobrevivência humana, mas, sobretudo, de sua evolução ao longo de sua história.

Viver em um mundo tão complexo como o nosso, requer que tenhamos ao nosso alcance um grande repertório cognitivo que seja apoiado em conhecimentos e que nos sirva de referencial para as nossas tomadas de decisões.

Assim, entende-se que a interação do nosso corpo físico com o meio, através dos nossos sentidos, permite ao nosso cérebro reconhecer e criar modelos da realidade. Esses modelos serão usados posteriormente para comparar, analisar e orientar as tomadas de decisões. Tais modelos servem de suporte para que desenvolvamos ações que nos levem muito além do simples instinto animal.

Segundo Matthews (2008, p. 18):

Uma possível explicação está na noção de que a consciência é um meio de criar um modelo mental da realidade. Qualquer organismo possuidor de tal modelo pode fazer mais do que apenas reagir aos estímulos e rezar para que a resposta seja rápida o bastante para escapar dos predadores. Pode-se usar o modelo para prever ameaças e oportunidades lá fora no 'mundo real' libertando-se assim das limitações de velocidade do reflexo não consciente.

A criação de modelos mentais é intrínseca ao ser humano. Faz parte de sua natureza. Criamos modelos da realidade para nos relacionarmos de forma saudável com o meio em que vivemos. Desta forma, independentemente do seu nível de escolaridade, todo ser humano cria e faz uso de modelos para explicar e explorar o mundo em que vive.

Transportando essa constatação para as salas de aulas, deduz-se que, de certa forma, os alunos já criaram possíveis explicações para vários fenômenos, de diferentes naturezas, observados ou vivenciados por eles. Sejam estas explicações verdadeiras ou falsas, com fundamento científico ou não, sabemos de sua existência e, de certa forma, elas interferem no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, também existe a larga difusão do conhecimento em nossa sociedade em meio a uma geração dita “digital”. Isto faz com que nossos estudantes tenham um contato, muitas vezes precoce, com vários termos científicos e são levados, na tentativa de compreender estes termos, a formular modelos que, na maioria das vezes, são equivocados, o que acaba gerando um obstáculo epistemológico conforme relata Bachelard (2011, p.23):

(...) os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

Mais adiante, nesse mesmo livro, o autor denomina esse obstáculo epistemológico como “A experiência primeira”. E assim, Bachelard (2011, p.29), o explica:

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica – crítica esta que é necessariamente elemento integrante do espírito científico. Já que a crítica não pode intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura.

Segundo Pozo e Crespo (2009, p.194):

Deste modo, a compreensão da física ensinada na escola exigiria superar as restrições impostas pelas próprias teorias dos alunos. Essas teorias implícitas, (...) diferenciam-se das científicas em uma série de supostos ou princípios subjacentes de caráter epistemológicos, ontológicos e conceitual.

Ainda, de acordo com Bachelard (2011, p.17): “No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos.” Percebemos, com isso, que o processo de ensino-aprendizagem de Física deve, urgentemente, superar as barreiras das demonstrações de fórmulas, de resolução de exercícios com, e somente com, puras aplicações matemáticas e a resolução de exercícios repetitivos que se tornam enfadonhos.

As ciências exatas, mais especificamente a Física, têm sua fundamentação em modelos científicos. Dessa forma, nas palavras de Feynman<sup>12</sup> citado por Rosenfeld (2003, p. 61):

A ciência é algo maravilhoso, que deve ser ensinado mostrando ao aluno como um fenômeno torna-se conhecido, compreendido em termos de uma teoria, quais são as

---

<sup>12</sup>ROSENFELD, Rogério – Feynman & Gell-Mann – Luz, quarks, ação. Imortais da Ciência. São Paulo: Odysseus Editora Ltda., 2003, 121p.

previsões da teoria, quais as evidências experimentais de que a teoria é correta, quais os limites desta teoria.

Logo, compreender Física é, antes de tudo, compreender seus modelos e suas representações matemáticas. No entanto, como citado acima, os modelos mentais criados pelos alunos competem com o “novo conhecimento” e, muitas vezes, sabemos que, mesmo após muitos anos de instrução, nossos alunos não abandonam suas antigas crenças, isto é, seus antigos modelos mentais.

Desta maneira, compreender o que é um modelo mental e como ele é formado em nossos cérebros nos dará importantes informações e orientações sobre o processo de aprendizagem dos alunos.

### **2.3 A TEORIA DOS MODELOS MENTAIS**

Interagir com o meio em que vivemos é de suma importância para nossa sobrevivência e desenvolvimento tanto físico como psíquico. Embora nosso corpo físico consiga obter um contato direto com o mundo em que vivemos, o mesmo não ocorre com o nosso cérebro. Para que esta interação ocorra, fazemos uso de nossos sentidos que tornam possível traduzir o mundo exterior para o nosso mundo interior.

Desta forma, conseguimos compreender o mundo exterior elaborando mecanismos cognitivos que possam facilitar o intercâmbio exterior-interior tão necessário no nosso dia-a-dia.

A elaboração destes mecanismos cognitivos é fundamental, pois sabemos que é justamente no nosso cérebro onde ocorrem nossos julgamentos, onde recorremos a experiências passadas e verificamos a existência de semelhanças, buscamos a racionalidade fundamentada em conhecimentos, estabelecemos procedimentos e tomamos decisões. Ou seja, é na nossa mente que ‘o viver’ realmente acontece. Para isso, recorremos a representações do mundo, sejam elas internas ou externas.

Segundo Moreira (2011, p. 189):

As representações externas são coisas do tipo mapas, diagramas, pinturas, manuais, descrições escritas. De um modo geral, há duas grandes representações externas: as que são pictóricas ou diagramáticas e as que fazem uso de palavras ou outras

representações simbólicas; ou simplesmente, representações pictoriais e representações linguísticas.

Já as representações internas, que também são chamadas de representações mentais – e são as que interessam aqui –, podem ser entendidas como uma forma de representar internamente o mundo exterior, ou seja, uma forma de internalizar o mundo que nos rodeia.

São representações que elaboramos para interpretar, conhecer, comparar e direcionar nossas interações com o mundo exterior. Assim sendo, compreendemos que abstraímos o mundo exterior através de modelos e usamos esses modelos para interpretá-lo.

Como viver é interagir com o mundo, concluímos que a elaboração de modelos da realidade desempenha um papel central e, portanto, fundamental no nosso desenvolvimento cognitivo.

Segundo Moreira (2011, p. 192)

Seres humanos traduzem eventos externos em modelos internos, raciocinam manipulando estas informações simbólicas e podem traduzir em ações os símbolos resultantes dessa manipulação.

Neste trabalho, consideraremos o conceito de modelo mental proposto por Johnson-Laird (1983) que credits a Craik (1943) a ideia inicial. Craik considerava um modelo mental “qualquer sistema físico ou químico com uma estrutura similar à do processo imitado, ou seja, um modelo de trabalho que funciona da mesma maneira que funciona o sistema que ele paraleliza.” Moreira (2009, p.192). Desta forma, para Craik um modelo mental é uma representação dinâmica ou uma simulação do mundo.

Em sua conceituação inicial, porém, Craik não se preocupou em elaborar uma explicação sobre como estas representações mentais ocorrem e nem como elas podem ser influenciadas ou alteradas. Considerando-as, “essencialmente, uma representação dinâmica ou simulação do mundo” (Johnson-Laird<sup>13</sup> apud Moreira, 2011, p.193). No entanto, Johnson-Laird, apoiado nesta definição inicial, buscou estruturar o conceito de modelos mentais e diferenciá-lo de outros conceitos existentes. Desta forma, podemos dizer que sua obra diferencia-se de obras de grandes pensadores, por exemplo, a diferença existente com relação aos esquemas propostos por Jean Piaget, os subsunçores de David Ausubel e, também, os

---

<sup>13</sup> Johnson-Laird, N. Mental models. In: Posner, Michael I. (Ed.) Foundations of cognitive science. Cambridge, M. A., The MIT Press, 1989. pp. 449-469.

construtos pessoais de George Kelly. Na tabela abaixo apresentam-se, de forma resumida, as principais ideias de representação mental:

<b>Tabela 14 - Forma de representação mental de algumas teorias de aprendizagem</b>		
<b>Pensador</b>	<b>Forma de representação mental proposta em sua teoria</b>	<b>Descrição</b>
<b>Jean Piaget</b>	Esquemas	“Autores sugerem que imaginemos um arquivo de dados na nossa cabeça. Os esquemas são análogos às fichas deste arquivo, ou seja, são as estruturas mentais ou cognitivas pelas quais os indivíduos intelectualmente organizam o meio. São estruturas que se modificam com o desenvolvimento mental e que se tornam cada vez mais refinadas à medida que a criança torna-se mais apta a generalizar os estímulos. Por este motivo, os esquemas cognitivos do adulto são derivados dos esquemas sensório-motores da criança e, os processos responsáveis por essas mudanças nas estruturas cognitivas são assimilação e acomodação”. <sup>14</sup>
<b>David Ausubel</b>	Subsunçores	“É uma estrutura de conhecimento específica, (...) existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”. <sup>15</sup>
<b>George Kelly</b>	Construtos	“O homem vê o mundo através de moldes, ou gabaritos, transparentes que ele cria e então tenta ajustar a eles as realidades do mundo. O ajuste nem sempre é bom, mas sem tais moldes o mundo parece uma homogeneidade indiferenciada a qual o homem não consegue dar sentido”. <sup>16</sup>

Fontes: <http://penta.ufrgs.br/~marcia/teopiag.htm>; Moreira (2009, p. 161); O construtivismo de Kelly – [aprendendociencias.com.br](http://aprendendociencias.com.br)

Segundo Moreira (2011, p.193), os modelos mentais podem ser definidos da seguinte forma:

Modelos mentais são, então, análogos estruturais do mundo. Seres humanos entendem o mundo construindo modelos mentais (modelos de trabalho, modelos que predizem e explicam eventos) dele em suas mentes. Entender um evento é saber como ele é causado, o que resulta dele, como provocá-lo, influenciá-lo, evitá-lo... é ter um modelo de trabalho, um análogo estrutural mental, desse evento.

<sup>14</sup> Fonte: <http://penta.ufrgs.br/~marcia/teopiag.htm>

<sup>15</sup> Fonte: Moreira (2009, p. 161)

<sup>16</sup> Fonte: O construtivismo de Kelly – [aprendendociencias.com.br](http://aprendendociencias.com.br)

Assim, na estruturação de sua teoria, Johnson-Laird propõe a existência de três construtos representacionais: modelos mentais, imagens e proposições.

Como afirma Moreira (2011, p. 192):

Ele considerava que os modelos mentais e as imagens são representações de alto nível, essenciais para compreender a cognição humana. Embora em última análise, o processamento mental seja feito por meio de algum código proposicional, inclusive para imagens e modelos mentais, para entender a cognição humana é importante estudar como as pessoas usam estas representações de alto nível.

Embora ele admita a existência de três representações mentais distintas, cabe salientarmos que estas representações não são excludentes e nem encontramos oposição entre elas.

As representações proposicionais, ou simplesmente proposições, representam uma forma de linguagem usada pelo cérebro que, embora seja uma forma de linguagem, não estão relacionadas com a escrita ou com a nossa língua materna, mas, sobretudo, com uma cadeia de símbolos que possuem uma sintaxe e semântica próprias. Trate-se de uma espécie de linguagem mental que na Psicologia Cognitiva é chamada de “mentalês”.

No entanto, Johnson-Laird adota uma definição mais filosófica para essas representações. “Para ele, portanto, proposições são representações mentais verbalmente exprimíveis de objetos, eventos, estados de coisas” (Moreira, 2011, p. 194). Assim, tais representações assumem um caráter de indeterminação, não tendo por orientação nenhum sentido lógico ou analógico. Desta forma, as proposições podem descrever vários possíveis estados para uma mesma situação dada.

Conforme Moreira (2011, p.193), “Embora não conheçamos a sintaxe e a semântica do ‘mentalês’, é conveniente considerar que a mente trabalha com uma linguagem própria, independente das linguagens que nos são familiares”.

Um exemplo citado por Moreira (2011, p. 194) torna clara esta questão:

A descrição verbal (de uma representação verbal proposicional) ‘o quadro está na parede’ é verdadeira se o quadro estiver virado, de cabeça para baixo, bem perto do chão.

Compreende-se, então, que, embora as representações proposicionais sejam constituídas por uma linguagem própria do cérebro, elas também podem ser expressas verbalmente. Essas representações, no entanto, como veremos a seguir, tem sua veracidade vinculada a uma interpretação que deve ser feita à luz de um modelo mental.



Já as imagens, segundo a teoria que adotamos por base neste trabalho, são interpretadas como vistas de um modelo mental. Isto é, as imagens constituem uma maneira de vermos os modelos mentais a partir de uma perspectiva particular. Logo, elas não se opõem nem excluem os modelos, mas se constituem, na verdade, em um recurso que torna possível a visualização do modelo evocado em determinada situação.

Moreira (2011, p. 195) exemplifica a diferença entre modelos mentais e imagens:

Podemos ter um modelo mental de quadro, mas não conseguimos imaginar um quadro em geral, sempre formamos a imagem de um quadro específico. Podemos construir infinitas imagens de quadros, mas nunca um quadro em geral, pois o que temos construído é um modelo mental de quadro.

Um modelo mental, no entanto, pode ser comparado com um simulador que é usado por nosso cérebro para “rodar simulações” que são representações de situações do mundo físico. Assim, Greca (2011, p. 394) explica que:

Um modelo mental é uma representação interna que atua como um análogo estrutural de situações ou processos. Sua função é de dar conta do raciocínio dos indivíduos tanto quanto tentam compreender o discurso como quando procuram explicar ou prever o comportamento do mundo físico.

Percebemos com essas exposições que, em relação aos três construtos representacionais propostos: imagens, proposições e modelos mentais, o conceito central da teoria, ou o principal construto, é, sem dúvida, o modelo mental. Contudo, Johnson-Laird não buscou defender uma definição de modelo mental. Por outro lado, ele buscou apontar princípios que podem nos direcionar e ajudar a identificar e caracterizar um modelo mental.

