



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**Uma proposta de plano de curso para conteúdos de Física em Nível Médio, através do trabalho articulado entre professores de Física e de Matemática, em situação de coordenação pedagógica, visando a Aprendizagem Significativa**

Wilker Dias Oliveira

Brasília, DF

2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Uma proposta de plano de curso para conteúdos de Física em Nível Médio, através do trabalho articulado entre professores de Física e de Matemática, em situação de coordenação pedagógica, visando a Aprendizagem Significativa

Wilker Dias Oliveira

Dissertação realizada sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Célia Maria Soares Gomes de Sousa e apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de **Mestre em Ensino de Ciências** – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília, DF

2012

## FOLHA DE APROVAÇÃO

WILKER DIAS OLIVEIRA

Título do trabalho: *Uma Proposta de Plano de Curso Para Conteúdos de Física em Nível Médio, Através do Trabalho Articulado entre Professores de Física e de Matemática, em Situação de Coordenação Pedagógica, Visando a Aprendizagem Significativa.*

Projeto apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em **08** de **Março** de **2012**.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Célia Maria Soares Gomes de Sousa  
(Presidente)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi  
(Membro externo – IF/UnB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado  
(Membro interno – PPGEC/UnB)

*Os educadores precisam compreender que ajudar as pessoas a se tornarem pessoas é muito mais importante do que ajudá-las a tornarem-se matemáticas, políglotas ou coisa que o valha*

*Carl Rogers*

*A única forma de se manter a frente em qualquer área é dedicar-se ao processo de preparação com pelo menos o mesmo entusiasmo do segundo colocado.*

*Bernardo Resende*

## RESUMO

A experiência de três anos como professor de escola pública e o conhecimento da realidade dos cursinhos preparatórios para o vestibular e das escolas particulares, me levaram a constatar a grande diferença existente entre os alunos do ensino público e os da rede particular. A maioria dos alunos da escola pública tem dificuldades ao chegar ao Ensino Médio com relação ao conteúdo, principalmente, no que diz respeito à Matemática. Visando contribuir para diminuir essa diferença, este estudo trata da elaboração e implementação de um plano de curso articulado entre as disciplinas Física e Matemática para a primeira série do Ensino Médio. Por isso, foram trabalhados de forma integrada, com duas turmas, os conceitos referentes à Dinâmica e à Cinemática da Física e funções do primeiro e do segundo grau na Matemática. Esse trabalho foi desenvolvido baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, com o objetivo de criar condições favoráveis ao desenvolvimento conceitual dessas duas disciplinas. Obtivemos certo êxito, uma vez que os alunos apresentaram um domínio de conceitos próximos daqueles cientificamente aceitos, além de evidenciarem ter compreendido a Física como uma construção humana. Porém, ainda demonstraram ter uma grande dificuldade com relação aos conceitos relacionados à Matemática, o que nos leva a crer que o trabalho integrado no planejamento e implementação do plano de curso dessas duas disciplinas seja uma boa opção de abordagem. Para esse tipo de trabalho, no entanto, é importante envolver professores com perfis semelhantes, tanto no aspecto motivacional quanto disciplinar.

**PALAVRAS CHAVE:** Ensino de Ciências; Ensino de Física; Integração disciplinar; Aprendizagem Significativa

## ABSTRACT

My experience of three years as a public school teacher and the knowledge of the reality of preparatory courses for the vestibular and private schools, took me to see the big difference between students at public and in private ones. In terms of the learning difficulties most public school students have when they arrive at high school with the content, especially with regard to mathematics. Aiming to contribute to this gap, this study addresses the development and implementation of an articulated course between Physics and Mathematics subjects in the first grade of high school, which they were worked with two classes, the concepts related to the dynamics and kinematics Physics and functions of the first and second degree in mathematics in an integrated manner. This work was developed and based on the Meaningful Learning Theory of David Ausubel. It aiming to create favorable conditions for conceptual development of these two disciplines: Physics and Mathematics. We achieved some success, since the students had a field of concepts similar to those scientifically accepted, and also show you understand physics a human construction. But even the students shown to have a great difficulty with the concepts related to mathematics, which leads us to believe that the integrated planning and its implementation of the course plan of these two disciplines: Physics and Mathematics are good choices of approach. For this type of work, however, it is important to involve teachers with similar profiles, both in terms of motivational and discipline.

**KEYWORDS:** Science Education; Physics Education; Disciplinary Integration; Meaningful Learning

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo da Aprendizagem Significativa .....	44
Figura 2 – Organização da Instrução. ....	47
Figura 3 – Modelo apresentado aos alunos para trabalhar Grandezas Escalares e Vetoriais...	63
Figura 4 – Vetores apresentados para análise em sala .....	64
Figura 5 – Atividade para exemplificar soma vetorial.....	64
Figura 6 – Modelo para ilustrar o estudo da Cinemática .....	65
Figura 7 – Modelo usado para trabalhar velocidade instantânea.....	67
Figura 8 – Modelo para aplicação do M.R.U. ....	68
Figura 9 – Modelo apresentado para discutir os movimentos .....	71
Figura 10 – Modelo para apresentar a Primeira Lei de Newton.....	73
Figura 11 – Modelo para apresentação do Impulso e Quantidade de Movimento .....	75
Figura 12 – Simulação M.R.U.V. (Salomão, Touças e Freitas, 2011) .....	78
Figura 13 – Respostas Consideradas “meio certo” para a Questão 05 da Avaliação 01 .....	87
Figura 14 – Erros comuns apresentados pelos alunos na resolução da Questão 04 .....	92
Figura 15 – Respostas para a Questão 03 da Avaliação 03.....	99
Figura 16 – Respostas para a Questão 07 da Avaliação 03.....	104
Figura 17 – Respostas para a Questão 08 da Avaliação 03.....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Planos de Curso de Matemática e Física .....	51
Tabela 2: Temas das aulas.....	52
Tabela 3: Problematização Tema 3 – Resultado Obtidos .....	67
Tabela 4: Respostas Certas e Meio Certas da Questão 01b da Avaliação 03 .....	95

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 01 .....	83
Gráfico 2 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 01 .....	83
Gráfico 3 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 01 .....	84
Gráfico 4 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 01 .....	86
Gráfico 5 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 01 .....	87
Gráfico 6 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 02 .....	89
Gráfico 7 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 02 .....	90
Gráfico 8 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 02 .....	91
Gráfico 9 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 02 .....	92
Gráfico 10 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 02 .....	93
Gráfico 11 – Resultados da Questão 06 da Avaliação 02 .....	94
Gráfico 12 – Resultados da Questão 01a da Avaliação 03 .....	95
Gráfico 13 – Resultados da Questão 01b da Avaliação 03 .....	96
Gráfico 14 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 03 .....	97
Gráfico 15 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 03 .....	98
Gráfico 16 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 03 .....	100
Gráfico 17 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 03 .....	101
Gráfico 18 – Resultados da Questão 06 da Avaliação 03 .....	102
Gráfico 19 – Resultados da Questão 07 da Avaliação 03 .....	103
Gráfico 20 – Resultados da Questão 08 da Avaliação 03 .....	104
Gráfico 21 – Resultados da Questão 09 da Avaliação 03 .....	106
Gráfico 22 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 04 .....	108
Gráfico 23 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 03 .....	109
Gráfico 24 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 04 .....	110
Gráfico 25 – Questionário de Opinião – (Questão 01) .....	111
Gráfico 26 – Questionário de Opinião – (Questão 02) .....	111
Gráfico 27 – Questionário de Opinião – (Questão 03) .....	112
Gráfico 28 – Questionário de Opinião – (Questão 04) .....	112
Gráfico 29 – Questionário de Opinião – (Questão 05) .....	113
Gráfico 30 – Questionário de Opinião – (Questão 06) .....	113
Gráfico 31 – Questionário de Opinião – (Questão 07) .....	114
Gráfico 32 – Questionário de Opinião – (Questão 08) .....	114

Gráfico 33 – Questionário de Opinião – (Questão 09) .....	115
Gráfico 34 – Questionário de Opinião – (Questão 10) .....	115
Gráfico 35 – Questionário de Opinião – (Questão 11) .....	116
Gráfico 36 – Questionário de Opinião – (Questão 12) .....	116
Gráfico 37 – Questionário de Opinião – (Questão 13) .....	117

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
<b>1.1. Categoria 1 – Relevâncias e dificuldades de implementação de trabalhos interdisciplinares.</b> .....	17
<b>1.2. Categoria 2 – Dificuldades dos estudantes na análise gráfica dos movimentos.</b> ...	25
<b>1.3. Categoria 3 – A Matemática como estruturante e/ou linguagem da atividade científica.</b> .....	29
<b>II – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	42
<b>III – METODOLOGIA</b> .....	50
<b>IV – A PROPOSIÇÃO EDUCACIONAL</b> .....	54
<b>V – ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO</b> .....	62
<b>5.1. Análise dos Temas</b> .....	62
<b>5.2. Análise das Avaliações</b> .....	81
<b>5.3. Análise do Questionário de Opinião</b> .....	110
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	122
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	125
<b>APÊNDICES</b> .....	128
<b>Apêndice A – Avaliação 01</b> .....	128
<b>Apêndice B – Avaliação 02</b> .....	130
<b>Apêndice C – Avaliação 03</b> .....	133
<b>Apêndice D – Avaliação 04</b> .....	136
<b>Apêndice E – Questionário de Opinião</b> .....	137

## INTRODUÇÃO

No decorrer de cinco anos como professor de Física, sendo três desses dedicados exclusivamente à rede pública de ensino, pude perceber que a maioria dos alunos apresenta uma grande dificuldade nessa disciplina. Isso faz com que a Física seja sempre eleita entre aquelas disciplinas nas quais o aluno ficará em dependência, processo pelo qual o aluno cursa a série seguinte mesmo sendo reprovado em até duas disciplinas do ano anterior. As outras matérias “eleitas” são, em geral, Matemática e Química, o que nos leva a inferir que boa parcela dos alunos apresenta maiores dificuldades nessas disciplinas.

Esperar que os professores de Física implementem atividades que revertam esse quadro não é razoável, uma vez que esses professores possuem uma carga horária pequena, geralmente duas aulas de 50 minutos por semana, e um quantitativo de turmas grande, cerca de 40 estudantes. Frente a esse quadro, muitos professores apenas seguem o livro didático, de tal forma que, o conteúdo é apresentado descontextualizado. Geralmente, se faz uso exagerado da Matemática, levando a crer que a Física é mera aplicação de fórmulas, sem a devida discussão sobre o fenômeno em estudo.

Nos últimos anos, a Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal vem tentando resolver o problema da defasagem idade/série por meio de programas de aceleração de aprendizagem. Esses programas podem até resolver tal problema, mas geram outros. Os alunos do Ensino Fundamental estão cumprindo o equivalente a quatro anos (5ª a 8ª Série) em apenas um, chegando ao Ensino Médio com uma defasagem de conteúdos muito grande, principalmente os de Matemática e também aqueles relacionados com leitura e interpretação de texto. Esse fato dificulta ainda mais a atividade do professor de Física, pois o aluno não apresenta condições sequer de resolver uma equação do segundo grau ou uma soma de frações.

A busca por subsídios para propiciar aos alunos um desenvolvimento satisfatório em Física me levou a ingressar no Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, com o objetivo de investigar como o sequenciamento dos conteúdos de Física e de Matemática contribuiu para esse desenvolvimento. Durante o ano de 2010, foram cursadas disciplinas de grande valia para minha atividade em sala de aula, interferindo de maneira positiva na prática docente. Porém,

ainda temos na escola, de um modo geral, grande dificuldade de produzir trabalhos de forma integrada com as disciplinas. Essa dificuldade se deve a fatores relacionados à formação dos professores e até mesmo a motivos pessoais de alguns colegas.

Os planos de curso das disciplinas Física e Matemática ilustram bem a falta de trabalho conjunto de professores. Essas disciplinas apresentam uma relação muito estreita, mas, no Ensino Médio, os conteúdos são trabalhados de forma totalmente independentes, o que leva o professor de Física a abordar, em suas aulas, conteúdos que fazem parte do programa de Matemática, mas que são de extrema importância para o desenvolvimento do curso de Física. Dessa forma, o tempo destinado à Física, que já é curto, passa a ser ocupado também pela Matemática. Além disso, nem sempre o professor de Física está preparado para ministrar o conteúdo de Matemática a contento. Essa dificuldade é sentida principalmente na primeira série do Ensino Médio, na qual os conteúdos sobre funções do 1º e do 2º graus, essenciais para o estudo dos movimentos retilíneos, são trabalhados geralmente no 2º e 3º bimestres, respectivamente, enquanto a Cinemática é trabalhado no primeiro bimestre em Física.

Com base na situação descrita, surge o seguinte problema de pesquisa: *promover a articulação entre os conteúdos, por meio de um plano de Curso de Física e do conhecimento matemático pertinente, resultaria na promoção de uma aprendizagem efetiva na primeira série do Ensino Médio?*

Trabalharemos então dentro da seguinte hipótese: *O desenvolvimento de um trabalho, articulado entre os professores de Física e de Matemática, de elaboração e execução dos Planos de Curso, planejado e implantado segundo as propostas da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, promove um melhor desenvolvimento nos conteúdos da Física, levando o aluno a uma aprendizagem efetiva.*

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizada, durante a semana pedagógica da escola, a elaboração conjunta dos planos de curso, de forma que os conteúdos necessários para o aprendizado em Física seriam primeiro trabalhados em Matemática, para que os alunos pudessem, no futuro, fazer uso desse conhecimento no estudo dos movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variados, bem como dos processos relacionados à Dinâmica. Na elaboração e execução dos planos de curso buscou-se implementar as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999).

As turmas, nas quais foram implementadas a proposta desse trabalho, foram criadas seguindo as bases legais implantadas pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal – SEDF. Estas guiam o processo de matrícula dos alunos, garantindo que as turmas sejam constituídas por alunos dos mais variados níveis de desenvolvimento, ou seja, que cursaram o ensino fundamental de forma regular ou pelo processo de aceleração de aprendizagem.

O objetivo desse trabalho é o de investigar sobre uma forma efetiva de articulação entre conteúdos de Física e de Matemática na primeira série do Ensino Médio, criando suporte para o trabalho articulado (integrado) nessas (dessas) disciplinas de acordo com as proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais, produzindo, assim, um material de apoio para professores.

Após a percepção da problemática, definição do problema de pesquisa e elaboração da hipótese de trabalho, realizamos uma revisão bibliográfica, buscando elementos de apoio ao nosso trabalho, principalmente quanto ao papel desempenhado pela Matemática no desenvolvimento do estudo da Física. Nessa revisão, realizada no período de Março de 2010 a Janeiro de 2011, foram selecionados 10 artigos de periódicos no período de 2000 a 2010 e três dissertações de mestrado dos anos de 2000, 2005 e 2006.

A elaboração da intervenção ocorreu entre os meses de Janeiro e Março de 2011, com aplicação entre os meses de Maio e Agosto do mesmo ano em duas turmas de primeira série do Centro de Ensino Médio 01 de Brazlândia – CEM 01, escola pertencente à rede publica de ensino do Distrito Federal. A intervenção se desenvolveu durante dois bimestres, tendo um total de 23 (vinte e três) encontros de 45 minutos de aula. Desse total, não estão inclusos os momentos destinados às avaliações.

Durante esses encontros, foram desenvolvidos 10 (dez) temas. Os objetivos de cada tema estão expostos a seguir:

Tema 1 – Grandezas escalares e vetoriais – objetivo: rever os conceitos de grandezas escalares e vetoriais e sua aplicação no estudo das ciências em geral.

Tema 2 – Cinemática – objetivo: apresentar o conceito de cinemática e, de posse desse conceito, abrir espaço para discussão sobre o que é movimento e sobre aquilo que causa o movimento.

Tema 3 – Velocidade Instantânea – objetivos: estabelecer o conceito de posição em função do tempo no movimento retilíneo; estabelecer o conceito de velocidade instantânea no movimento retilíneo; introduzir o conceito de aceleração.

Tema 4 – Aplicações do Movimento Retilíneo Uniforme – objetivo: tratar com movimentos uniformes para situações simplificadas do cotidiano dos estudantes; estabelecer que um movimento pode ser representado por meio de gráficos; mostrar como extrair informações relevantes desses gráficos.

Tema 5 – Por que ocorrem os movimentos? – objetivo: apresentar as ideias de Aristóteles, Galileu e Newton acerca do movimento.

Tema 6 – Primeira Lei de Newton – objetivo: apresentar situações possíveis de serem explicadas pela Primeira Lei de Newton; definir equilíbrio estático e dinâmico; determinar qual a relação entre massa e velocidade para a definição de quantidade de movimento.

Tema 7 – Impulso e Quantidade de Movimento – objetivo: estabelecer o conceito de impulso; estabelecer a relação entre impulso e quantidade de movimento.

Tema 8 – Segunda Lei de Newton – objetivo: apresentar o conceito de interações à distância e por contato; apresentar a 2ª Lei de Newton.

Tema 9 – Movimento Uniformemente Variado – objetivo: apresentar o M.U.V. (Movimento Uniformemente Variado) e as suas características; apresentar a relação entre o M.U.V. e o estudo das funções de 1º e 2º grau.

Tema 10 – Aplicações do M.U.V. – objetivo: aplicar o que se entende por movimentos uniformemente variados a situações simplificadas do cotidiano dos estudantes; estabelecer que um movimento pode ser representado por meio de gráficos e mostrar como extrair informações relevantes desses gráficos.

A coleta de dados ocorreu por meio das gravações dos áudios de partes das aulas e do registro dessas no chamado *Diário de Bordo*. Foram utilizados também atividades de avaliação. A descrição completa desses instrumentos será feita nos capítulos destinados à metodologia e à análise dos dados.

### **O trabalho articulado com o professor de Matemática**

O trabalho articulado teve início na semana pedagógica, ocorrida entre os dias 4 e 9 de fevereiro de 2011. O Plano de Curso de Física foi elaborado tendo como base o plano apresentado pelos professores de Matemática. Essa opção foi tomada devido ao fato de os conteúdos expressos no Plano de Curso de Matemática apresentarem uma sequência de desenvolvimento mais adequada.

De posse desses planos, buscou-se uma discussão entre os professores quanto aos termos e nomenclaturas utilizados durante as aulas, para que ambos pudessem usar a mesma linguagem com os alunos. No que diz respeito ao andamento das aulas, ao professor de Matemática foi sugerido que seguisse seu planejamento no ritmo que lhe fosse interessante e, uma vez de posse desses conhecimentos, os alunos os aplicariam nas aulas de Física na discussão dos conceitos referentes ao estudo dos movimentos.

Os professores mantinham contato constante para avaliar o desenvolvimento tanto dos conteúdos quanto dos alunos, tendo o professor de Matemática concluído seus conteúdos sempre antes de os alunos precisarem deles nas aulas de Física. Dessa forma, presumimos, poderíamos trabalhar a aplicação conceitual aliada à aplicação matemática no desenvolvimento das aulas de Física.

## **I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para a revisão bibliográfica foram selecionados quatro periódicos de âmbito nacional e dois de âmbito internacional para serem pesquisados por um período de dez anos (2001 a 2010). Como resultado dessa revisão, foram selecionados 10 artigos relevantes no tema de nosso estudo. Além desses artigos, foram também utilizadas três dissertações de mestrado dos anos de 2000, 2005 e 2006, por estarem diretamente relacionadas ao tema desse estudo.

Os periódicos consultados foram:

Caderno Brasileiro de Ensino de Física – CBEF, Ciência & Educação, Revista Brasileira de Ensino de Física – RBEF, Revista Eletrônica Investigações em Ensino de Ciências – IENCI, Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias e Dissertações de Mestrado (3).

Após a leitura e análise dos artigos e das dissertações, os trabalhos foram organizados em categorias, as quais constam a seguir.

- Relevâncias e dificuldades de implementação de trabalhos interdisciplinares (3 artigos e 1 dissertação);
- Dificuldades dos estudantes na análise gráfica dos movimentos (1 artigo e 1 dissertação)
- A Matemática como estruturante e/ou linguagem da atividade científica (6 artigos e 1 dissertação)

A seguir, é apresentada análise e discussão da bibliografia, por categoria.

### **1.1. Categoria 1 – Relevâncias e dificuldades de implementação de trabalhos interdisciplinares**

Nessa categoria, temos trabalhos que apresentam argumentos e situações que nos levam a crer que um trabalho conjunto dos professores, de forma contextualizada, poderia despertar nos alunos um interesse maior pelas disciplinas científicas.

Ricardo e Freire (2007) apresentam a visão que se tem de educação hoje e de como ela faz parte dos discursos das mais variadas áreas de desenvolvimento. Em contrapartida, relatam os autores, que os alunos aderem cada vez menos ao projeto educativo, enfraquecendo-o. Assim, concluíram que “a estrutura escolar atual parece estar cada vez menos capaz de atender às expectativas dos seus alunos” (p. 251).

Estes autores realizam uma análise da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação - 1996) e dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais - 1999), concluindo que “o Ensino Médio deveria assegurar a formação geral suficiente para que o aluno possa decidir sobre seu futuro” (p. 252).

O trabalho de Ricardo e Freire (2007) objetivou, então, estudar as concepções dos alunos do Ensino Médio acerca da Física para, além de levantar os problemas com relação a essa disciplina, elaborar um cenário e transformá-lo em objeto de investigação, a fim de oferecer instrumentos para uma análise reflexiva das práticas e dos saberes escolares.

Na pesquisa realizada com 90 alunos da 1ª e 3ª séries do Ensino Médio foram aplicados questionários abertos. Na análise desses questionamentos já se evidenciou uma grande dificuldade de expressão escrita por parte dos alunos. O questionário apresentava as seguintes questões: a) Você gosta de estudar Física? Por quê?; b) Qual a diferença que você vê entre a Física e a Matemática?; c) Você acha o ensino de Física importante? Por que?; d) Em sua opinião, como seria um(a) bom(a) professor(a) de Física? e e) Você vê relação com o que aprende em Física com o seu cotidiano e com as tecnologias?

Com relação à primeira pergunta, houve uma boa aceitação da Física, mas nessa aceitação (45,5%) se dá por conta do gosto dos alunos por cálculos, esse é o mesmo motivo apontado por alguns alunos que dizem não gostar da disciplina. Outro fato observado diz respeito às expectativas dos alunos, pois eles acham que a Física pode lhes proporcionar uma melhor compreensão do mundo e das coisas que os cercam.

A relação entre a Física e a Matemática tratada na segunda questão levou à conclusão de que, para os alunos, a Matemática é um instrumento para que eles possam estudar Física e, em alguns casos, elas não apresentam diferença alguma. Essa visão deixa claro, na opinião dos autores, “os aspectos metodológicos que possivelmente orientaram o ensino de Física que esses alunos tiveram” (p. 255).

Com relação à importância da Física, os alunos agiram de maneira bastante positiva (79%) e atribuíram isso ao poder que a Física tem de gerar novos conhecimentos e tecnologias. No entanto, outros se mostraram interessados por temas específicos. Há também os que colocaram sua importância apenas com relação a provas de vestibulares.

Quanto aos professores, os alunos colocaram a necessidade de que eles tornem as aulas mais dinâmicas e divertidas, e também destacaram a importância de que sejam atualizados, trabalhando com aulas voltadas para o aspecto prático, inclusive com a utilização de experimentos. Foram citados também aspectos voltados à afetividade.

A relação da Física com as tecnologias e o cotidiano foi afirmada por 69% dos alunos, porém alguns não conseguiram justificar tal relação. Os autores colocaram que a maioria das respostas foi limitada ao “sim” e ao “não” e aqueles que escreveram algo, apresentaram dificuldades em articular a Física com a tecnologia.

Diante de tal cenário, os autores fazem uma análise dos PCN (1999) e os PCN+ (2002) e concluem que estes definem o papel da escola como um ambiente privilegiado de educação formal, pois permite encontros semanais com físicos, biólogos, historiadores, entre outros. Esses documentos sugerem uma organização curricular a partir de temas estruturadores apoiados nos eixos da interdisciplinaridade e da contextualização. Os autores destacam que os PCN (1999) e PCN+ (2002) salientam que “a contextualização no ensino de Ciências abarca competências de inserção da Ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da Ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2002 p. 31). Destacam ainda que possíveis articulações entre disciplinas, ou entre distintas áreas do conhecimento humano, deveriam superar a visão de saberes escolares fragmentados e ir além de simples ilustrações.

Diante desse cenário, os pesquisadores afirmaram ter alcançado os objetivos, na medida em que o trabalho lhes permitiu uma aproximação com o contexto escolar e a elaboração de um cenário a respeito das opiniões dos alunos sobre a disciplina Física.

Em estudo realizado com o desenvolvimento de um ambiente virtual para a formação continuada de professores de Física do Ensino Médio, Rezende, Lopes e Egg (2004) desenvolveram um trabalho moldado pela perspectiva construtivista, tendo como foco colocar o aluno (nesse caso o professor de Ensino Médio) no controle do processo de aprendizagem.

O objetivo dos autores foi o de utilizar a estratégia designada como “sala de espelhos”, em que os profissionais eram levados a analisar situações simuladas que espelhem situações reais vivenciadas e a problematizar e redimensionar sua prática. Este tipo de estratégia faz com que o professor seja um investigador em sala de aula, pressupondo a integração da prática aos problemas, para possibilitar a reflexão e o planejamento, a implementação e a avaliação de reformulações da mesma.

Os autores defendem a ideia de que problemas resultam de qualquer situação na qual o indivíduo busca satisfazer a uma necessidade ou alcançar um objetivo, desde que haja uma necessidade sentida que motive a busca por soluções. Esses problemas podem ser muito estruturados (admitem soluções convergentes) e pouco estruturados (dão margem para incertezas) e são esses o objeto de estudo do trabalho.

O estudo foi desenvolvido por meio de entrevistas realizadas com 18 professores de Física e 22 de Matemática, que resultou num quadro de questões propostas sobre a prática pedagógica e temas específicos do panorama educacional, levando o professor a avaliar aspectos do currículo e da relação ensino-aprendizagem dos alunos.

Os temas extraídos da análise dos discursos foram agrupados em três categorias: “Condições Estruturais”, “Currículo” e “Ensino-Aprendizagem”. Dentre essas categorias, selecionamos aquelas que são mais relevantes para o nosso trabalho.

Condições estruturais – nessa categoria, o único ponto diretamente relacionado ao nosso trabalho, dentre os citados, é a preocupação explicitada quanto à falta de articulação entre os professores.

Currículo – vários pontos foram levantados por Rezende e colaboradores; entre eles, a dificuldade de trabalhar de forma interdisciplinar decorrentes de fatores como a falta de integração entre os professores, a resistência de professores mais antigos e a escassez de livros textos, a dificuldade em contextualizar o conteúdo, utilizando basicamente os exemplos dos livros textos, os desafios em implementar inovações, principalmente no que se referem aos PCN (BRASIL, 1999), considerados extensos e difíceis de entender. Esses professores sentem necessidade de reformulação curricular, mas atribuem as dificuldades à falta de apoio da equipe escolar, ao excessivo formalismo matemático em que os alunos não conseguem construir sentido nem relacionar teoria a experimentos físicos, formação pouco consistente, impedindo de considerar a História da Ciência nas aulas de Física, uma vez que essa

abordagem poderia levar o aluno a compreender a importância dos modelos físicos, percebendo a História como fator influente no desenvolvimento do conhecimento.

Ensino-Aprendizagem – os pontos mais interessantes dizem respeito à insatisfação, tanto dos professores quanto dos alunos, com os métodos tradicionais, em especial o da Física, que foi de forma recorrente associado a um excessivo formalismo matemático. Além disso, apontaram a “deficiência cognitiva dos alunos”, para a qual os professores externaram sua preocupação, principalmente quanto ao conhecimento matemático, que é base para o estudo de Ciências, e aos aspectos de leitura e interpretação de texto. Somado a isso, a atitude desfavorável do aluno, visto que boa parte deles apresenta certa aversão ao estudo de Física e Matemática.

Os autores concluem dizendo que os professores são conscientes com relação aos problemas de suas disciplinas e da necessidade de se incluir um tratamento histórico em seu desenvolvimento, porém ainda não expressam a necessidade de integração entre diferentes áreas do conhecimento.

Os professores apontaram a falta de conhecimentos gerais e matemáticos como um problema para o ensino, mas deixaram de considerar aspectos relevantes às concepções espontâneas que podem servir de facilitadores da aprendizagem, desde que os professores apresentem conhecimento e habilidades para usá-las.

Os autores também afirmam que os professores são fechados à metodologias desconhecidas, o que complica a implementação de mudanças como as propostas nos PCN (BRASIL, 1999).

Os autores ainda afirmam que “os problemas curriculares estão marcados pelas políticas educacionais atuais e os de ensino-aprendizagem dizem respeito tanto a aspectos teóricos quanto práticos do trabalho dos professores, além de exprimirem queixas em relação às deficiências de vários tipos de aluno da escola pública” (p. 194). Isso pode ser um indicativo de que os professores possuem condições de trabalho comuns.

Esses dois trabalhos tratam sobre a importância de implantar atividades interdisciplinares e contextualizadas não só por meio das situações apresentadas, mas também por conta dos documentos que orientam a estruturação pedagógica e curricular do ensino no

Brasil, seja ele público ou privado. Buscar desenvolver o ensino nessa linha é um dos desafios que tentaremos superar no decorrer desse projeto.

Nos artigos anteriores nos deparamos com situações que justificavam o desenvolvimento de atividades interdisciplinares. Os próximos trabalhos a serem discutidos se basearam em atividades interdisciplinares, buscando aspectos que dificultam sua implementação, principalmente aqueles voltados para a relação entre Matemática e Ciências, em especial a Física. Nesse contexto, serão comentados um artigo e uma dissertação de mestrado.