A seguir, com o intuito de caracterizar a estrutura e o conceito de um modelo mental, apresenta-se uma síntese baseada em Moreira (2011, p. 197 a 199), em que elencamos os princípios propostos por Johnson-Laird:

- 1- Princípio da Computabilidade: modelos mentais são computáveis. Ou seja, podem ser rodados como um programa de computador.
- 2- Princípio da Finitude: partindo da premissa de que o cérebro é um organismo finito, os modelos criados por ele são finitos em tamanho e não podem representar um domínio infinito.
- 3- Princípio do Construtivismo: nosso cérebro deve criar modelos de um número praticamente infinito de situações. Porém, sendo este finito, ele deve criar seus modelos a partir de elementos básicos.
- 4- Princípio da Economia: devido à finitude do cérebro, um modelo mental pode representar um número quase infinito de estado de coisas. Ainda que estas representações estejam incompletas ou indeterminadas a descrição feita pelo modelo

pode passar por tantas quantas adaptações e reformulações se fizerem necessárias para representar os estados de coisas em questão.

5- Princípio da Não Indeterminação: Os modelos mentais podem representar indeterminações diretamente somente se esse uso não for computacionalmente intratável ou se não existir um acréscimo exponencial de complexidade.

6- Princípio da Predicabilidade: Havendo compatibilidade entre os alcances de aplicação entre dois predicados, estes podem ser aplicados a todos os termos de alcance comuns entre eles. Este princípio nos permite identificar se um termo é artificial ou não natural em um modelo mental.

7- Princípio do Inatismo: Todos os primitivos conceituais e procedimentais são inatos. Os conceituais decorrem da nossa capacidade de representar o mundo. Os procedimentais são acionados automaticamente ao se construir um modelo mental.

8- Princípio do Número Finito de Primitivos Conceituais: Um conjunto de campos semânticos é gerado por um número finito de primitivos conceituais que lhes são correspondentes. E um conjunto finito de conceitos, também chamados de operadores semânticos, que servem para construir conceitos mais elaborados.

9- Princípio da Identidade Estrutural: As estruturas dos modelos mentais e as estruturas dos estados de relações do mundo que eles representam são idênticas.

No entanto, a natureza dos modelos mentais é mais restrita que seus conteúdos. Tal restrição tem sua gênese no limite da estrutura das relações com o mundo e nos significados dessas relações que encontram limites no aparato humano. Ou seja, em situações semelhantes, diferentes modelos mentais podem ser elaborados. Isso dependerá da significância que a pessoa dá à situação vivida assim como o seu grau de desenvolvimento cognitivo e a relação que se pode encontrar com outros modelos pré-existentes.

Podemos recorrer aos princípios que caracterizam um modelo mental, expostos anteriormente, para exemplificar a restrição da natureza de um modelo. O Princípio do Inatismo, por exemplo, diz que todos os primitivos conceituais e procedimentais são inatos. Os conceituais decorrem da nossa capacidade de representar o mundo. Entretanto, sabemos que a nossa capacidade de representar o mundo é dinâmica e decorre de nossas experiências acumuladas e do nosso desenvolvimento cognitivo. Logo, podemos representar, em diferentes momentos de nossa vida, diferentes modelos de uma mesma situação. Esses modelos serão mais detalhados, ricos em informações e em conceitos tanto quanto usarmos de nossa capacidade cognitiva para construí-los.

Assim, nas palavras de Pozo e Crespo (2009, p.22):

Nossa memória permanente não é nunca uma reprodução fiel do mundo, nossas recordações não são cópias do passado, mas reconstruções desse passado a partir do presente. Assim, a recuperação do que aprendemos tem um caráter dinâmico e construtivo: diferentemente de um computador, somos muito limitados na recuperação de informação literal, mas muito dotados para a interpretação dessa informação.

Com base no exemplo citado acima, cabe, neste momento, ressaltar uma importante característica de um modelo mental: um modelo mental tem por principal compromisso a funcionalidade. Nas palavras de Greca (2011, p. 394):

Dada uma situação, o sujeito cria em sua mente uma simulação da situação em si (o modelo mental), faz “rodar” essa situação e com isso consegue prever ou explicar aquilo que estaria acontecendo na situação real ou imaginária para a qual foi necessária a construção do modelo mental. Os modelos mentais, gerados para resolver uma situação particular (muitas vezes nova), caracterizam-se por serem estruturas dinâmicas, incompletas, recursivamente modificáveis ou atualizadas, na medida em que o sujeito detecta uma falha de correspondência entre as previsões geradas pelo modelo e os eventos externos, ou precisa incorporar novas informações ao seu modelo, dependendo do uso que queira dar ao mesmo.

Já em relação à Tipologia dos modelos mentais, Johnson-Laird considera a existência de dois tipos de modelos.

Primeiramente, os modelos físicos, que se caracterizam por representarem o mundo físico e estão relacionados à percepção. Esses modelos podem ser classificados, segundo Moreira (2011, p. 200), da seguinte forma:

- 1- Modelo Relacional é um quadro (frame) estático que consiste de um número finito de elementos (tokens) que representam um número finito de entidades físicas, de um conjunto finito de propriedades desses elementos que representam propriedades físicas de tais entidades e de um conjunto finito de relações entre os elementos (tokens) representando relações físicas entre as entidades.
- 2- Modelo espacial é um modelo relacional no qual as relações entre as entidades são somente espaciais e estão nele representadas pela localização dos elementos (tokens) e um espaço dimensional (tipicamente bi ou tridimensional); este tipo de modelo pode satisfazer as propriedades do espaço métrico ordinário.
- 3- Modelo temporal é o que consiste de uma sequência de quadros (frames) espaciais (de dimensões constantes) que ocorre em uma ordem temporal correspondente à ordem temporal dos eventos (embora não necessariamente em tempo real).
- 4- Modelo Cinemático é o que consiste de um modelo temporal que é psicologicamente contínuo; é o que representa mudanças de movimento nas entidades representadas, sem descontinuidades temporais. Naturalmente esse tipo de modelo pode funcionar em tempo real e certamente o fará se for derivado da percepção.
- 5- Modelo dinâmico é um modelo cinemático no qual existem também relações entre certos quadros (frames) representando relações causais entre os eventos representados.
- 6- Imagem é uma representação, centrada no observador, das características visíveis de um modelo espacial tridimensional ou cinemático subjacente. Corresponde, portanto, em uma vista (ou projeção) do objeto ou do estado de coisas representado no modelo subjacente.

Em segundo lugar, há os modelos conceituais, que são os que representam abstrações. São os modelos que possuímos em nossas mentes. Segundo Moreira (2011, p. 201), esses modelos podem ser classificados em:

- 1- Modelo Monádico é o que representa asserções... sobre entidades individuais, suas propriedades e identidades entre eles. Este tipo de modelo tem três componentes: um número finito de elementos (tokens) que representam as entidades individuais, duas relações binárias, identidade (=) e não identidade ( $\neq$ ); e alguma notação especial que indique que é incerto que existem determinadas identidades.
- 2- Modelo Relacional é o que inclui um número finito de relações, possivelmente abstratas, entre as entidades representadas no modelo monádico.
- 3- Modelo Metalinguístico é o que contém elementos (tokens) correspondentes a expressões linguísticas e certas relações abstratas entre elas e elementos do modelo (de qualquer tipo).
- 4- Modelo Conjunto-teórico é o que contém um número finito de elementos (tokens) representando conjuntos diretamente; esse tipo de modelo pode também conter um modelo finito de elementos, representando propriedades abstratas do conjunto e um número finito de relações entre os elementos que representam conjuntos.

Conforme exposto, o núcleo da teoria de Johnson-Laird é o conceito de modelos mentais. Todavia, sabemos que o ensino de ciências, particularmente a Física, fundamenta-se no ensino de modelos científicos conforme relatam Pozo e Crespo (2009, p.21):

(...) não ‘descobrem’ como são as coisas indagando na realidade, senão que constroem modelos e, a partir deles, simulam certos fenômenos, comprovando seu grau de ajuste ao que conhecemos da realidade. Aprender ciência deve ser, portanto, um exercício de comparar e diferenciar modelos, não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros. A chamada mudança conceitual, necessária para que o aluno progrida dos seus conhecimentos intuitivos, requer pensar nos - e não só com os - diversos modelos e teorias a partir dos quais é possível interpretar a realidade.

Temos com isto, que a teoria proposta por Johnson-Laird alcança profundas implicações no processo de ensino-aprendizagem. Partindo do pressuposto que aprender é construir ou reconstruir modelos do que está sendo ensinado, podemos concluir que ensinar está diretamente relacionado com a contribuição para a construção ou a revisão desses modelos mentais. Quanto melhor esta contribuição, mais significativa será a aprendizagem.

Sendo assim, o papel do professor pode ser entendido como o de estimulador do processo de construção e revisão dos modelos mentais por parte dos alunos. Para que isso ocorra, é necessário que se promova uma situação de ruptura conforme expressa Martins (2011, p. 269): “O conhecimento novo sempre surge em oposição a conhecimentos anteriores, num processo marcado por rupturas. Superar obstáculos é romper com concepções arraigadas”.

Tal situação pode ser proposta, por exemplo, elaborando-se uma atividade na qual o aluno exponha suas concepções, em que se espera que essas estejam fundadas em seus modelos mentais, conforme explicitado neste trabalho, sobre o tema a ser estudado em determinada aula. Neste momento, o aluno deverá escrever sua opinião sobre o assunto ou descrever o que ele supõe que irá acontecer de acordo com a proposta.

Após isso, dependendo proposta apresentada, podemos recorrer a leituras de textos em livros didáticos ou algum texto de outra fonte selecionado pelo professor. Podemos, também, usar recursos audiovisuais e, de acordo com a situação, propor uma prática em sala de aula ou no laboratório.

A ideia central é fazer com que o aluno possa analisar o que está ocorrendo naquela situação de aprendizagem e possa cruzar suas impressões iniciais, fundadas em seus modelos mentais, com suas observações e leituras realizadas.

Com isso, esperamos que ocorra uma ruptura gerada pelo confronto entre as impressões iniciais do aluno, ou seus modelos mentais, com uma situação de aprendizagem proposta e vivenciada por ele.

Sendo assim, como a mente humana opera com modelos mentais, podemos entender que os modelos científicos presentes nas ciências exatas e, nesse caso particular, na Física, eles podem ser trabalhados de forma a contribuir para que o aluno possa repensar seus próprios modelos mentais de forma a torna-los próximos dos modelos aceitos no meio científico. Ou seja, ensinar seria estimular a construção e reestruturação de modelos mentais, tendo os conteúdos por base, e aprender seria construir modelos com base nos conteúdos ensinados.

Desta forma, podemos possibilitar o alcance de uma aprendizagem realmente mais sólida e eficaz visto que, ao reestruturar seus modelos mentais, os alunos, em princípio, estariam revendo sua própria maneira de ver e interpretar o mundo.

## CAPÍTULO 3

### A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### 3.1 INTRODUÇÃO

Motivados por nossa pergunta inicial: **O que se deve aprender a ensinar para que, de fato, as aulas de ciências exatas, a física e sua integração com a matemática, em particular, tornem o conhecimento mais significativo e o estágio multidimensional possa ser atingido?**, propõe-se elaborar uma sequência didática que possa nortear o trabalho pedagógico.

Entende-se ser fundamental no processo pedagógico a assumpção, como já exposto neste trabalho, de que os meios superam os conteúdos. Desta forma, fundamentados nas leituras realizadas no decorrer desta pesquisa, podemos afirmar que esta sequência didática constitui uma importante metodologia de trabalho em sala de aula.

Assim, objetiva-se contribuir para que haja uma melhora no ensino de Física e que se possa buscar um ensino que atinja, ou se aproxime, do estágio multidimensional.

Ainda, também é fundamental para o trabalho pedagógico estabelecer os conteúdos como meios pelos quais os alunos desenvolvam competências e habilidades, considerando a maneira pela qual tais conteúdos são aprendidos como dispositivos pedagógicos essenciais para desenvolver os quatro pilares da educação nos alunos e, neste caso particular, levá-los a um estágio multidimensional de aprendizagem, com a Matemática como um conhecimento auxiliador muito importante neste processo.

Para isso, de acordo com o referencial teórico, procura-se levar em consideração os modelos mentais dos educandos e, através de questionários, verificar suas concepções sobre o tema abordado e, com a aplicação de atividades práticas, gerar conflitos conceituais de forma a confrontar os modelos mentais dos alunos com os modelos propostos pela ciência.

### 3.2 ELABORANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### Tópico

O processo interativo e a origem dos movimentos dos corpos

#### Apresentação

Esta sequência didática foi elaborada levando-se em consideração a necessidade de identificarmos e conhecermos os modelos mentais que os alunos já elaboraram e fazem uso em seu cotidiano sobre o assunto estudado. Para isso, não se apresenta, de forma direta, perguntas referentes aos modelos mentais dos alunos, mas busca-se compreender a base de seus pensamentos com relação ao tema estudado.

Aborda-se, então, uma metodologia que visa passar por três estágios principais.

São eles:

**Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos:** conforme Zabala (1998, p.38): “o ensino tem que ajudar a estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios quanto permita a situação.” Assim, pretende-se levar o aluno a pensar sobre o tema a ser estudado antes de abordar, de forma sistematizada, o estudo desse tema. Para isso, foi elaborado um questionário que tem como objetivo levar o aluno a pensar sobre o tema, expondo seu pensamento e suas convicções formadas ao longo de sua experiência de vida.

**Levantar uma hipótese<sup>17</sup> baseada em seu conhecimento prévio:** com isso, convida-se os alunos a fazerem uma previsão do que irá acontecer em uma dada situação física. Objetivamos, neste momento, que os alunos façam uso de seus modelos mentais e tentem aplicá-los prevendo o resultado de uma interação.

**Gerar rupturas:** como nos expressa Martins (2009, p. 273): “Os estudantes chegam à sala de aula com saberes já constituídos e sedimentados. É preciso problematizar esses saberes e romper com eles.” Nesse momento, busca-se confrontar a hipótese inicial (ou resposta intuitiva) por meio de uma experiência proposta, seguida de um questionário dirigido que foi elaborado de forma a direcionar as respostas dos alunos para que, no final, eles possam cruzar as informações que eles expuseram inicialmente com as que eles verificaram ao longo da experiência e, finalmente, possam chegar a uma conclusão.