Lavaqui e Batista (2007) apontam a preocupação recente com o Ensino Médio, principalmente, no que diz respeito a aspectos voltados à interdisciplinaridade, mais especificamente na relação entre o Ensino de Ciências e a Matemática. Na visão dos autores, essa relação contribuiria para uma melhoria do ensino dessas disciplinas. Assim, se coloca como objetivo principal do trabalho “encontrar subsídios para a adoção ou concepção de uma proposta de trabalho que se apresente como geradora de Educação Científica e factível de ser implementada, levando em consideração as condições atuais encontradas na Escola Média”.

No transcorrer do texto são apresentados vários conceitos sobre a interdisciplinaridade, porém todos deixam de lado questões relacionadas à sua aplicabilidade em sala de aula e essa foi a vontade dos autores, tanto que eles utilizaram trabalhos já realizados nesse tema para delinear um entendimento sobre essa prática.

Para alcançar tal resultado, os pesquisadores discutiram 6 (seis) propostas de práticas disciplinares, a saber:

1. Proposta defendida por Batista e Salvi<sup>1</sup> (2006, em Lavaqui e Batista, 2007) – para as autoras, a interdisciplinaridade não significa a criação de um currículo interdisciplinar e sim a inserção de momentos interdisciplinares; assim, quanto mais desses momentos estivessem presentes, mais positivos seriam os efeitos do processo. Elas enfatizam também a necessidade de se trabalhar com as concepções prévias dos alunos.
2. Proposta defendida por Fourez, Englebert-Lecompte e Mathy<sup>2</sup> (1997, em Lavaqui e Batista, 2007) – a interdisciplinaridade se aplica no Ensino de Ciências e de

---

<sup>1</sup> BATISTA, I. L.; SALVI, R. F. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2006.

<sup>2</sup> FOUREZ, G; ENGLEBERT-LECOMPTE, V.; MATHY, P. Saber sobre nuestros saberes: um léxico epistemológico para la enseñanza. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997

Matemática de modo a promover uma alfabetização científica e tecnológica. Para esse fim, cria-se as chamadas *Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade*, que orientam as atividades, sendo constituídas de um modelo simplificado, utilizando conceitos de várias disciplinas e dos conhecimentos presentes na vida cotidiana. Dessa forma, a interdisciplinaridade buscaria estabelecer elos entre o conhecimento científico e tecnológico presentes em situações cotidianas.

3. Proposta defendida por Santomé<sup>3</sup> (1998, em Lavaqui e Batista, 2007) – construção coletiva de *unidades didáticas integradas*, contando com a participação de várias disciplinas ou mesmo áreas do conhecimento que elaborariam uma unidade em torno de uma situação problema. Segundo Lavaqui e Batista (2007), o objetivo dessa proposta é a elaboração de um currículo integrado; para tal, é necessário seguir alguns passos: diagnóstico prévio; determinação das metas educacionais; seleção do tópico a pesquisar; elaboração de um plano de pesquisa; seleção de recursos e estratégias didáticas e avaliação dos estudantes e da unidade didática.
4. A experiência da Secretaria de Educação da Cidade de São Paulo<sup>4</sup> no período de 1989 a 1992 “direcionou-se ao processo de construção e implementação de um currículo escolar que considerasse as diferentes realidades e contextos específicos de cada escola e tratasse de questões interdisciplinares em sala de aula” (p. 410); porém houve, em algumas escolas, uma baixa adesão dos professores.
5. Para a implementação de um trabalho dessa forma, os autores indicam uma sequência proposta por Pernambuco<sup>5</sup> (1993, em Lavaqui e Batista, 2007) que trata do levantamento preliminar da realidade local, análise das informações, identificação dos pré-temas geradores, escolha dos temas geradores e planejamento das disciplinas e trabalho pedagógico.
6. O projeto Escola Plural, da Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte<sup>6</sup> (2002) buscou reorganizar o espaço e o tempo escolar de forma a orientar o processo de ensino aprendizagem fundamentado na elaboração de Projetos.

---

<sup>3</sup> SANTOMÉ, J. T. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998

<sup>4</sup> DELIZOICOV, D.; ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N. N. (Org.). Ousadia no diálogo: a interdisciplinaridade na escola pública. São Paulo: Loyola, 1993. p. 9-15

<sup>5</sup> PERNAMBUCO, M. M. C. A. Significações e realidade: conhecimento. In: PONTUSCHKA, N. N. (Org.). Ousadia no diálogo: a interdisciplinaridade na escola pública. São Paulo: Loyola, 1993. p. 67-92

<sup>6</sup> BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Educação. **Proposta político-pedagógica:** rede municipal de educação de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2002. Disponível

em:<[http://www.prata.pbh.gov.br/pbh/index.html?id\\_conteudo=1920&id\\_nivel1=1&ver\\_servico=N](http://www.prata.pbh.gov.br/pbh/index.html?id_conteudo=1920&id_nivel1=1&ver_servico=N)>

Cada proposta avaliada levou a um ponto de vista sobre a interdisciplinaridade. Batista e Salvi (2006, em Lavaqui e Batista, 2007) mostram que a interdisciplinaridade participa da estrutura curricular, sendo inserida em alguns processos de ensino. Já Fourez, Englebert-Lecompte e Mathy (1997, em Lavaqui e Batista, 2007) utilizaram as ilhas interdisciplinares de racionalidade para mostrar a relação entre alfabetização científica e tecnológica com base nos processos construtivistas. As últimas propostas seguem a mesma linha de trabalho, em que se faz necessário a implementação e organização de uma nova estrutura curricular, o que seria, na escola de hoje, de difícil adaptação.

Também foi identificado que existem poucas ações desse tipo no Ensino Médio, e que a implantação de uma metodologia interdisciplinar nesse nível de estudo facilitaria a transição da disciplina “Ciências” para Química, Física e Biologia, mantendo clara a relação que estas apresentam com a Matemática.

Martins (2005) teve por objetivo pesquisar o tratamento interdisciplinar como uma das alternativas de organização curricular, analisando a literatura, as posições de especialistas e também as condições de implementação, tanto em termos da formação de professores como em termos dos materiais didáticos disponíveis.

No que se refere à interdisciplinaridade, o autor recorre aos PCN (BRASIL, 1999), como eixo norteador da discussão. Como fruto dessa análise, surge a necessidade de se pensar a interdisciplinaridade em termos do currículo a ser seguido pelas disciplinas, pois estas deveriam desenvolver suas habilidades e competências próprias, sem perder sua identidade frente ao aluno, porém deixando claro a ele que o conhecimento se dá de uma maneira integrada.

O autor recorre às ideias de David Ausubel para definir como deveria ser elaborado o currículo, devendo ser programado de “forma hierárquica, com estrutura lógica, tornando explícitas as relações entre ideias, relatando similaridades e elementos comuns, sempre considerando o conhecimento prévio do aluno” (p.40).

Para diagnosticar a visão dos professores e dos especialistas, o autor recorre aos Anais do I Congresso de Ensino de Matemática realizado na Bahia em 1955 e também à entrevista semi estruturada com dois educadores de Matemática e um especialista em Física.

Como fruto dessa análise, o autor concluiu, entre outras coisas, que o desenvolvimento de projetos integrando disciplinas favorece o desenvolvimento dos alunos, porém os professores, em sua formação, não são preparados para trabalhar em conjunto com outros professores.

Esse padrão se fortalece quando o autor utiliza os resultados de um curso promovido pelo Centro de Ciências Exatas e Tecnologia de São Paulo. Ao analisar os depoimentos de uma turma de 40 participantes sobre a utilização de um fascículo produzido por eles no curso que estabelecia a integração Matemática-Física, o autor percebeu muitas dificuldades dos professores de Matemática que, em vez de conversarem com os professores de Física, transferiram a eles a aplicação da atividade.

Segundo Martins (2005) essa dificuldade se dá devido ao fato de não estarem presentes nos livros de Matemática, seja do nível médio ou do nível superior, abordagens que visem promover a integração entre essas disciplinas, e quando estão, restringem-se a poucos exercícios e a vagas citações.

Podemos inferir, depois da leitura dos trabalhos, que a principal dificuldade passa pela ação – ou falta dela – por parte dos professores, uma vez que esses não procuram desenvolver atividades, e mesmo quando produzem material com essa finalidade, transferem a outros a responsabilidade de trabalho. O que falta também são materiais que auxiliem no desenvolvimento desse tipo de atividade. Um dos objetivos da presente pesquisa é justamente a criação de um material que possa orientar professores de Física e Matemática a produzirem um trabalho conjunto no que diz respeito aos conteúdos de Função e Cinemática e Dinâmica.

## **1.2. Categoria 2 – Dificuldades dos estudantes na análise gráfica dos movimentos.**

Nessa categoria são apresentados estudos que apontam as dificuldades que os estudantes possuem para analisar gráficos de movimentos, dificuldades essas que algumas vezes não se apresentam nas análises algébricas dos mesmos movimentos. Analisaremos nessa categoria um artigo e uma dissertação.

Guidugli, et al. (2004) focalizaram o objeto de estudo do trabalho com base nas dificuldades apresentadas pelos ingressantes em carreiras do tipo científico-tecnológicas da Universidad Nacional de San Luis – Argentina. Esses alunos apresentavam um conhecimento

muito pobre com relação ao conhecimento conceitual da cinemática e de sua representação por meio de gráficos.

Na visão dos autores, basta que os docentes se atentem ao desenvolvimento de seus alunos, que perceberão a confusão que eles fazem quando tratam com conceitos como posição e variação de posição, instante de tempo e intervalo de tempo. Assim, um dos primeiros passos para um bom desenvolvimento no estudo dos movimentos seria fazer com que o aluno obtivesse êxito na compreensão desses conceitos bem como os de velocidade e aceleração. Daí a afirmação dos autores da importância de trabalhar as concepções prévias dos alunos.

Outro aspecto também levantado pelos autores como justificativa para o estudo é o fato das representações gráficas estarem presentes não só no estudo da Física (Cinemática), mas de esse tipo de informação ser bastante utilizado na sociedade atual para transmitir informações de ordem econômica, esportiva, científica, social, política etc.

Diante desse cenário, os autores buscaram observar até que ponto um trabalho pode favorecer uma melhor compreensão dos conceitos da cinemática linear e sua representação gráfica e de como esse estudo levaria os alunos a assimilarem os conceitos de velocidade e aceleração lineares e aprenderem gráficos como uma maneira de expressão da informação capazes de aplicar os conceitos e técnicas adquiridas.

O trabalho em questão foi realizado na Argentina com alunos do 10º ano de escolarização, o que corresponderia à 1ª Série do Ensino Médio no Brasil, através da utilização de pré e pós-teste. Este questionário era formado por 6 perguntas de respostas múltiplas, elaboradas segundo o “Test de Comprensión de Gráficas de Cinemática (TUG-K)”, de Beichner<sup>7</sup> (1994), sendo 5 perguntas desse teste e mais uma sobre aceleração em um lançamento vertical. Essas perguntas também foram utilizadas para diagnosticar conhecimentos e aprendizagens de alunos dos últimos anos do secundário e de alunos do curso introdutório de Física de primeiro ano da universidade local.

A estratégia educativa partiu das experiências prévias dos alunos e, a partir de atividades em grupo, fez com que os alunos realizassem movimentos corporais (caminhadas, movimentos com as mãos sobre mesa) para vivenciar conceitos como posição, variação de posição, velocidade, variação de velocidade e aceleração. Além da compreensão desses

---

<sup>7</sup> BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. American Journal of Physics, 62, p. 750

conceitos, foi possível trabalhar outros aspectos experimentais como determinação de espaço e tempo, sincronização de relógios e análise simplificada de erros experimentais.

A atividade consistiu em marcar os instantes em que um aluno, ou sua mão, ocupava uma dada posição. De posse desses dados os alunos passaram a confeccionar gráficos e a realizar as análises pertinentes. Ao fim dessa etapa, os pesquisadores propuseram um trabalho voltado para a realidade dos alunos já que a região apresentava um alto índice de acidentes de trânsito. Dessa forma, os alunos mediram as posições e os intervalos de tempo correspondentes a cada uma delas para três veículos (moto, carro e caminhonete) obtendo um gráfico que possibilitou a avaliação da velocidade de cada um deles naquela parte da pista, onde o carro manteve sua velocidade constante, a moto foi ligeiramente acelerada, enquanto a caminhonete teve sua velocidade reduzida.

Depois da realização das atividades, os alunos refizeram os testes e os pesquisadores observaram que para duas das perguntas houve um ganho considerado médio enquanto as outras três se apresentaram com ganho alto. Para os autores esses resultados só são alcançados pelos processos característicos das estratégias ativas de aprendizagem e não por meio da instrução tradicional.

Alguns dos erros foram associados à confusão que os alunos fizeram com relação a espaçamento e posição; intervalo de tempo e instante de tempo, pois as perguntas que representaram menor rendimento diziam respeito à análise de uma velocidade negativa e esses erros ocorreram no momento em que os alunos determinavam a inclinação (coeficiente angular) do gráfico, pois apenas faziam a relação  $v = x/t$ .

Outra observação diz respeito à dificuldade de diferenciação entre os gráficos por parte dos alunos, uma vez que os resultados do pré-teste apontavam que aproximadamente 65% dos alunos confundiam o gráfico  $(x,t)$  com a topografia da trajetória, 77% colocavam que os gráficos de posição e velocidade em função do tempo eram equivalentes e 60% consideram que o movimento tem gráficos iguais de  $x$ ,  $v$  e  $a$  versus *tempo*. Estes resultados serviram para o planejamento do curso com atividades que tendem a reforçar a aprendizagem de conceitos de mudança de posição, velocidade, mudança de velocidade e aceleração.

Com os resultados do pós-teste, percebeu-se a redução significativa dos percentuais acima apresentados como, por exemplo, a confusão quanto à semelhança dos gráficos ficou

entre 8 e 10% e 15% ainda tinham a visão de que o gráfico  $f(t)$  representava a topografia da trajetória; esta é considerada pelos autores como a dificuldade residual mais importante.

Campos (2000), baseado na ideia de que a Matemática atua como estruturação dos conhecimentos físicos, propõe uma integração dos conteúdos matemáticos e físicos com o objetivo de contribuir com o enriquecimento das discussões sobre a relação desses conhecimentos na primeira série do Ensino Médio.

O estudo foi realizado com cinquenta alunos de uma escola particular do interior paulista com idades entre 14 e 15 anos no ano de 1999. O autor evidenciou que esses alunos, advindos do ensino fundamental da própria escola, já possuíam noção de cinemática num nível descritivo, sem tratamento matemático.

A integração dos conteúdos se deu por meio de cinco atividades que, por serem trabalhadas nas aulas de Física, em nenhum momento fez menção ao conceito de função. Nessas atividades foram abordados o MU (Movimento Uniforme) e o MUV (Movimento Uniformemente Variado) descritos por intermédio de suas funções horárias.

Após a aplicação das atividades, o pesquisador diagnosticou a facilidade dos alunos em transporem matematicamente as questões algébricas para questões gráficas, porém o caminho inverso já era bastante difícil. No que diz respeito à compreensão física dos conceitos, se disse satisfeito com os resultados alcançados pelos alunos. Atribui-se isso ao fato de os conceitos testados serem os básicos da cinemática (posição, velocidade, aceleração, etc.) e, como foi colocado pelo autor, os estudantes já haviam estudado cinemática descritiva no Ensino Fundamental. Por fim, o autor destaca o papel da Matemática como estruturante do conhecimento físico, uma vez que está presente desde “a sua gênese e permanece até sua formulação final”.

Concluimos, com a leitura desses trabalhos, que é importante que o aluno assimile conceitos básicos da Cinemática, porém, é necessário que ele esteja habituado com a linguagem matemática através da qual uma informação pode ser ensinada. Para resolver tal problema, é necessário buscar ferramentas que favoreçam uma correta compreensão dos conceitos, de modo a não confundir o aluno. É preciso abordar várias situações em que a leitura e a análise de gráfico se faça presente, seja na Física ou na Matemática ou em outras áreas do conhecimento. E é preciso também trabalhar aspectos relacionados à construção de gráficos, bem como extrair informações deles.

### **1.3. Categoria 3 – A Matemática como estruturante e/ou linguagem da atividade científica.**

Nessa categoria os trabalhos avaliam o papel desempenhado pela Matemática não só no ensino, mas também no próprio desenvolvimento das Ciências. Os trabalhos apresentam situações que nos levam a refletir sobre a necessidade de se pensar em uma alfabetização Matemática, ou seja, assim como trabalhamos a alfabetização na língua materna, há de se pensar em algo semelhante para a Matemática.

Pietrocola (2002) compara as culturas científicas e do senso comum e percebe que a linguagem utilizada por elas é uma das fontes de diferenciação, em que a linguagem utilizada pela Ciência é a Matemática. Dessa forma, a incapacidade de se expressar nessa linguagem impossibilita a participação do indivíduo num diálogo científico. Assim, o desenvolvimento do indivíduo na linguagem Matemática é considerado, em alguns casos, como o responsável pelo fracasso escolar do aluno, ou seja, uma boa base Matemática garantiria sucesso no ensino de Física.

O autor tem por objetivo tratar com tal argumento, analisando o papel da Matemática na constituição do conhecimento físico, uma vez que “muitos a consideram apenas como ferramenta do método empírico, este sim fonte de todo conhecimento possível sobre a realidade. Para outros, se coloca como a própria essência da realidade, sendo a Física o método de acessá-la” (p. 90).

Por meio de pesquisas bibliográficas, o autor levanta questões relativas à análise de professores de Ensino Médio que demonstram a preocupação com a relação Matemática-Física. Para professores de Física, os alunos devem chegar às suas aulas com toda a base Matemática pertinente, já os professores de Matemática não aceitam que sua disciplina seja apenas instrumento para estudo de outras disciplinas, programando seu conteúdo de forma desarticulada com a Física, principalmente no primeiro ano.

O autor expõe: “Muitas vezes, os professores de Física acabam por atribuir à Matemática a responsabilidade pelas dificuldades na aprendizagem e não naquilo que ensinam” (p. 91) e conclui dizendo que “admitir que boa parte dos problemas do aprendizado da Física se localiza no domínio da Matemática reflete um posicionamento epistemológico ingênuo - acaba-se por atribuir à segunda função de *instrumento* da primeira!” (p. 92).

Para reforçar essa conclusão, faz a análise de obras de Ensino Médio e dos discursos de professores, o que o leva a configurar a Matemática como um obstáculo-pedagógico, e colaborar para sua transposição passa a ser o objetivo de tal trabalho.

Como resultado de sua pesquisa, o autor apresenta o fato de inicialmente os fenômenos físicos serem observados e terem suas interpretações expressas por leis. Ressalta ainda que só no século XVII Galileu e outros estudiosos começaram a utilizar a Matemática para expressar fenômenos, o que levou ao desenvolvimento, nos anos seguintes, da Física-Matemática, passando a Matemática a ser suporte para a construção dos conceitos.

O autor expõe que, embora o papel da Matemática tenha mudado, os livros ainda trazem as tradições pitagóricas e galileianas, uma vez que os trechos de livros citados apontam uma visão de que é “natural que as leis Físicas sejam expressas matematicamente” (p. 95). Dessa forma, passa a defender que a Matemática é a linguagem da Física, pois é por meio dela que se exprimem os resultados alcançados pela Física, pois a linguagem está associada aos códigos empregados na comunicação.

Pietrocola (2002) encerra evidenciando a importância de uma mudança epistemológica dos educadores com respeito à forma de apresentação da Matemática, pois se esta é a linguagem que permite estruturar o pensamento para apreender o mundo, o ensino de Ciências deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade. Ou seja, não basta ao aluno dominar as ferramentas Matemáticas para que possa operar as teorias físicas, “mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação Matemática”. Desse modo, aponta a importância da modelização matemática focada em atividades experimentais, preocupando-se com a passagem dos dados contidos numa observação e com a representação conceitual de um fenômeno enfocado.

Ruiz (2002) apresenta em seu trabalho duas visões distintas da Matemática: na visão restrita ela é concebida como a Ciência das quantidades, marcada pela regularidade e precisão. A outra visão, chamada ampla, surge da sucessão de revoluções do pensamento, constituindo-se numa forma de pensar, fazer perguntas, coordenar ideias e criar instrumentos para leitura das situações do mundo. Destaca que as calculadoras e os computadores enfraqueceram a aquisição das habilidades matemáticas de sentido restrito, tendo esta perdida sua importância. Mas outro aspecto continua a ampliar seus horizontes. Ao citar Piaget e sua visão sobre o ensino de Matemática como uma espécie de interface entre o espírito humano e

o mundo, coloca que “aprender Matemática é adquirir ferramentas cognitivas para atuar sobre a realidade” (p.218).

Ainda se referindo às colocações de Piaget, de que a formação dos conceitos matemáticos se dá através do trânsito de um estado de menor conhecimento para um estado considerado superior, o pesquisador apresentou os resultados presentes na obra “De la lógica del niño a la lógica del adolescente”, de Inhelder e Piaget, com vistas a analisar o nível de aprofundamento das respostas de acordo com a idade do indivíduo.

Na primeira situação apresentada, um problema envolve um anteparo, um círculo e uma fonte de luz, em que o movimento do círculo altera a sombra projetada no anteparo. Ao analisar as respostas verificou-se o nível de aprofundamento de acordo com a idade da criança; todas deram respostas significativas, porém o mais velho foi capaz de associar uma relação do tamanho da sombra com a distância, criando, de certo modo, uma relação Matemática entre elas. Baseado nessa atividade, o autor propôs um jogo a um grupo de crianças, em que cada um recolhia uma carta de baralho de um grupo de oito (4 setes e 4 cincos). Primeiramente, o pesquisador tenta acertar a carta do aluno, depois a situação se inverte e, então, a criança é questionada sobre quem tem mais chance de ganhar nas duas situações.

Ao analisar os depoimentos, percebeu-se que para os mais jovens não existia diferença nas chances de vitória, enquanto que os mais velhos já apresentaram uma noção de probabilidade, afirmando que é quem tenta adivinhar a carta, pois ao ver sua carta sabe que a outra pessoa terá 3 chances de ter um valor e 4 de ter outro. Assim, o autor conclui sua pesquisa se questionando sobre a deficiência matemática apresentada pelos adultos, pois, sendo as crianças aprendizes ávidos, como podem, depois de anos de escolarização e contato com múltiplas formas de informação, apresentar tamanha dificuldade em Matemática.

Ele próprio responde à sua pergunta ao relatar que a nossa cultura trata a Matemática na sua visão restrita com suas contas e medidas. Nas palavras do autor:

*Existe um velho túnel, prosaico e sacro, cheio de escadas, pelo qual (quase) todos nós passamos. Entram nele ávidos aprendizes, que na seqüência dos degraus vão escrevendo numerais, fazendo continhas, recitando tabuadas, efetuando exercícios de fixação, seguindo o modelo dado, decorando teoremas e treinando para o uso de algoritmos. Nesse túnel prevalece a vetusta e desencaminhadora concepção da Matemática como a “ciência da quantidade”. Dele saem uma legião de analfabetos matemáticos e alguns raríssimos amantes da Matemática (Ruiz, 2002).*

Assim, o mundo contemporâneo esconde múltiplas formas de analfabetismo matemático e o educador deve, ao transitar por este território repleto de desafios, limites, ensinamentos e possibilidades, desenvolver um trabalho paciente com a formação de conceitos como uma das condições capazes de desenvolver o gosto pela Matemática não só nas crianças e nos matemáticos, mas em toda a população.

Almeida e Brito (2005) apresentam os trabalhos de diversos pesquisadores que identificaram as dificuldades dos alunos em associar a Matemática com fatores de seu cotidiano. Dessa forma, os autores, buscam alternativas que permitam ao aluno perceber a importância da Matemática.

O trabalho foi desenvolvido por meio de atividades de Modelagem Matemática, seguindo a abordagem da Teoria da Atividade de Leontiev. Nas palavras dos autores:

*Segundo Leontiev (1978), toda a atividade é dirigida por um motivo e atende às necessidades do sujeito. Daí decorre a significação que permite ao sujeito atribuir sentido à atividade que está desenvolvendo.*

*Incorporar as noções de sentido e significado às situações de ensino e aprendizagem da Matemática parece implicar uma questão básica: como ensinar e aprender Matemática, de modo que se torne importante para os alunos? Todavia, transformar questões desse tipo em "estilos de prática educativa" pode não ser uma tarefa muito fácil. (Almeida e Brito 2005)*

O trabalho foi realizado com duas turmas de segundo ano do Ensino Médio no estado do Paraná, sendo inicialmente aplicada uma atividade de Modelagem Matemática já estruturada. Posteriormente, foram sugeridos temas aos alunos que, reunidos em grupo, tiveram a orientação dos professores. Os trabalhos entregues pelos alunos, a observação, a aplicação de questionários e uma entrevista foram os procedimentos empregados na coleta de informações e essas levaram os autores a definir três situações que favorecem a atribuição de sentido e significado numa atividade de modelagem:

*A primeira (...) refere-se a casos em que os alunos resolvem um problema que tem para eles importância subjetiva, ou seja, quando o problema em estudo é de fato um problema para eles. A segunda (...) refere-se a casos em que ocorre engajamento crítico e transferência de aprendizagem de uma situação de modelagem para outras situações vivenciadas pelos alunos. A terceira (...) dá-se quando os alunos procuram tornar relevante o uso da Matemática na abordagem de um problema. (Almeida e Brito 2005)*

Para comprovar a primeira situação, o pesquisador relata o trabalho desenvolvido por um grupo de alunas que tratam do tema obesidade. Através de pesquisas na internet, elas

obtêm dados sobre o gasto energético numa caminhada, observando que esse gasto dependia do ritmo das passadas e do tempo da caminhada. A partir disso, passaram a investigar como gastar o máximo de energia com o mínimo de esforço. Com os dados obtidos e o ajuste de curva no Excel, o grupo pôde identificar que as relações gasto calórico – distância e distância percorrida – velocidade, eram na forma da equação do segundo grau e com os cálculos dos máximos e mínimos da função puderam chegar ao seu objetivo.

Em outro caso, relata sobre um grupo de alunos que fez um estudo sobre os efeitos da altitude no corpo humano, realizando pesquisas e entrevistas com profissionais da área de saúde. O objetivo era encontrar dados numéricos que permitissem relacionar a variação de oxigênio com algum efeito físico no organismo, porém, só encontraram uma tabela relacionando a variação da tensão de oxigênio com a altitude.

Com a modelagem desenvolvida e ajuste em uma função exponencial, o grupo pôde relacionar em uma tabela a diminuição da tensão do oxigênio com a capacidade de respirar. Esse trabalho não resolveu um problema dos alunos, mas fez com que entendessem algumas situações vividas no dia a dia, como relatam os pesquisadores; por exemplo, porque os times de futebol, antes de jogar em cidades de grande altitude, fazem uma preparação física para enfrentar os problemas de aclimação. Ou ainda, porque aumenta acentuadamente a frequência cardíaca e respiratória durante uma atividade esportiva nas aulas de Educação Física.

O último caso relatado é sobre um grupo que, com base em uma reportagem de uma revista, pesquisou como a Modelagem Matemática poderia ser utilizada para ajustar os dados da pesquisa. Orientados a procurar um problema para resolver, os alunos passaram a buscar situações que justificassem o uso da Matemática no estudo daquele tema, o que foi então realizado, a partir de um teste proposto para determinar a idade real do corpo humano. Eles utilizaram duas informações da reportagem, uma sobre a elasticidade da pele e outra sobre a distância para se ouvir algo; através da elaboração de tabelas perceberam que a primeira tinha uma relação linear com a idade enquanto que a outra tinha uma relação quadrática, chegando inclusive a determinar a idade de melhor audição – 22 anos.

Os autores, frente às análises dos casos, concluem que a Matemática, em atividades modelagem, assume sentido e significados diferentes das aulas convencionais, pois os alunos estabelecem relações que podem ajudá-los a atribuir sentidos às coisas. A ideia defendida

pelos autores de que a atribuição de sentido à Matemática é propiciada pela atividade de Modelagem Matemática fica também evidenciada. Além disso, na visão dos autores, as três condições identificadas, se incorporadas nas atividades de sala de aula, podem fazer com que o conhecimento seja dinâmico, mais duradouro.

Bellucco e Carvalho (2009) apresentam sua visão sobre a maneira como são conduzidas as aulas de Física, que é “focada em uma comunicação essencialmente Matemática”, dedicando boa parte do tempo à revisão de conceitos como funções e confecções de gráficos. Apresentam também uma série de bibliografias que se contrapõem a essa visão, apontando a diferença da linguagem usada pelos cientistas com a das salas de aula, identificando a necessidade da imediata adaptação deste tipo de linguagem à realidade das salas de aula.

Dessa forma, os autores buscam identificar como, alunos e professores, articulam a linguagem gráfica com outras linguagens para a construção dos significados científicos. Essa tarefa é feita através de uma sequência de ensino por investigação. A visão defendida pelos autores é a de que a Ciência é uma forma de cultura, daí a importância de aprender Ciência é justamente a oportunidade de se envolver na cultura científica.

A utilização de diferentes ferramentas na comunicação científica como gráficos, tabelas, simulações, etc. explicita que a Matemática não é a única linguagem, sendo esta constituída de outras linguagens e o uso simultâneo das diversas formas de linguagem é importante para o desenvolvimento da atividade científica, se associando em dois processos distintos: cooperação (duas ou mais linguagens para construir um mesmo significado) e especialização (duas ou mais linguagens atribuem um significado para um conceito realizando funções distintas). O que leva à conclusão do quão importante é não somente aprender as linguagens, mas também sobre elas.