Entende-se que, ao seguir esses três estágios iniciais propostos, estamos fazendo uma abordagem diferente, principalmente, daquelas que são propostas nos livros

---

<sup>17</sup> Entendendo hipótese como descrito por Zabala (1998, p.55): “Respostas intuitivas” dos alunos.

didáticos que, como sabemos, buscam, inicialmente, definir um conceito e aplicá-lo na resolução de exercícios que, muitas vezes, limitam a Física a uma Matemática aplicada. Essa abordagem ainda pretende, principalmente, levar os alunos a exporem seus pensamentos sobre o tema estudado. Para tal, eles terão que fazer uso de seus modelos mentais que, logo após, serão confrontados por uma situação prática. Chegaremos, então, a uma situação de conflitos entre o modelo mental que está sendo aplicado e a situação que está sendo observada.

Nessa situação de conflito, os alunos terão uma base para repensar o seu modelo mental fazendo, então, com que sua aprendizagem seja mais significativa e com que ele possa relacioná-la a outras situações de seu cotidiano.

### **Justificativa do tópico**

De acordo com Pozo e Crespo (2009, p.116): “O conceito de interação é, em nossa opinião, um dos esquemas conceituais sobre os quais se assenta o conhecimento científico e um dos que traz maiores dificuldades para os alunos na aprendizagem de ciências”. Assim, procura-se abordar esse assunto sob a ótica dos modelos mentais, pois entendemos que a grande familiaridade dos alunos com os mais variados movimentos diariamente já os levaram a criar um modelo mental para explicar o tema abordado.

Nesta sequência, compreende-se a interação como uma ação recíproca entre dois ou mais corpos. Sendo assim, propõe-se situações nas quais a massa de um dos corpos sofrerá alterações e analisar-se-á a influência dessa modificação na matéria do corpo no resultado final.

Desta maneira, pretende-se atingir o que orientam Krasilchik e Marandino (2010, p. 23), para que o aluno possa ter “uma compreensão integrada do significado dos conceitos aprendidos, formando um amplo quadro que envolve também conexões e vínculos com outras disciplinas” e não apenas esteja limitado a resolver alguns problemas restritos à aplicação de fórmulas, ou somente ao universo da Física.

### **Objetivos gerais**

Procura-se com esta sequência didática, desenvolver de forma prática o conceito de interação, analisando-o no processo de origem dos movimentos, com o intuito levar o aluno a extrapolar o conhecimento para situações cotidianas e para outras áreas do conhecimento.



Para isso, optou-se pelo uso de questionários dirigidos, em que se busca reconhecer os modelos mentais dos alunos sobre o tema abordado. Logo após, procurou-se gerar conflitos cognitivos através de perguntas e de sugestões para que eles criem hipóteses fundamentadas em seus modelos mentais. Em seguida, a proposta era conflitá-los com situações práticas que serão analisadas à luz da teoria estabelecida.

### **Público-alvo**

Alunos do primeiro ano do ensino médio.

### **Conteúdos Abordados**

Além do conteúdo de Física abordado de acordo com a proposta dessa sequência didática, procurou-se abordar conceitos referentes à Matemática, por meio dos quais serão feitas aplicação dos cálculos necessários ao desenvolvimento do conteúdo, além da leitura e interpretação presentes em textos históricos e conceituais.

Logo, os conteúdos abordados serão:

- **Física** – Quantidade de movimento e sua conservação – analisada na interação de corpos e na origem dos movimentos.
- **Matemática** – Grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionas e resolução de equações do primeiro grau.
- **Língua Portuguesa** – leitura e interpretação, por meio da leitura de textos históricos e conceituais, na compreensão de enunciados e na resposta escrita às perguntas dirigidas.

## Competências e Habilidades desenvolvidas

<b>Tabela 15 - Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Física segundo os Parâmetros curriculares Nacionais.</b>	
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de linguagem.</li> <li>• Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.</li> <li>• Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.</li> </ul>
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandezas, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.</li> <li>• Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.</li> <li>• Articular o conhecimento físico com conhecimento de outras áreas do saber científico.</li> </ul>
Contextualização Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.</li> </ul>

Fonte (adaptada): **Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, p. 237)**

## Desenvolvimento

### AULA I

#### OBJETIVOS:

Objetiva-se conhecer as representações mentais dos alunos sobre a origem dos movimentos. Para isso, é necessário fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, a fim de levar o aluno a fazer uma reflexão sobre o tema que será estudado. Pressupomos, assim, que eles farão uso de seus modelos mentais para responderem ao questionário.

#### METODOLOGIA

Será aplicado um questionário cuja resolução será individual. O professor irá auxiliar aos alunos em eventuais dúvidas que possam surgir durante a aplicação.

Tempo estimado para todo o processo de aplicação que inclui organização da sala, distribuição dos questionários, explicação dos objetivos da aula, respostas e recolhimento das respostas: 50 minutos.

**CONTEÚDOS ABORDADOS:**

Origem dos movimentos

**LEVANTANDO QUESTÕES SOBRE OS MOVIMENTOS DOS CORPOS: SUA ORIGEM E CONTINUIDADE****LEVANTANDO QUESTÕES**

1) Pensando nos movimentos dos corpos, para você, como se inicia o movimento de um corpo? Dê um exemplo.


2) Novamente, pensando nos movimentos dos corpos, para você, o que é necessário para que um corpo inicie um movimento? Dê um exemplo.


3) Você acha que um corpo necessita da ação de outro corpo para começar o movimento? Dê um exemplo.


**LEVANTANDO HIPÓTESES**

4) Em sua opinião, quais as grandezas físicas<sup>18</sup> interferem no início do movimento de um corpo.


5) Descreva como essas grandezas citadas interferem no início do movimento de um corpo?


6) Em sua opinião, o que faz parar o movimento de um corpo?


7) O movimento de um corpo pode ser infinito<sup>19</sup>? Explique.


---

<sup>18</sup> Uma vez que este conceito aqui abordado já tenha sido trabalhado nas aulas anteriores.

<sup>19</sup> Essa questão será abordada no contexto de continuidade, ou o que cessa.

## **AULA II**

### **OBJETIVOS:**

Apresentar o conteúdo a ser estudado em forma de texto que relaciona o tema que será trabalhado com aspectos do cotidiano e com alguns tópicos históricos. Após isso, busca-se através de duas perguntas dirigidas promover um diálogo com a classe referente a situações cotidianas, em que a origem dos movimentos está presente, buscando a participação da classe na elaboração dos exemplos que serão a base de estudo.

### **METODOLOGIA**

Leitura individual de um texto fornecido pelo professor. Este processo será dividido em duas partes:

- a) Os alunos farão uma leitura individual do texto. Depois, o professor irá questioná-los sobre palavras ou expressões que lhes são desconhecidas no texto.
- b) Em seguida, será feita uma leitura com toda a classe, na qual se promoverá uma troca de ideias sobre o texto.

Ao finalizar a leitura, buscar-se-á discutir com toda a classe as situações do cotidiano delas que possam ser associadas e anotadas como exemplo no texto.

Tempo estimado: 50 minutos.

### **CONTEÚDOS ABORDADOS:**

Origem e continuidade dos movimentos

Leitura e interpretação.

## **ANALISANDO OS MOVIMENTOS DOS CORPOS: SUA ORIGEM E CONTINUIDADE**

Vivemos em um mundo que está em constante movimento. Movimento, aliás, que se torna, a cada dia, mais intenso. Temos a impressão que o mundo não para, que as pessoas não param; é sempre aquela correria!

Movimentar-se, colocar objetos em movimento e observar objetos se movimentando faz parte de nosso cotidiano. Pouco refletimos, porém, sobre a origem, ou a causa, do movimento. Também, não temos o hábito de pensar sobre a continuidade dos movimentos. Será que todo movimento está destinado a cessar-se? Será que poderíamos ter movimentos infinitos?

Essas perguntas não são novas. Na Grécia antiga, o filósofo Aristóteles acreditava que o movimento de um corpo estava ligado à presença de uma força. Para ele, um corpo só poderia se movimentar se uma força agisse sobre ele, ou seja, só haveria movimento na presença de pelo menos uma força. Essa ideia pode ser comprovada pelo senso comum, por exemplo, ao empurrar um livro sobre a carteira é possível comprovar sua validade.

No entanto, muitos séculos depois, o italiano Galileu Galilei contestou as ideias de Aristóteles. Para ele, um corpo poderia percorrer certa distância mesmo sem a ação de uma força sobre ele. Porém, após percorrer certa distância, este movimento também cessaria. Esta ideia também pode ser comprovada se empurrarmos uma esfera sobre uma mesa.

Todavia, Galileu não se contentou com esta explicação. Ele realizou uma série de experiências usando diferentes objetos e diferentes superfícies e, assim, concluiu que em determinadas condições, o movimento de um corpo pode ser infinito. Com isso, ele concluiu que precisamos eliminar o que impede a continuidade do movimento. Mas, o que impede que o movimento de um corpo continue? Encontraremos a resposta para esta pergunta e, também, para muitas outras nas próximas aulas. Antes de refletirmos, porém, sobre a continuidade dos movimentos, vamos refletir sobre a origem dos movimentos.

### **ANALISANDO SITUAÇÕES COTIDIANAS**

Existem situações em que o início do movimento de um objeto depende da interação com outro objeto já em movimento. Assim, um objeto em movimento pode provocar movimento em objetos que estão inicialmente em repouso.

Ex.:

Outras situações que podemos observar nos dão indícios de que o início do movimento de um objeto está sempre ligado ao início do movimento de outro objeto. Isso nos dá a ideia de que esses movimentos são dependentes. Ou seja, um objeto só irá movimentar-se se outro começar a se movimentar juntamente com ele.

Ex.:

### **AULA III**

Nesta aula, propõe-se uma atividade experimental com o intuito de conduzir o aluno a uma situação de ruptura, conforme já exposto neste trabalho.

Nossa atividade tem por base os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p.266), nos quais se esclarece:

Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, propriamente dita, é distinta daquela conduzida para a descoberta científica e é particularmente importante quando permite ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com os quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas.

### **OBJETIVOS**

Levar o aluno a levantar hipóteses sobre a influência da massa sobre a origem dos movimentos, conduzindo-os a pensarem, inicialmente, fundamentados em seus modelos mentais. Logo após, busca-se gerar uma ruptura através de uma atividade prática e de um questionário dirigido, em que se espera que a confrontação das observações e resultados obtidos na atividade experimental, com a hipótese inicial sugerida pelo aluno, gere uma situação de ruptura.

## **METODOLOGIA**

Os alunos formarão grupos com quatro alunos em cada grupo que será responsável pela montagem e desmontagem do material desta experimentação, conforme as orientações fornecidas no material impresso e pelo professor. Cada aluno receberá o material impresso para efetuar suas anotações e suas observações individualmente.

Tempo estimado: 100 minutos (duas aulas)

## **CONTEÚDOS ABORDADOS:**

Quantidade de movimento

Leitura e interpretação

## **ESTUDANDO OS MOVIMENTOS: A INFLUÊNCIA DA MASSA NAS INTERAÇÕES ENTRE CORPOS – BRINCANDO COM CARRINHOS<sup>20</sup>**

### **LEVANTANDO HIPÓTESE<sup>21</sup>:**

Quando há interação (choque) entre dois corpos, um em movimento e o outro em repouso, a mudança da massa do corpo que está em repouso irá interferir no resultado final? De que forma será essa interferência?


## **MATERIAL NECESSÁRIO:**

- Um plano inclinado para imprimir uma velocidade inicial aos carrinhos.
- Dois carrinhos de brinquedo.
- Ímãs em forma de disco.
- Fita crepe.
- Trena.

<sup>20</sup> Atividade adaptada de GREF- Física1 - Mecânica (n/d, p. 61 e 62)

<sup>21</sup> Entendendo hipótese como descrito por Zabala (1998, p.55): “Respostas intuitivas” dos alunos.



**PROCEDIMENTO:**

- 1) Monte o sistema rampa e canaleta sobre a bancada de forma que os carrinhos possam descer pela rampa e deslizar livremente pela canaleta.
- 2) Usando dois carrinhos de massas diferentes, coloque o de maior massa em repouso e faça com que o outro colida frontalmente com ele. Repita o procedimento pelo menos cinco vezes, anotando o deslocamento do carrinho que está parado observando suas posições antes e depois da colisão e anote o deslocamento na tabela abaixo.
- 3) Repita o procedimento. Agora, porém, acrescente, com o auxílio da fita crepe, uma massa (um ímã em forma de disco) ao carrinho que está em repouso para cada procedimento realizado. Anote os dados na tabela abaixo.

	<b>Deslocamento 1 (cm)</b>	<b>Deslocamento 2 (cm)</b>	<b>Deslocamento 3 (cm)</b>	<b>Deslocamento 4 (cm)</b>	<b>Deslocamento 5 (cm)</b>	<b>Deslocamento médio</b>
<b>Massa 1</b>						
<b>Massa 2</b>						
<b>Massa 3</b>						

**QUESTÕES**

- a) O que acontece com o deslocamento final na medida em que aumentamos a massa do carrinho?


- b) O que você observa nas velocidades dos carrinhos antes da colisão (carrinho que esta em movimento) e após da colisão (o carrinho que estava em repouso)?


c) Então, o que acontece com a velocidade do carrinho que estava inicialmente em repouso à medida que aumentamos sua massa?


d) Qual a sua conclusão sobre a interferência da massa na interação entre os corpos?


e) A sua conclusão é igual à sua hipótese inicial? Se não forem iguais, em que elas são diferentes?


f) Essa experiência ajudou você a ter uma melhor compreensão da interferência da massa na interação entre os corpos?


## **AULA IV**

### **OBJETIVOS**

Retomar a experiência prática da aula anterior, apoiando-se na análise do texto fornecido nesta unidade e buscar compreender a compensação existente entre a massa e a velocidade de um corpo por meio da variação inversa de seus valores.

### **METODOLOGIA**

Leitura individual de um texto fornecido pelo professor. Este processo será dividido em duas partes:

- a) Os alunos farão uma leitura individual do texto. Logo após, o professor irá questioná-los sobre palavras ou expressões que lhes são desconhecidas no texto.
- b) Em seguida, será feita uma leitura com toda a classe, em que se promoverá uma troca de ideias sobre o texto.

Ao findar a leitura, buscar-se-á discutir com toda a classe as situações relacionadas ao cotidiano para que possam ser associadas e anotadas como exemplo no texto.

Depois disso, será apresentada a situação de aprendizagem: “domingo no parque, solicitando à classe que faça a leitura do problema apresentado e complete a tabela com os dados fornecidos.

Tempo estimado: 100 minutos (duas aulas).

### **CONTEÚDOS ABORDADOS:**

Quantidade de movimento e sua conservação

Grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionas

Resolução de equações do primeiro grau

Leitura e interpretação

## **ESTUDANDO OS MOVIMENTOS: AFINAL, COMO A VARIAÇÃO DA MASSA INTERFERE NA VELOCIDADE DOS CORPOS?**

Na aula anterior, observamos as colisões de um carrinho específico com carrinhos de diferentes massas. Nessa experiência, constatamos de maneira prática a influência da variação da massa de um corpo em sua velocidade.

Mas fica uma pergunta: Por que isso ocorre? Ao buscar a resposta dessa questão, certamente seremos conduzidos a outras questões. Porém, nesse momento vamos nos concentrar somente na pergunta inicial.

Como já aprendemos, todo corpo em movimento possui uma grandeza física chamada quantidade de movimento. Tal grandeza pode ser expressa quantitativamente através da equação  $Q = m \cdot v$ . Em que:  $Q$  representa a quantidade de movimento do corpo medida em kgm/s;  $m$  representa a massa do corpo medida em kg e  $v$  representa a velocidade do corpo medida em m/s. Todas as medidas estão expressas no sistema internacional (SI). No entanto, quando há uma colisão entre dois corpos, um em movimento e o outro em repouso, o corpo que está em repouso entra em movimento com uma velocidade diferente, como é possível destacar. Todavia, para que esse corpo entre em movimento, é necessário que “algo” lhe seja transferido. Em outras palavras, é necessário que o corpo que está em repouso receba “algo” que lhe provoque movimento.

Sabemos, como já foi estudado, que, ao se movimentar, um corpo possui uma quantidade de movimento. Podemos então deduzir que esse “algo” que é transmitido a outro corpo é o que chamamos de quantidade de movimento. Assim, podemos concluir que essa grandeza física pode ser transferida de um corpo para outro.

Essa constatação nos explica a situação que estudamos na aula anterior, em que dissemos que existem situações nas quais o início do movimento de um objeto depende da interação com outro objeto já em movimento. Assim, um objeto em movimento pode provocar movimento em objetos que estão inicialmente em repouso. Exemplificamos com o *jogo de bola de gude, chutar uma bola e esbarrão entre duas pessoas*.

A questão agora é: Quanto dessa quantidade é transferida de um corpo para outro?

## A CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Vamos analisar a situação abaixo:

### LEITURA E ANÁLISE DE TEXTO<sup>22</sup>

#### Domingo no parque

Às 13h, Joãozinho chega ao parque com sua irmã levando R\$ 20,00. Compra dois cachorros-quentes (a R\$ 3,00 cada) na barraca de Carlinhos (que tem R\$ 30,00 no caixa) e, às 13h20, compra 2 sorvetes (a R\$ 1,50 cada) no carrinho de Tonhão (que tem R\$ 50,00 no bolso). Às 13h30, Tonhão passa com seu carrinho em frente à barraca de Carlinhos e compra um cachorro- quente.

1. Construa a sequência da tabela abaixo e complete a quantidade de reais de cada personagem em cada evento, de modo que seja possível recontar toda história apenas olhando apara a tabela:

Acontecimento	Joãozinho	Carlinhos	Tonhão	Total
Antes	R\$ 20,00	R\$ 30,00	R\$ 50,00	
13h	R\$ 14,00			
13h20min				
13h30min				

Fonte: Caderno do aluno. Física, volume I. Páginas 19 e 20.

2. O conjunto total de reais, somados os de Joãozinho, Carlinhos e Tonhão, é alterado durante a história?


3. A quantidade de reais que cada um deles tem ao longo da história é alterada?


<sup>22</sup> Texto produzido por Marcelo de Carvalho Bonetti para São Paulo faz escola. Caderno do aluno. Física, volume I. Páginas 19 e 20.

Vamos comparar essa história com a situação analisada em nosso experimento. Para isso, vamos fazer uso de uma situação hipotética e responder as questões abaixo:

1. Se considerarmos que os dois carrinhos têm massas iguais, qual seria a velocidade do carrinho que estava em repouso se, após o choque, o carrinho que desceu a rampa parasse imediatamente?
2. Se considerarmos que a massa do carrinho que desce a rampa é metade da massa do carrinho que está parado, qual seria a velocidade do carrinho que estava em repouso se, após o choque, o carrinho que desceu a rampa parasse imediatamente?
3. Se considerarmos que a massa do carrinho que desce a rampa é o dobro da massa do carrinho que está parado, qual seria a velocidade do carrinho que estava em repouso se, após o choque, o carrinho que desceu a rampa parasse imediatamente?

Com base nas respostas acima, podemos concluir que quando a massa de um corpo aumenta sua velocidade \_\_\_\_\_ e quando a massa do corpo diminui sua velocidade \_\_\_\_\_.

Podemos então fazer uma generalização, concluindo que a massa e a velocidade são grandezas \_\_\_\_\_. Portanto, entre a massa e a velocidade parece haver uma compensação de forma a manter o valor total sempre igual. Assim, podemos novamente generalizar e concluir que em um sistema conservativo, livre de forças externas, a quantidade de movimento se conserva.

### **3.3 RELATÓRIOS DA APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS**

A seguir, apresenta-se um relato da aplicação das atividades sugeridas.

#### **AULA I**

Nessa aula, o objetivo principal era fazer com que os alunos pudessem expor seus modelos mentais sobre a origem dos movimentos e que também pensassem sobre o tema de forma que a abordagem posterior do conteúdo não se constituísse em uma grande novidade. Intentou-se que este questionário funcionasse como um prelúdio do conteúdo que seria trabalhado à partir de então.

Esse questionário foi respondido por vinte e oito alunos presentes nesse dia. Por representar um tipo de atividade nova para a classe, inicialmente, eles tiveram muitas dificuldades em responder as questões apresentadas.

Percebeu-se uma excessiva preocupação com o certo e o errado. Muitos alunos não se sentiram desconfortáveis por não terem “estudado” o tema e não saberem o que responder. Observei que, no início, eles buscavam dar respostas que poderiam ser aceitas pelo professor. Logo, realizou-se uma intervenção para explicar bem detalhadamente que eles deveriam responder segundo a sua vivência e não segundo o critério de um professor ou de uma escola.

Após vencido esse desconforto inicial, os alunos procuraram responder às questões. Muitos questionamentos, porém, persistiram e todos relacionados ao fato de não terem estudado o conteúdo. Diante desse fato, procurou-se abordar o tema de uma forma diferente. Foi lida, pontualmente, cada questão, explicando cada item. Contudo, buscou-se não interferir nas respostas, que foram pessoais. Desta forma, a aula fluiu melhor e eles terminaram de responder o questionário.

### **3.4 ANÁLISE DAS QUESTÕES E DOS RESULTADOS OBTIDOS**

#### **Questão 1**

Pensando nos movimentos dos corpos, para você, como se inicia o movimento de um corpo? Dê um exemplo.

O intuito desta questão é compreender como os alunos percebem o movimento dos corpos, se eles associam o início do movimento a alguma grandeza física e como eles identificam essa grandeza relacionando-a com a interação dos corpos.

Para essa pergunta, obteve-se várias linhas de pensamentos que são agrupadas seguindo critérios de semelhanças e apresentadas nas tabelas abaixo:

Tabela 16 - Critérios de semelhanças apresentadas			
Grupo	Critério	Comentário	Número
1	Respostas associadas a alguma grandeza física	Não estabeleceram nenhuma relação de causa/efeito entre esses conceitos. Compreendo que fizeram uso de argumentos físicos na tentativa de obterem respostas “fisicamente aceitas ou corretas”.	6

Transcrição: Quando um corpo se aproxima e se afasta de outro corpo

**Figura 1 - Exemplo de resposta de aluno**

Transcrição: Com uma quantidade de energia, aceleração e espaço.

**Figura 2- Exemplo de resposta de aluno**

Tabela 17 - Critérios de semelhanças apresentadas			
Grupo	Critério	Comentário	Número
2	Respostas associadas a algum tipo de grandeza física relacionada à ação de um corpo externo.	Buscaram relacionar o início do movimento a ação de um agente externo. Porém, a ação desse corpo está vinculada a argumentos físicos que não foram explicados.	6

Transcrição: O movimento de um corpo se inicia a partir da hora que ele sofre um impulso ou é puxado por outro corpo.

**Figura 3- Exemplo de resposta de aluno**

Tabela 18 - Critérios de semelhanças apresentadas			
Grupo	Critério	Comentário	Número
3	Respostas vagas	Não relacionaram a nenhuma interação somente responderam o que é e não relacionaram com o início	6



<p>Transcrição: Quando se desloca. Ex: um carro andando.</p> <p><b>Figura 4 - Exemplo de resposta de aluno</b></p> <p>Transcrição: Quando o corpo se aproxima e se afasta esta (sic) em movimento.</p> <p><b>Figura 5 - Exemplo de resposta de aluno</b></p>			
Tabela 19 - Critérios de semelhanças apresentadas			
Grupo	Critério	Comentário	Número
4	Respostas relacionadas às questões fisiológicas	Associaram o movimento somente ao movimento humano.	10
<p>Transcrição: através de um sinal que é mandado para o cérebro</p> <p><b>Figura 6 - Exemplo de resposta de aluno</b></p> <p>Transcrição: Vai um sinal para o cérebro e isso inicia o movimento.</p> <p><b>Figura 7 - Exemplo de resposta de aluno</b></p>			

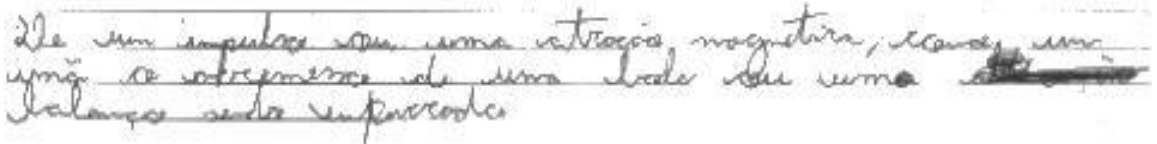
Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

## Questão 2

Novamente pensando nos movimentos dos corpos, para você, o que é necessário para que um corpo inicie um movimento? Dê um exemplo.

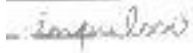
Nessa questão, buscou-se levantar aspectos relacionados ao início do movimento de um corpo. Verificou-se como os alunos interpretam o início do movimento, se eles atribuem esse início a algum tipo de interação direta ou indireta de um agente externo.

Dos vinte e oito alunos presentes, seis alunos atribuíram o início do movimento a ação de um impulso, não mencionando de maneira clara o que é um impulso ou quem seria o agente responsável por ele. Na prática, entendeu-se que eles confundem impulso com força.



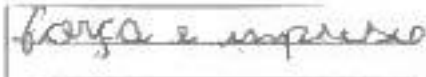
Transcrição: De um impulso ou uma atração magnética, como um ímã o arremesso de uma bola ou um balanço sendo empurrado.

**Figura 8 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Impulso.

**Figura 9 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: força e impulso

**Figura 10 - Exemplo de resposta de aluno**

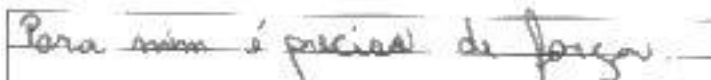
Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Três alunos atribuíram à ação de uma força.



Transcrição: O corpo precisa de força, aceleração e um espaço.

**Figura 11 - Exemplo de resposta de aluno**

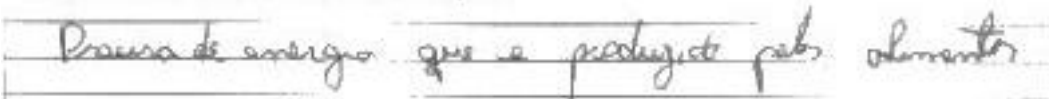


Transcrição: Para mim é preciso de força.

**Figura 12 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Seis alunos atribuíram o início do movimento à energia.

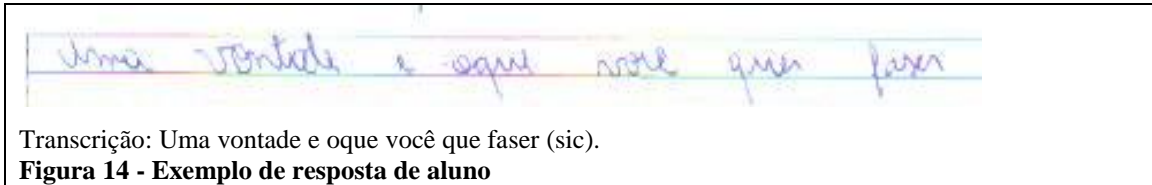


Transcrição: Precisa de energia que e produzida pelos alimentos.

**Figura 13 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

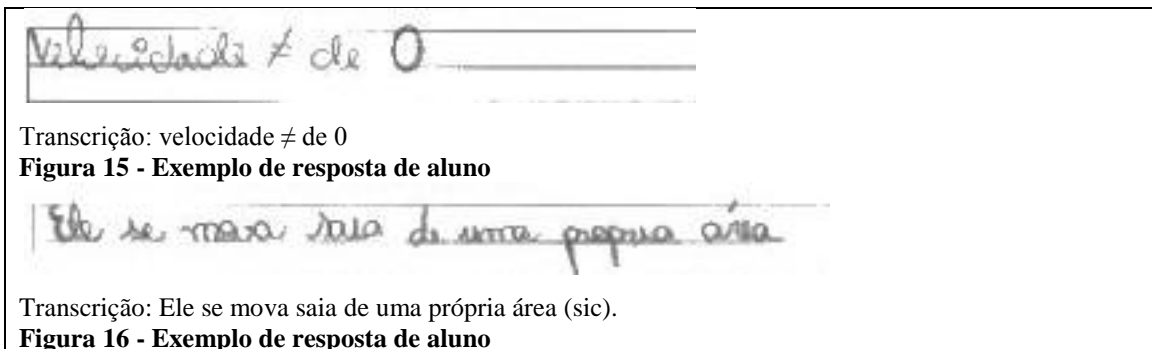
Cinco alunos atribuíram somente a fatores fisiológicos.



Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Um aluno não respondeu à questão.

Os sete alunos restantes responderam vagamente não relacionando a resposta à questão apresentada.



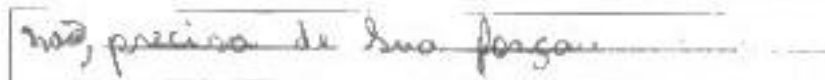
Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

### Questão 3

Você acha que um corpo necessita da ação de outro corpo para começar o movimento? Dê um exemplo.

Nessa questão, a intenção era compreender como os alunos interpretam o movimento dos corpos, se eles atribuem o início do movimento de um corpo a ação ou interação com outro corpo ou se eles pensam nos movimentos dos corpos como sendo algo independente entre os corpos.

Seis alunos não atribuem o início dos movimentos a algum tipo de interação. Eles atribuíram o movimento a algum tipo de energia contida nos corpos e à vontade do corpo que se movimenta independente de outros corpos. Nesse caso, esses alunos modelam o início do movimento como algo independente em cada corpo não havendo a necessidade de uma ação externa.



Transcrição: não, precisa de sua força.

**Figura 17 - Exemplo de resposta de aluno**

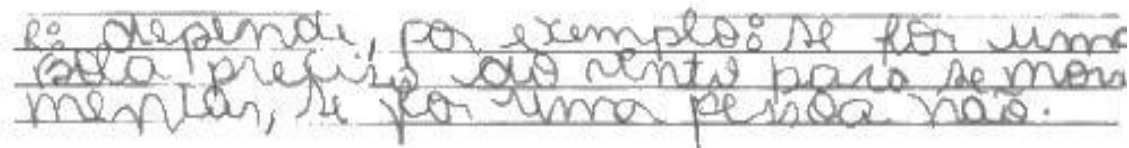


Transcrição: Não, cada um tem sua energia.

**Figura 18 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Sete alunos atribuíram ao início do movimento dos copos uma ação de dependência, relacionando esse início às características particulares dos corpos. Por exemplo, uma bola necessita de outro corpo para se movimentar, porém, uma pessoa pode se movimentar independentemente. Esses alunos modelam o início dos movimentos em grupos distintos e não fazendo, assim, uma generalização para o início dos movimentos.

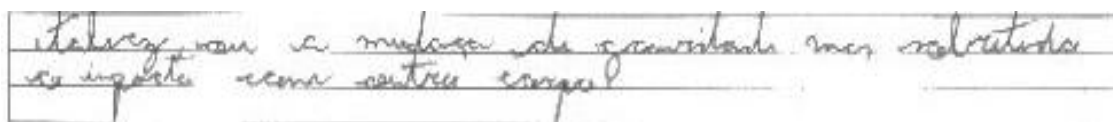


Transcrição: R: depende, por exemplo: se for uma Bola precisa do vento para se movimentar, se for uma pessoa não.

**Figura 19 - Exemplo de resposta de aluno**

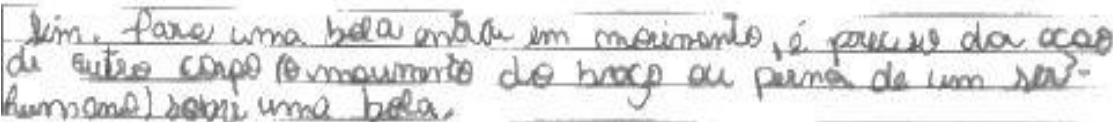
Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Treze alunos atribuíram à presença de outro corpo o início dos movimentos. Uma aluna, no entanto, atribuiu o início dos movimentos à ação da gravidade, nesse caso a uma interação por distância, e ao impacto com outro corpo, nesse caso a interação por contato.



Transcrição: talvez, ou a mudança de gravidade mas sobretudo o impacto com outro corpo.

**Figura 20 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Sim. Para uma bola entrar em movimento, é preciso da ação de outro corpo (o movimento do braço ou perna de um ser humano) sobre uma bola.

**Figura 21 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

#### Questão 4

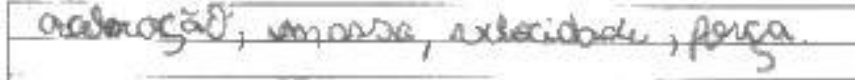
Em sua opinião, quais as grandezas físicas interferem no início do movimento de um corpo?

Com essa questão, buscou-se identificar as grandezas físicas que os alunos associam ao início dos movimentos. A tabela abaixo expressa as grandezas citadas pelos alunos.

Lembrando que nessa questão a maioria dos alunos citou mais de uma grandeza como resposta.


<b>Tabela 20 - Relação das grandezas e suas citações</b>	
<b>Grandeza</b>	<b>Citações</b>
Massa	13
Velocidade	14
Espaço	6
Tempo	8
Força	6
Aceleração	7
Energia	1
Impulso	1
Pressão	1

Fonte: trabalho aplicado pelo autor



Transcrição: aceleração, massa, velocidade, força.

**Figura 22 - Exemplo de resposta de aluno**

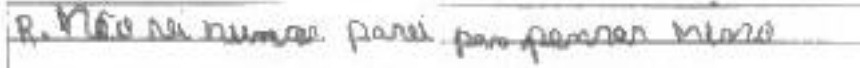


Transcrição: a sua massa, altura, massa do outro corpo, pressão do ar, ambiente.

**Figura 23 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Oito alunos responderam não saber ou nunca ter pensado nisso.



Transcrição: R: Não sei nunca parei para pensar nisso.

**Figura 24 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

### Questão 5

Descreva como essas grandezas citadas interferem no início do movimento de um corpo.

Nessa questão, buscou-se compreender como os alunos relacionam e percebem a influência das grandezas citadas na questão anterior no início do movimento de um corpo.

Dos vinte e oito alunos presentes, dois responderam não saber.



Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Outros sete alunos deixaram essa questão em branco, sem resposta.

Dos dezenove alunos restante, onze relacionaram o início do movimento a diferentes grandezas e, também, citaram mais de uma grandeza envolvida nesse início. A tabela abaixo representa resumidamente as respostas dadas pelos alunos.

Grandeza	Citações
Massa	5
Velocidade	5
Peso	2
Força	4
Aceleração	5

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Transcrição: seu peso interfere na velocidade e força que ele levaria para cair, e a gravidade também.

**Figura 26 - Exemplo de resposta de aluno**

Transcrição: a força interfere no movimento e a velocidade também.

**Figura 27 - Exemplo de resposta de aluno**

Transcrição: Aceleração, velocidade, massa, peso e gravidade.

**Figura 28 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

As respostas dadas pelos alunos nessa questão nos forneceram importantes informações sobre os seus modelos mentais relativos ao início dos movimentos. Percebe-se que esses alunos não relacionam, com clareza, grandezas como força e aceleração. Para eles, essas duas grandezas são independentes, assim como a massa e a velocidade. Entende-se que, para eles, os conceitos de força e aceleração não estão claros assim como não está estabelecida, de forma clara, uma relação de causa e efeito entre essas grandezas.

Os seis alunos deram respostas vagas não relacionadas com a questão analisada.

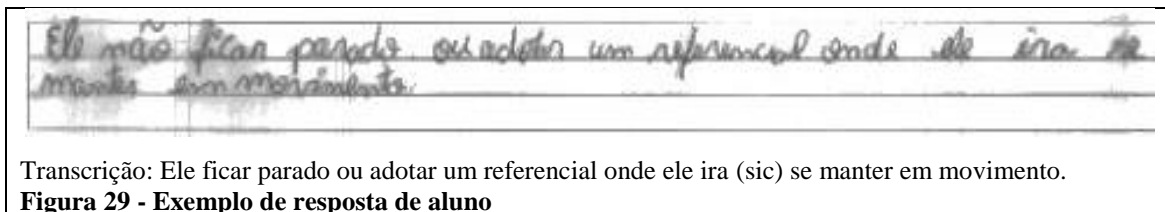
Uma aluna respondeu amparada pelo conteúdo já estudado em sala de aula nas aulas anteriores. Neste caso, percebe-se uma busca em estabelecer uma relação do conteúdo já estudado em classe com o conteúdo que se inicia com este trabalho. Não conseguimos identificar as motivações desta relação, mas isso incentiva a investigação daquilo que foi expressado por essa aluna.

### Questão 6

Em sua opinião, o que faz parar o movimento de um corpo?

Nessa questão, buscou-se verificar como os alunos percebem a continuidade dos movimentos, se eles percebem a presença de alguma grandeza ou elemento físico que se opõe ao movimento.

Dos vinte oito alunos, um não respondeu essa questão e três deram respostas vagas não relacionadas à questão apresentada.



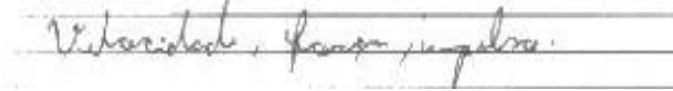
**Figura 29 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Os vinte e quatro alunos restantes atribuíram a continuidade do movimento a mais algum tipo de grandeza física. Apresenta-se, na tabela abaixo, as respostas obtidas para essa questão.

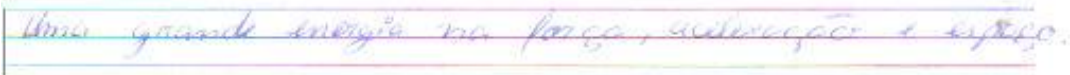
Grandeza	Citações
Impulso	3
Velocidade	8
Energia	9
Força	7
Aceleração	5

Nas respostas apresentadas, percebe-se que os alunos modelam a continuidade dos movimentos somente à ação do corpo. Ou seja, o corpo precisa receber a ação de força, aceleração e impulso ou possuir uma velocidade ou ter uma fonte de energia. Não encontramos, porém, vestígios de que eles percebem que existe algo externo ao corpo que pode interferir no movimento, no caso, uma força de resistência.



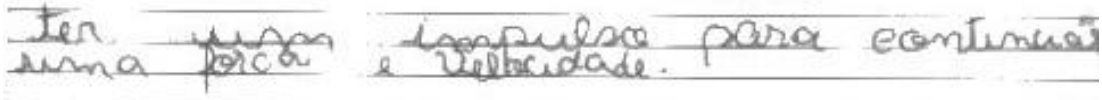
Transcrição: Velocidade, força, impulso

**Figura 30 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Uma grande energia na força, velocidade e espaço

**Figura 31 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: ter um impulso para continuar uma força e velocidade.

**Figura 32- Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

### Questão 7

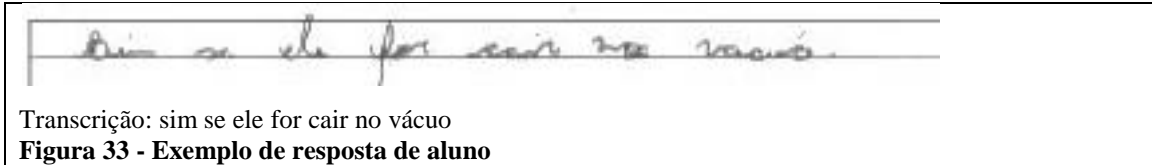
O movimento de um corpo pode ser infinito? Explique.

Mesmo sabendo que a ideia de infinito dos alunos possa ser muito vaga e confusa, essa questão busca verificar se eles modelam a continuidade do movimento a algo externo e à eliminação de elementos para que o movimento possa continuar o seu movimento.

Dos vinte e oito presentes, quinze alunos responderam que sim. Desses, quatro relacionaram a continuidade do movimento à queda no vácuo, não relacionaram diretamente essa continuidade à ausência de matéria e possibilitaram essa continuidade a qualquer movimento.



Três alunos relacionaram essa continuidade a ação de uma força, impulso e a velocidade constante. No entanto, não especificaram como esses elementos iriam agir até o infinito.

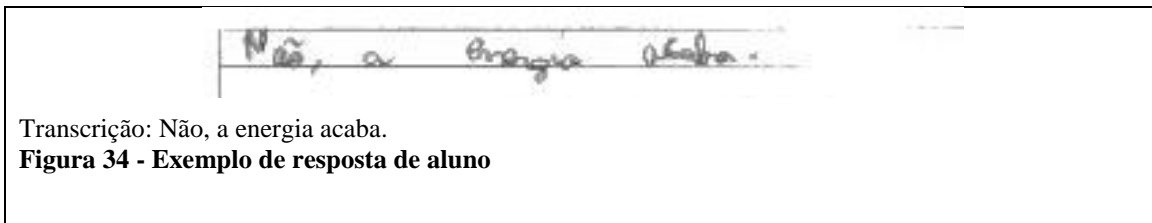


**Figura 33 - Exemplo de resposta de aluno**

**Fonte:** trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Treze alunos responderam que não. Desses, dois relacionaram essa descontinuidade à falta de energia para manter o movimento. Os demais, responderam sentenças equivalentes a: “parar para descansar”.

Neste caso, inferimos que ao se pensar em descanso, eles, na verdade, estão relacionando a continuidade dos movimentos a algum tipo de esforço ligado à ação de uma força ou gasto de energia. Desta forma, eles estão indicando que a continuidade do movimento está relacionada à ação do corpo que se movimenta e não à ação de resistências externas.



**Figura 34 - Exemplo de resposta de aluno**

**Fonte:** trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

## AULA II

Nesta atividade, o intuito é apresentar o conteúdo a ser estudado através de um texto. Pretende-se, desta forma, fazer uso de uma maneira diferente, no que se refere ao universo de ensino da física, de apresentar o conteúdo. Buscou-se, durante a leitura, exemplificar os tópicos abordados e não houve preocupação, nesse momento, com apresentações de fórmulas matemáticas.