Para diagnosticar essa situação em sala de aula, os autores analisaram as aulas de laboratório aberto numa escola de São Paulo. Nessas aulas, os alunos buscaram determinar a equação fundamental da calorimetria, procurando responder como a água aquece.

As aulas foram analisadas minuto a minuto, e foram também analisados os procedimentos de coleta de dados, discussão da confecção do gráfico e da sua análise por parte dos alunos. Na confecção dos gráficos foi deixada clara a visão de que não se liga os pontos e sim se observa o comportamento da curva.

É destacada a necessidade da cooperação de linguagens para apontar as características da curva obtida, pois apenas uma forma de linguagem não é capaz de representar todos os conceitos observados.

As análises das aulas foram feitas com base nas falas dos alunos, mas o que nos é mais importante neste trabalho é a visão apresentada pelos autores ao concluírem o trabalho. Eles colocam que o papel do professor fica evidente com a necessidade da especialização das linguagens para a construção dos significados, proporcionando o desenvolvimento de uma visão geométrica e de uma visão fenomenológica para as linguagens matemáticas.

Com o uso simultâneo de diversas linguagens, os autores concluem:

*Foi possível o desenvolvimento de diversas características da atividade científica (em especial da Física), a mencionar: natureza do gráfico científico, reconhecer as características da curva obtida, ajustar uma reta aos pontos obtidos, entender as flutuações nas medidas, verificar a influência do observador na medida, arredondamento das medidas, sincronia das medidas – tempo de reação, interpretar o fenômeno usando conceitos apreendidos, definir conceitos úteis (“Desvio Experimental” e “Reta Média”) e ajuste de curvas. (Bellucco e Carvalho 2009)*

Assim, foi apresentado aos alunos várias linguagens das quais a Física utiliza e, por meio desse trabalho, percebeu-se o processo de enculturação científica, devido às condições criadas. Pôde-se também afirmar que houve um processo de enculturação matemática da Ciência.

Por fim, os autores atribuem ao trabalho o peso que terá no processo de formação inicial e continuada dos professores, incluindo nesses processos a importância do uso dos mais variados tipos de linguagem, bem como a importância da cooperação e da especialização entre elas para a promoção de uma visão do fenômeno ali presente.

Martini (2006) investiga o papel da Matemática para o ensino de Física no Ensino Médio, visando abordar habilidades específicas dentro de uma perspectiva educacional mais abrangente.

Para encaminhar tal investigação, ela se baseia nas ideias de Johnson-Laird sobre modelos mentais, que sugere que as pessoas raciocinam por meio de modelos, cuja função é representar um objeto ou situação captando sua essência.

A autora desenvolve seu trabalho focada nos eixos norteadores do processo de transposição didática proposto por Chevallard, analisando a relação da Física com a Matemática em momentos relacionados com os eixos norteadores do processo de transposição: saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado. Este último tem o foco alterado para saber aprendido. Analisar esses processos em separado pode, na visão da pesquisadora, permitir estabelecer uma melhor compreensão da complexidade da relação entre o aprendizado da Física e o uso da Matemática.

A visão da relação Física-Matemática é vista inicialmente do ponto de vista dos cientistas (saber sábio), num segundo momento é feita a análise de dois livros didáticos (saber a ensinar) dentro de tópicos específicos e, por fim, a relação estabelecida no âmbito da aprendizagem dos alunos, investigando a relação entre diferentes domínios de aprendizagem.

Com relação ao primeiro eixo de análise, após a consulta dos trabalhos de três cientistas, Richard Feynman, Mário Schenberg e Lawrence Krauss, a autora identificou o consenso de que o conhecimento e o domínio da linguagem matemática é essencial para se aprender Física, pois seria o estruturante de todo o conhecimento Físico.

Ao realizar a análise dos livros didáticos, a autora concluiu que o tratamento dado à Matemática faz com que ela seja reforçada como a linguagem principal da Física, porém faz um pequeno alerta. As obras apresentadas, de certo modo, esperam que os alunos façam extrapolações sobre a utilização da Matemática, deixando de vê-la como um estruturante do conhecimento físico.

Foi realizado também um trabalho com alunos da primeira série (115) e da terceira série (57) do Ensino Médio. A coleta de dados foi feita através da classificação das respostas dos alunos às questões que previam respostas conceituais, matemáticas e algébricas. Como resultado dessa análise, a autora concluiu que os estudantes apresentavam dificuldades em transpor seus conhecimentos para situações concretas, não reconheciam o sentido dos cálculos que faziam, revelando que a solução matemática não garante a compreensão física e que esta compreensão facilita pouco ou não tem relação alguma com a solução matemática.

Ao concluir o trabalho, a autora propõe uma sequência de abordagens que facilitariam a compreensão dos alunos, partindo de uma abordagem conceitual, passando pela numérica e chegando, enfim, à abordagem algébrica. Essa sequência não foi verificada pela pesquisadora,

mas foi sentida com a análise das soluções dadas pelos alunos e dos trabalhos dos cientistas, não estando, essa sequência, presente nos livros didáticos analisados.

Os trabalhos aqui analisados apresentam vários argumentos favoráveis à ideia da Matemática como estruturante do conhecimento científico, em especial da Física, o que nos leva a destacar a necessidade de uma alfabetização matemática. Seria bom se esse processo ocorresse nas séries iniciais, em que os alunos apresentam um nível de curiosidade muito grande, mas infelizmente não é assim que as coisas andam. Outro fato importante está relacionado à sequência de apresentação de conteúdos, sendo necessário que o aluno obtenha uma base matemática que possa servir de ponto de apoio para a discussão de conceitos científicos; caso contrário, o aluno apenas ficará resolvendo fórmulas sem sentido algum para ele.

Os dois próximos trabalhos refletem a importância dos conceitos de função do primeiro e do segundo graus para um melhor desenvolvimento dos estudos referentes aos movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variados.

Zuffi e Pacca (2002) discutem sobre a necessidade da criação de uma linguagem para explicar os fenômenos da natureza, uma vez que todos os sujeitos apresentam concepções ou explicações espontâneas para interpretar e conceituar tais fenômenos. Na Matemática, já ocorre que a criação de uma linguagem servirá, também, para resolver qualquer tipo de problema, sendo esse de natureza científica ou não.

As concepções espontâneas se aplicam a poucas situações na Matemática, geralmente ligadas à vivência do indivíduo. Já para situações mais complexas, é difícil que essas concepções se revelem, pois se mostram muito distantes do conhecimento especializado dos matemáticos e do conhecimento escolar.

Como exemplo, as autoras trabalham as questões referentes ao conceito matemático de função, justificando que, embora se tenha “uma concepção espontânea de variação e de associação entre duas grandezas, a caracterização das propriedades específicas das relações que são também funções matemáticas, só foi possível num processo histórico longo e delicado”, possibilitando um alto nível de abstração desse conceito.

Dessa forma, defendem então, que só se poderá analisar as concepções de um sujeito sobre função depois que ele tiver contato com a ideia construída por um livro ou por um

professor. Com esse pensamento, as autoras se propuseram a investigar a linguagem matemática utilizada por professores de Ensino Médio ao lidarem com “funções” em suas aulas, buscando identificar quais as concepções sobre esse conceito vêm sendo transmitidas por ele. O objetivo do trabalho foi o de responder às perguntas: “Qual é a conceituação que o professor quer construir para as funções? Qual é a que ele verdadeiramente constrói, ao efetivar o uso da linguagem matemática de uma maneira característica do Ensino Médio?”

Foram observados três professores (Bel, Meg e Mark) nos anos de 1997 e 1998, e as escolas onde cada um lecionava apresentavam características disciplinares e pedagógicas bem distintas, assim, como o encaminhamento das aulas de cada um. Estes aspectos serão deixados de lado nesse momento.

Com a análise das aulas e dos questionários, as autoras levantaram 21 unidades de significados e agruparam esses significados em 6 categorias:

**1\_ As definições propostas em aula e as definições históricas** – as definições apresentadas estavam próximas das definições históricas, apresentando ideias de “conjunto”, “domínio”, etc. sendo caracterizadas por expressões algébricas simples, apresentando primeiro sua notação analítica, para depois se manipular gráficos e tabelas.

**2\_ Imagens do conceito** – as funções determinavam, em sua maioria, imagens, simples e contínuas. Os poucos momentos nos quais se trabalhou com funções descontínuas percebeu-se uma dificuldade muito grande dos alunos.

**3\_ Concepção evidenciada dentre as de “ação, processo e objeto”** – a concepção de ação predominou na linguagem de sala de aula, pois a ênfase dos professores era na atribuição de valores específicos para a variável independente, calculando os valores das imagens, para, só então, montar o gráfico.

**4\_ Expressões informais mostraram ter um papel mais significativo do que a definição matemática, no tratamento do conceito** – embora fosse apresentado o conceito formal de função, com o passar do tempo ele era substituído pelos termos da prática do professor.

**5\_ Alguns dos professores observados parecem “concretizar o abstrato”** – os símbolos e as notações eram tomados como coisas, não atingindo seus significados. Além disso, faltaram exemplos do cotidiano do aluno e quando se faziam presentes, já vinham de

modo que não exploravam os significados relacionados à situação real. Esse fato também aconteceu ao se falar das inequações.

**6\_ A relação discreto/contínuo é confusa. Os detalhes sobre a passagem do discreto ao contínuo não eram explicitados pelos professores** – algumas funções de domínio discreto eram representadas por expressões usadas para domínios contínuos e os gráficos contínuos eram determinados por um conjunto de pontos discretizados, não havendo discussão sobre o que ocorria no intervalo entre esses pontos.

Ao discutir o tipo de trabalho executado pelo professor, as autoras enfatizaram o fato de o professor de Física estar trabalhando relações que caracterizam os movimentos e de como esses, embora trabalhando funções, utilizavam notações bem diferentes. Além disso, o fato de nenhum dos professores alertar os alunos sobre essas diferenças, daria a entender que são coisas totalmente independentes. Além de situações em que foi apresentado um gráfico representativo do movimento e a reta ali expressa ter sido confundida com o percurso do móvel. Esses fatos levaram à conclusão de que uma integração entre os dois professores poderia auxiliar o aluno a compreender aspectos matemáticos utilizados para tratar problemas da Física.

Outra conclusão a que chegaram é a de que os professores utilizam uma linguagem mais próxima da que eles experimentaram quando alunos de nível médio do que as de seus cursos de licenciatura. Assim, as autoras, propuseram uma das alternativas para sanar tal problema, seria a execução de atividades de formação continuada, voltadas para integração e troca de experiências didáticas entre os professores de Matemática e de Ciências, que utilizam a Matemática como um tipo de linguagem.

Barbeta e Yamamoto (2002) tratam da importância da Física no desenvolvimento de outras Ciências e de como esta é abordada em diferentes níveis de profundidade, de acordo com o grau de escolaridade no qual o sujeito se encontre. Dessa forma, é colocada a naturalidade com que são utilizados, cada vez mais, os cursos de Física Conceitual; porém, para cursos de Ciências Exatas, é necessário que a habilidade matemática seja tão importante quanto a compreensão dos conceitos físicos. Nos cursos de Ciências é comum que a disciplina “Cálculo” seja oferecida em paralelo com a “Física” o que leva à atribuição do fracasso do aluno ao fato de ele não ter a ferramenta matemática necessária.

Os pesquisadores relatam trabalhos que indicam outra deficiência presente: a interpretação de gráficos, uma vez que o ensino de Física no nível superior utiliza bastante esse recurso, sem falar nas concepções alternativas, que mesmo depois de todo o Ensino Médio, ainda se fazem presentes no Nível Superior e prejudicam o desenvolvimento do curso.

Os autores visam, então, identificar a compreensão dos alunos sobre Cinemática e Dinâmica, verificando até que ponto a Matemática é um obstáculo para o aprendizado da Física. A pesquisa foi feita com base em um questionário que requer um entendimento de álgebra simples. O teste foi aplicado em 1585 alunos do curso de Física I, nas primeiras semanas de aula, de forma que ainda não tivessem contato com conteúdos de Física no Nível Superior.

Como resultado da aplicação dos testes, percebeu-se um baixo rendimento nas questões sobre cinemática linear, o que não era esperado por conta do tempo que se trabalha esse tópico no Ensino Médio. Essa análise se manteve constante para outros tópicos com exceção do movimento curvilíneo, que teve uma média de acerto de apenas 7%. Nas questões que se referiam ao conhecimento de relações matemáticas, houve altos índices de marcação para a alternativa “não sei responder”; porém, as que necessitavam das relações da Cinemática, tiveram índices melhores que as referentes à força de atrito, aceleração centrípeta e energia potencial e cinética.

Ao realizar uma análise individual das questões, os autores fizeram observações interessantes, entre elas a da dificuldade no estabelecimento dos coeficientes angulares por meio do método gráfico, uma constante confusão entre os conceitos de velocidade e aceleração. Os alunos costumam atribuir o mesmo valor do peso à força de reação normal além de, mesmo conhecendo as leis de Newton, apresentarem uma falha na sua aplicação, principalmente se esta não está explícita no problema, e aspectos voltados para o significado físico do cálculo da área sob a curva de um gráfico  $v \times t$ .

Quando foi feita uma comparação entre os alunos dos cursos diurno e noturno, percebeu-se uma leve superioridade dos alunos do curso noturno, fato atribuído ao semestre no qual é cursada a disciplina Física I. No primeiro semestre para alunos do diurno e no segundo para alunos do noturno, ou seja, estes já tinham cursado uma série de disciplinas matemáticas.

Ao final da aplicação do questionário, os autores concluíram que não apenas a falta de ferramentas matemáticas prejudica o desenvolvimento desses alunos. O teste confirmou que as concepções alternativas têm forte influência nas concepções dos alunos, dentre elas a idéia de que é necessária a aplicação de forças para que se mantenha a velocidade, ou seja, os alunos apresentam uma visão mais próxima da defendida por Aristóteles do que a proposta de Newton.

Outro fato detectado também é a necessidade de que se tenha primeiro o embasamento matemático para que se possa apoiar nele as discussões sobre os conceitos da Física, além, claro, de procurar conhecer as concepções espontâneas dos alunos, pois, a partir delas, seria possível planejar estratégias de reelaboração dessas concepções, para minimizar as dificuldades apresentadas, maximizando o processo de aprendizagem.

Ao final dessa revisão, podemos perceber vários fatores relevantes no momento do planejamento de um plano de curso de Física, e que boa parte desses fatores trata da sua relação com a Matemática, tendo esta um papel muito importante, desde o início, no desenvolvimento das Ciências. Buscaremos encaminhar nosso trabalho de forma a englobar a maioria dos aspectos aqui encontrados, visando mostrar a estreita relação entre a Física e a Matemática, principalmente, no que diz respeito aos conceitos básicos referentes ao movimento.

## II – REFERENCIAL TEÓRICO

Todos nós trazemos de nossa vida cotidiana um conhecimento, uma prática, que muitas vezes não condiz com o que é apresentado na escola. Buscar formas de interligar, ou mesmo reformular, esse conhecimento deve ser hoje o papel da escola, sendo de vital importância levar em consideração o que o aluno já sabe sobre algumas situações, pois, partindo desse conhecimento, podemos apresentar ao aluno como se deu o desenvolvimento das ciências como um todo. Com essa concepção de trabalho, nos apoiaremos na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel.

Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva (Moreira 1999), sendo o conhecimento do aluno o fator mais influente na sua aprendizagem. A seguir, apresentaremos os principais conceitos e ideias dessa teoria que nortearam esse trabalho.

O fator mais importante para a ocorrência da aprendizagem significativa é o conhecimento prévio do aluno; assim, o professor deve, segundo a teoria de Ausubel, descobrir o que o aluno já sabe e basear nisso o seu ensino.

Segundo Ausubel (em Moreira 1999) existem três tipos de aprendizagem: a aprendizagem cognitiva – armazenamento organizado de informações na mente do ser; a aprendizagem afetiva – fruto das experiências do indivíduo, tais como prazer e dor, alegria, etc, e a aprendizagem psicomotora – envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, podendo ser potencializada por algumas aprendizagens cognitivas. A teoria de Ausubel dá especial atenção à primeira forma de aprendizagem, porém não deixa de considerar as demais.

Para Ausubel (em Moreira 2006), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Dizer que uma informação é substantiva, significa dizer que ela complementa o conhecimento já existente, potencializando ou modificando sua abrangência. Com relação à não-arbitrariedade, essa nova informação vai se relacionar com aspectos relevantes específicos da estrutura cognitiva, o que Ausubel chamou de subsunçores, que seriam os conhecimentos prévios que serviriam para a incorporação, compreensão e fixação da nova informação.

Segundo Moreira (2006), subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno e que servirá de suporte para a nova informação, de forma que adquira significado para o indivíduo. Ao incorporar essa nova informação, os subsunçores sofrem alterações, permitindo que novas informações possam, no futuro, fazer parte da estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, estrutura cognitiva é uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo (Moreira e Masini 2001).

Pode ocorrer de o indivíduo não apresentar os subsunçores, ou apresentá-los de forma limitada ou pouco desenvolvidas. O que ocorre, então, quando os subsunçores não se fazem presentes? Quando os subsunçores não se fazem presentes, eles são adquiridos por meio da aprendizagem mecânica, em que as informações são aprendidas com interação mínima, ou mesmo sem interação, com conceitos relevantes da estrutura cognitiva e, com o tempo, vão se tornando mais elaborados, propiciando o surgimento da aprendizagem significativa.

Ausubel (em Moreira e Masini 2001) não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia, e sim com um *continuum*.

A simples presença dos subsunçores não garante a ocorrência da aprendizagem significativa. São necessárias outras condições:

- O material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo para o aprendiz, se relacionando com sua estrutura cognitiva de forma substantiva (não-litera) e não arbitrária. Essa condição depende, então, de dois fatores: o material a ser aprendido, que deve ser “logicamente significativo”, suficientemente não-arbitrário e não-aleatório, de modo que possa ser relacionado a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender; e a estrutura cognitiva do aprendiz deve ter disponíveis os conceitos subsunçores *específicos* com o qual o novo material vai se relacionar (Moreira e Masini 2001).
- O aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária à sua estrutura cognitiva, ou seja, se a intenção do aprendiz é apenas memorizar o material a ser aprendido de forma arbitrária e litera, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos ou sem significado (Moreira e Masini 2001).

O que fazer, então, quando não se tem os subsunçores? Uma resposta foi dada por Novak (em Moreira 2006), que afirma que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire novas informações em uma área do conhecimento completamente nova. Ausubel, porém, propõe a utilização de organizadores prévios que sirvam de ancoradouros para o novo conhecimento e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente.

Então, organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém em um nível mais alto de abstração. Servem para facilitar a aprendizagem, à medida que funcionem como “pontes cognitivas” (Moreira, 2006). Não necessariamente são textos escritos, os organizadores podem ser uma discussão, uma demonstração, um vídeo, um filme ou até um jogo didático, dependendo da situação de aprendizagem.

Podemos entender, então, que o processo da aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo assimilado pelo aprendiz sofre alteração e entra em um processo de retenção, em que as ideias ainda são dissociáveis. Essas ideias tornam-se progressivamente indissociáveis, tendo como resultado o subsunçor modificado.

Essa ideia fica mais clara através do seguinte esquema (Moreira 2006 p.31)

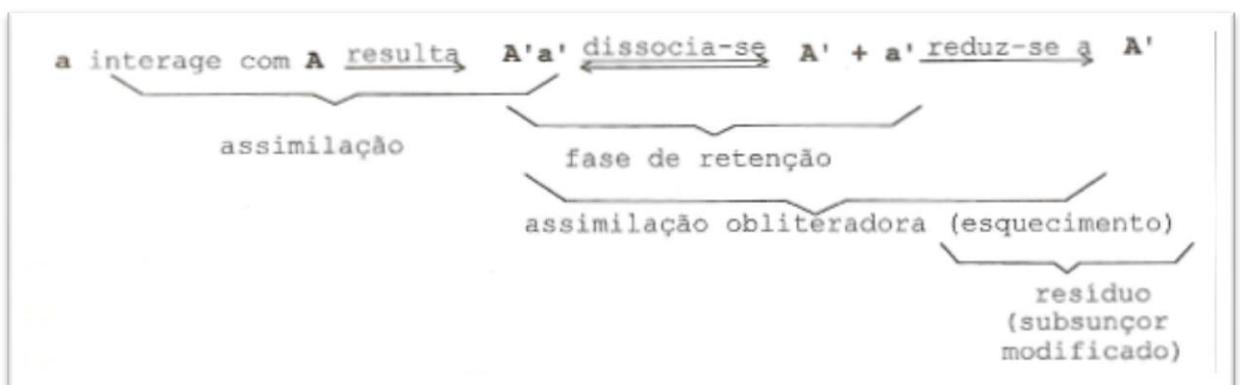


Figura 1 – Processo da Aprendizagem Significativa

Cada etapa do processo pode ser assim entendido:

- *Assimilação* – quando ocorre a interação entre o novo material a ser aprendido ( $a$ ) e a estrutura cognitiva existente – subsunçor ( $A$ );
- *Retenção* – seria o período em que as ideias permanecem dissociáveis de suas ideias-âncora, como se fossem entidades individuais.

$$A' a' \leftrightarrow A' + a'$$

- *Assimilação obliteradora (esquecimento)* – As novas informações tornam-se menos dissociáveis de suas ideias-âncora, até que não estão mais reproduzíveis como entidades individuais.

$$A' a' \leftrightarrow A' + a' \rightarrow A'$$

- *Resíduo* – é o membro mais estável do produto  $A' a'$ , ou seja, o subsunçor modificado  $A'$ .

Moreira (1999) afirma que o conhecimento adquirido está sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva, em que “é mais simples e econômico reter apenas as ideias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas ideias assimiladas” (p. 156-7).

O processo acima descrito é chamado de aprendizagem subordinada, pois envolve a subsunção de conceitos e proposições potencialmente significativas sob ideias já existentes na estrutura cognitiva. Ausubel<sup>8</sup> (1978, em Moreira 2006) diz: como a estrutura cognitiva, em si, tende a uma organização hierárquica em relação ao nível de abstração, generalidade e inclusividade das ideias, a emergência de novos significados, conceitos ou proposições reflete, mais tipicamente, uma subordinação do novo conhecimento à estrutura cognitiva.

Existem dois tipos de aprendizagem subordinada:

*Aprendizagem subordinada derivativa* – o novo material é entendido como um exemplo específico de um conceito já estabelecido na estrutura cognitiva, corroborando ou ilustrando uma proposição já aprendida;

*Aprendizagem subordinada correlativa* – o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos (Moreira, 1999, p. 162).

Há também a aprendizagem superordenada, quando uma proposição significativa mais geral e inclusiva, passa a assimilar os conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva, e a aprendizagem combinatória, quando a nova informação não guarda uma relação por

---

<sup>8</sup> AUSUBEL, D. Educational psychology: a cognitive view. (2ª ed.) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733p.

subordinação ou superordenação, ou seja, não pode ser assimilada e nem assimilar proposições já existentes, relacionando-se com a estrutura cognitiva como um todo.

Conforme o subsunçor vai assimilando novas proposições, ele sofre alteração na sua estrutura, o que é chamado de princípio da diferenciação progressiva, fazendo com que seja, o subsunçor, constantemente elaborado, modificado, adquirindo novos significados. Esse processo está mais ligado à aprendizagem subordinada. Às aprendizagens superordenada e combinatória estão relacionadas ao chamado princípio da reconciliação integrativa, que ocorre quando as ideias, com o curso de novas aprendizagens, passam a ser reconhecidas como relacionadas, ou seja, quando novas informações são adquiridas, os elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados.

Para Ausubel (em Moreira 2006), esses dois princípios programáticos podem ser implementados através do uso de organizadores prévios adequados; assim, o professor tem um papel importante, pois seu trabalho deve influenciar a estrutura cognitiva do aluno, para que a aprendizagem significativa ocorra de forma satisfatória.

A estrutura cognitiva pode ser influenciada de duas maneiras:

- *Substantivamente* – apresentação ao aprendiz de conceitos e princípios unificadores inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras;
- *Programaticamente* – emprego de métodos adequados de apresentação do conteúdo e utilização de princípios programáticos apropriados na organização sequencial da matéria de ensino

Da teoria de Ausubel, conclui Moreira (2006), o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem significativa ao envolver quatro tarefas fundamentais:

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino. Isto é, identificar os conceitos e os princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos, até chegar aos exemplos e dados específicos;
2. Identificar os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, os quais o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva, para poder aprender significativamente esse conteúdo;

3. Diagnosticar o que o aluno já sabe; distinguir dentre os subsunçores especificamente relevantes quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a passagem da estrutura conceitual da matéria ensinada para a estrutura cognitiva do aluno, de maneira significativa, auxiliando o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e a organizar sua própria estrutura cognitiva, por meio da aquisição de conhecimentos claros, estáveis e transferíveis.

A figura a seguir ilustra um modelo para organizar a instrução consistente com a teoria de Ausubel (Moreira, 2006 p. 181).

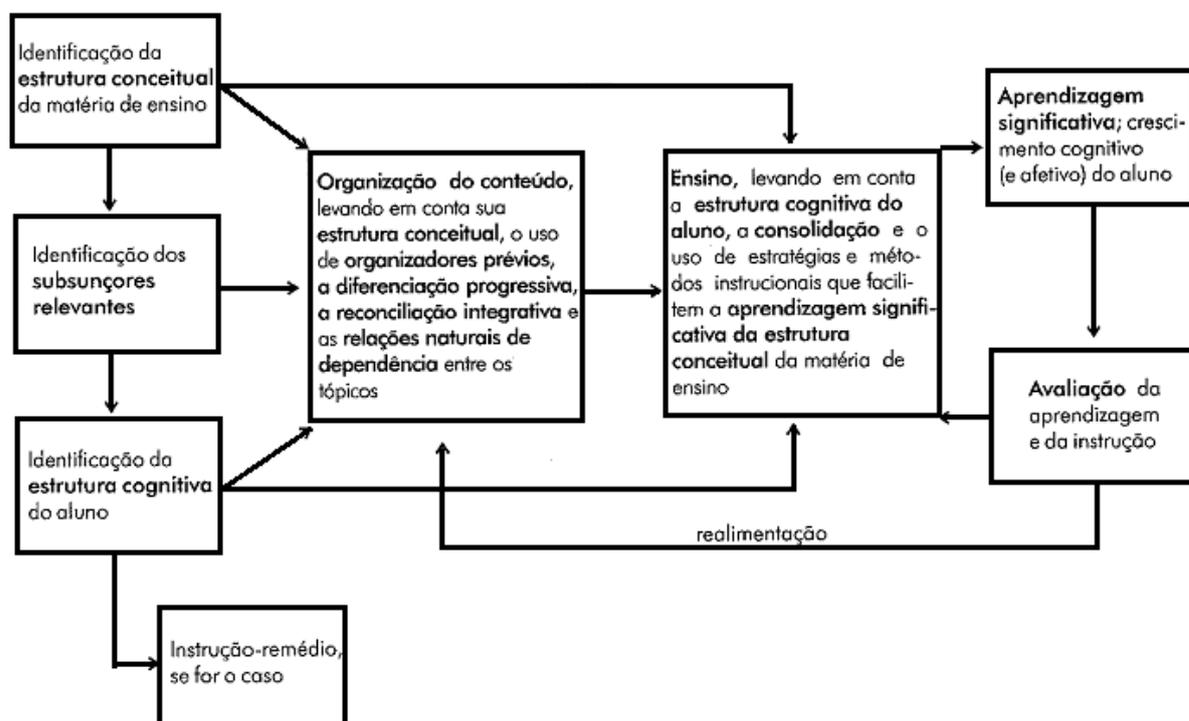


Figura 2 – Organização da Instrução.

Ao utilizar essa teoria como referencial teórico, o fizemos com o objetivo claro de facilitar a aprendizagem significativa, na expectativa de que esta venha acompanhada de um crescimento de um efeito motivador por parte do aluno na busca por novas aprendizagens, predispondo-se à recepção de novas informações.

Não podemos deixar de lado aspectos referentes à avaliação, pois essa deve fazer parte do processo pelas seguintes razões (Ausubel<sup>9</sup> 1978, em Moreira 2006):

<sup>9</sup> Ibidem.

1. A importância dada à identificação daquilo que o aluno já sabe, antes de tentar ensiná-lo;
2. A necessidade de acompanhar a aprendizagem à medida que ela acontece, a fim de corrigi-la, clarificá-la e consolidá-la;
3. A importância de determinar a eficácia das estratégias de ensino e da organização e sequenciação do conteúdo, assim como de avaliar até que ponto os objetivos estão sendo alcançados.

Pensaremos, então, numa forma de avaliação que busque aspectos que evidenciem a ocorrência da aprendizagem significativa. São três esses aspectos (Moreira, 2006):

1. Evitar a simulação da aprendizagem significativa formulando questões e problemas de maneira nova e não familiar, que requeiram a máxima transformação do conhecimento adquirido.
2. Solicitar aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista contendo elementos de outros conceitos e proposições similares;
3. Propor ao aprendiz tarefas de aprendizagem que dependam sequencialmente uma da outra, e que não possa ser executada sem uma genuína compreensão da antecedente

### **Conclusões e Considerações sobre o Referencial Teórico**

Diante do contexto encontrado em nossa escola, optamos pela Teoria da Aprendizagem Significativa pelo fato dela dar ênfase ao processo de aprendizagem receptiva. Com esse pensamento, buscamos produzir um material que englobe possíveis situações encontradas no cotidiano do aluno, de forma que boa parte deles possa explicitar uma explicação, ainda que errônea ou incompleta, sobre o fenômeno em questão, para, então, podermos introduzir o conhecimento cientificamente aceito.

Temos a percepção que estudar Física no Ensino Médio é cada vez mais encarado pelos alunos como uma tortura, e repetidamente nos deparamos com os alunos preocupados apenas com qual “fórmula” utilizar para resolver esse ou aquele exercício. Buscando reverter esse quadro, pensamos a disciplina Física de forma a entender a origem de vários de seus conceitos e de como estão interligados, nos preocupando com a base matemática necessária para compreendê-los.

A Teoria da Aprendizagem Significativa fundamenta essa nossa prática e nos permite ir além, buscando utilizar uma linguagem próxima àquela utilizada pelo aluno. Dessa forma, o professor aproxima o conteúdo científico de um conteúdo que possa vir a ser parte da estrutura cognitiva do aluno e que ele o incorpore e possa aplicá-lo na interpretação das atividades diárias.

Baseado no que vimos ao estudar a TAS, tomaremos, então, como ponto de partida o conhecimento prévio do aluno, partindo daquilo que ele já sabe, identificando a existência ou não de conhecimentos prévios que auxiliam o desenvolvimento do conteúdo trabalhado e ensinado de acordo com isso. Por esse motivo, cada tema de trabalho será introduzido com uma problematização, por meio da qual buscaremos identificar tais conhecimentos prévios.

As condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa guiaram nosso trabalho. O material foi construído com antecedência, tomando por base situações cotidianas que representassem algum significado ao aluno, o que pode ser fonte de motivação.

Foram respeitadas as ideias de Ausubel quanto à organização do conteúdo, buscando estabelecer a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, uma vez que a estrutura cognitiva é dinâmica e hierárquica, ou seja, se reestrutura por conta de novas informações adquiridas.

No que diz respeito aos processos de verificação de aprendizagem, ao final de cada tema tratado foram utilizados os exercícios presentes no livro texto adotado pela escola, sendo, em alguns casos, complementados com problemas que seriam, na nossa visão, mais desafiadores e, portanto, requerendo um grau maior de abstração. Por último, será realizada uma avaliação integrada das disciplinas Física e Matemática, objetivando estabelecer o grau de interação dessas disciplinas nas evidências da aprendizagem dos alunos.

### III – METODOLOGIA

Iniciaremos esse capítulo relembrando nosso problema de pesquisa, que surgiu na forma da seguinte pergunta: *promover a articulação entre os conteúdos, através de plano de Curso de Física e o conhecimento matemático pertinente, resultaria na promoção de uma aprendizagem efetiva na primeira série do Ensino Médio?*

Procurando a solução de tal problema, nos apoiaremos em uma abordagem predominantemente qualitativa. Tal abordagem tem seu interesse central “em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse” (Moreira 2009). No processo de avaliação, nos basearemos na análise das falas dos alunos, obtidos por meio de gravações de momentos das aulas, de problematização, e também por meio de atividades convencionais, avaliativas ou não, aplicadas durante o bimestre.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de Ensino Médio, situada em Brazlândia, Cidade-Satélite de Brasília, que possui cerca de 1400 alunos matriculados em três turnos, com a oferta das três séries dessa modalidade de ensino em todos os turnos de aula. A intervenção foi realizada na primeira série em duas turmas com 41 alunos cada (de acordo com a legislação deveria ter 38 alunos).

A preparação da intervenção teve início na semana pedagógica da escola, quando os professores de Matemática apresentaram seu plano de curso, que serviu de base para o sequenciamento proposto no plano de curso de Física. Como resultado dessa etapa foram construídos os planos de curso das duas disciplinas apresentados resumidamente na tabela 1.

Nosso interesse principal foi o de trabalhar de forma integrada com essas disciplinas. Dessa forma, nossa atenção se voltou principalmente para a relação existente entre as funções, estudadas nos segundo e terceiro bimestres em Matemática, e os movimentos retilíneos. Os conceitos referentes às leis de Newton, Quantidade de Movimento e Impulso são de grande importância para a compreensão dos conceitos referentes à movimento, e esse entendimento, esperávamos, facilitaria a interpretação das situações apresentadas, o que nos permitiria uma formulação de problemas, com vistas a evitar o que Moreira (2006) chama de simulação da aprendizagem significativa.

Tabela 1: Planos de Curso de Matemática e Física

	<b>Plano de Curso de Matemática</b>	<b>Plano de Curso Física</b>
1º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão de conteúdos básicos.</li> <li>• Teoria de Conjuntos.</li> <li>• Conjuntos Numéricos.</li> <li>• Função: Definição; Análise de Tabelas; Gráficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O homem no mundo;</li> <li>• Teorias Geocêntricas e Heliocêntricas;</li> <li>• Leis de Kepler;</li> <li>• Leis da Gravitação Universal</li> <li>• Explorando o Espaço (Astronáutica);</li> <li>• Como os foguetes voam? (Aristóteles, Galileu, Newton e Bernoulli);</li> </ul>
2º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Função do 1º grau: Definição; Construção de Gráficos; Composição e Inversão; Aplicações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandezas Escalares e Vetoriais;</li> <li>• Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU);</li> <li>• 1ª Lei de Newton;</li> <li>• Quantidade de Movimento;</li> <li>• Impulso e Quantidade de Movimento;</li> </ul>
3º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Função do 2º grau: Definição; Construção de Gráficos; Aplicação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2ª Lei de Newton;</li> <li>• Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado;</li> <li>• 3ª Lei de Newton;</li> <li>• Conservação da Quantidade de Movimento;</li> </ul>
4º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequência ou Sucessão Numérica: Definição e Lei de Formação.</li> <li>• Progressão Aritmética.</li> <li>• Progressão Geométrica.</li> <li>• Séries Geométricas.</li> <li>• Aplicações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho, energia e sua conservação;</li> <li>• Equilíbrio;</li> <li>• Hidrostática;</li> </ul>

A intervenção ocorreu no período que abrange o segundo bimestre e parte do terceiro. Para isso, foram elaborados 10 temas de aulas, apresentados na Tabela 2, que foram trabalhados no decorrer desse período e que serviram de base para a proposição educacional.

Todas as aulas foram ministradas no período matutino, seguindo o horário escolar elaborado no início do ano, o que fez com que as turmas, criadas de forma aleatória seguindo

os critérios da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, não tenham aulas nos mesmos dias, podendo inclusive haver atrasos na condução das aulas.

Tabela 2: Temas das aulas

<b>Tema</b>	<b>Título</b>	<b>Aulas dadas (incluindo 1 de exercícios) – 45 min.</b>
<b>1</b>	• Grandezas escalares e vetoriais	• 3 aulas
<b>2</b>	• Cinemática	• 3 aulas
<b>3</b>	• Velocidade Instantânea	• 1 aula
<b>4</b>	• Aplicação do Movimento Retilíneo Uniforme	• 4 aulas
Avaliação		
<b>5</b>	• Por que ocorrem os movimentos	• 2 aulas
<b>6</b>	• Primeira Lei de Newton	• 2 aulas
<b>7</b>	• Impulso e Quantidade de Movimento	• 1 aulas
<b>8</b>	• Segunda Lei de Newton	• 2 aulas
<b>9</b>	• Movimento Uniformemente Variado	• 2 aulas
<b>10</b>	• Aplicação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	• 3 aulas
Avaliação		
• Total de Aulas		• 23 aulas

A evolução desses temas nas aulas seguiu uma sequência lógica, iniciando pela apresentação de uma situação simples do cotidiano do aluno, quando foram feitos questionamentos com o objetivo de identificar seus conhecimentos prévios sobre a situação. A partir dessas respostas, buscamos trabalhar com esses conhecimentos, reestruturando-os se necessários, buscando fazer com que o aluno reorganize sua estrutura cognitiva no sentido de aproximar o conteúdo em questão daquele cientificamente aceito. Essa sequência, na nossa visão, vai ao encontro daquela proposta na teoria de Ausubel.

Os alunos farão ainda duas avaliações, uma após o tema 4 e outra após o tema 10. Essas avaliações buscaram averiguar se o aluno conseguiu aplicar os recursos matemáticos

nas situações-problema estudadas pela Física. Houve também uma terceira avaliação para verificar o nível de aprendizagem conceitual do aluno, requerendo desse uma visão não só quantitativa da Física, mas também a aplicação dos conceitos para descrever, de maneira analítica, situações vivenciadas em seu dia a dia.

Ao final do tema 10 apresentamos ao aluno um diagrama com o objetivo de resumir e mostrar as relações dos vários temas estudados até aquele momento.

Durante todo o tempo da intervenção, realizamos anotações em um caderno, sobre os acontecimentos considerados relevantes ocorridos durante as aulas. Esse caderno é chamado de "*Diário de Bordo*". Nele, colocamos todas as nossas impressões sobre as aulas, comportamento dos alunos, postura etc. Tais anotações nos foram bastante úteis no processo de análise e discussão dos dados.

## IV – A PROPOSIÇÃO EDUCACIONAL

Ao longo do desenvolvimento dos temas, nos preocupamos com alguns aspectos expostos no capítulo da Revisão Bibliográfica, dentre eles a falta de articulação entre os planos propostos pelos professores (Rezende, Lopes e Egg, 2004). Neste trabalho, as atividades de planejamento e partes das avaliações foram realizadas em conjunto pelos professores de Física e de Matemática.

Como a Matemática é instrumento essencial para o desenvolvimento da Física, buscamos representações comuns para as grandezas, procurando enfatizar que a posição, por exemplo, é função do tempo, ou do instante de tempo, representando-a na forma de  $x(t)$ , em que  $x$  é função que depende de  $t$ . Com relação às aulas, procuramos conduzi-las da forma mais dinâmica possível, utilizando situações que os alunos experimentam no seu cotidiano em geral.

Dessa forma, como proposição educacional, delineamos uma proposta que visa o trabalho integrado das disciplinas Física e Matemática no estudo da Cinemática, da Dinâmica e das funções de 1° e 2° graus na primeira série do Ensino Médio. Cabe lembrar que essa é apenas uma proposição de trabalho, ou seja, o professor que resolver utilizá-la pode e deve fazer as adequações que achar necessárias.

Para elaboração das aulas foram consultados os seguintes livros didáticos: Física – Ciência e Tecnologia (PENTEADO; TORRES, 2005) – livro texto do aluno; Física Conceitual (HEWITT, 2002); Aulas de Física (FERRARO; SOARES, 2003); Os fundamentos da Física (RAMALHO JUNIOR; FERRARO; TOLEDO, 2003); Física 1 (VILLAS BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2010) e Física v.1 (LUZ; ÁLVARES, 2005). A seguir, descrevemos a estratégia utilizada para o desenvolvimento de cada um dos 10 temas.

### **Os temas por aula**

Tema 1 – Grandezas Escalares e Vetoriais

Principais conceitos:

*Grandeza Escalar* – é aquela grandeza que fica definida com a utilização de um valor seguido de uma unidade de medida. Ex.: Temperatura, tempo e massa.

*Grandeza Vetorial* – é um tipo de grandeza que apresenta características geométricas, necessitando não só de um valor seguido de uma unidade (módulo), mas também de uma direção (por exemplo, norte-sul, leste-oeste) e de um sentido (por exemplo, de norte para sul, de oeste para leste).

O tema foi trabalhado em duas aulas de apresentação do conteúdo teórico e uma de exercícios, além de uma lista de exercícios ter sido entregue aos alunos. A primeira aula começou com uma introdução sobre o uso das grandezas físicas e não-físicas no cotidiano, bem como o porquê de serem utilizadas. Depois dessa introdução, foi apresentada uma situação na qual duas pessoas aplicam forças não paralelas a um veículo. Essa atividade permitiu fazer uma sondagem do conhecimento dos alunos sobre o que ocorreria com o carro. Em seguida, foram colocadas, utilizando as duas situações apresentadas, a definição e a diferenciação de grandezas escalares e grandezas vetoriais. A aula seguiu tratando da representação de uma grandeza vetorial e de algumas características dos vetores.

Na segunda aula, trabalhamos as operações com vetores; demos ênfase aos aspectos relacionados à soma e subtração dessas grandezas. Em alguns exercícios da lista colocamos, propositadamente, exercícios que levam o aluno a tratar com a multiplicação de um número por uma grandeza vetorial. Foi apresentado o tema por meio de uma situação que consistia em um caso hipotético de um aluno que fazia dois deslocamentos diferentes para chegar à escola.

Na terceira aula, os alunos tiveram vinte minutos para resolver dois exercícios do livro adotado na escola (PENTEADO; TORRES, 2005) e os outros vinte minutos foram utilizados para correção desses exercícios no quadro. Por questão de tempo, poucas aulas semanais, os exercícios da lista ficaram como tarefa de casa, sendo corrigidos no turno contrário, na coordenação pedagógica, quando se realizava um plantão de dúvidas para todas as séries, não sendo exclusivo para os alunos que participam deste estudo.

## Tema 2 – Cinemática

### Principais conceitos:

*Movimento* – quando um móvel altera sua posição com o passar do tempo, segundo um dado referencial, dizemos que está em *movimento* e quando ele permanece na mesma posição, dizemos que está em *repouso*.

*Velocidade* – grandeza vetorial que está associada à rapidez com que um móvel altera sua posição; quanto mais rápido maior a velocidade, quanto mais lento, menor a velocidade.

A exploração dos conteúdos do Tema 2 seguiu a mesma estrutura do tema anterior, com exceção da lista de exercícios, pois dessa vez, foram indicados exercícios do próprio livro. Na primeira aula, foi apresentada uma situação em que um passageiro no ponto de ônibus observava um ônibus passar. Esse passageiro observou que dentro daquele ônibus que passava, além do motorista, tinham outras duas pessoas em pé. Colocamos então o seguinte questionamento: aquelas duas pessoas estavam em repouso ou em movimento? A partir das respostas dos alunos, trabalhamos os conceitos relacionados à cinemática: posição, instante de tempo, referencial e variação de posição e variação de tempo. Definimos também como classificar o movimento de acordo com a variação de posição: progressivo e regressivo. Ressaltamos que, ao falar de variação de posição, a relacionamos com as ideias de deslocamento, para que houvesse, por parte dos alunos, uma diferenciação desses conceitos.

Na segunda aula do tema, relacionamos a variação de posição com o tempo e, por meio de um exemplo proposto utilizando o lago local, apresentamos uma situação para ilustrar uma corrida, disputada entre o professor com 120 kg contra um aluno com cerca de 50 kg, por uma das margens do lago com cerca de 600 metros. Nesse lago, a orla possui marcação de posições, pois é muito utilizado pela população para a prática esportiva, inclusive por parte dos alunos e seus familiares. Na situação um aluno anotava, olhando em seu relógio sem cronômetro, o instante (hora) de saída e de chegada do professor e do aluno. O resultado dessa atividade nos permitiu a generalização para o cálculo da velocidade média.

A terceira aula foi novamente voltada para a resolução de exercícios, só que dessa vez discutimos dois exemplos resolvidos do livro: o primeiro trabalhava com números e o segundo requeria uma álgebra um pouco mais complexa. Desses exercícios, chegamos a uma generalização para uma forma de exercício que se repetia bastante no livro – semelhante ao segundo exemplo. Foi indicado outros quatro exercícios propostos para casa.

### Tema 3 – Velocidade Instantânea

Principais conceitos:

*Velocidade Instantânea* – a velocidade média medida para intervalo de tempo muito pequeno (introduzida e aplicada a noção de limite).

*Aceleração* – grandeza vetorial que está associada a alteração da velocidade, quando há mudança de velocidade, há a ação de uma aceleração.

*Movimento Retilíneo Uniforme – MRU* – a trajetória do móvel é uma reta percorrida com velocidade constante, ou seja, a aceleração é nula.

Esse tema, desenvolvido em uma aula, introduziu o movimento retilíneo uniforme. Para isso, iniciamos com uma situação de um ciclista em uma competição. Foi apresentada a velocidade do ciclista, medida em seu velocímetro, e sua posição de acordo com a pista de corrida (referencial). A partir dessa situação foram feitas duas perguntas que serviriam para diagnosticar a concepção do aluno sobre o que se tem ali apresentado. A partir dessas respostas discutimos o conceito de velocidade instantânea, diferenciando-a da velocidade média. Nesse momento, discutimos as unidades mais comuns de velocidade e sua conversão. Dessa diferenciação, velocidade instantânea e velocidade média, buscamos uma generalização que podia, de maneira geral, prever o movimento de qualquer móvel que realizasse o chamado Movimento Retilíneo Uniforme, identificando a função horária da posição como uma função do primeiro grau. Apresentamos as características do MRU, dentre elas o fato de o módulo do vetor deslocamento ser igual à variação de posição, o referencial ser sempre o solo e o instante inicial ser sempre zero. Foram indicados alguns exercícios do livro.

Cabe registrar dentro desse tema que, quando ocorre a variação de velocidade, teremos outra grandeza física: a aceleração.

#### Tema 4 – Aplicação do MRU

Utilizamos a ideia do tema 3 para estudar situações em que ocorre o M.R.U. Esse tema utilizará 4 aulas com o objetivo de resolver o maior número de exercícios possível. Para iniciar, apresentamos dois ciclistas que pedalam em sentidos opostos em uma mesma via (referencial). Conhecidas as velocidades e as posições de cada um, tínhamos que determinar aonde iriam se encontrar e quando isso ocorreria. Trabalhamos vários exemplos, inclusive com a utilização de gráficos para levar o aluno a identificar as informações ali contidas. Incluímos um exercício que nos conduziu à diferenciação de ponto material e corpo extenso. O aluno tinha disponível uma lista de exercícios feita em conjunto pelos professores de Física e de Matemática. Alguns deles foram resolvidos em sala e também nos plantões de dúvidas no turno contrário.

## Tema 5 – Por que ocorrem os Movimentos?

### Principais conceitos:

*Inércia* – característica do corpo associada à resistência para alterar seu estado de movimento. É medida de forma indireta pela massa.

Nesse tema, desenvolvido em duas aulas, buscamos identificar as ideias dos alunos sobre a origem dos movimentos, confrontando-as com as ideias de Aristóteles, Galileu e Newton. Para tal, colocamos uma situação em que um motorista dirige seu carro em uma pista plana e, de repente, pára de acelerar o veículo. A primeira aula serviu para apresentar um breve histórico de como Aristóteles explicaria a existência dos movimentos e de como Galileu procedeu para derrubar suas ideias. Na segunda aula, partindo do conceito de inércia proposto por Galileu, introduzimos a Primeira das Leis de Newton, também chamada de Lei da Inércia. Nessa aula, procuramos relatar alguns fatos históricos que, de certa forma, favoreceram os trabalhos de Newton e censuraram os trabalhos de Galileu. Alertamos os alunos para o fato de que no movimento retilíneo uniforme, mesmo sendo a velocidade constante e diferente de zero, não há ausência de forças, mas sim que a ação dessas se anula.

## Tema 6 – Primeira Lei de Newton

### Principais conceitos:

*Quantidade de movimento* – grandeza vetorial associada à inércia do movimento, sendo este o produto da massa pela velocidade de um corpo.

Aqui, dedicamos duas aulas para discutir a Primeira Lei de Newton. Iniciamos com a demonstração da retirada de uma folha de papel de baixo de um objeto qualquer, sem que esse se mova. Essa situação permitiu aos alunos tratarem com a Primeira Lei de Newton, pois a força é aplicada apenas sobre o papel. Em seguida, apresentamos a formulação de Newton para a Primeira Lei encontrada em seu livro “Principia”. Como consequência dessa lei, definimos os tipos de equilíbrios existentes: estático (o móvel se encontra em repouso) e dinâmico (o móvel se encontra em M.R.U.). Usamos a outra aula para discutir dois conceitos importantes introduzidos por Newton: massa e quantidade de movimento. A discussão do conceito de massa é importante, pois na definição de Newton buscamos evitar uma confusão que ocorre até hoje: a ideia de que massa e peso são a mesma coisa. Foram indicados exercícios do livro sobre os temas 5 e 6 e corrigidos posteriormente.

## Tema 7 – Impulso e Quantidade de Movimento

Principais conceitos:

*Força* – agente que tende a alterar o estado de movimento ou a forma de um corpo.

*Impulso* – produto de uma força pelo tempo de ação da mesma. É o responsável por alterar a quantidade de movimento de um corpo.

Desenvolvemos esse tema em uma aula. A situação problematizadora traz uma pessoa empurrando um carro que estava inicialmente parado. Foram feitos alguns questionamentos com o objetivo de diagnosticar a relação da intensidade da força, o tempo e a velocidade alcançada pelo carro. Foram apresentados os conceitos de força e impulso, bem como a relação existente entre eles. Também estabelecemos a relação entre impulso e variação da quantidade de movimento, fazendo, ao final, uma manipulação matemática para chegar à relação para a 2ª Lei de Newton:  $F = m.a$ .

Utilizamos uma segunda aula para a aplicação dos conceitos colocados anteriormente na resolução de exercícios, dando ênfase à prática esportiva e brincadeiras comuns nas férias, pipa, por exemplo, para apresentar a aplicação vetorial do impulso.

## Tema 8 – Segunda Lei de Newton

Principais conceitos:

*Interação à distância (exercida por meio de campos) e interação por contato.*

Uma atividade semelhante à do tema anterior abre o tema 8, porém agora dando ênfase na relação entre a intensidade da força, a massa e a aceleração do carro. Discutimos os tipos de interação, pois isso auxilia principalmente na hora em que se faz necessário determinar pares ação-reação no estudo da Terceira Lei de Newton. As interações à distância (gravitacional) foram discutidas no primeiro bimestre. Nesse ponto, voltamos nossas atenções para as interações por contato, que se baseiam em um princípio bem conhecido dos alunos: “o de que dois corpos não podem ocupar, simultaneamente, um mesmo lugar no espaço”.

A segunda aula do tema foi para definir e demonstrar os tipos mais comuns de força de contato por meio de demonstrações utilizando cordas, molas e alguns objetos. Apresentamos então, a Segunda Lei de Newton contida no “Principia”. Deixamos claro para o aluno que

trabalharemos com situações onde a força será sempre constante, logo a aceleração também será, fazendo com que o corpo realize um movimento chamado de Retilíneo Uniformemente Variado.

### Tema 9 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Utilizamos uma simulação no computador para apresentar esse movimento, bem como mostrar suas principais características no que diz respeito às funções horárias da aceleração, da velocidade e da posição. Na simulação temos um móvel em que as condições iniciais foram indicadas: aceleração, velocidade e posição. Após certo tempo de movimento, foram elaborados pelo próprio programa os gráficos para todas essas grandezas.

Primeiramente, simulamos movimentos com a aceleração nula para lembrarmos as características do M.R.U. Na sequência, introduzimos uma velocidade não nula. Vale lembrar que antes de iniciar a simulação, o aluno era questionado sobre o que iria acontecer, tentando prever as características dos gráficos dos movimentos. Durante essa atividade foi chamado a atenção para os gráficos e as funções que os originaram, inclusive com anotações por parte dos alunos.

Na aula seguinte, por meio das anotações e do conceito de aceleração, trabalhamos as características de cada um dos gráficos e as observações sobre cada um deles:

- Gráfico da aceleração: (reta paralela ao eixo do tempo) função constante: a área da figura é numericamente igual à variação da velocidade sofrida pelo móvel.
- Gráfico da velocidade: (reta crescente ou decrescente) função do primeiro grau: a área da figura representa a variação da posição do móvel e a inclinação da reta – coeficiente angular, a aceleração. O gráfico foi utilizado posteriormente para apresentar a relação de Torricelli.
- Gráfico da posição – (parábola voltada para cima ou para baixo) função do segundo grau: a concavidade para cima ou para baixo indica o sinal da aceleração, o vértice – ponto de máximo ou de mínimo – indica a posição e o instante em que o sentido do movimento se inverte, sendo a velocidade naquele instante nula e o(s) zero(s) ou raiz(es) dessa função, o instante em que o móvel passa pela origem do referencial adotado.

## Tema 10 – Aplicações do M.R.U.V. e outros.

Foram 3 (três) aulas de exercícios que apresentaram varias situações distintas em que exploramos os conceitos trabalhados. Nessas aulas, eram escolhidos alunos que apresentavam suas dúvidas e resolviam os exercícios no quadro com o nosso auxílio e dos outros alunos. Durante esses momentos, fazíamos questionamentos para o aluno que estava na frente da turma, repassando algumas dessas questões, quando conveniente, para o restante da turma. Vale lembrar que os alunos aprovaram essa metodologia, sendo que, os primeiros ficaram meio tímidos, e posteriormente tivemos vários voluntários.

Em uma dessas aulas foi discutido um exercício do livro que tratava da colisão de uma bola de 200 g com uma parede e, devido à sua velocidade, ela exercia uma força de 800 N, equivalente ao peso de alguns colegas da sala. Resolvemos e discutimos esse exercício, pois no domingo daquela semana foi apresentada uma reportagem que falava do transporte de animais em automóveis e essa atividade serviu de guia da discussão. Aos alunos que não tinham visto a reportagem foi indicado o título para pesquisa no *youtube* (Transporte correto de cães – Auto Esporte 11/09/2011).

No final do processo, os alunos realizaram uma atividade em dupla que visou verificar a aplicação dos conceitos referentes aos movimentos retilíneos com aqueles trabalhados em Matemática, no que diz respeito às funções de primeiro e segundo grau.

Após o término dos temas, prosseguiu-se a aplicação do plano de curso proposto com a discussão da 3ª Lei de Newton, das grandezas de características conservativas (quantidade de movimento e energia), do equilíbrio e da hidrostática.

No capítulo seguinte, faremos a análise dos dados referentes às atividades realizadas, bem como apresentaremos algumas dificuldades encontradas na aplicação da intervenção.

## **V – ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO**

Para que possamos tornar objetiva essa análise de dados, nos apoiaremos nas anotações do diário de bordo e nos resultados das avaliações realizadas pelos alunos no decorrer do período. Um fato inicial a ser considerado é que nenhuma das turmas apresentou, durante o período, transferência de alunos, seja entrando ou saindo da turma, situação essa que fez com que todos os alunos – 41 de cada turma - tenham participado de todo o processo.

De acordo com a proposta de Ausubel, nosso referencial teórico, o conhecimento prévio é fator importante para a ocorrência de novos aprendizados e para identificarmos os subsunçores, os temas propostos eram sempre iniciados com uma situação problematizadora, que servia de guia para o desenvolvimento do tema em questão.

Essa problematização trazia situações experimentadas pelos alunos e que, com a introdução dos conceitos científicos, serviam de base para a discussão e formulação da relação entre as grandezas associadas, chegando a uma generalização, que em boa parte podiam ser apresentadas na forma de uma relação/função matemática.

Vamos de início, apresentar algumas dificuldades enfrentadas no decorrer do desenvolvimento projeto: o número grande de alunos por turma, que faz com que o nível de ruído atrapalhe e desvie a atenção daqueles que se mostram interessados em acompanhar as aulas; a falta de interesse por parte de alguns alunos, o que gera indisciplina. Esses problemas são de ordem administrativa e motivacional, porém nos deparamos também com problemas de outra natureza, uma vez que, por conta de assembléias dos professores em campanha salarial, tínhamos horários compactados ou a liberação dos alunos e nas reposições de aulas, em dias de sábado normalmente, não havia a adesão dos alunos, tendo sempre uma frequência reduzida. Esse fato colocava, por vezes, um longo período entre as aulas, chegando a ter uma diferença de duas semanas entre elas.

### **5.1. Análise dos Temas**

Tema 1 – Grandezas escalares e vetoriais.

Problematização: Introdução oral sobre o surgimento e uso das grandezas e tipos de grandezas, inclusive com a aplicação de seu uso numa ida ao supermercado. Apresentação da

seguinte situação: Considere que duas pessoas puxem um carro com o auxílio de uma corda, tal como é ilustrado na figura abaixo.

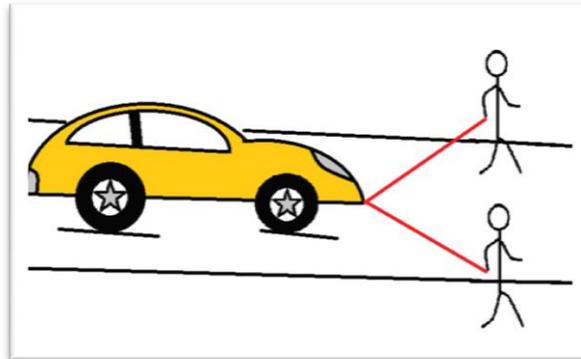


Figura 3 – Modelo apresentado aos alunos para trabalhar Grandezas Escalares e Vetoriais

Depois de explicada a situação, questionamos a turma sobre a direção tomada pelo veículo. Propositamente, não foi colocado, inicialmente, se as pessoas puxam com forças de mesma intensidade, e mesmo assim, boa parte dos alunos indicou que o veículo iria pra frente, sem privilegiar nenhum dos dois homens. Dois fatos interessantes ocorreram, um em cada turma: Turma A: uma aluna afirmou que ocorreria daquela forma devido às forças serem “iguais”, o que fez com que alguns alunos modificassem suas respostas levando em conta essa nova hipótese; Turma C: ao explicar o motivo, um aluno disse o seguinte: “uma força compensa a outra e aí ele vai pra frente” e continuando sua explicação deixou claro que se um fosse mais forte o carro iria também em sua direção. Nesse momento, criou-se uma discussão de ideias na turma, pois alguns concordavam e outros não, baseando-se principalmente na hipótese de o volante estar fixo. Nesse momento, tivemos que intervir e esclarecer que ambos os raciocínios estavam corretos, pois todas as hipóteses eram aceitáveis; porém quando foi solicitado que todos considerassem que as forças fossem de mesma intensidade, mantiveram a ideia inicial de o carro ir pra frente sem privilegiar as forças.

Ao se discutir quais grandezas seriam escalares e quais grandezas seriam vetoriais, surgiu outra grande dificuldade apresentada pelos alunos: a diferença entre direção e sentido, o que para eles, em sua maioria, é a mesma coisa. Essa constatação foi feita ao se identificar as características de 3 vetores (figura 4).