Nesta abordagem, fez-se uso das repostas obtidas na aplicação do questionário da aula anterior. Percebeu-se que os alunos ficaram mais interessados, pois eles já sabiam do que se tratava o assunto da aula e também eles desejavam saber as “respostas corretas” para as perguntas que haviam respondido.

Além disso, a presença de tópicos históricos no texto situando o conhecimento físico no desenvolvimento histórico da humanidade contribuiu para a participação da classe. A abordagem de um conteúdo físico sem a aplicação matemática desse conteúdo foi o foco principal da aula.

As sugestões de exemplos dos alunos, quando solicitados, enriqueceu muito a aula e contribuiu para um melhor entendimento do texto e, conseqüentemente, do conteúdo trabalhado.

Abaixo, apresentamos algumas sugestões dos alunos. Adotou-se, nesse momento da aplicação, a postura de registrar na lousa as sugestões e propor para a classe uma discussão sobre a validade do exemplo. Esses momentos fizeram surgir outros exemplos.

### **ANALISANDO SITUAÇÕES COTIDIANAS**

Existem situações em que o início do movimento de um objeto depende da interação com outro objeto já em movimento. Assim, um objeto em movimento pode provocar movimento em objetos que estão inicialmente em repouso.

*Ex.: jogo de bola de gude, chutar uma bola e esbarrão entre duas pessoas.*

Outras situações que podemos observar nos dão indícios de que o início do movimento de um objeto está sempre ligado ao início do movimento de outro objeto. Isso nos dá a ideia de que esses movimentos são dependentes. Ou seja, um objeto só irá movimentar-se se outro começar a se movimentar juntamente com ele.

*Ex.: nadar, remar um barco e atração simultânea entre dois ímãs.*

### **AULA III**

Nessa aula, buscou-se conduzir os alunos a levantarem hipóteses sobre a interferência da massa nos movimentos e, logo após, gerar um conflito cognitivo com a aplicação da atividade prática.

Inicialmente, os alunos tiveram dificuldades para desenvolverem a atividade. Percebeu-se que essa dificuldade está associada à ausência de atividades dessa natureza no trabalho pedagógico. Além disso, percebeu-se que alguns alunos estavam desconfortáveis.

Na verdade, eles estão acostumados a receberem a orientação do “certo e do errado” e, nesse caso, a proposta de realizarem observações, medidas e comparações os tirou de sua zona de conforto, exigindo que a postura reativa, tão comum em nossas escolas, fosse trocada por uma postura proativa, que é um de nossos objetivos.

Primeiramente, foi apresentada uma questão e pedido para que eles fizessem suas hipóteses sobre o que aconteceria.

### **LEVANTANDO HIPÓTESE:**

Quando há interação (choque) entre dois corpos, um em movimento e o outro em repouso, a mudança da massa do corpo que está em repouso irá interferir no resultado final? De que forma será essa interferência?

Nesse dia, havia vinte e quatro alunos. Consta, abaixo, um resumo das hipóteses levantadas.

- Cinco alunos responderam **Não**. Nesse caso, eles associaram a resposta somente ao choque e estipularam que após o choque o corpo entrará em movimento. Não relacionaram nessa ação nenhuma interferência da massa.
- Dezenove alunos responderam **Sim**. Nesse caso, eles atribuíram que um impulso ou uma força passaria do corpo em movimento para o corpo em repouso e esse entraria em movimento. Apenas uma aluna relacionou a massa com a mudança da velocidade.

Foi possível notar nessas hipóteses que a maioria absoluta da classe não relaciona a origem do movimento com a interferência da massa do corpo. Assim, notou-se que os seus modelos mentais atribuem o início do movimento a uma ação externa, porém não veem interferência da massa do corpo nessa interação.

Em seguida, os alunos escreverem suas hipóteses. Foi proposta uma atividade experimental na qual eles realizaram diferentes interações entre carrinhos, alterando a massa de um deles. Após o preenchimento da tabela proposta na atividade, eles responderam a um

questionário dirigido que foi elaborado para que, de forma progressiva, a finalidade de gerar conflitos cognitivos pudesse ser atingida.

Tabela dos valores dos deslocamentos obtidos com o aumento da massa.						
	$\Delta S$ 1 (cm)	$\Delta S$ 2 (cm)	$\Delta S$ 3 (cm)	$\Delta S$ 4 (cm)	$\Delta S$ 5 (cm)	$\Delta S$ médio
Massa 1	72	75,5	63,5	68	73	70,4
Massa 2	59	61	57	65	66	61,6
Massa 3	61,5	58,5	56,5	34	61,5	54,4

Transcrição:

Tabela dos valores ds deslocamentos obtidos com o aumento da massa						
	$\Delta S$ 1 (cm)	$\Delta S$ 2 (cm)	$\Delta S$ 3 (cm)	$\Delta S$ 4 (cm)	$\Delta S$ 5 (cm)	$\Delta S$ médio
Massa 1	72	75,5	63,5	68	73	70,4
Massa 2	59	61	57	65	66	61,6
Massa 3	61,5	58,5	56,5	34	61,5	54,4

Figura 35 - Exemplo de resposta de aluno

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

## QUESTÕES

a) O que acontece com o deslocamento final na medida em que aumentamos a massa do carrinho?

Essa questão foi respondida de acordo com os resultados obtidos na realização da experiência anotados na tabela. Abaixo, apresentam-se alguns exemplos das tabelas preenchidas pelos alunos.

<u>Ele diminuiu a distância.</u>
Transcrição: Ele diminui a distância
<b>Figura 36 - Exemplo de resposta de aluno</b>
<u>Quanto maior a massa menor o deslocamento</u>
Transcrição: Quanto maior a massa menor o deslocamento
<b>Figura 37 - Exemplo de resposta de aluno</b>

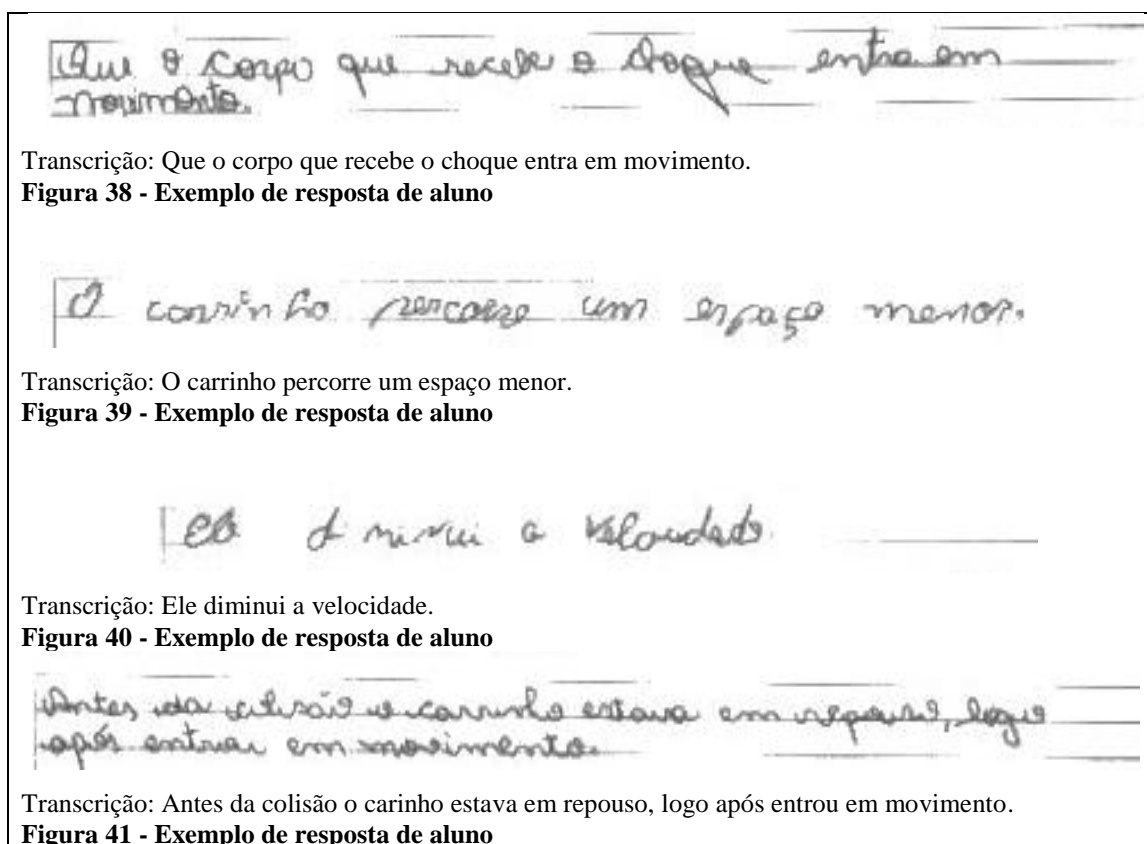
Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

Fazendo-se uso das anotações realizadas em suas tabelas, os alunos perceberam que a distância média percorrida pelo carrinho diminui à medida que aumentamos sua massa.

b) O que você observa nas velocidades dos carrinhos antes da colisão (carrinho que está em movimento) e após da colisão (o carrinho que estava em repouso)?

Nessa questão, com o uso das observações anteriores, o intuito era que o aluno pudesse relacionar a variação da massa com a variação da velocidade ocorrida no carrinho de maior massa.


Dos vinte e quatro alunos presentes, dois não responderam a questão, sete responderam que o de maior massa movimenta-se com uma velocidade menor e quinze alunos responderam de modo vago, não relacionando a velocidade e sim a questão repouso-movimento, demonstrando não terem interpretado corretamente a questão apresentada.



Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula


c) Então, o que acontece com a velocidade à medida que aumentamos a massa?

Dos vinte e quatro alunos, um não respondeu, dois responderam que a velocidade aumentou e vinte e um responderam que a velocidade diminuiu. No entanto, desses vinte e um alunos, três estavam entre os quinze que na questão anterior responderam que a velocidade diminuiu e, nessa questão, relacionaram esse fato ao aumento da massa. Diante desse fato, pôde-se constatar que a questão anterior não foi bem interpretada.



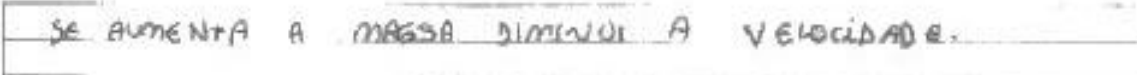
Transcrição: pegou mais velocidade.

**Figura 42 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Ela diminui

**Figura 43 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Se aumenta a massa diminui a velocidade.

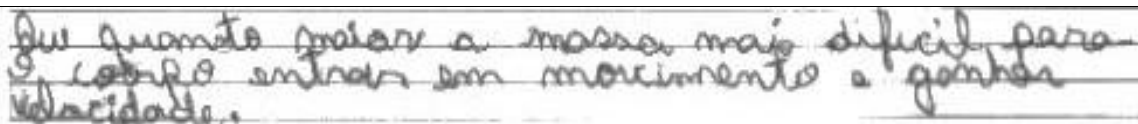
**Figura 44 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

d) Qual a sua conclusão sobre a interferência da massa na interação entre os corpos?

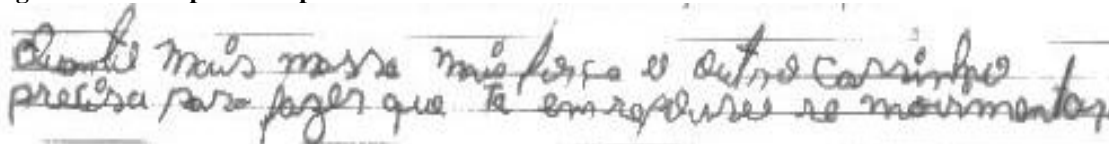
Treze alunos responderam que o aumento da massa implicará em uma queda da velocidade, dentre eles, quatro fizeram observações bem próximas à primeira lei de Newton, percebendo a interferência da massa no início do movimento dos corpos.

Quatro alunos não responderam corretamente, aparentando não terem interpretado corretamente a questão. Sete alunos relacionaram a questão ao choque entre os corpos.



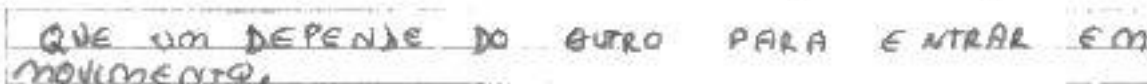
Transcrição: Que quanto maior a massa mais difícil para o corpo entrar em movimento e ganhar velocidade.

**Figura 45 - Exemplo de resposta de aluno**



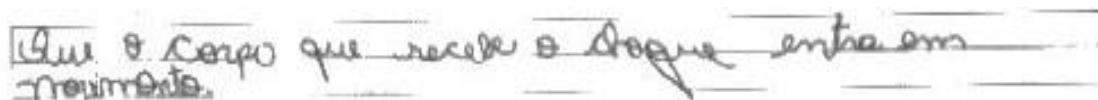
Transcrição: Quanto mais massa mais força o outro carrinho precisa para fazer que ta em repouso se movimentar (sic).

**Figura 46 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Que um depende do outro pra entrar em movimento.

**Figura 47 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Que o corpo que recebe o choque entra em movimento.

**Figura 48 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: Alterou a velocidade e a distância.

**Figura 49 - Exemplo de resposta de aluno**

**Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula**

e) A sua conclusão é igual à sua hipótese inicial? Se não forem iguais, em que elas são diferentes?

Três alunos não responderam a questão corretamente, aparentando não compreenderem a questão.

Treze alunos responderam ‘sim’ e, por meio de uma análise cruzando as hipóteses iniciais e as suas conclusões, percebe-se que eles responderam corretamente.

Oito alunos responderam ‘não’ e, por meio de uma análise cruzando as hipóteses iniciais e as suas conclusões, percebe-se que houve, realmente, uma percepção da influência da massa que contrariou a hipótese inicial.



Transcrição: Minhas hipóteses iniciais são parecidas com minhas conclusões finais.