Ao serem questionados sobre a direção do vetor A, inicialmente eles diziam “para cima”, trocando a direção pelo sentido; após o esclarecimento, o fato não ocorreu na análise dos demais vetores.

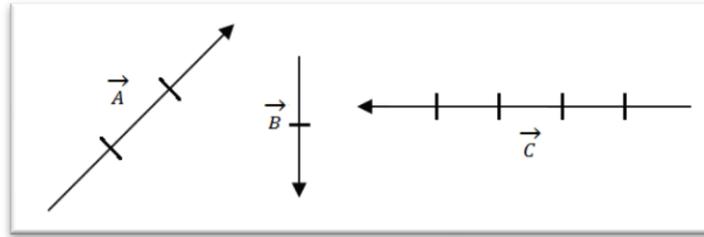


Figura 4 – Vetores apresentados para análise em sala

Na aula seguinte trabalhamos a soma vetorial por meio de um exemplo de um aluno que, para chegar à escola, passava todos os dias na casa de um colega, e que um dia, por motivo de doença, não pode ir à aula. Foi apresentada a seguinte situação:

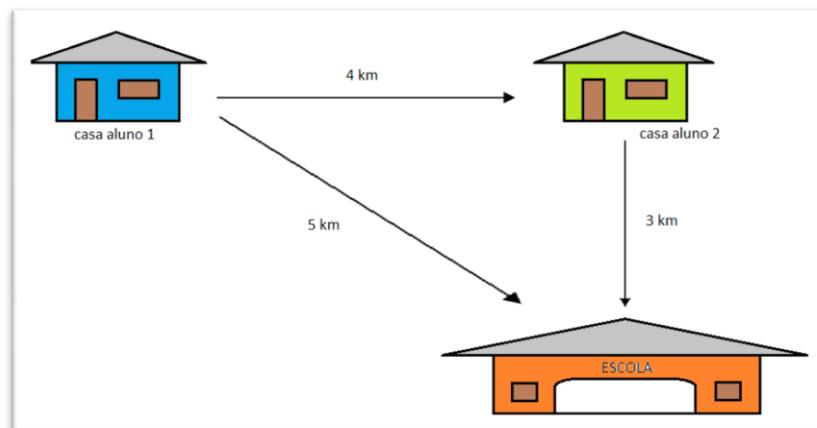


Figura 5 – Atividade para exemplificar soma vetorial

Essa figura representa a situação final, porém ela foi construída à medida que íamos narrando a história; e como última atividade, tínhamos que determinar qual seria o deslocamento do aluno 1, caso fosse de sua casa direto para a escola. Nesse momento observamos o fato indicado por Ricardo e Freire (2007) e Rezende et al. (2004), de que houve uma resistência por conta da utilização da matemática. Um fato interessante é que no momento de obter esse deslocamento, alguns alunos até consideraram a possibilidade de somar o módulo dos dois vetores (4 km e 3 km), porém a análise da figura mostrou o resultado ser incoerente, a menos que os vetores possuíssem mesma direção e sentido. Após essa situação foi discutida, por meio de soma e subtração, a multiplicação de uma grandeza vetorial por uma escalar, o que foi bem aceito pelos alunos.

A partir da discussão desse tema, percebemos que os alunos apresentam uma ideia do que seria uma soma vetorial, pelo menos de forma qualitativa, pois quando partimos para a resolução de exercícios percebemos algumas dificuldades, principalmente na aplicação desses

conceitos na interpretação de problemas – os alunos não identificavam a grandeza em questão como sendo escalar ou vetorial.

## Tema 2 – Cinemática e Dinâmica

Problematização: Uma pessoa em um ponto de ônibus observa os passageiros dentro de um ônibus que passa pelo ponto. Essa pessoa diria que os passageiros estão em movimento ou em repouso? E o motorista do ônibus, qual resposta daria?

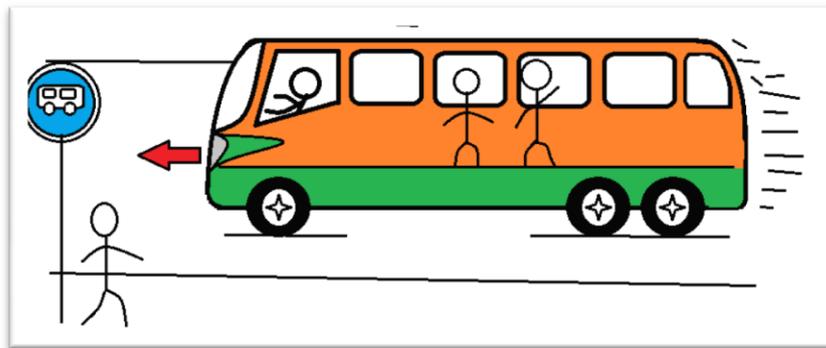


Figura 6 – Modelo para ilustrar o estudo da Cinemática

No desenvolvimento desse tema, surgiram duas situações distintas em cada turma:

Turma A: após discutir o significado da palavra cinemática (que pode ser entendida como o estudo matemático dos movimentos, sem se ater às suas causas, estas últimas, objeto de estudo da dinâmica) apresentamos a situação da problematização e lançamos o questionamento sobre se os passageiros estavam em movimento. Surgiram respostas positivas e negativas. Foi solicitado que explicassem, surgindo o seguinte:

Eu acho que sim: “porque o ônibus esta andando e eles estão dentro do ônibus indo juntos”. (Aluno A)

Eu acho que não: “porque quem (o que) está andando é o ônibus, eles estão parados”. (Aluno B)

Eu acho que depende: “porque depende da visão, o cara que esta lá fora, vai pensar que eles estão em movimento, o que está lá dentro acha que estão parados”. (Aluno C)

Essa última fala fez com que surgissem várias afirmações do tipo “depende do referencial”, deixando claro que os alunos possuíam esse conceito, de acordo com a

Cinemática. Assim, seria coerente aceitar as duas primeiras como corretas, desde que previamente definamos o referencial adotado.

Turma C: Ao entrarem na sala e lerem a palavra Cinemática no quadro, alguns alunos acharam que estudaríamos cinema, porém quando começamos a discutir o que era Cinemática uma aluna pediu a palavra: “professor, Cinemática é, por exemplo, quando você vê um ônibus passando, só que eu tô parada, então, pra mim, as pessoas também estão em movimento, mas, na verdade elas estão paradas”, e continua “A mesma coisa se eu estiver dentro de um ônibus” e ainda coloca outro exemplo: “a gente acha que o Sol está andando, na verdade ele está parado no lugar dele”.

Cria-se uma discussão na aula:

Aluno 1 – “pra gente eles estão em movimento, mas para o que está do lado dele, está parado”.

Aluno 2 – “mas eles estão em movimento, só estão parados dentro do ônibus”.

Ao ter que explicar porque estava em movimento um aluno respondeu o seguinte: “a pessoa que está dentro do ônibus mais a outra, está vendo que ela está parada e a outra que está fora está vendo só o ônibus se movimentando”.

Diante do ocorrido nas duas turmas, percebemos que os alunos apresentam a ideia da relatividade do movimento e iniciamos então para a discussão de alguns conceitos, entre eles de referencial, posição e variação de posição, que no nosso caso, coincidiria com o deslocamento, identificando esse último como uma grandeza vetorial, por meio de alguns exemplos. Esse fato nos apresentou a mesma situação enfrentada por Campos (2000) de que alunos apresentam boa compreensão dos conceitos iniciais de Cinemática. Usamos esses exemplos para classificar o movimento em progressivos e regressivos por meio de eixo ordenado.

Começamos a aula seguinte do tema revisando os conteúdos da aula anterior e propondo uma situação para ilustração do conceito de velocidade média. Após a descrição da situação e da definição da velocidade média, calculamos seu valor e, ao discutirmos seu resultado, de que aquele valor representa apenas uma estimativa, podendo o móvel se mover à velocidade maiores ou menores, tivemos a seguinte análise de uma aluna: “se quisermos informações detalhadas da velocidade deveríamos acompanhar o movimento minuto a

minuto”. Essa afirmação nos mostra que a aluna percebeu a ideia de que ao diminuir o intervalo de tempo obtém-se uma informação mais precisa da velocidade, porém ainda apresenta um equívoco: a ideia de que o “minuto” já bastaria. Utilizamos essa ideia para introduzir o conceito de velocidade instantânea na aula seguinte.

### Tema 3 – Velocidade Instantânea

Problematização: Na figura 7, um ciclista, participando de uma competição, olha o velocímetro de sua bicicleta que marca uma velocidade de 15 m/s. Qual a posição ocupada pelo ciclista depois de 10 segundos? E depois de 2 minutos?

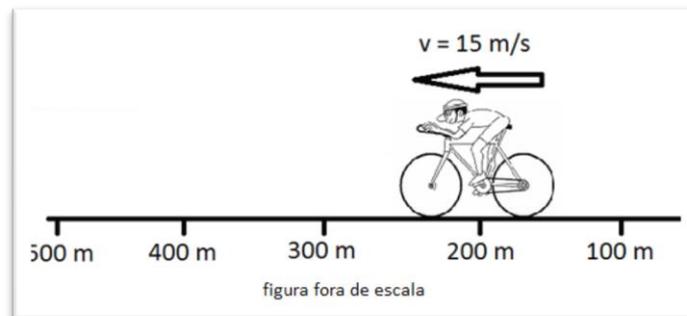


Figura 7 – Modelo usado para trabalhar velocidade instantânea

Essa situação mostrada no primeiro momento da aula serviu para diagnosticarmos, segundo a teoria de Ausubel, a presença dos subsunçores necessários no estudo do M.R.U., para tal foi distribuído um pedaço de papel para que o aluno registrasse suas respostas; não havendo a necessidade de apresentação dos cálculos.

O resultado está representado na Tabela 3.

Tabela 3: Problematização Tema 3 – Resultado Obtidos

	<b>Turma A</b>	<b>Turma C</b>
Acertaram a 1 <sup>a</sup>	22 alunos	20 alunos
Acertaram as duas	3 alunos	5 alunos
Erraram as duas	17 alunos	21 alunos

Nesse tema procuramos implementar o proposto por Martini (2006), que propõe que uma atividade parta de uma abordagem conceitual, passando pela numérica chegando à algébrica. O que nos chamou a atenção foi o fato de que as questões cobram a mesma coisa, com o diferencial de que na segunda deve haver a conversão de minuto para segundo, porém

apenas 8 alunos conseguiram acertar as duas. Outra situação curiosa foi o número de alunos que responderam representando apenas a distância percorrida (150 m e 1800 m) num total de 9 alunos na Turma A e 3 na Turma C. Isso nos leva a crer que os alunos possuem habilidades para lidar com esse tipo de situação, porém compreensão do problema e a interpretação do que é cobrado precisa ser mais bem trabalhada.

Na sequência da aula foi discutido os conceitos de velocidade instantânea, aceleração média e aceleração instantânea, sendo esses últimos conceitos formulados por analogia com os conceitos de velocidade média e velocidade instantânea.

Foi apresentado então o Movimento Retilíneo Uniforme e de posse de sua principal característica, velocidade constante, obtivemos a função horária da posição, identificando-a como uma função do 1º grau, que os alunos vinham estudando nas aulas de Matemática. Foi utilizada essa função para a resolução do exemplo da problematização. Vale aqui uma observação interessante: boa parte dos alunos acha os conceitos fáceis, porém já esperam que no decorrer da matéria fique mais difícil.

#### Tema 4 – Aplicação do Movimento Retilíneo Uniforme

Problematização: Conforme a figura 8, dois ciclistas passeando em um parque, estão separados por uma distância de 100 m. Supondo seus movimentos uniformes, dentro de quanto tempo elas vão se encontrar?



Figura 8 – Modelo para aplicação do M.R.U.

No início da aula, foi apresentada a situação e dado um tempo para que os alunos respondessem ao questionamento proposto. Dessa vez, não se fez o registro, como feito no tema anterior, apenas aguardamos as respostas dadas pelos alunos. Na turma A, vários alunos responderam que após 10 segundos ocorreria o encontro e uma aluna afirmou que nesse caso bastava somar 3 com 7, devido às velocidades, porém foi chamada a atenção para o fato de se estar procurando um instante de tempo e não uma velocidade. Essa situação nos mostra que

fazer um trabalho sobre análise dimensional pode auxiliar no ato de solucionar um problema, ou seja, apenas o fato de conhecer a unidade de medida já nos permite fazer uma análise sobre a coerência de um resultado. Essa situação se fez presente não só nessa turma, mas em turmas de outras séries atendidas.

Na turma C, depois de algum tempo, um aluno pergunta: “Professor, dá dez minutos?”. O que ocorreu foi que o aluno fez os cálculos de cabeça e ao passar o resultado, trocou as unidades de tempo. Por conta dessa resposta, alguns colegas orientaram seus raciocínios de forma a afirmar que o colega estava correto, pois em 10 segundos um ciclista percorria 30 metros e, o outro, 70 metros, se encontrando. No momento da resolução no quadro, porém, os alunos não apresentaram o mesmo desempenho com relação aos conceitos. Boa parte não atribuiu o sinal negativo à velocidade de 3 m/s, deixando de lado a ideia das grandezas vetoriais. Quando tiveram que resolver um problema semelhante, alguns alunos perceberam uma lógica comum: o instante de encontro é igual à distância dividida pela diferença das velocidades. Porém, foi sugerido pelo professor que os alunos, sempre que possível, seguissem a sequência proposta, para que pudessem organizar melhor suas ideias.

Na aula seguinte, foi feito um estudo dos gráficos do MRU. Para tanto, começamos a relembrar as principais características desse movimento para podermos representar as generalizações de seus gráficos ( $a \times t$ ;  $v \times t$ ;  $x \times t$ ). Durante o desenvolvimento do tema, o observado nas turmas foi semelhante; assim relataremos apenas de forma geral.

Ao serem questionados sobre a característica do gráfico de uma função do 1º grau, houve certo receio quanto à resposta, porém quando alguns colegas disseram ser uma reta, outros complementaram dizendo ser a reta crescente ou decrescente. Diante dessa situação, podemos perceber que mesmo após acompanhar as aulas de Matemática, os alunos não estão familiarizados com os nomes atribuídos aos termos de uma função, entre eles a própria ideia da função  $x(t)$ , que, por vezes, os alunos pensavam ser uma multiplicação, e o fato de a velocidade  $v$  fazer o papel de coeficiente angular, o que determina se uma reta é crescente ou decrescente, no caso dos movimentos, se é progressivo ou regressivo.

Quando iniciamos a confecção do gráfico, alguns alunos disseram não terem trabalhado nas aulas de Matemática, porém outros afirmaram ter trabalhado naquele ano e no ano anterior, quando cursaram a 8ª série ou o 9º ano, dependendo da modalidade do ensino fundamental. Podemos perceber então que os alunos apresentam um nível considerável de

desinteresse pelos conteúdos de Matemática e esse baixo rendimento observado contribuiu sim para o baixo rendimento em Física. Outro fato que pode explicar tal situação, e que temos que admitir, foi uma falha nossa, foi o fato do número reduzido de exercícios por nós resolvidos, uma vez que julgamos que aqueles resolvidos nas aulas de Matemática bastariam. A importância desse tipo de trabalhos nos foi apresentada na conclusão da Seção 2 do Capítulo 1.

Percebemos esse interesse, ou falta de, na sequência da aula, quando foi proposto que os alunos resolvessem um novo exemplo com a ajuda do professor, e alguns sugeriram que fosse deixado para depois, mais uma vez revelando a aversão diagnosticada por Rezende et al. (2004). Após a resolução desse exemplo, disponibilizou-se uma lista com algumas questões que buscavam trabalhar a integração entre os conteúdos de função e de MRU.

As aulas seguintes foram utilizadas para o esclarecimento de dúvidas dos exercícios da lista. Vale uma ressalva importante: os alunos que traziam dúvidas dos exercícios eram sempre os mesmos que apresentavam bom desenvolvimento nas aulas e que procuravam atendimento com os professores em turno contrário, participando de um debate, expondo seus pontos de vista sobre os problemas, enquanto que aqueles com baixo rendimento se limitavam a copiar a resolução do quadro, fazendo raras intervenções.

Ao final do tema 4 foi realizada uma avaliação, dividida em duas partes, com o objetivo de identificar o grau de compreensão dos alunos das questões relacionadas aos conceitos físicos e sua relação com a Matemática. As avaliações apresentaram questões integradas das duas disciplinas, nos possibilitando verificar o grau de desenvolvimento em cada uma delas.

#### Tema 5 – Por que ocorrem os movimentos?

Problematização: O movimento de um veículo em uma estrada plana, por exemplo, é mantido pelo funcionamento do motor. O que acontecerá se o motorista parar de “acelerar” o carro? Por quê?

Em ambas as turmas as respostas foram semelhantes, afirmando que o veículo iria parar, porém salientaram que o tempo que levaria até parar dependeria da velocidade em que se encontrasse o veículo.

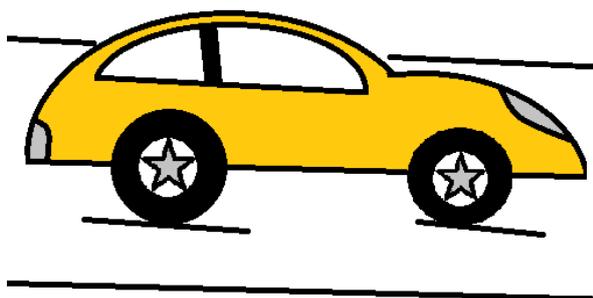


Figura 9 – Modelo apresentado para discutir os movimentos

Ao serem questionados sobre o motivo de a velocidade diminuir, a resposta da maioria estava relacionada com a falta de aceleração (chamamos a atenção da turma, pois na verdade haverá aceleração devido ao fato de haver variação na velocidade). Diante desse fato, podemos perceber que os alunos apresentam uma visão bem aristotélica, uma vez que se não houver a força do motor, o carro não poderia prosseguir com sua viagem. Nenhum aluno relatou como motivo da redução da velocidade o atrito com o ar ou o asfalto, nem mesmo o atrito entre as peças do carro. Essa situação, como relatou Barbeta e Yamamoto (2002), se faz presente até mesmo com alunos de cursos superiores de Física e Engenharia.

Depois de discutidas as ideias de Aristóteles, mostramos como foram os procedimentos utilizados por Galileu para derrubar as teorias até então vigentes. Nas experiências na torre de Pisa, não afirmamos que corpos com massas diferentes chegariam ao solo no mesmo instante, dado que esse fato foge da nossa realidade; sendo assim, afirmamos que eles chegariam em intervalos de tempo muito próximos, sendo essa diferença decorrente da resistência do ar. Para exemplificar, abandonamos uma folha de papel aberta e depois embolada, para mostrar que o que interferiu em seu tempo de queda foi a resistência do ar, que atuaria de forma diferente em cada situação. Esse tipo de abordagem, uso da História da Ciência, foi também defendida por Rezende et al. (2004) a propor a formulação curricular de um curso, e então buscamos empregá-la no decorrer desse tema.

Alguns alunos afirmaram já ter tido contato com essa demonstração, e mostraram boa aceitação, porém alguns afirmaram que se soltassem duas coisas de massa diferentes, os tempos não seriam os mesmos. Nessa hora, voltamos à afirmação de que esses tempos realmente não serão iguais, porém o que Galileu procurou foi explicar o porquê de não serem iguais, e sua explicação está na resistência do ar.

Essa situação nos mostra como é difícil para os alunos abstraírem situações fora de sua realidade (vácuo), pois ao discutirmos as ideias dos planos de Galileu essa dificuldade se fez presente novamente.

No estudo dos planos inclinados de Galileu, os alunos, ao serem questionados sobre o porquê de a bola não atingir a mesma altura da qual era abandonada, disseram ser por conta da resistência do ar. Embora tal resposta não seja de toda errada, o que podemos perceber é que eles esquecem a ideia do atrito entre as superfícies, que nessa situação é bem mais significativa que a resistência do ar.

Propomos então a última ideia apresentada por Galileu em seus planos, a ideia do plano extremamente liso (fizemos comparação com um piso molhado e ensaboadado) e longo, de modo que não tivéssemos forças resistivas atuando. O mais difícil foi fazer com que alguns poucos alunos aceitassem tal situação, pois, mais uma vez, foi algo fora de sua realidade. A maioria, porém afirmou que a bola iria indefinidamente, até que acabasse a pista ou ela batesse em algo. De posse dessa conclusão, enunciámos o Princípio de Galileu, e encerramos a primeira aula sobre o tema.

Na segunda aula, fizemos um apanhado das principais ideias e partimos do Princípio de Galileu para discutir o conceito de Inércia (alguns alunos afirmaram já terem ouvido esse nome, porém não se lembravam o que significava; e um aluno da Turma A disse estar relacionada com as leis de Newton, porém não sabia qual).

Essa aula foi bem aproveitada para explicar os motivos históricos que fizeram com que Isaac Newton conseguisse elaborar uma síntese de vários trabalhos. Entre esses motivos estava sua ligação com a nobreza o que lhe dava certa influência, daí o motivo de não ter sofrido as perseguições que sofrera Galileu. Depois desse relato histórico, foi apresentada a Primeira Lei de Newton e chamada a atenção para a semelhança desta com a conclusão tirada por Galileu.

Ao final da aula foi retomado o exemplo da problematização e um aluno da Turma A disse que a velocidade reduziu porque “as forças param de atuar sobre ele”, sendo chamado a atenção para o fato de que apenas uma força pára de atuar, no caso a força do motor.

Na turma C, alguns alunos afirmaram que a “força (resultante) sobre o carro era nula, e que ao tirar o pé do acelerador, deixava-se de ter a força do motor”.

O que podemos concluir desse tema é que os alunos inicialmente apresentavam ideias bem próximas às de Aristóteles, e, por conta da necessidade de abstrações, são bem resistentes às ideias de Galileu e conseqüentemente às de Newton, porém apresentaram ao final uma boa assimilação das ideias apresentadas.

#### Tema 6 – Primeira Lei de Newton

**Problematização:** Na situação apresentada na Figura 10 temos um aparelho telefônico apoiado sobre uma folha de papel. O que aconteceria se a folha fosse retirada rapidamente? E se fosse retirada lentamente?

Essa situação, realizada na primeira de duas aulas, é uma boa demonstração da primeira Lei de Newton, e os alunos mostraram ter assimilado tal ideia.



Figura 10 – Modelo para apresentar a Primeira Lei de Newton

Na Turma A, um aluno afirmou estar relacionado com a inércia sendo complementado por uma colega, que disse que, devido ao fato de a força ser feita sobre o papel, o objeto ficou no mesmo lugar.

Explicação semelhante surgiu na Turma C, em que um aluno disse que devido o celular estar em repouso, ele permaneceu em repouso. Chama a atenção também a afirmação de um aluno de que aquilo ocorreu por conta da massa do objeto. Fizemos a troca do celular por uma moeda e o efeito observado foi o mesmo.

Relatamos então várias situações do dia a dia que poderíamos explicar usando a primeira lei, muitas delas associadas aos meios de transporte (ônibus e carros).

Apresentamos a Primeira Lei exatamente como Newton escreveu em seu livro e o que nos chamou a atenção foi a ausência da palavra “resultante” depois de força, o que pode causar alguma confusão em sua interpretação. Por conta disso, explicitamos que devido ao fato de estarmos na superfície terrestre, estamos sempre sujeita à ação da força peso, ou seja, é impossível que ocorra um movimento onde não haja forças atuando.

Essa situação foi então definida como uma condição de equilíbrio para os movimentos retilíneos (estático ou dinâmico), justamente por todas as forças se equilibrarem, evitando uma variação na velocidade.

Na segunda aula sobre o tema, trabalhamos dois conceitos também introduzidos por Newton: massa e quantidade de movimento. Ao questionarmos os alunos sobre o que seria massa, em ambas as turmas surgiu a mesma resposta: “é aquilo que ocupa lugar no espaço”. Chamamos a atenção aqui para o fato de esse conceito estar relacionado ao conceito de matéria e não de massa, presente em livros de Ensino Fundamental.

Apresentamos então o conceito proposto por Newton e, através de exemplos simples, buscamos construir a ideia de densidade, que os alunos disseram estar estudando nas aulas de Química. Ao relatar o motivo pelo qual Newton traz essa definição em seu livro – diferenciar massa e peso – foi discutido a necessidade de utilizar os conceitos corretos no dia a dia. Ao questionarmos então o que seria o peso, embora já houvesse sido definido em outras aulas, os alunos não deram resposta alguma. Sendo assim, mais uma vez definimos o que seria o peso.

Na sequência, trouxemos o outro conceito: quantidade de movimento. Para isso, partimos da definição de Newton, e, por comparação com a redação de sua definição de massa, os alunos conseguiram determinar sua relação matemática. Ao serem questionados sobre a natureza dessa grandeza, surgiram duas situações diferentes: A Turma A não conseguiu identificá-la sozinha como uma grandeza vetorial devido ao fato de ser derivada da velocidade, porém um aluno da Turma C disse ser ela uma grandeza vetorial, pois se a massa era uma grandeza escalar e a velocidade, vetorial, a quantidade de movimento também deveria ser.

Ao final da aula foi apresentado um problema sobre a definição das características do vetor quantidade de movimento. Foi dado um tempo, cerca de 5 minutos, para que os alunos resolvessem. O que percebemos em ambas as turmas foi que os alunos se limitaram a realizar

a multiplicação, determinando assim o módulo da quantidade de movimento, desprezando as outras características vetoriais.

### Tema 7 – Impulso e Quantidade de Movimento

Problematização: Considere a situação apresentada na Figura 11: Uma pessoa, Figura 11a, está empurrando um carro que está inicialmente parado em uma estrada reta e plana. O que acontecerá se uma segunda pessoa ajudar, Figura 11b? E se essas pessoas empurrarem o carro por apenas alguns segundos, o resultado seria o mesmo se empurrassem por alguns minutos? Por que, quando em situações de emergência, empurramos um carro e depois de algum tempo temos que correr para fazer o carro “pegar”?

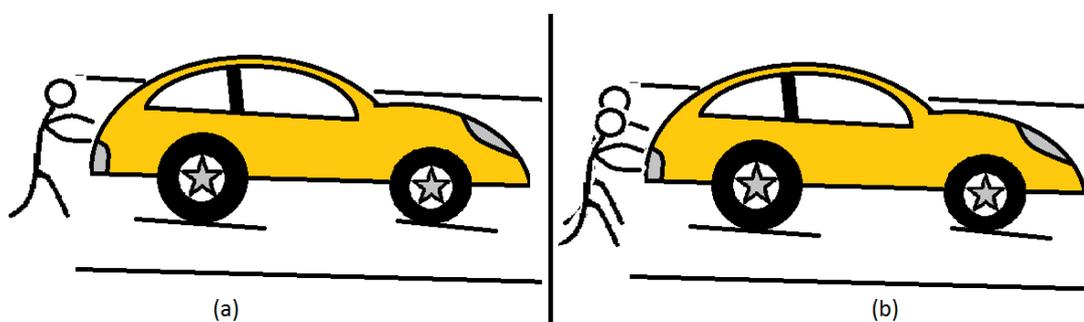


Figura 11 – Modelo para apresentação do Impulso e Quantidade de Movimento

Essa situação proposta na problematização pareceu bem comum para os alunos, inclusive sobre os efeitos sofridos de acordo com a força, o que facilitou a busca pela relação que define o impulso de uma força, porém a primeira pergunta foi sobre o que seria uma força. Aplicamos aí um conceito bem simples e de fácil entendimento para os alunos, de que força seria uma grandeza responsável por alterar a velocidade de móvel e essa alteração dependeria do tempo de atuação dessa força, definindo, assim, o que seria o impulso.

Nesse tema, os alunos conseguiram identificar o impulso como uma grandeza vetorial, dada a discussão ocorrida no tema anterior. Na Turma A, uma aluna afirmou ser o impulso uma força, o que mostra haver uma confusão entre impulso e força. Outro questionamento interessante foi se o impulso altera a força, o que nos mostra que falta ao aluno a visão de que o impulso é que depende da força, ou seja, o impulso é função da força e do tempo. Para facilitar, propusemos então, trabalhar sempre com forças constantes, o que faria com que o impulso passasse a ser apenas função do tempo.

Resolvemos um exemplo baseado na problematização, desenvolvendo uma discussão simples para determinarmos a unidade de medida para o impulso.

Aplicamos então a ideia de impulso para discutir a variação da quantidade de movimento, que foi até bem aceito pelos alunos, porém quando, por meio de álgebra simples, definimos a equação da Segunda Lei de Newton, percebemos mais uma vez a atitude desfavorável quanto à Matemática identificada por Rezende et al. (2004), principalmente com relação à aplicação algébrica, pois os alunos dão preferência a realizar cálculos com números, mesmo apresentando uma dificuldade muito grande em realizá-los, recorrendo constantemente ao uso de calculadoras.

#### Tema 8 – Segunda Lei de Newton

Problematização: A situação proposta foi a mesma apresentada para o tema anterior (Figura 11), porém abordamos agora a relação entre a força exercida, a massa do veículo e a aceleração por ele sofrida da seguinte forma: Uma pessoa empurra um carro que está inicialmente parado. O que acontecerá se uma segunda pessoa ajudar? E se essas pessoas empurrassem agora o carro cheio de pessoas dentro?

O observado nesse tema foi comum em ambas as turmas acompanhadas; sendo assim, faremos uma análise geral dos fatos. Procuramos também, tanto nesse, quanto no Tema 9, trabalhar da forma proposta por Ricardo e Freire (2007) em nossa revisão (p.18): aulas dinâmicas, conteúdos voltados para o aspecto prático e uso de experimentos.

Quanto à situação proposta na problematização, os alunos apresentam a ideia de como a força interfere na variação da velocidade, identificando-as como grandezas diretamente proporcionais e, ao serem confrontados com a possibilidade de se aumentar a massa do veículo, também perceberam que essa situação, se mantida a mesma força, resultaria em uma menor variação na velocidade. Depois dessas observações, apresentamos a relação matemática da 2ª Lei de Newton (a mesma definida ao final do tema anterior).

Apresentamos também as formas de interação, como aplicar força sobre os objetos. Para demonstrar a interação à distância (exercida por meio de campos) utilizamos ímãs e moedas. Ao serem questionados sobre quais campos existem, os alunos apresentaram o campo gravitacional e magnético, devido ao fato de já terem tido contato com a ideia em nossas aulas e aí complementamos com o campo elétrico, que será, junto com o campo magnético, objeto de estudo das séries seguintes. Utilizamos também o peso como um exemplo para essa interação. Esse tipo de discussão foi importante, pois podemos aplicá-la posteriormente nas aulas sobre a Terceira Lei de Newton.

Um fato chamou a atenção nesse momento na Turma C, quando um aluno afirmou ser interessante ir à Lua, pois sua massa seria de 27 kg, de acordo com uma reportagem que ele tinha visto na TV. Foi explicado ao aluno que sua massa seria a mesma, mas seu peso seria reduzido, de modo que apresentaria o mesmo valor do peso de um objeto de 27 kg na superfície da Terra. Essa situação ilustra a falta de preparo de nossos alunos na recepção de informações apresentadas nos meios de comunicação ou a falta de empenho desses meios em transmitir os conceitos de forma correta.

Para a discussão do que seria a interação por contato, verificamos a presença da ideia de que dois corpos não ocupam, simultaneamente, o mesmo lugar no espaço e que, devido a esse fato, surgiria a interação por contato. Como exemplo inicial desse tipo de interação apresentamos a Força Normal e por meio de exemplos (objeto sobre uma mesa e uma pessoa encostada em uma parede) identificamos suas características.

Nesse momento, os alunos apresentaram dificuldades em tratar com a nomenclatura utilizada, entre elas citamos o termo “perpendicular” (alguns inclusive afirmando que era o mesmo que paralelo); utilizamos a própria geometria da sala para exemplificarmos.

Na aula seguinte utilizamos alguns objetos para discutir outras interações por contato. Na primeira situação foi utilizada uma pequena caixa e uma mola de caderno, para podermos visualizar o que interferia na força de atrito (superfícies e força normal). Com essa atividade foi possível, inclusive, observar a diferença nos valores da força de atrito estática e cinética.

Na situação seguinte, por meio de um barbante, falamos da força de tensão (tração) e suas características. Por fim, utilizamos as molas de caderno para falarmos sobre a força elástica. Nesse procedimento, pendurávamos objetos (canetas) e marcávamos no quadro a deformação sofrida pela mola, de forma que pudemos chegar a uma relação entre a força e distensão sofrida pela mola. Simulamos uma modificação na mola, cortando-a em pedaços menores, para discutir a relação entre suas características e a força por ela exercida.

A última parte da demonstração serviu de motivação para a discussão dos riscos de uma prática comum entre os jovens que consiste em cortar as molas ou até mesmo retirá-las do carro para rebaixamento do veículo. Os alunos se mostraram interessados nas simulações e foram bem participativos na discussão.

Lembramos que as forças estudadas atuam em conjunto sobre um móvel, e que trabalharíamos situações em que a resultante assumiria valores sempre constantes e que, quando diferentes de zero, faria com que fosse realizado o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, uma vez que a resultante nula tem como consequência o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

### Tema 9 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Nessa aula, utilizamos as ideias do tema anterior para introduzir os conceitos relacionados ao Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para tal finalidade, utilizamos o software livre *Modellus* e uma simulação disponível para download na internet (Figura 12).

Para começar, relembramos os conceitos do MRU e por meio do arquivo, podemos visualizar essas características, inclusive com a observação dos gráficos para cada uma das grandezas relacionadas. Buscamos visualizar tanto a velocidade positiva (movimento progressivo) quanto a negativa (regressivo) e o espaçamento entre as imagens (distâncias iguais em intervalos de tempos iguais). Para observar tais efeitos bastou indicar um valor nulo para a aceleração.

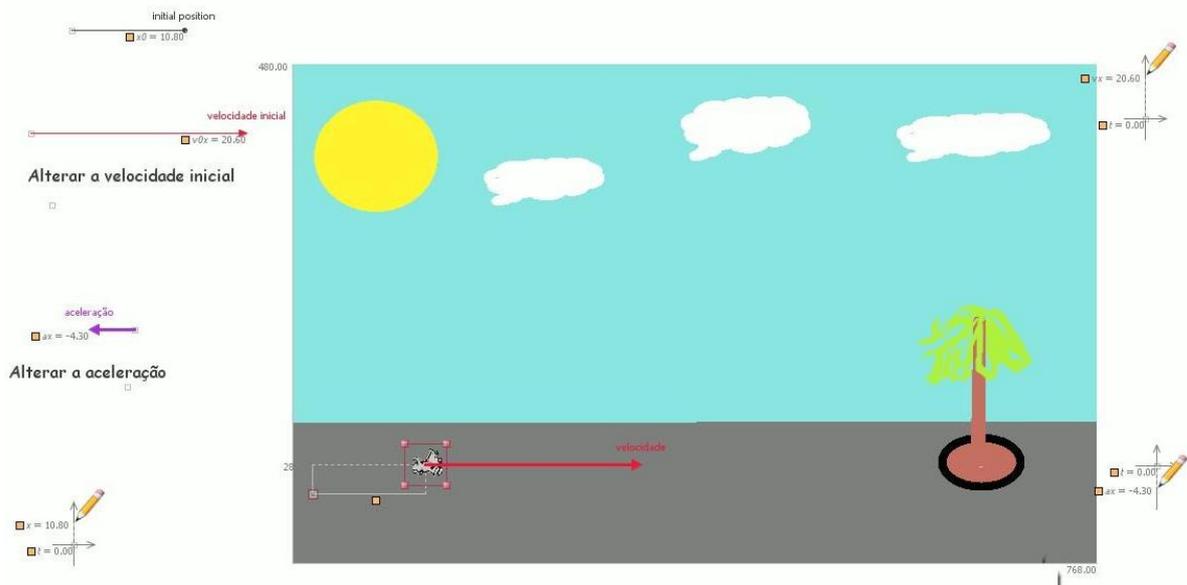


Figura 12 – Simulação M.R.U.V. (Salomão, Touças e Freitas, 2011)

Para o MRUV, indicamos um valor não nulo para a aceleração e questionamos os alunos sobre alguma diferença observada; logo de início indicaram o espaçamento entre as figuras que não eram mais constantes e as características dos gráficos. Ao serem questionados

sobre quais equações resultariam naquele tipo de gráfico, observamos uma ligeira confusão conceitual, uma vez que alguns alunos afirmaram ser o gráfico da aceleração referente à função do primeiro grau já que era uma reta.

Ao colocarmos os vetores aceleração e velocidade inicial em sentidos opostos, chamamos a atenção para os gráficos, em especial o da posição para análise da inversão do sentido do movimento. Com a identificação desse ponto pelos alunos, buscamos qual a condição para que tal fato ocorresse, observando o gráfico da velocidade (o vértice da parábola no gráfico da posição coincidia com o valor zero no gráfico da velocidade).

Foi feito um estudo das características do gráfico da velocidade e seu comportamento de acordo com a aceleração e, por meio dessas observações, podemos perceber como obter o valor da aceleração (determinando o coeficiente angular).

Um fato interessante ocorreu nas duas turmas: um aluno questionou sobre o que ocorreria se a velocidade inicial e aceleração fossem nulas. A pergunta foi redirecionada para o restante da turma e boa parte dos alunos afirmou que o objeto ficaria parado o que foi observado também na simulação. Utilizamos esse fato para exemplificar a 1ª Lei de Newton, uma vez que o corpo se encontrava em repouso e a força resultante seria nula, uma vez que a aceleração também seria nula. Os alunos também questionaram a forma dos gráficos, pois pensavam que eles não seriam apresentados pelo programa, o que nos mostra uma dificuldade de aceitar o tempo como variável nos processos físicos.

O que mais chamou a atenção nessa aula foi o envolvimento dos alunos e o interesse em propor situações; assim, por alguns minutos ficamos apenas atendendo a essa demanda. Ao final da aula, alguns alunos pediram os arquivos, pois acharam interessantes. Pediram também que mais aulas utilizassem esses tipos de recursos. Essa passagem do nosso trabalho nos revelou algo interessante: o poder que esse tipo de ferramenta tem para motivar a participação do aluno, o que nos mostra que sua utilização tem apresenta ganho motivacional por parte do aluno.

A segunda aula foi utilizada para formalização das ideias percebidas por meio das simulações e para uma análise dos gráficos referentes a cada uma das grandezas associadas. Assim, começamos apresentando as características do MRUV e as funções horárias da velocidade e da posição.

No estudo dos gráficos, orientamos os alunos a identificarem quais as características que eram deixadas de lado nas aulas de Matemática, as quais poderiam representar algo relevante no estudo da Física, como, por exemplo, a variação da velocidade e da posição, calculadas por meio da área formada sobe a reta no gráfico da aceleração e da velocidade, respectivamente. Chamamos a atenção para o fato de apenas os valores serem iguais, uma vez que velocidade, posição e área são grandezas totalmente diferentes.

No estudo do gráfico da velocidade, na sua utilização para a obtenção do valor da aceleração, percebemos um desconhecimento do termo “*coeficiente angular*”, sendo chamado pelos alunos apenas de “*a*”, por conta da função do 1º grau  $y = ax + b$ , assim como uma dificuldade para a identificação de algumas figuras geométricas (chamaram o trapézio de quadrado) e para calcular suas áreas.

No gráfico relacionado à posição, buscamos identificar, nas suas características, algumas informações sobre o movimento, como o sinal de sua aceleração e, por meio de pontos, como o vértice e as raízes da função, o instante e a posição da inversão do movimento e o(s) instante(s) em que o móvel passaria pela origem das posições. Com relação a esse último fato, alguns alunos afirmaram ser os zeros da função como a origem do movimento, o que nos levou a indicar que o movimento não necessariamente inicia na posição zero.

De modo geral, os alunos apresentaram uma compreensão que à primeira vista pareceu satisfatória, pois conseguiam associar o conteúdo da aula com o observado na simulação da aula anterior, o que nos leva a crer que a simulação é uma ótima ferramenta introdutória para o desenvolvimento de alguns temas.

#### Tema 10 – Aplicação do MRUV e das Leis de Newton

Nesse tema não tivemos o registro dos áudios, pois o utilizamos para a resolução de exercícios e para sanar algumas dúvidas que por ventura surgissem nas revisões feitas pelos alunos.

Nessas aulas, foi adotada uma estratégia diferente, na qual um aluno ou uma aluna era convidado a ir ao quadro para resolver um exercício que não conseguiu resolver em casa para, junto com a turma, tirar suas dúvidas. Inicialmente, os alunos se mostraram resistentes, mas com o tempo acharam a proposta interessante, tendo inclusive a apresentação de voluntários,

inclusive alunos que não tinham o costume de resolver exercícios em casa, o que mostra o papel motivacional de nossa proposta.

Durante essas aulas foi discutida uma situação apresentada em um programa de TV (o vídeo pode ser acessado na internet - <http://www.youtube.com/watch?v=Odb6fOmMpe0> - e estará também disponível num CD contendo nossa proposição educacional) que estava relacionado à variação na quantidade de movimento, que dizia que um cão de 30 kg solto em carro que viaja a cerca de 108 km/h, numa colisão, exerceria no motorista um "peso" de 900 kg. Para isso, resolvemos um exercício proposto do livro que trazia a uma bola colidindo com uma parede. Essa resolução, junto com a discussão do vídeo, abordando situações práticas como proposto por Ricardo e Freire (2007), traz argumentos favoráveis à utilização do cinto de segurança e de outros dispositivos que não permitam que objetos ou animais fiquem soltos dentre de veículos.

Em outro exercício, utilizamos as ideias já vistas no gráfico da velocidade para a demonstração da equação de Torricelli e sua aplicabilidade em situações específicas, em que não dispomos da grandeza *tempo*.

## **5.2. Análise das Avaliações**

Para a verificação da aprendizagem foram aplicadas, ao longo do período, quatro avaliações, sendo três individuais e uma em dupla. Nessas avaliações foram utilizadas questões adaptadas dos livros consultados e também elaboradas pelos professores, de forma que buscamos promover a integração das disciplinas por meio de questões que requeriam habilidades desenvolvidas, tanto nas aulas de Física, quanto de Matemática. Em seguida apresentaremos as avaliações e seus resultados comentados e, quando julgarmos necessário, a transcrição das respostas apresentadas pelos alunos.

### ***Avaliação 01***

Essa avaliação, assim como a Avaliação 02, foi aplicada no segundo bimestre, procurando identificar se os alunos apresentam nível satisfatório de desenvolvimento, no que diz respeito aos aspectos conceituais e quantitativos da Física e da Matemática. Uma característica importante dessa prova foi a disponibilização das fórmulas e a permissão do uso de máquinas calculadoras.

### Questão 01

A palavra física tem origem grega e significa natureza. Assim, a Física é a ciência que estuda a Natureza, daí o nome ciência natural. Em qualquer ciência, acontecimentos ou ocorrências são chamados fenômenos. A simples queda de um lápis, por exemplo, é, em linguagem científica, um fenômeno. Os fenômenos na Natureza são tão variados e numerosos que o campo de estudo da Física torna-se cada vez mais amplo.

Dentre os ramos da Física temos a Óptica, relacionado com a luz, a Termologia, que estuda o calor, a Eletricidade e o Magnetismo, que estudam os fenômenos elétricos e magnéticos bem como a interação entre eles.

Um fato interessante entre esses campos de estudo é como são dependentes de um único conceito: movimento, que é um dos fenômenos mais comuns no dia-a-dia. O estudo desse fenômeno dá origem à Mecânica.

Sobre esse fenômeno julgue os itens seguintes em CERTO ou ERRADO.

- a.  (E) a noção de movimento e de repouso de um móvel é sempre relativo a outro corpo.
- b.  (E) pode-se afirmar que um corpo está em movimento independentemente do referencial adotado.
- c.  (E) um corpo pode estar em movimento e em repouso ao mesmo tempo.
- d.  (E) devido ao fato de o marco zero ser a origem dos espaços, todos os móveis inicia seus movimentos neste ponto.
- e.  (E) um veículo que se encontra no marco 90 km de uma rodovia percorreu uma distância de, no mínimo, 90 km.

Podemos considerar, com base no Gráfico 1, que obtivemos um bom resultado, uma vez que o nível de acerto para todos os itens esteve acima, e no caso do item d, igual a 50%. Isso leva a crer que os alunos assimilaram bem os conceitos iniciais referentes a movimento, porém, de acordo com o item d, ainda apresentam, boa parte deles, a ideia errada de que o movimento sempre se inicia na posição zero.

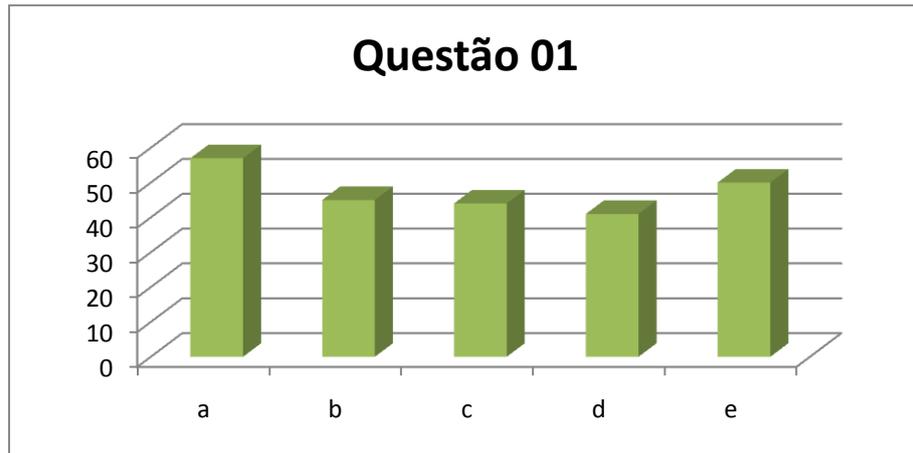


Gráfico 1 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 01

### Questão 02

A soma de dois vetores de módulos 12 N e 18 N tem certamente o módulo compreendido entre:

- a. 6 N e 18 N
- b. 6 N e 30 N**
- c. 12 N e 18 N
- d. 12 N e 30 N
- e. 29 N e 31 N

Ao observarmos o Gráfico 2, podemos considerar também que tivemos um bom nível de acerto, uma vez que 42 alunos optaram pela marcação do item b. Vale lembrar que para se chegar a tais resultados, basta considerar duas situações relativamente simples nas quais os vetores se apresentem na mesma direção, porém uma em que possuam o mesmo sentido (resultante 30 N) e a outra, sentidos opostos (6 N).

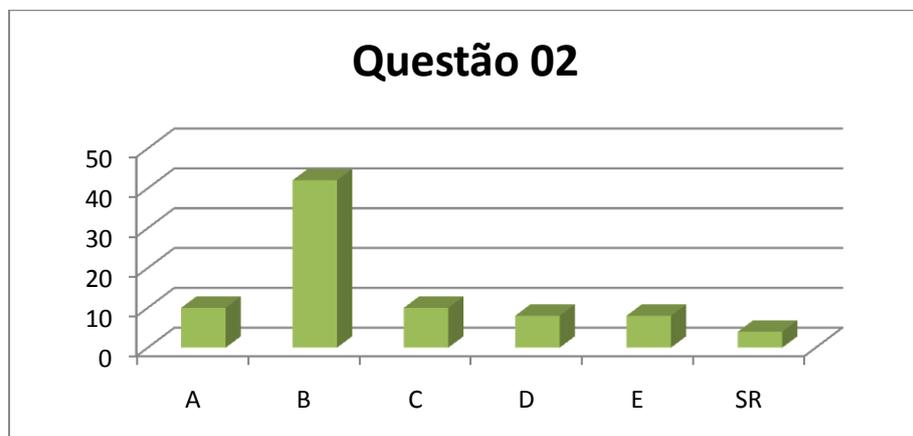


Gráfico 2 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 01

### Questão 03

É dada a função horária  $x(t) = 20 - 4.t$  (para  $t$  em h e  $x$  em km), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Os espaços  $x$  são medidos numa trajetória a partir de um marco zero. Os instantes  $t$  são lidos num cronômetro.

Sobre o movimento desse móvel julgue os itens em CERTO ou ERRADO:

- (C) **(E)** a posição inicial do móvel é 20 km e a velocidade é 4 km/h.
- (C)** (E) o móvel executa um movimento uniforme chamado regressivo.
- (C)** (E) a posição do móvel no instante  $t = 2$  h é 12 km.
- (C) **(E)** o instante quando o móvel está na posição 8 km é 0,5 h.
- (C) **(E)** esse móvel não passa pela origem dos espaços (marco zero).

Percebemos, no Gráfico 3, uma inclinação muito grande dos alunos em validar o item (a) e apenas 26 alunos acertaram o item. Porém, o que observamos é que eles focam apenas nos valores e esquecem que o sinal de negativo também faz parte da velocidade, pois indica seu sentido com relação à trajetória adotada. Outro fato que chama a atenção está relacionado com os itens (c) e (d), pois ambos exigiam apenas uma substituição de valores na função horária, porém a diferença de acertos foi considerável: 46 para (c) e 59 para (d); o mesmo ocorre em relação aos itens (b) e (e), sendo 54 acertos para (b) e 44 para (e). Devido ao fato de esses pares de itens exigirem o mesmo tipo de raciocínio, podemos inferir que houve algumas marcações corretas ao acaso.

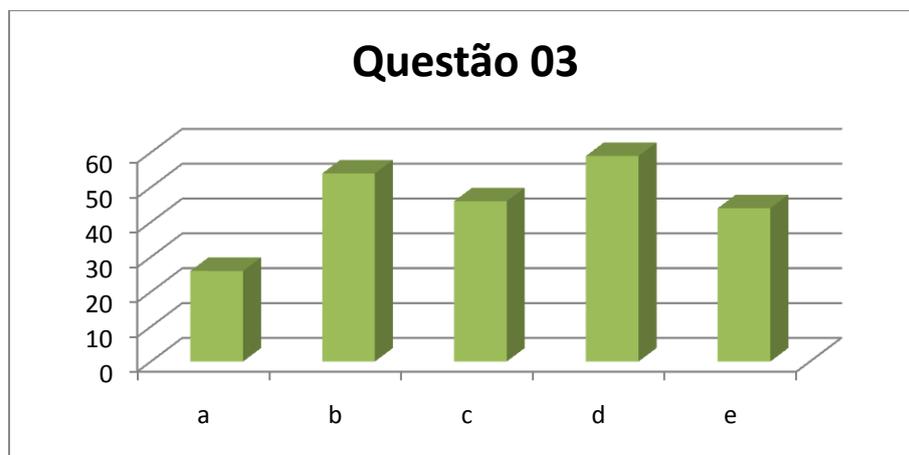
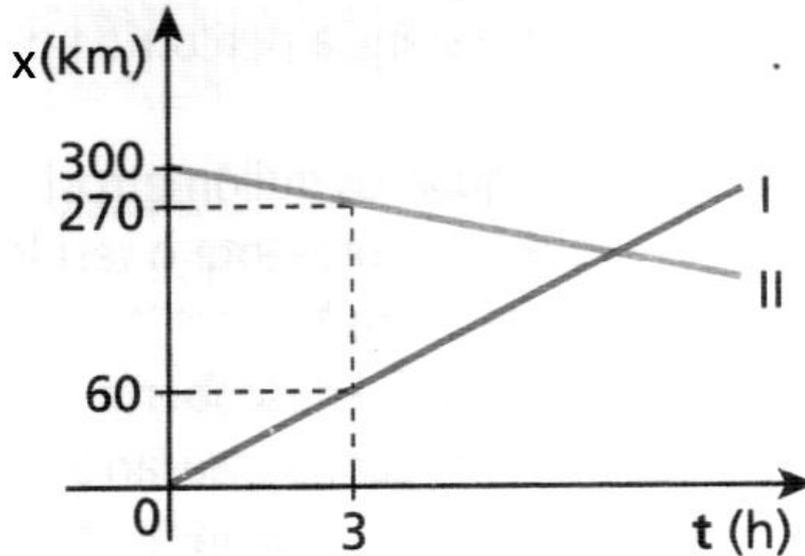


Gráfico 3 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 01

### Questão 03

Dois tratores, I e II, percorrem a mesma rodovia e suas posições variam com o tempo, conforme o gráfico a seguir.



Determine

- A função horária dos movimentos dos tratores;  $x(t)_I = 300 - 10.t$  e  $x(t)_{II} = 20.t$
- O instante e a posição em que ocorre o encontro desses veículos.  $t = 10 \text{ h}$  e  $x = 200 \text{ km}$

Esta questão exige que o aluno tenha a capacidade de, a partir do gráfico, obter a relação matemática que o faz ter aquelas características. Observamos uma situação interessante: mais da metade dos alunos – 43 para o item (a) e 45 para (b) – deixaram a questão em branco mesmo tendo sido resolvidas por nós algumas questões semelhantes em sala da aula, utilizando, inclusive, semelhança de triângulos, que, segundo os alunos presentes, foi uma forma mais simples de chegar aos resultados. Essa questão também fez parte, dentro de outro contexto e com outros valores, de uma lista de exercícios entregue pelo professor de Matemática, o que nos indica que nossos alunos não possuem a prática de refazer exercícios resolvidos pelos professores em sala. Outro fator pode ser atribuído ao baixo número de problemas resolvidos em decorrência do tempo reduzido que dispúnhamos.

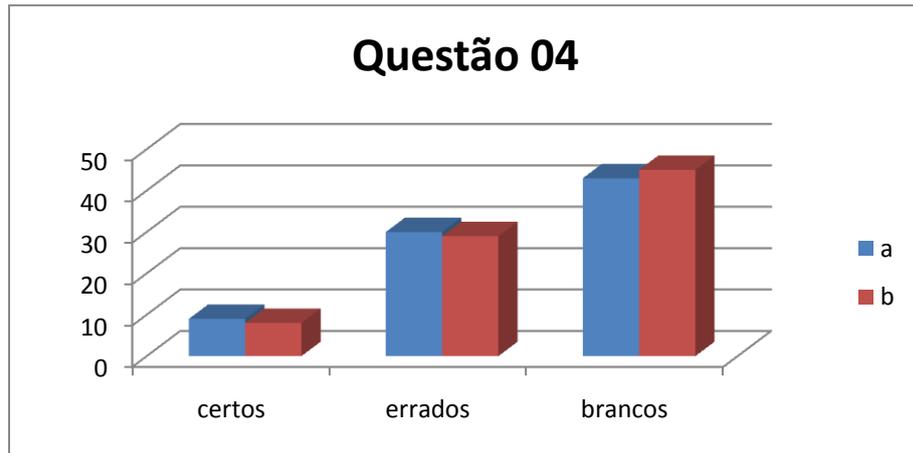


Gráfico 4 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 01

### Questão 05

Dada a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = x^2 - 6x + 8$ . Determine:

- As raízes ou os zeros da função.  $x' = 2$  e  $x'' = 4$
- A coordenadas do vértice.  $x_v = 3$  e  $y_v = -1$
- Sua concavidade. Para cima
- Se tem ponto de máximo ou mínimo. Ponto de mínimo

O que podemos perceber é que os alunos apresentam bom desenvolvimento no que diz respeito ao trabalho com a determinação de valores de uma função do segundo grau, mas pode-se observar também um alto índice de alunos que deixaram a questão sem resposta (em branco), principalmente para os itens (c) e (d), que requerem um conhecimento das características do gráfico, enquanto que os itens (a) e (b) requerem a substituição de valores em expressões matemáticas, que, inclusive foram disponibilizadas nessa avaliação, o que mostra também a dificuldade dos alunos em transpor valores da função para uma equação, uma vez que o número de respostas consideradas “meio certo” foi relativamente alto – 18 alunos para o item (a) e 15 para (b).

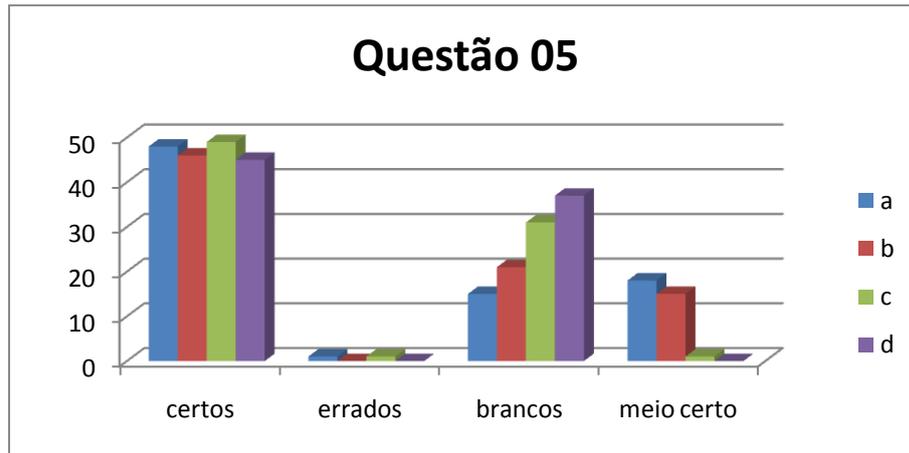


Gráfico 5 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 01

A figura 13 mostra algumas das respostas que foram consideradas “meio certo” e nela percebemos as mais variadas dificuldade, dentre a quais a substituição de valores em expressões matemáticas e a simplificação (divisão) de fração. Como podemos perceber, nossos alunos apresentam deficiências que requerem um planejamento bem estruturado, que contemplem a revisão dos conteúdos básicos do Ensino Fundamental, e o interessante é que essa revisão seja realizada tanto nas aulas de Física, quanto de Matemática e de outras disciplinas que requereram o uso dessas habilidades, em que os professores deve alertar sempre seus alunos acerca da integração desses conteúdos.

a) as raízes ou os zeros da função.

$$f(x) = 0 \Rightarrow x^2 - 6x + 8 = 0$$

$a = 1, b = 6, c = 8$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Delta = 6^2 - 4 \cdot 1 \cdot 8$$

$$\Delta = 36 - 32$$

$$\Delta = 4$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x = \frac{-6 \pm 2}{2}$$

$$x = \frac{-6 + 2}{2} \Rightarrow x' = -2$$

$$x = \frac{-6 - 2}{2} \Rightarrow x'' = -4$$

b) a coordenadas do vértice.

$$x_v = -\frac{b}{2a}$$

$$x_v = -\frac{6}{2 \cdot 1}$$

$$x_v = -\frac{6}{2}$$

$$x_v = -3$$

$$y_v = -\frac{\Delta}{4a}$$

$$y_v = -\frac{4}{4 \cdot 1}$$

$$y_v = -\frac{4}{4}$$

$$y_v = -1$$

a) as raízes ou os zeros da função.

$$x^2 - 6x + 8$$

$$\Delta = (-6)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 8$$

$$\Delta = 36 - 32$$

$$\Delta = 4$$

$$x = \frac{6 \pm \sqrt{4}}{2}$$

$$x = \frac{6 \pm 2}{2}$$

$$x' = \frac{6 + 2}{2} = 4$$

$$x'' = \frac{6 - 2}{2} = 2$$

b) a coordenadas do vértice.

$$x_v = \frac{6}{2 \cdot 1}$$

$$x_v = \frac{6}{2}$$

$$x_v = 3$$

$$y_v = \frac{-4}{4 \cdot 1}$$

$$y_v = \frac{-4}{4}$$

$$y_v = -1$$

Figura 13 – Respostas Consideradas “meio certo” para a Questão 05 da Avaliação 01

## Avaliação 02

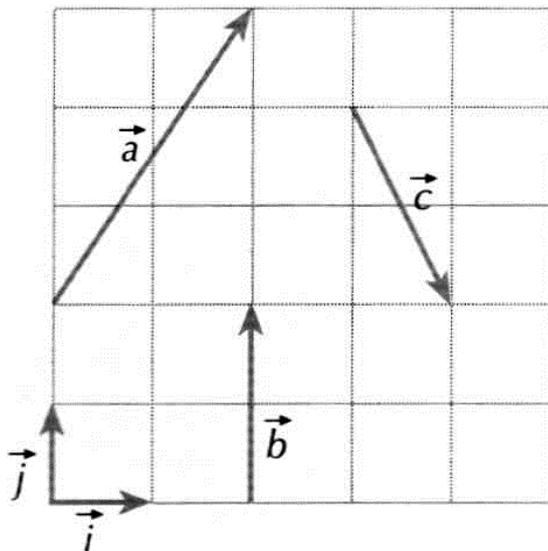
### Questão 01

No estudo da Física, como em todas as atividades humanas, temos a necessidade de medir as coisas; para isso desenvolvemos as **grandezas** ou **quantidades**. Esse conceito descreve de forma qualitativa e quantitativa as relações entre as propriedades observadas no estudo da natureza (no seu sentido mais amplo).