**Figura 50 - Exemplo de resposta de aluno**

Hipótese:



**Figura 51 - Exemplo de resposta de aluno**

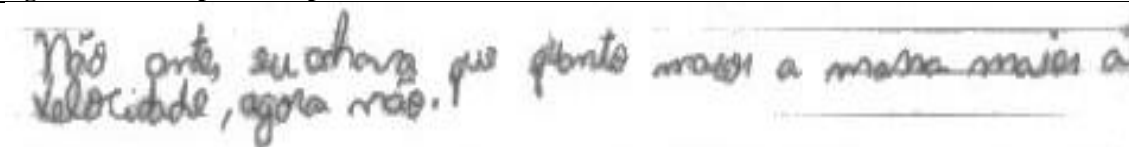
Transcrição: Sim pois o tamanho da massa irá interferir em quanta velocidade o outro corpo irá perder ao se chocar com este.

Conclusão:



Transcrição: É que quanto maior a massa menor a distância depois do impacto.

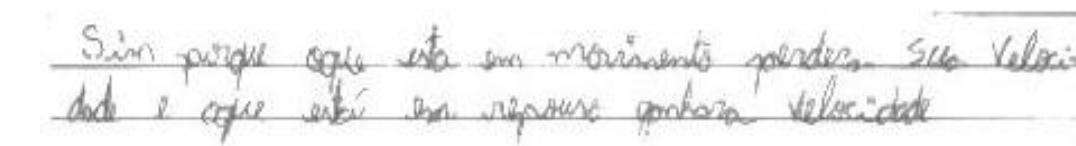
**Figura 52 - Exemplo de resposta de aluno**



Transcrição: não antes eu achava que quanto maior a massa maior a velocidade, agora não.

**Figura 53 - Exemplo de resposta de aluno**

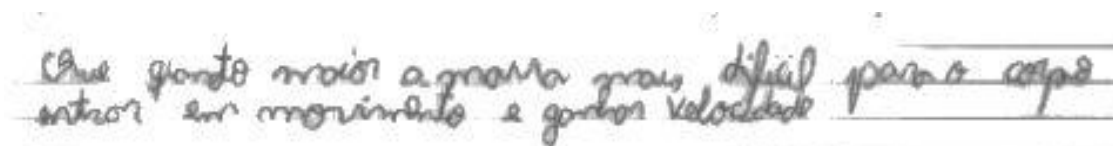
Hipótese:



Transcrição: Sim porque o que está em movimento perderá sua velocidade e o que está em repouso ganhará velocidade (sic).

**Figura 54 - Exemplo de resposta de aluno**

Conclusão:



Transcrição: Que quanto maior a massa mais difícil para o corpo entrar em movimento e ganhar velocidade.

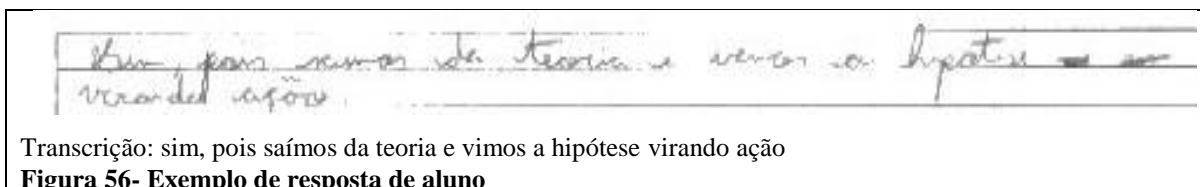
**Figura 55 - Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula



f) Essa experiência ajudou você a ter uma melhor compreensão da interferência da massa na interação entre os corpos?

Todos os alunos responderam sim.



**Figura 56- Exemplo de resposta de aluno**

Fonte: trabalho aplicado pelo autor em sala de aula

## AULA IV

### ESTUDANDO OS MOVIMENTOS: AFINAL, COMO A VARIAÇÃO DA MASSA INTERFERE NA VELOCIDADE DOS CORPOS?

Nessa aula, buscou-se apresentar a relação inversa entre a massa e a velocidade de um corpo na interação de corpos. Abordou-se a transferência de “algo” entre os corpos envolvidos durante a interação. A discussão gerada pelo texto, tendo por base a experiência realizada na aula anterior, levou os alunos a compreenderem a transferência da quantidade de movimento entre corpos.

Seguindo a leitura do texto, abordou-se a conservação da quantidade de movimento fazendo uso da situação “Domingo no parque”. Após o preenchimento da tabela, alguns alunos já começaram a perceber que, mesmo havendo mudança de valores parciais, o valor total se mantinha. O uso dessa tabela contribuiu muito para a compreensão do princípio da conservação em sistemas isolados.

Após a leitura desse texto, aplicamos o princípio da conservação da quantidade de movimento em um problema clássico dos livros de física: Um corpo de massa 50 kg move-se a 6m/s. Em certo instante, esse corpo sofre uma colisão com outro corpo de massa 150 kg e, devido a isso, fica em repouso. Calcule a velocidade inicial do carrinho que entrou em movimento após o choque.

Constatou-se que alguns alunos conseguiram, com base nas respostas alcançadas na leitura do texto trabalhado anteriormente, chegar à resposta desejada sem efetuarem os tradicionais cálculos usando as fórmulas de definição. Depois disso, constatou-se que a maioria dos alunos compreendeu e efetuou os cálculos necessários, compreendendo, portanto, o conteúdo trabalhado.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se, por meio da pesquisa realizada, o quanto nosso sistema de ensino está distante de promover uma educação realmente transformadora para os alunos. Percebemos jovens preocupando-se em emitir repostas que podem, de alguma forma, serem aceitas por alguém, no caso o professor. E aquilo que realmente é importante para uma educação de qualidade, por exemplo, os alunos exporem suas opiniões, confrontar ideias e serem motivados a tomarem mais iniciativas, ainda é uma realidade distante de nossa prática.

Este fato torna claro o quanto a atual educação tem distanciado a realidade prática daquilo que é ensinado. Isto é, o aluno não encontra uma ponte entre o que é ensinado na escola e a sua vida pessoal. O trabalho pedagógico tem distanciado a instituição da escola de seus alunos. Com isso, vemos jovens cada vez mais desmotivados e o nobre ato de aprender tem se tornado algo enfadonho.

Constatou-se, também, que a tão visada educação para a cidadania plena está muito longe de ser alcançada, levando-se em conta que a necessidade criada pelo próprio sistema educacional nos alunos de dar respostas certas. Com isso, entendemos que o sistema educacional deveria dar-lhes condições de fazer as perguntas corretas e buscar as possíveis soluções.

No entanto, no que se refere aos modelos mentais apresentados pelos alunos, constatou-se, conforme as respostas analisadas anteriormente, que, de fato, pode-se perceber a presença de modelos representativos, conforme a teoria apresentada nesse trabalho.

Pôde-se, ainda, compreender que a identificação desses modelos representativos aplicados pelos alunos, ainda que de forma inicial como foi feito, e a consideração desses modelos para se abordar os conteúdos estudados, esclarece para o aluno a matéria que lhe é ensinada.

A proposta de levar o aluno a expor seus modelos mentais e confrontá-los com uma experiência apoiada em um questionário dirigido trouxe uma reflexão muito importante no que se refere à abordagem que é feita do conteúdo ensinado em nas aulas.

Apreendeu-se que um processo de ensino-aprendizagem que se respalda em convencer o aluno que o conteúdo escrito em um livro didático está correto e é superior a qualquer outra forma de conhecimento existente, simplesmente por que algum cientista assim o determinou, não consegue atingir essa geração que, como exposto, tem um acesso muito grande à informação, a qual, muitas vezes, infelizmente, não tem qualidade, porém contribui muito para que modelos mentais representativos de situações diversas sejam elaborados na tentativa de interiorizar situações.

Foi possível reconhecer que, para ocorrer uma situação de aprendizagem realmente transformadora, é necessário que as hipóteses de nossos alunos, apoiadas em sua experiência própria representadas por seus modelos mentais, sejam expostas e confrontadas.

Com isso, compreende-se que os alunos poderão transpor o que é aprendido de uma área do conhecimento para outras áreas, estabelecendo conexões entre as diferentes áreas, superando, com isso, a fragmentação do conhecimento que é proposta em nosso currículo oficial e, principalmente, poderão vivenciar o que é estudado em situações cotidianas, trazendo, assim, o que é estudado para sua vida, transpondo os muros escolares.

Contudo, percebe-se que precisamos urgentemente repensar as formas que abordamos os conteúdos ensinados, já que, uma vez que os alunos compreenderam cientificamente o tema trabalhado e conseguiram lhe dar um significado pessoal, ou seja, construir um modelo mental desse tema, a posterior abordagem Matemática desse assunto não será tão traumática como tem sido atualmente, pois ela estará sustentada pelo sentido que o aluno dá ao tema abordado.

Logo, a Matemática não será uma aplicação pura e simplesmente quantitativa: ela será uma comprovação quantitativa dos aspectos qualitativos e significantes que foram assimilados pelos alunos. Isto dará mais sentido à aplicação matemática no contexto físico, o que reduzirá substancialmente as dificuldades encontradas no ensino da Matemática que, como já abordamos, são transpostas para o ensino da física.

Por outro lado, uma abordagem que também faça uso de textos que trabalhem a origem histórica da ciência, situando-a em um contexto histórico-econômico-social, torna-se um importante meio para que nossos alunos possam relacionar essa ciência com outras áreas do conhecimento bem como pode contribuir para uma formação de cidadãos com uma maior

capacidade de leitura, conhecendo outras formas de representação escrita que não somente a escrita literária, como é recorrente em nosso sistema de ensino.

Diante do trabalho exposto, pôde-se verificar que uma educação que visa uma formação cidadã dos alunos, fazendo com que eles atinjam o estágio multidimensional em sua aprendizagem, é totalmente possível e profundamente necessária. Todavia, só conseguiremos atingir uma educação nesses moldes se, de uma forma profunda, repensarmos a forma de abordarmos os conteúdos ensinados, buscando levar nossos alunos a exporem suas ideias sobre as situações apresentadas e a questionarem essas situações em momentos de conflitos, não somente os tratando como receptores ingênuos e passivos de um conhecimento que tão logo será esquecido.

**BIBLIOGRAFIA**

ANGOTTI, J. A. P., Depois de mais de cem anos sem revolução científica, Física ainda é cultura? In: MARTINS A. F.P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. 300p.

ANTUNES, C. **A prática dos quatro pilares da educação na sala de aula.** 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2012. 100p.

APRENDENDO CIENCIAS. **O construtivismo de Kelly.** Disponível em <<http://aprendendociencias.com.br/baixar.php?>> Acesso em 30/07/2013.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico – contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** 9. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011. 314p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília, 1999. 360p.

CORTELLA, M. S. **O que a vida me ensinou.** São Paulo: Editora Saraiva- Editora Versar, 2009. 109p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 18. ed. São Paulo: Paz e terra, 1988. 184p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 36. ed. São Paulo: Paz e terra, 2007, 79p.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Normas de apresentação tabular.** 3 ed. Rio de Janeiro, 1993. 61p.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências.** Ijuí: Editora Unijuí, 2008. 328p.

GOMES, M. **A vida e pensamento de Galileu Galilei.** São Paulo: Editora Minuano, 2006. 98p. (Coleção Iluminados da Ciência).

JUNIOR, F. R., FERRARO, N. G. e SOARES, P. T. **Os Fundamentos da Física.** 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1998. 480p. (Mecânico - volume I).

Karam, R. A. S. e Pietrocola, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.181-205, jul. 2009.

KRASILCHIK, M. e MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Editora Moderna, 2007. 87p.

MARTINS A. F.P., Sobre rupturas (e continuidades...). In: MARTINS A. F.P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. 300p.

MATTHEWS, R. **25 Grandes ideias – como a ciência está transformando nosso mundo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2008. 262p.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011. 242p.

NITZKE, J. A., Campos, M. de B. e Lima, M. de F. de P. **Teoria de Piaget**. Disponível em <<<http://penta.ufrgs.br/~marcia/teopiag.htm>>> Acesso em 30/07/2013.

PERNAMBUCO, M. M. C. A., Escola hoje e o ensino de física. In: MARTINS A. F.P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. 300p.

PLANCK, M. **Autobiografia científica e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 2012. 236p.

POSPIECH, G. **Promoting the competence of mathematical modeling in physics lessons**. Proceedings do GIREP 2006 (Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de La Physique) p. 575-583. Modelling in Physics and Physics Education. 20 a 25 de agosto de 2006, AMSTEL institute, Faculty of Science, University of Amsterdam, Netherlands. Disponível em <<http://home.medewerker.uva.nl/o.slooten/bestanden/Girep%20Proceedings%20CD.pdf>>

POZO, J.I. e CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

REDISH, E. F. **Problem Solving and the use of math in physics courses**. Palestra proferida no evento World View on Physics Education in 2005: Focusing on Change, Delhi, 21 a 26 de agosto 2005. A ser publicado nos proceedings. Disponível em <<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/IndiaMath.pdf>>.

ROSENFELD, R. **Feynman & Gell-Mann – Luz, quarks, ação. Imortais da Ciência.** São Paulo: Odysseus Editora Ltda., 2003. 121p.

GRECA, I. M., Algumas metodologias para o estudo dos modelos mentais. In: SANTOS, F. M. T. dos e GRECA, I. M. (org.) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias.** 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. 437p.

SÃO PAULO. Secretaria estadual da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Ensino Fundamental - Ciclo II e Ensino Médio.** São Paulo: SEE, 2010. 152p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **1ª Série Ensino Médio Caderno do Aluno- Volume 1. Física Ciências da Natureza.** São Paulo: SEE, 2013. 48p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **Resultados do Saesp.** Disponível em <<http://www.educacao.sp.gov.br/saesp>> Acesso em 20/03/2012.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **Escala de proficiência do Saesp.** Disponível em < [http://saesp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia\\_Mat.pdf](http://saesp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia_Mat.pdf).> Acesso: 25/03/12.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **Comparação nos níveis de proficiência em Matemática e em Língua Portuguesa.** Disponível em <<http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/veja-os-graficos-de-comparacao-da-distribuicao-dos-alunos-nos-niveis-de-proficiencia>>. Acesso em 25/03/12.