Uma grandeza descreve qualitativamente um conceito porque para cada noção diferente pode haver (pelo menos em princípio) uma grandeza diferente e vice-versa. Uma grandeza descreve quantitativamente um conceito porque o exprime em forma de um binário de número e unidade.

Grandeza é tudo aquilo que envolve medidas. Medir significa comparar quantitativamente uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida. Nas medições, as grandezas sempre devem vir acompanhadas de unidades. Existem dois tipos de grandezas, as escalares e as vetoriais.

Em seguida, temos a representação de alguns vetores.



De acordo com os conceitos de grandezas escalares e vetoriais e de acordo com a situação acima, julgue os itens em CERTO ou ERRADO.

- a. (C) **(E)** o vetor  $\vec{a}$  pode ser representado pela soma  $2\vec{i} + 3\vec{j}$ .

- b. (C) (E) o vetor  $c$  ( $\vec{c}$ ) pode ser representado por:  $\vec{c} = -\vec{b} + \vec{i}$
- c. (C) (E) o módulo do vetor  $a$  ( $\vec{a}$ ) é superior a 3,5 unidades.
- d. (C) (E) o vetor  $b$  ( $\vec{b}$ ) pode representar a altura (comprimento) de uma pessoa.
- e. (C) (E)  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 3\vec{i} + 3\vec{j}$

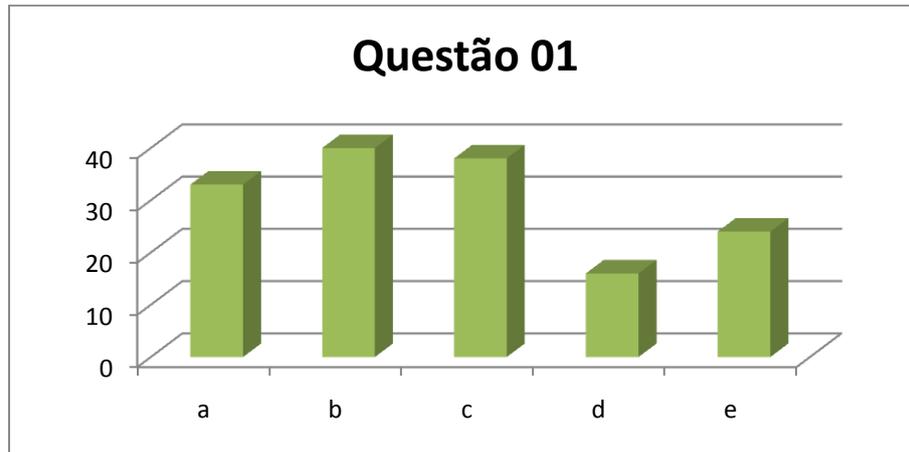


Gráfico 6 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 02

Nessa questão, podemos verificar que houve um desenvolvimento limitado no que diz respeito às grandezas vetoriais, uma vez que todos os itens apresentaram menos de 50% de acerto. Porém, o que chama a atenção é o fato de alguns alunos afirmarem ser o comprimento uma grandeza vetorial; apenas 16 alunos acertaram o item (d). Em nossa visão, esse tema deveria também fazer parte do programa de Matemática, uma vez que é um assunto muito complexo, principalmente quanto à sua representação e operações matemáticas, que costumemente envolvem leis de senos e cossenos, sendo também de extrema importância para o entendimento de várias situações objetos de estudo da Física.

### Questão 02

Um barco percorre a largura de um rio AB igual a 2 km, em meia hora. Sendo a velocidade da correnteza igual a 3 Km/h, temos para a velocidade do barco em relação à correnteza:

- a. 5 Km/h
- b. 1,5 Km/h
- c. 10 Km/h
- d. 50 Km/h
- e. n.r.a

Embora o item (a) tenha sido o de maior marcação, chama a atenção o número de alunos que optaram pelos itens (b) e (e). O que pode explicar tal fato é o próprio discurso de alguns alunos que afirmaram ser fácil a questão porque era “só somar  $2 + 3$  que dava 5”. Podemos inferir que o alto índice de marcação para o item (b) ocorre por conta da divisão de 3 por 2. Esse comentário apresentado pelos alunos nos mostra que eles não levam em consideração o tipo de grandeza envolvida, importando-se apenas com o valor numérico, pois estavam somando grandezas diferentes e, ao dividir 3 por 2, estão dividindo velocidade (km/h) por comprimento (km) o que nos daria a grandeza frequência (1/h). Mais uma vez temos um vestígio de que a discussão sobre análise dimensional deve fazer parte dos programas de ensino (planos de curso).

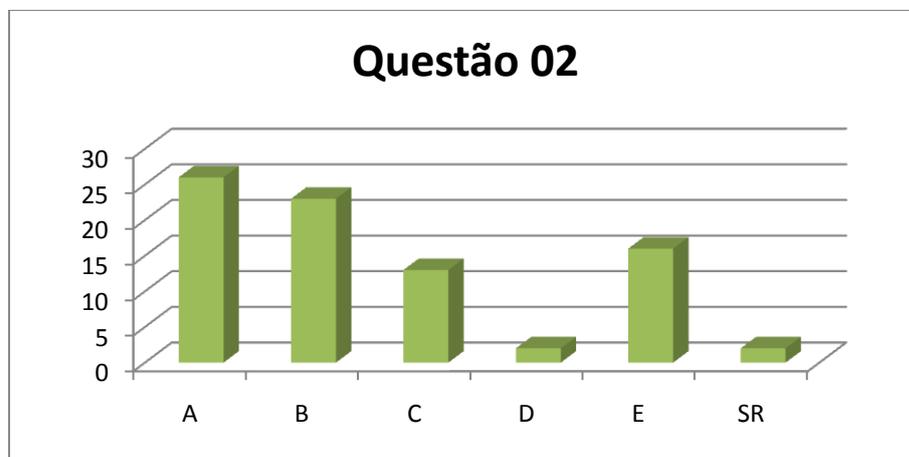


Gráfico 7 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 02

### Questão 03

A figura a seguir mostra dois móveis pontuais, A e B, em movimento uniforme, com velocidades escalares de módulos respectivamente iguais a  $9,6 \text{ m/s}$  e  $4 \text{ m/s}$ . A situação representada na figura corresponde ao instante  $t = 0$ .



Julgue os itens em CERTO ou ERRADO.

- (C) **(E)** os móveis vão se encontrar após 13 segundos.
- (C)** (E) eles vão se encontrar 50 metros a frente da posição inicial do móvel B.

- c. (C) (E) podemos afirmar que, antes de  $t = 0$  s, o móvel B andou 70 metros a mais que o móvel A.
- d. (C) (E) esses corpos estarão distantes 30 metros um do outro por dois momentos, que serão separados por cerca de 10,7 s.
- e. (C) (E) O gráfico abaixo representa o movimento dos móveis em questão.

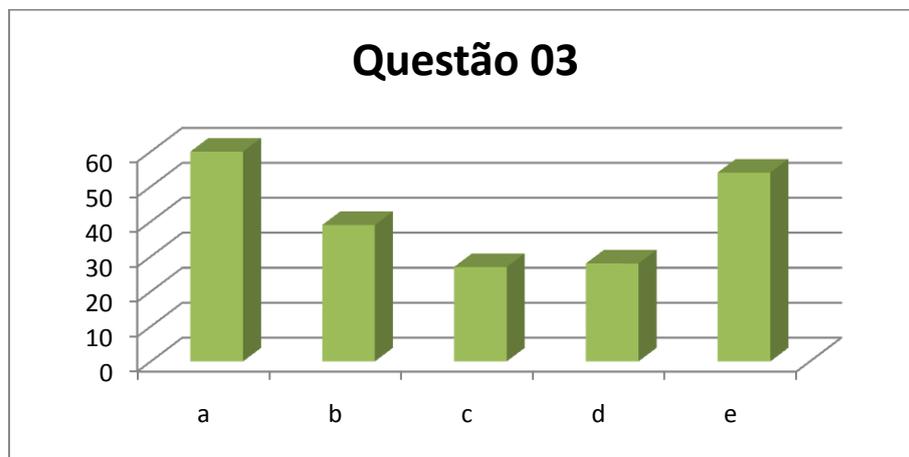
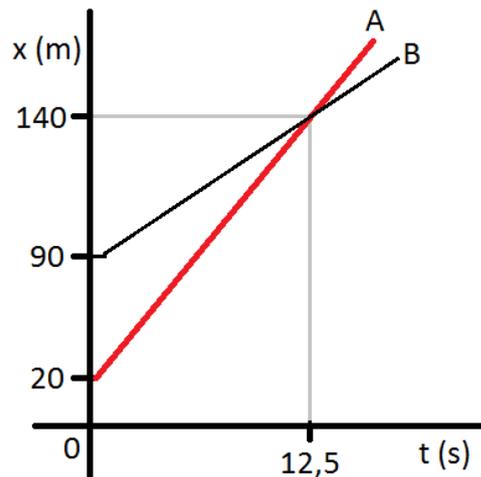


Gráfico 8 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 02

Esse exemplo é semelhante àquele da problematização do tema 04 e, com relação ao item (a) obtivemos um bom resultado – 60 alunos acertaram, porém surge um contraste com relação aos itens (b) e (e), uma vez que 54 alunos acertaram o item (e) enquanto apenas 39 o (b), mesmo o gráfico trazendo a resposta para os dois primeiros itens. O item (c) mais uma vez apresenta a ideia equivocada de que todo movimento se inicia na posição zero, pois apenas 27 alunos acertaram; e o item (d) apresenta uma situação mais complexa, onde deveria se determinar dois instantes de tempo, o que demonstrou uma dificuldade dos alunos em trabalhar com esse tipo de situação problema.

### Questão 04

Dada a função  $f(x) = -3x + 12$ , determine:

- $f(2) \rightarrow f(2) = 6$
- $x$ , para  $f(x) = 0 \rightarrow x = 4$
- o gráfico dessa função é crescente ou decrescente? Por quê? Decrescente ( $a = -3$ )

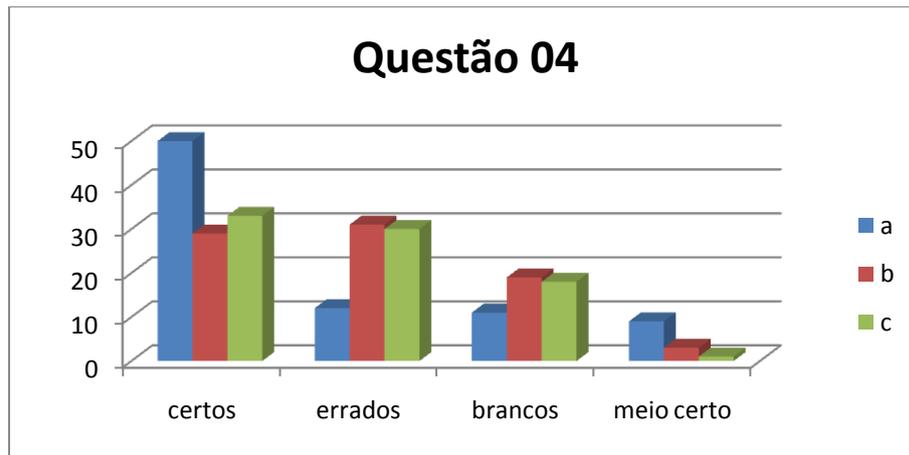


Gráfico 9 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 02

Temos um nível de acerto bom para o item (a), uma vez que basta uma substituição de valores; os “meio certo” foram atribuídos geralmente à troca de sinais. Chama a atenção a quantidade de erros para o itens (b), principalmente pelo fato de esses erros estarem associados a erros em substituição (Figura 14a) e até à utilização de ferramentas próprias da função do segundo grau (Figura 14b)

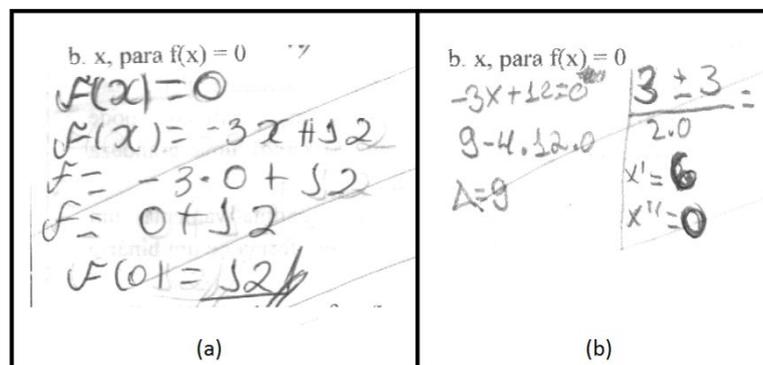


Figura 14 – Erros comuns apresentados pelos alunos na resolução da Questão 04

### Questão 05

Um móvel realiza MRU e sua função horária é dada por  $x(t) = 12 - 3t$  (com  $x$  em metros e  $t$  em segundos). Determine.

- A posição do móvel no instante  $t = 2$  s.  $x(t=2s) = 6$  m
- O instante em que ele passa pela origem dos espaços.  $t = 4$  s
- Esse movimento é progressivo ou regressivo? Justifique. **Regressivo, pois  $v < 0$ .**

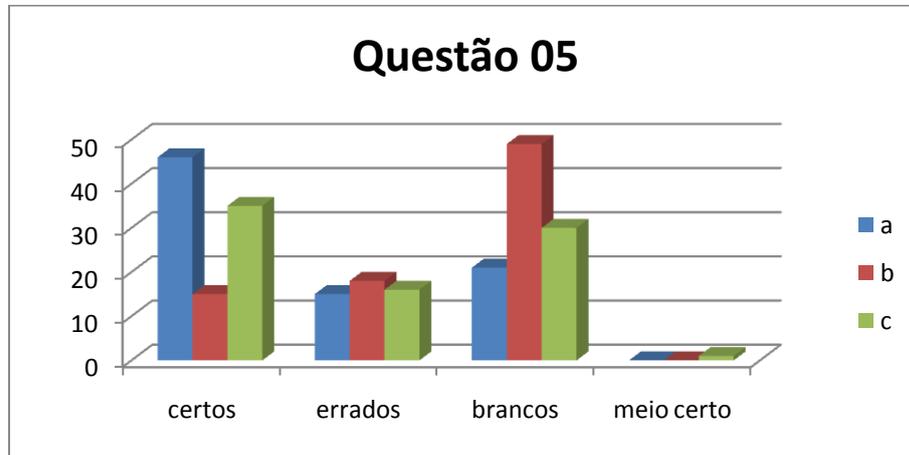


Gráfico 10 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 02

O que temos aqui é muito semelhante à questão anterior, porém com um enfoque para o estudo dos movimentos e podemos observar o mesmo padrão nos gráficos, com um bom nível de acertos para os itens (a) e (c). Porém há um número grande de respostas em branco, principalmente para o item (b), o mesmo que apresentou maior número de erros, associados à mesma dificuldade apresentada na Questão 04 por meio da Figura 14a. O número grande de questões em branco revela, na nossa concepção, uma possível falta de leitura cuidadosa da prova ou até mesmo a não compreensão da linguagem textual empregada ou do conteúdo.

### Questão 6

(Cefet-PA) A trajetória de um projétil é determinada pela equação  $x(t) = 100.t - 5.t^2$ , em que o tempo  $t$  é medido em segundos e a distância do projétil ao solo, no instante  $t$ ,  $x(t)$  é medida em metros. O projétil estará a 420 metros do solo aos:

- 6 segundos
- 10 segundos
- 14 segundos

Assinale a opção correta.

- Apenas o item I está certo.
- Apenas o item II está certo.
- Apenas os itens I e III estão certos.**

- d. Apenas os itens II e III estão certos.
- e. Todos os itens estão certos.

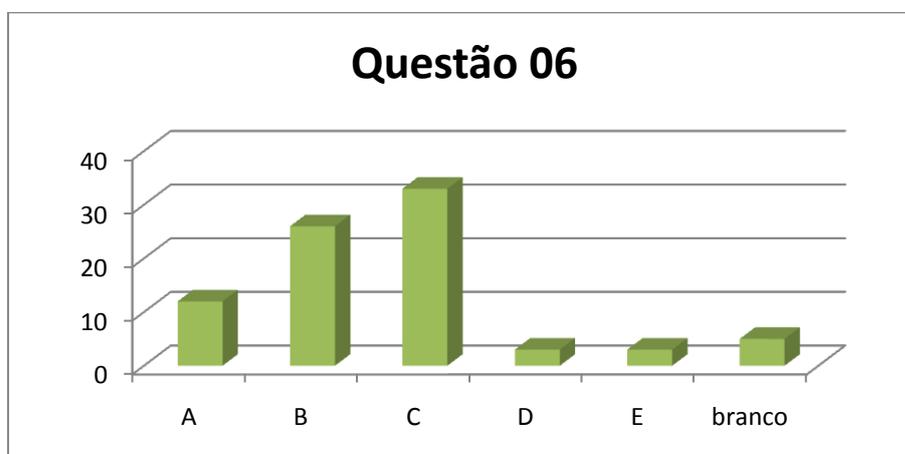


Gráfico 11 – Resultados da Questão 06 da Avaliação 02

Mais uma vez os alunos demonstraram dificuldades em substituir valores, uma vez que bastava determinar a posição para cada um dos instantes de tempo dado, para obter a resposta correta. Mesmo assim, boa parte dos alunos (33) optou pela resposta correta, e outros 15 marcaram opções que indicavam ao menos uma das respostas – itens (a) e (d). Não encontramos, porém, alguma justificativa para a marcação do item (b), uma vez que o valor apresentado não representa sequer um dos zeros da função do enunciado.

### *Avaliação 03*

Essa avaliação foi aplicada na semana de provas do quarto bimestre, trazendo questões escolhidas do próprio livro adotado pela escola, sendo complementada pelo professor com questões relacionadas com os principais pontos das discussões feitas ao longo dessa proposta, porém não foram disponibilizadas as fórmulas, mas mantida a permissão para o uso de máquinas de calcular. A Questão 09 não fazia parte da avaliação, sendo proposta a título de bonificação; no decorrer de uma das aulas do tema 10, foi simulado cálculo semelhante para dados de veículos diferentes.

### **Questão 01**

**Questão 01a** – (UFCE) Um astronauta tem massa de 120 kg. Na Lua, onde  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ , sua massa e seu peso serão, respectivamente:

- a. 120 kg e 192 N
- b. 192 kg e 192 N

- c. 120 kg e 120 N
- d. 192 kg e 120 N
- e. Nem uma das anteriores.

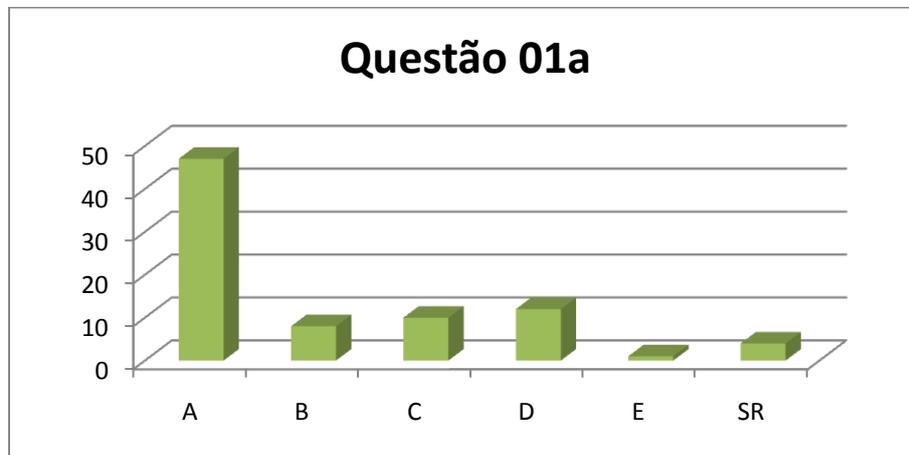


Gráfico 12 – Resultados da Questão 01a da Avaliação 03

Temos um número de acertos considerável (47 alunos) e o que chama a atenção também é o fato de que o segundo item mais marcado foi o (d) com 12 alunos, que apresenta os valores de forma invertida, o que nos mostra mais uma vez a desconsideração dos alunos para com as unidades de medida. A inserção do tema de análise dimensional poderia, na nossa concepção, ajudar a desenvolver essa habilidade.

#### Questão 01b – Qual a diferença entre peso e massa?

Nessa questão o aluno tinha que desenvolver um texto com cerca de 20 palavras apresentando a diferença entre essas grandezas. Observamos no Gráfico 13 poucos acertos (20), porém o número de respostas consideradas “meio certo” foi significativa (27). Atribuímos esse julgamento àqueles alunos que expuseram apenas um dos conceitos de forma correta. A Tabela 04 apresenta alguns exemplos das respostas dos alunos e nela podemos observar que os alunos ainda demonstram grande dificuldade em conceituar massa, e, quando o fazem, recorreram ao conceito paralelo de inércia.

Tabela 4: Respostas Certas e Meio Certas da Questão 01b da Avaliação 03

Consideradas Certa	Consideradas “Meio Certa”
<i>“Massa é a quantidade de matéria em um corpo e peso é a força da Terra exercida sobre ele”</i>	<i>“Peso é a força da Terra exercida sobre a pessoa ou objeto. Massa é a Kilograma que a pessoa ou objeto tem”</i>

<p><i>“Peso é a força gravitacional que a Terra exerce sobre um corpo em sua superfície e dado em (N), já a massa é a medida de matéria, a inércia de um corpo”.</i></p>	<p><i>“Peso será a força que a gravidade exerce sobre a massa de um corpo e massa será o seu peso”</i></p>
<p><i>“Peso é a força gravitacional que atrai o corpo para a Terra. Massa é a medida da inércia de um corpo, ou a quantidade de matéria contida em um corpo”.</i></p>	<p><i>“peso é a força resultante da Terra que atrai um corpo para sua superfície e massa é o número de átomos que forma um corpo”</i></p>

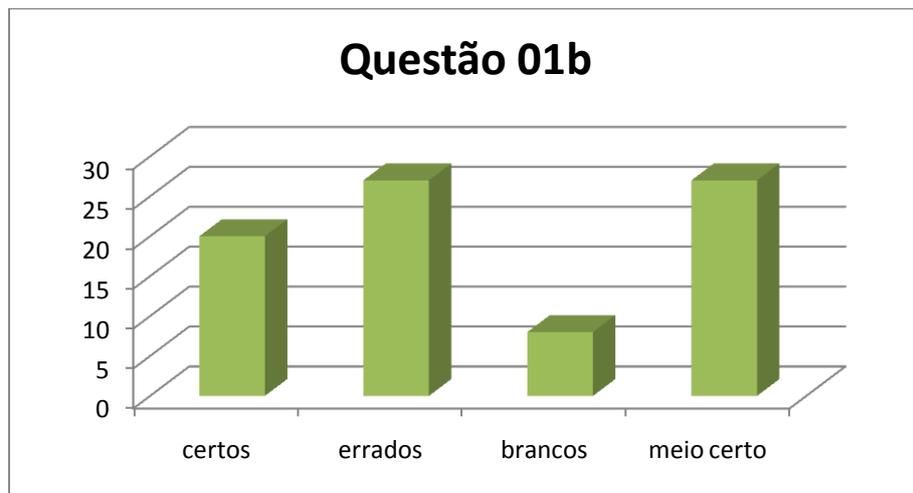


Gráfico 13 – Resultados da Questão 01b da Avaliação 03

### Questão 02

(PUC-SP) Um animal puxa uma carroça e ela move-se em linha reta com velocidade constante de 20 km/h. sabendo que a massa do animal é 400 kg e que a força no cabo que o liga à carroça é de 1000 N, podemos afirmar que a resultante das forças sobre a carroça é:

- a. 4000 N
- b. 1000 N
- c. 400 N
- d. 100 N
- e. Nula

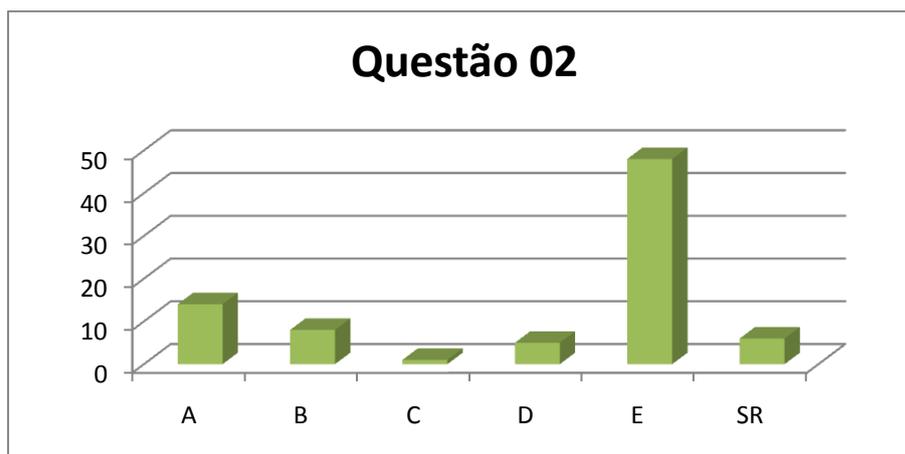


Gráfico 14 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 03

Nessa questão também obtivemos um bom índice de acertos (48) o que mostra uma boa assimilação das ideias desenvolvidas por Galileu e que foi sintetizada na Primeira Lei de Newton. Os itens (a) e (b) também foram marcados com certa frequência, 14 e 8 respectivamente. Esses números se justificam pelo fato de (a) representar o peso do animal e (b) a força por ele exercida, o que nos leva a crer que esses alunos desconsideraram as demais forças em suas análises.

### Questão 03

Uma bola de massa 200 g move-se com velocidade 20 m/s quando se choca perpendicularmente com uma parede. Após a colisão, a bola retorna com velocidade de 20 m/s no sentido oposto ao do movimento inicial. Determine:

- a. O módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola. **8 kg.m/s.**
- b. A intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s. **800 N.**

Essa questão foi uma das que resolvemos em sala no desenvolvimento do tema 10, sendo utilizada para a discussão de uma reportagem apresentada num programa de TV sobre o transporte de carga em veículos de passeio sem os devidos cuidados de segurança. Percebemos uma dificuldade dos alunos em reproduzir os cálculos realizados em sala, ou simplesmente a não realização de revisão para a prova, uma vez que a resolução desse exercício foi alguns dias antes da realização da prova. Percebemos isso, dado o número de alunos que deixaram a questão em branco.

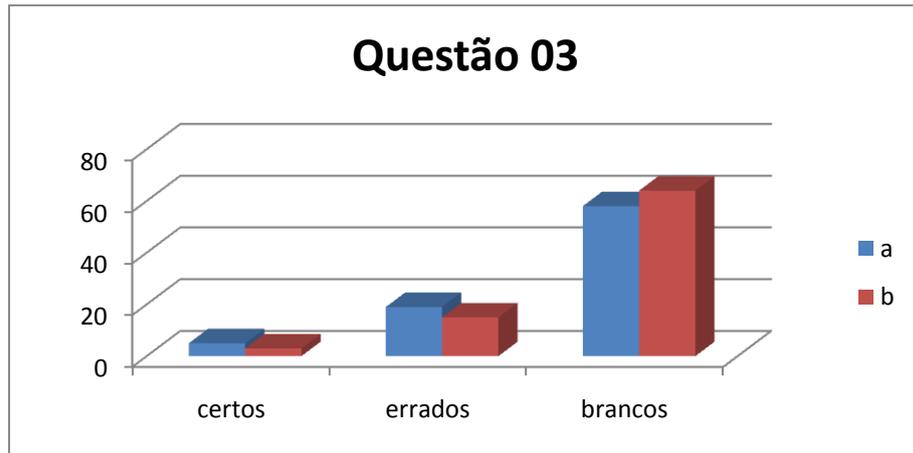


Gráfico 15 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 03

A Figura 15 apresenta soluções dadas pelos alunos e nela podemos identificar algumas questões interessantes:

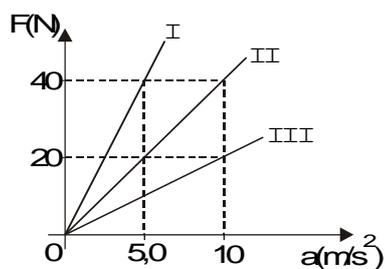
- A resposta (a) está exatamente igual a que fizemos em sala, inclusive com a presença de uma figura que ilustra a situação e guia a análise vetorial para a aplicação das fórmulas.
- A resposta (b) representa apenas a etapa final dos cálculos, o que nos mostra que aluno lembrava-se do resultado, porém não se lembrava de como formalizar e desenvolver o raciocínio. Um erro presente foi a ausência da unidade de medida.
- A resposta (c) também foi bem estruturada, porém não fez uso de ilustrações; chama atenção a maneira alternativa para a determinação da força média, em que foi utilizada a definição da Segunda Lei de Newton, mostrando que o aluno percebeu a ligação entre os conceitos de Quantidade de Movimento e sua Variação e Força e aceleração.
- A resposta (d) nos mostra dois erros comuns e que evidenciam a falta de atenção durante a leitura dos alunos: o primeiro é a não conversão de unidade, uma vez que a unidade a ser utilizada seria o kg; o segundo, e mais preocupante, está no erro da divisão 8000 por 0,01 que, segundo o aluno, é igual a 80. Mais uma vez demonstrando falta de atenção e a ausência de uma revisão dos resultados, ou mesmo o desconhecimento na manipulação de máquinas de calcular.