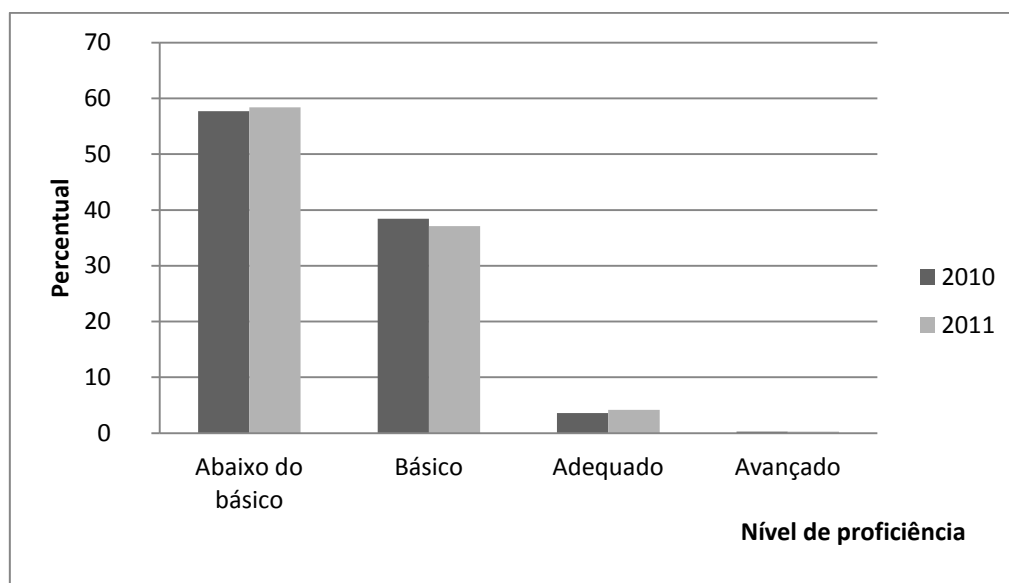
\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **Escala, classificação e os níveis de proficiência em Matemática.** Disponível em <[http://saesp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia\\_Mat.pdf](http://saesp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia_Mat.pdf).> Acesso: 25/03/12.

\_\_\_\_\_. Secretaria Estadual da Educação. **Escala, classificação e os níveis de proficiência em Língua Portuguesa.** Disponível em <[http://depirassununga.edunet.sp.gov.br/concursos/Ingresso%20PEB%20II%202011/Relat%C3%B3rio%20Pedag%C3%B3gico\\_L%C3%ADngua%20Portuguesa\\_2009.pdf](http://depirassununga.edunet.sp.gov.br/concursos/Ingresso%20PEB%20II%202011/Relat%C3%B3rio%20Pedag%C3%B3gico_L%C3%ADngua%20Portuguesa_2009.pdf) .> Acesso: 28/03/12.

## APÊNDICE

### RESULTADOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO NO SARESP EM MATEMÁTICA

**Gráfico 28- Comparação da distribuição dos alunos da 3ª série do EM nos níveis de proficiência em Matemática (2010 e 2011)**



Fonte: <http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/veja-os-graficos-de-comparacao-da-distribuicao-dos-alunos-nos-niveis-de-proficiencia>". Acesso em 25/03/12 (adaptado).

Classificação	Níveis de Proficiência	Descrição
Insuficiente	<b>Abaixo do Básico</b>	Os alunos neste nível demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para a série/ano escolar em que se encontram.
Suficiente	<b>Básico</b>	Os alunos neste nível demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem as estruturas necessárias para interagir com a proposta curricular na série/ano subsequente.
	<b>Adequado</b>	Os alunos neste nível demonstram domínio pleno dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para a série/ano escolar em que se encontram.
Avançado	<b>Avançado</b>	Os alunos neste nível demonstram conhecimentos e domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido na série/ano escolar em que se encontram.

Fonte (adaptada): <http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/veja-os-graficos-de-comparacao-da-distribuicao-dos-alunos-nos-niveis-de-proficiencia>". Acesso em 25/03/12.



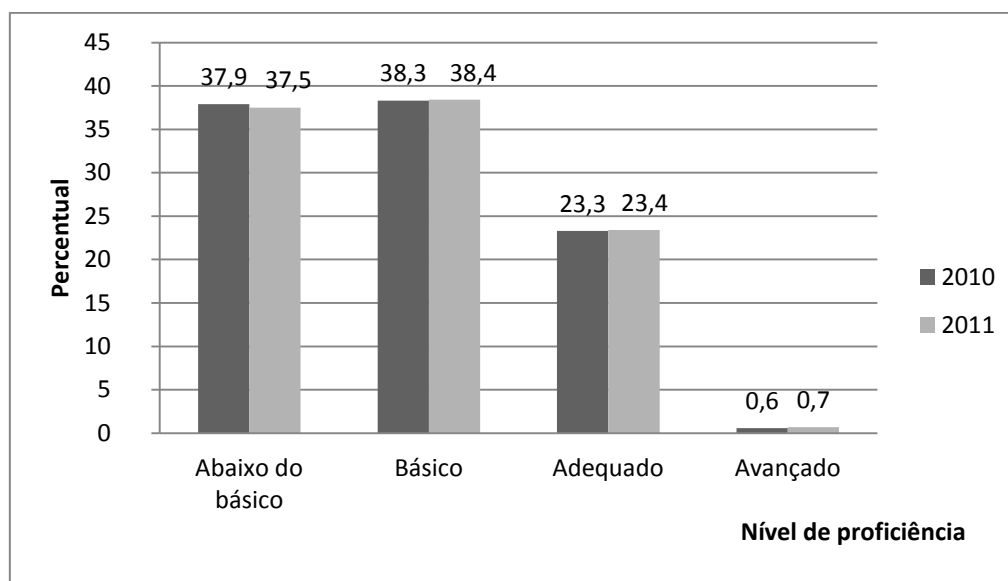
Para mais informações sugerimos ao leitor consultar:

<http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/veja-os-graficos-de-comparacao-da-distribuicao-dos-alunos-nos-niveis-de-proficiencia>[http://saresp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia\\_Mat.pdf](http://saresp.fde.sp.gov.br/2009/pdf/3EscaladeProficiencia_Mat.pdf).

Em que se encontrará uma descrição detalhada nos níveis de proficiência elencados para essa disciplina.

## RESULTADOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO NO SARESP EM LÍNGUA PORTUGUESA

**Gráfico 29- Comparação da distribuição dos alunos da 3ª série do EM nos níveis de proficiência em Língua Portuguesa (2010 e 2011)**



Fonte: <http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/veja-os-graficos-de-comparacao-da-distribuicao-dos-alunos-nos-niveis-de-proficiencia>. Acesso: 25/03/12. adaptado

A tabela a seguir representa a Classificação e Descrição dos Níveis de Proficiência do SARESP:

<b>Tabela 24 - Classificação e descrição dos níveis de proficiência no SARESP</b>		
<b>Classificação</b>	<b>Níveis de Proficiência</b>	<b>Descrição</b>
Insuficiente	Abaixo do Básico	Os alunos neste nível demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para a série/ano escolar em que se encontram.
Suficiente	Básico	Os alunos neste nível demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem as estruturas necessárias para interagir com a Proposta Curricular na série/ano subsequente.
	Adequado	Os alunos neste nível demonstram domínio pleno dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para a série/ano escolar em que se encontram.
Avançado	Avançado	Os alunos neste nível demonstram conhecimentos e domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido na série/ano escolar em que se encontram.

Fonte: [http://depirassununga.edunet.sp.gov.br/concursos/Ingresso%20PEB%20II%202011/Relat%C3%B3rio%20Pedag%C3%B3gico\\_L%C3%ADngua%20Portuguesa\\_2009.pdf](http://depirassununga.edunet.sp.gov.br/concursos/Ingresso%20PEB%20II%202011/Relat%C3%B3rio%20Pedag%C3%B3gico_L%C3%ADngua%20Portuguesa_2009.pdf) . Acesso em 28/03/12

## ANEXOS

### MODELO DA PESQUISA APLICADA

Modelo da pesquisa aplicada nas E.E. Oscarlina de Araujo Oliveira e E.E Manuel Euclides de Brito.

### PESQUISA DE CAMPO

1-Pensando em sua trajetória escolar, qual das opções abaixo, em sua opinião, melhor descreveria seu aprendizado em Matemática:

- a) Sempre teve dificuldades em entender o conteúdo ensinado. Considera ter entendido até 30%
- b) Teve dificuldades, porém, conseguiu entender boa parte do conteúdo. Considera ter entendido de 30% a 60%.
- c) Conseguia entender com facilidade o conteúdo ensinado. Considera ter entendido acima de 60

2- Com relação ao conteúdo da Matemática, você:

- a) Consegue ver relação com outras disciplinas (matérias) ensinadas na escola.
- b) O entende como uma disciplina independente, que não se relaciona com outras áreas do ensino.
- c) Consegue ver relação de apenas alguns tópicos da Matemática com outras disciplinas.

3-O texto abaixo expressa a opinião de vários pensadores com relação ao conhecimento matemático:

“A Matemática é uma ciência que representa uma grande conquista do conhecimento humano e que, devido a isso, é muito importante por si só. Ou seja, o conhecimento matemático por representar uma construção histórica da humanidade deve ser aprendido, somente, por sua importância, representação e significados que lhes são próprios.”

De acordo com sua opinião você poderia dizer:

a) Concordo com o texto, o conhecimento matemático é realmente muito importante por si só. Percebo uma grande riqueza neste conhecimento e vejo que ele deve ser aprendido mesmo que não haja uma aplicação prática.

b) Concordo com o texto, o conhecimento matemático é muito importante, porém, ele deve ser aprendido somente se houver uma aplicação prática.

c) Não concordo com o texto, não me importo com o conhecimento em si então vejo tanta importância no conhecimento matemático. Acredito que o domínio de alguns conceitos básicos como adição, subtração, multiplicação e divisão são o bastante, pois é tudo que irei usar na vida.

4- Com relação ao ensino da disciplina de Física, você:

a) Sempre teve dificuldades em entender o conteúdo ensinado. Considera ter entendido até 30%.

b) Teve dificuldades, porém, conseguiu entender boa parte do conteúdo. Considera ter entendido de 30% a 60%.

c) Conseguia entender com facilidade o conteúdo ensinado. Considera ter entendido acima de 60%.

5- Com relação ao conteúdo de Física, você:

a) Consegue ver relação com outras áreas do ensino.

b) Vê como uma disciplina independente, que não se relaciona com outras áreas do ensino.

c) Consegue ver relação de apenas alguns conteúdos da Física com outras áreas do ensino.

6- Sobre a presença da Matemática na Física, você:

a) Não encontra dificuldades e entende que é um importante recurso para o entendimento da disciplina.

b) É um recurso importante, porém, lhe traz dificuldades para entender os conteúdos trabalhados.

7- fazendo uma análise de sua trajetória escolar e pensando na relação da Física com Matemática você diria que:

- a) Tenho facilidade em compreender a Matemática e consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física.
- b) Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém, não consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física. Não consigo ver uma relação entre as duas disciplinas que possa favorecer a aplicação do conhecimento de uma na outra.
- c) Tenho facilidade em compreender a Matemática, porém, sinto-me desmotivado com os problemas propostos pela física que não me motivam a aplicar os meus conhecimentos matemáticos. E não consigo aplicar esse conhecimento para me ajudar no ensino da Física.

8- Com relação ao ensino da Língua Portuguesa, você diria que:

- a) Consegue ter um bom entendimento das suas leituras. Você pode dizer que entende acima de 60% do que lê.
- b) Consegue entender apenas parcialmente o que lê. Você diria que consegue entender apenas de 30% a 60% do que lê.
- c) Não consegue ter um bom entendimento do que lê. Você diria que conseguiu entender apenas até 30% do que lê.

9- Você considera a leitura científica importante para a sua formação?

Sim

Não

## AUTORIZAÇÕES PARA APLICAR OS QUESTIONÁRIOS

### AUTORIZAÇÃO

Eu, **MARLI NUNES REALE**, diretora da E.E. MANUEL EUCLIDES DE BRITO localizada à Rua Antonio Ferraz Costa, 506. Vila Santa Cruz- Itatiba - SP. CEP: 13.251-460, através desta, autorizo o professor Arquiteclino Gonçalves Rocha, a aplicar junto aos alunos desta unidade escolar um questionário elaborado para sua pesquisa acadêmica que visa levantar dados qualitativos para elaboração de sua dissertação para o mestrado junto a UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR (SOROCABA) para o PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – PPGECE-DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA - DM.

Itatiba, 23 de Outubro de 2013.



MARLI NUNES REALE  
Aparecida Nunes Reale  
Diretor de Escola  
3: 4.182.450-7

## AUTORIZAÇÃO

Eu, **ROSANA DE FATIMA PANCOTTO ROJO GARCIA**, diretora da E.E. OSCARLINA DE ARAUJO OLIVEIRA localizada à Travessa Guido Gaboardi 60. Jardim México - Itatiba - SP. CEP: 13.253-462, através desta, autorizo o professor Arquiteclino Gonçalves Rocha, a aplicar junto aos alunos desta unidade escolar um questionário elaborado para sua pesquisa acadêmica que visa levantar dados qualitativos para elaboração de sua dissertação para o mestrado junto a UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR (SOROCABA) para o PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – PPGECE-DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA - DM.

Itatiba, 23 de Outubro de 2013.



---


ROSANA DE FATIMA PANCOTTO ROJO GARCIA

*Rosana de F. Pancotto R. Garcia*  
RG. 15.890.689-X  
Diretor de Escola

**AUTORIZAÇÃO PARA APLICAR A SEQUÊNCIA DIDÁTICA****AUTORIZAÇÃO**

Eu, **LAZARA ELIANA PETRONI DE ASSIS**, diretora da E.E. PROFESSOR ANTONIO DUTRA localizada Av. Benedito de Godoy Camargo, 215. N.R. Dr. Luiz de Mattos Pimenta - Itatiba - SP. CEP: 13.255-540, através desta, autorizo o professor Arquiteclino Gonçalves Rocha, a aplicar junto aos seus alunos do primeiro ano do ensino médio uma sequência didática que foi elaborada conforme sua pesquisa acadêmica e que visa levantar dados qualitativos para elaboração de sua dissertação para o mestrado junto a UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR (SOROCABA) para o PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – PPGECE-DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA - DM.

Itatiba, 09 de Maio de 2013.



---

LAZARA ELIANA PETRONI DE ASSIS