<p>0,4 ponto – o módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.</p> <p><math>m = 200g : 1000 = 0,2 \text{ kg}</math></p> <p><math>v = 20 \text{ m/s}</math></p> <p><math>\Delta Q = Q_f - Q_i</math></p> <p><math>\Delta Q = m \cdot v_f - m \cdot v_i</math></p> <p><math>\Delta Q = 4 + 4</math></p> <p><math>\Delta Q = 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 8 \text{ N} \cdot \text{s}</math></p> <p>0,3 ponto – a intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s.</p> <p><math>I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}</math></p> <p><math>8 = F \cdot 0,01</math></p> <p><math>\frac{8}{0,01} = F</math></p> <p><math>F = 800 \text{ N}</math></p> <p>(a)</p>	<p>0,4 ponto – o módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.</p> <p><math>I = Q_f + Q_i</math></p> <p><math>J = 0,2 \cdot 20 + 0,2 \cdot 20</math></p> <p><math>I = 4 + 4</math></p> <p><math>8 \text{ N} \cdot \text{s}</math></p> <p>0,3 ponto – a intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s.</p> <p><math>\frac{F}{\Delta t} = \frac{8 \text{ N} \cdot \text{s}}{0,01} = 800 \text{ N}</math></p> <p>(b)</p>
<p>0,4 ponto – o módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.</p> <p><math>Q_i = 200 \cdot 20 = 4000</math></p> <p><math>Q_f = 200 \cdot 0 = 0</math></p> <p><math>\Delta Q = Q_f - Q_i</math></p> <p><math>\Delta Q = 0 - 4000</math></p> <p><math>\Delta Q = -4000</math></p> <p>0,3 ponto – a intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s.</p> <p><math>F = \frac{\Delta Q}{\Delta t}</math></p> <p><math>F = \frac{-4000}{0,01} = -400000 \text{ N}</math></p> <p>(c)</p>	<p>0,4 ponto – o módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.</p> <p><math>\Delta Q = Q_f - Q_i</math></p> <p><math>\Delta Q = 0 - 4000</math></p> <p><math>\Delta Q = -4000</math></p> <p>0,3 ponto – a intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s.</p> <p><math>Q = F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v</math></p> <p><math>8000 = F \cdot 0,01 \text{ s}</math></p> <p><math>F = \frac{8000}{0,01}</math></p> <p><math>F = 800 \text{ N}</math></p> <p>(d)</p>

Figura 15 – Respostas para a Questão 03 da Avaliação 03

**Questão 04**

(ESPM-SP) Construiu-se o gráfico do módulo da força resultante em função da aceleração que o corpo I adquire. Repetiu-se o procedimento para os corpos II e III. Os resultados estão apresentados no gráfico abaixo.



As massas dos corpos I, II e III são, em kg, respectivamente:

- a. 2; 4 e 8

- b. 4; 8 e 16
- c. 8; 4 e 2**
- d. 16; 8 e 4
- e. 20; 40 e 20

Embora tenhamos a resposta correta sendo marcada com maior frequência (34 alunos), percebemos uma dificuldade na leitura das informações apresentadas em gráficos, uma vez que em nossas aulas os alunos demonstraram conhecer a relação existente entre força, massa e aceleração.

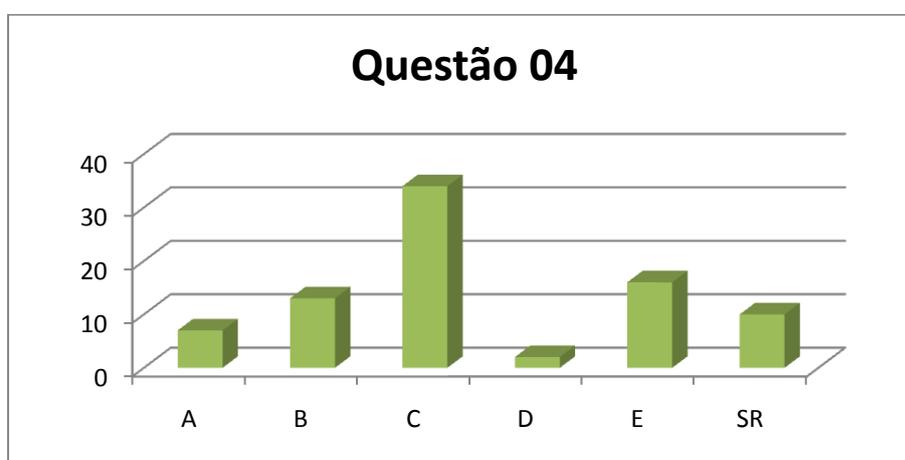


Gráfico 16 – Resultados da Questão 04 da Avaliação 03

### Questão 05

(U.F. Viçosa-MG) Um menino entra em um elevador com uma sacola de supermercado contendo 3 litros de leite, o que equivale à carga máxima que as alças da sacola podem suportar. Considerando que o elevador, partindo do repouso, subirá até o andar desejado, o instante mais provável para que as alças sejam arrebentadas é:

- a. No final da subida, quando o elevador está em movimento desacelerado.
- b. No início da subida, quando o elevador está em movimento acelerado.**
- c. Durante o movimento intermediário do elevador, quando ele está em movimento uniforme.
- d. Após parar no andar desejado.
- e. Em qualquer instante do movimento com igual probabilidade.

Tivemos um nível de acerto médio (35 alunos), porém o alto índice de escolha pelo item (e) – 17 alunos – nos mostra a presença de um senso comum, uma vez que se a sacola se encontra em sua situação limite, qualquer movimento seria suficiente para que ela arrebente.

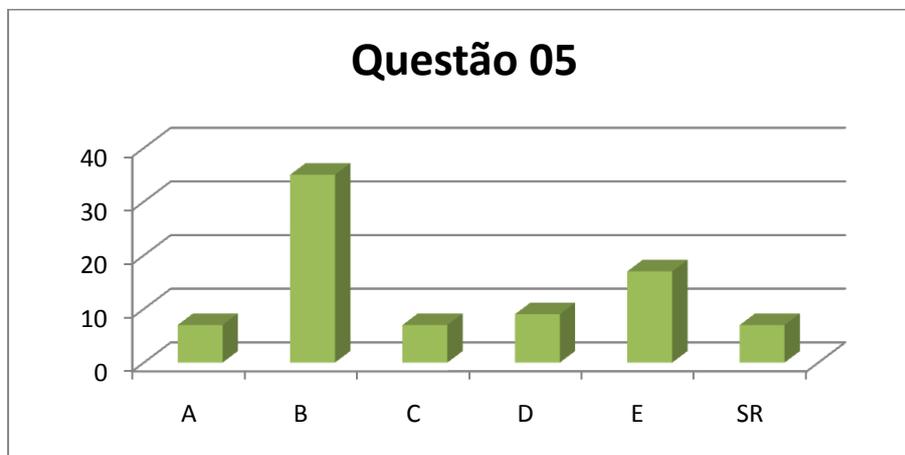


Gráfico 17 – Resultados da Questão 05 da Avaliação 03

Como pontuação extra, foi pedido que os alunos justificassem sua resposta. Seleccionamos algumas que, na medida do possível, podem ser consideradas corretas:

- “quando o elevador começa a subir a sacola tende a ficar em seu lugar, mas a mão sobe e o peso aparente aumenta”.
- “será no início da subida, já que o elevador terá que exercer um impulso e uma força maior para dar início ao movimento”.
- “porque a sacola estava em repouso, e quando a velocidade aumentou, as alças arrebentaram”.
- “no início da subida, pois será nessa hora que o elevador fará maior força, pois está saindo do seu estado de repouso e indo para o de movimento”.
- “devido à inércia, a força exercida está sendo exercida sobre o elevador e não sobre o leite ou a sacola e como ele está em repouso, tende a ficar em repouso, o que faria a sacola arrebentar”.
- “no início da subida por causa da inércia que diz que um corpo em repouso permanecerá em repouso e um corpo em MRU tende a ficar em MRU. E é isso que acontece, ao elevador subir, o leite resiste a mudar de estado (repouso) e como a sacola já está no limite com essa resistência ela se rompe”.

O que podemos perceber é que aqueles que justificaram fizeram uso basicamente da Primeira Lei de Newton associando a situação com uma aplicação do Princípio da Inércia.

### Questão 06

Um corpo partindo do repouso é acelerado por uma força resultante de intensidade 100 N e, 10 s após iniciado o movimento, atinge a velocidade de 20 m/s.

- Qual é o módulo da aceleração média adquirida pelo corpo?  $a = 2 \text{ m/s}^2$
- Qual é a velocidade do corpo, 3 s após o início do movimento?  $v = 6 \text{ m/s}$
- Qual é a massa do corpo?  $m = 50 \text{ kg}$

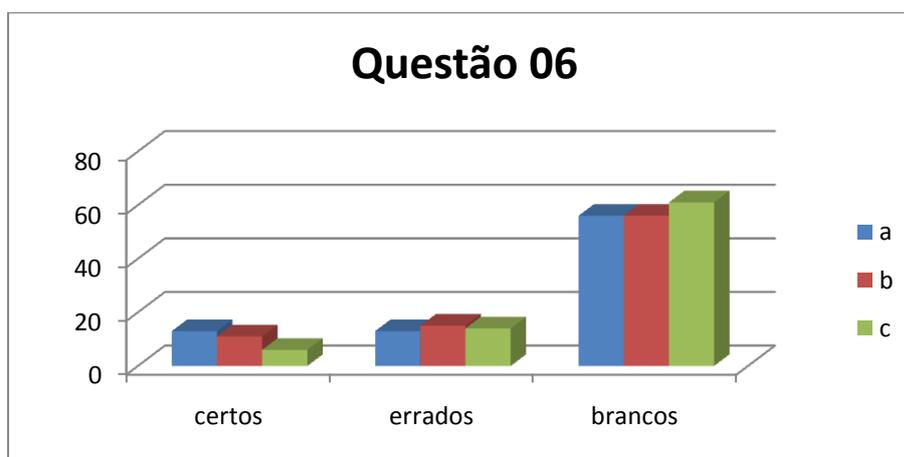


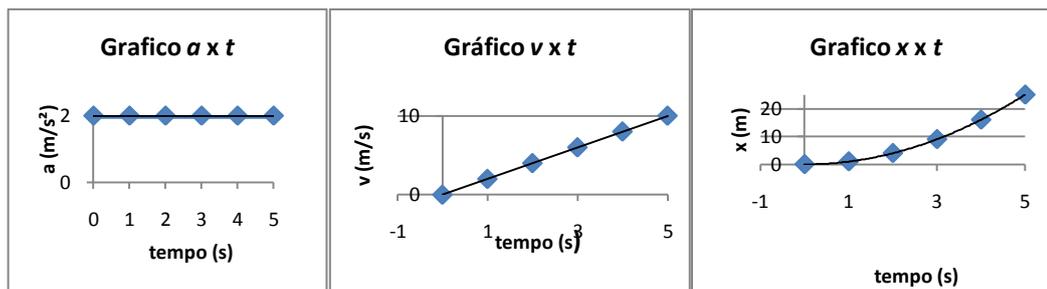
Gráfico 18 – Resultados da Questão 06 da Avaliação 03

Mais uma vez chama a atenção à quantidade de alunos que deixaram a questão em branco, embora seja apenas aplicação de fórmulas, trabalhadas e discutidas em sala, ou seja, mostra mais uma vez a falta de importância que os alunos dão aos estudos de revisão, afinal, essa questão consta, como já foi colocado, no livro adotado na escola e distribuído gratuitamente a todos os alunos. Os erros apresentados estão associados à substituição incorreta nas fórmulas, e até mesmo erros nas operações básicas. Foi também descontado pontos devido à ausência da unidade de medida.

### Questão 07

Para a situação da questão anterior e adotando a posição inicial do movimento  $x_0 = 0$ , faça o que se pede.

- Esboce os gráficos da aceleração, da velocidade e da posição para o intervalo de tempo de 5 segundos.



- b. Por meio dos gráficos, determine as variações de velocidade e de posição.  $\Delta v = 10 \text{ m/s}$  e  $\Delta x = 25 \text{ m}$

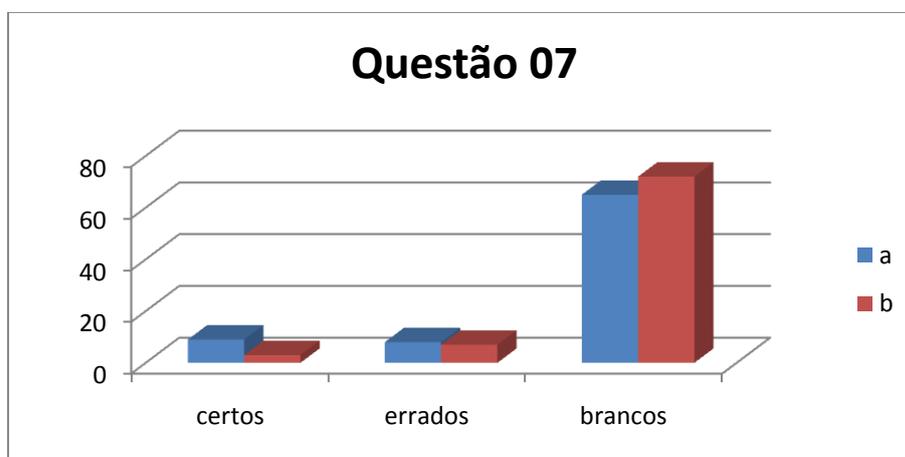


Gráfico 19 – Resultados da Questão 07 da Avaliação 03

A exemplo da questão anterior, temos um grande número de questões em branco, com apenas 9 alunos apresentando acerto no item (a) – esses alunos fizeram, pelo menos, dois gráficos corretamente, e 3 para o item (b), havendo resultados que foram obtidos sem o uso dos gráficos (cálculo da área sob a reta), uma vez que os dados da questão anterior davam condições para determinar esses valores.

A Figura 16 mostra algumas dessas respostas apresentadas pelos alunos.

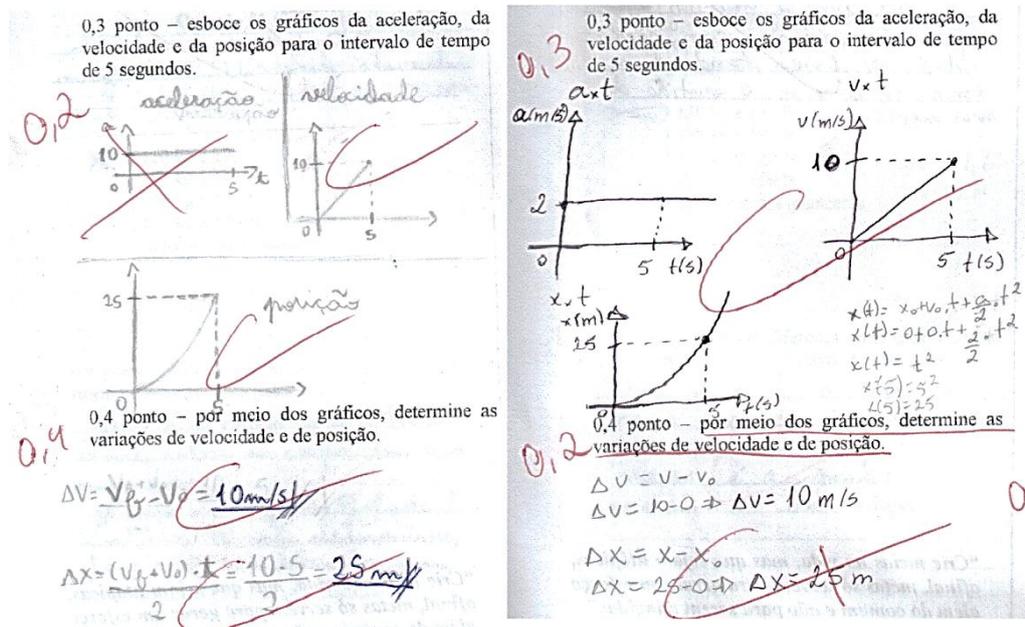


Figura 16 – Respostas para a Questão 07 da Avaliação 03

**Questão 08**

A função horária da posição de um móvel é dada por  $x(t) = 10 - 5t + 5 t^2$  com a posição marcada em metro e o tempo em segundo. Determine:

- a. A função horária da velocidade.  $v(t) = -5 + 10.t$
- b. O instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.  $t = 0,5 s$  e  $x = 8,75 m$

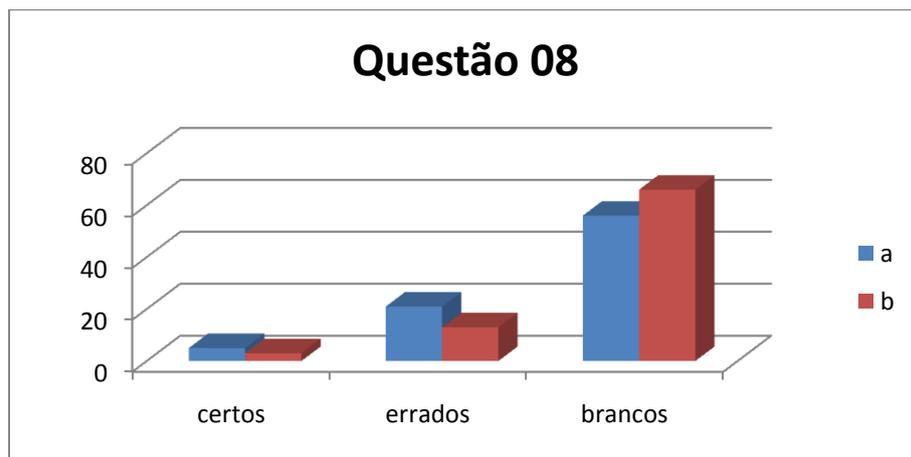


Gráfico 20 – Resultados da Questão 08 da Avaliação 03

Mais uma vez um grande número de questões em branco, tendo apenas 5 alunos que acertaram o item (a) e 3 o item (b). Levando em consideração que bastava uma comparação entre a função dada e a função horária para o MRUV para que se determinassem as condições

iniciais do movimento, podemos inferir que os alunos não se habituaram a tal prática no decorrer das aulas de Física e de Matemática, o que nos aponta a necessidade de trabalhar mais esse tipo de atividade. A seguir temos algumas das respostas apresentadas

A Figura 17a mostra que o aluno cometeu um erro de multiplicação ao determinar o valor do discriminante (-175) encontrando o valor 225; além disso, trocou os valores do  $a$  (5) pelo de  $c$  (10).

A Figura 17b apresenta uma solução incompleta; basta completar a potenciação e realizar as somas.

As Figuras 17c, 17d e 17e mostram um erro, que de certa forma é inaceitável para alunos do Ensino Médio, pois afinal, estão somando termos de expoente 1 com termos de expoente 2, o que demonstra uma total falta de conhecimento para a resolução de equações.

0,3 ponto – a função horária da velocidade.  
 $v(t) = v_0 + a \cdot t$   
 $v_0 = -5$   
 $a = 10$   
 $v(t) = -5 + 10t$

0,4 ponto – o instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.  
 $\frac{-b}{2a}$   
 $\frac{-(-5)}{2 \cdot 10}$   
 $\frac{5}{20}$   
 $0,25s$   
 $\Delta = b^2 - 4ac$   
 $225 - 4 \cdot 10 \cdot 5$   
 $225 - 200$   
 $25$   
 $5$   
 $a = 5$   
 $b = -5$   
 $c = 10$

(a)

0,3 ponto – a função horária da velocidade.  
 $v(t) = v_0 + at$   
 $v(t) = -5 + 10t$

0,4 ponto – o instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.  
 $20 = -9 + 10t$   
 $t = 0,5s$   
 $-10t = -5$   
 $t = \frac{-5}{-10}$   
 $t = 0,5$   
 $x(t) = 10 - 5 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5^2$   
 $x(t) = 10 - 2,5 +$

(b)

0,3 ponto – a função horária da velocidade.  
 $10 - 5t + 5t^2$   
 $10 - 5t$   
 $10 - 5t$   
 $-5t$   
 $x(t) = -5t$

0,4 ponto – o instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.  
 $x(t) = 10 - 5t$   
 $x(t) = -5t$

(c)

0,3 ponto – a função horária da velocidade.  
 $x(t) = 10 - 5t + 5t^2$   
 $-10 = 5t + 25t$   
 $-10 = 30t$   
 $t = \frac{30}{10}$   
 $t = 3 \text{ m/s}^2$

0,4 ponto – o instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.  
 $x(t) = 10 - 5t + 5t^2$   
 $x(t) = 10 - 30t$   
 $x(t) = -20 \text{ m/s}$

(d)

0,3 ponto – a função horária da velocidade.  
 $x(t) = 10 - 5t + 5t^2$   
 $x(t) = 5t + 25$   
 $x(t) = 30t$

(e)

Figura 17 – Respostas para a Questão 08 da Avaliação 03

### Questão 09

Essa questão é a título de bonificação, sendo facultativa sua resolução.

A tabela abaixo indica alguns dados retirados de um teste feito com vários carros pela revista Quatro Rodas. Esses testes são, com boa aproximação, uma excelente aplicação das

Leis de Newton, pois envolvem forças, acelerações, distâncias, tempos etc. Para nossos propósitos, consideraremos que a força aplicada seja a do motor e que ela apresenta, em cada uma das situações, intensidade constante.

Carro		Toyota Corolla
0 – 100 km/h	(s)	11,6
0-1000 m	(s)	33,2
40 a 80 km/h	(s)	8
60 a 100 km/h	(s)	12,2
80 a 120 km/h	(s)	17,4
120/80/60 km/h	(m)	73,4/32/17,1
Peso (kg)		1105

Lembre-se que a unidade padrão de velocidade é o m/s, logo não se esqueça de fazer as devidas conversões.

- Podemos perceber um erro conceitual nessa tabela. Qual é ele? Justifique. **Peso**
- Faça o gráfico da velocidade e por meio dele determine a distância percorrida até atingir a velocidade de 100 km/h.  **$\Delta x \approx 161 \text{ m}$**
- Qual a intensidade do Impulso dado a esse veículo percorrer a distância de 1000 m?  **$I \approx 66034,8 \text{ N.s}$**
- Quanto tempo leva para que o carro pare estando inicialmente com velocidade de 80 km/h?  **$\Delta t \approx 2,88 \text{ s}$**
- Qual a variação na quantidade de movimento para o carro ir de 60 para 100 km/h? Qual a força exercida pelo motor nesse caso?  **$\Delta Q \approx 12276 \text{ kg.m/s}$  e  $F \approx 1006,3 \text{ N}$**

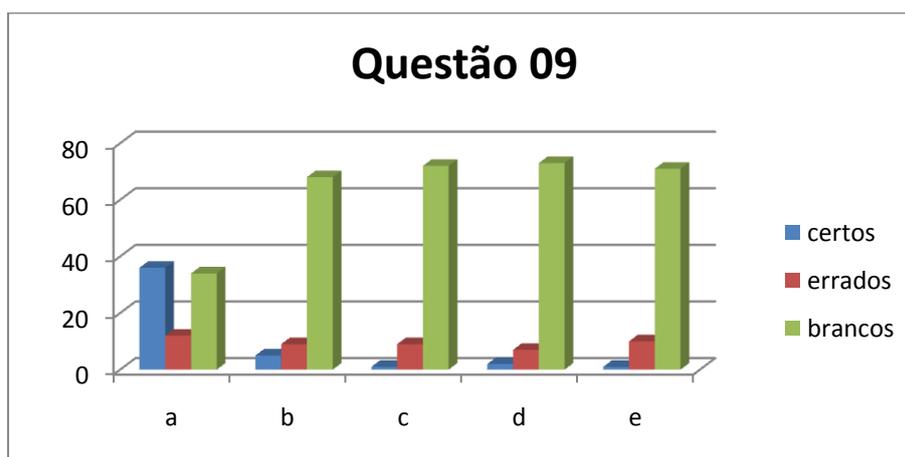


Gráfico 21 – Resultados da Questão 09 da Avaliação 03

Por se tratar de uma questão extra e devido ao resultado das questões anteriores, não foi surpresa o baixo índice de respostas, porém chama atenção a quantidade de acertos para o item (a), onde deveria se identificar o erro na tabela (no lugar da palavra *peso* deveria se usar *massa*). Os demais itens requeriam o conhecimento das relações matemáticas, e embora

tenhamos resolvido um exemplo semelhante em sala de aula para dados de veículos diferentes, tivemos o baixo índice de adesão, o que mais uma vez evidencia a falta de revisão de aulas por parte dos alunos.

#### Avaliação 04

Essa avaliação foi aplicada de forma diferente das demais, onde os alunos, em dupla fariam a atividade, que foi aplicada sem aviso prévio, com a possibilidade de consulta ao caderno. Devido ao fato de não terem sido avisados, a atividade não valia nota, mas, em caso de necessidade poderia ser levada em consideração para a média final do aluno.

#### Questão 01

Um móvel se desloca numa rodovia da cidade A para a cidade B, sabendo que a função horária da posição é  $x(t) = 100 + 80.t$ , sendo  $x$  em  $km$  e  $t$  em  $horas$ . Sabendo que B dista 350 km de A, faça o que se pede nos itens seguintes:

- Classifique o movimento quanto a sua velocidade (MRU ou MRUV). Justifique. **MRU**
- Represente o gráfico da velocidade para as primeiras 3 horas de movimento e determine, por meio do gráfico, a distância percorrida pelo móvel.  **$\Delta x = 240 km$**
- Represente o gráfico da posição considerando um tempo de viagem de 5 horas.
- A posição do móvel depois de 3 horas de viagem.  **$x = 340 km$**
- Após quanto tempo o móvel chega ao seu destino (cidade B)?  **$t = 4,375 h$**
- A posição do móvel para  $t = 0$ . Qual o significado disto?  **$x_0 = 100 km$  (posição da cidade A com relação à origem ou a posição onde se inicia a análise do movimento)**

Diante das condições para a realização desta atividade citadas anteriormente, podemos perceber que os alunos estão muito mais preocupados em manter seus cadernos atualizados, a anotarem comentários acerca da aula. Chegamos a essa conclusão com base no número de erros apresentados, principalmente para os itens (b) e (e), onde boa parte dos alunos apenas substituíram valores, no caso do item (b), 3 no lugar de  $t$ , e no item (e), 350 como posição final –  $x(t)$ . Com relação aos itens (a) e (d), o número de acertos foi considerável, uma vez que era suficiente identificar o tipo de função (1º grau) no item (a) e fazer uma substituição no item (b) – alguns alunos obtiveram o mesmo valor para os itens (b) e (d), o que mostra mais uma vez a falta de preocupação em fazer a análise das respostas encontradas. Com relação ao item (c), os alunos optaram por determinar os pares  $x$  e  $t$ , para  $t = 0$  e  $t = 5s$ , sendo o erro mais

comum associado à determinação apenas de  $x$  para  $t = 5s$ , iniciando o gráfico da origem ( $x = 0$ ). Por último, o alto índice de erros no item (e), deveu-se a afirmação de que aquele era o instante inicial, no lugar de posição inicial; os que acertaram se referiram, em sua totalidade, à posição inicial, não se referindo à posição da cidade A.

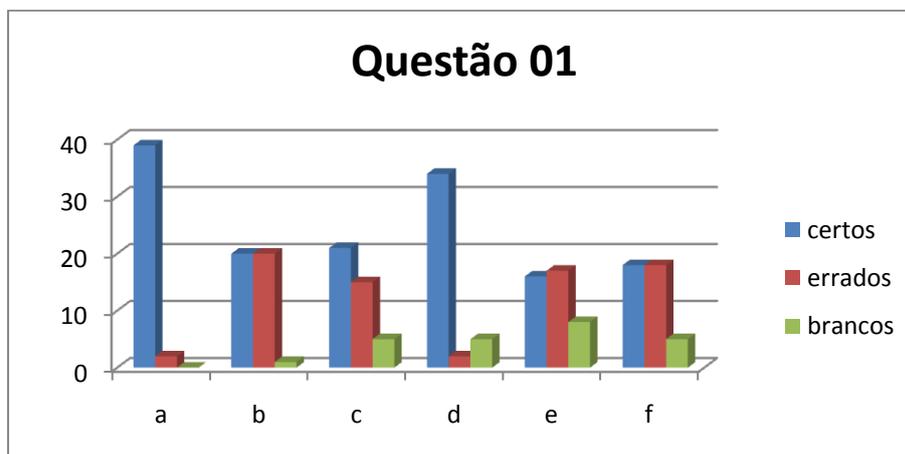
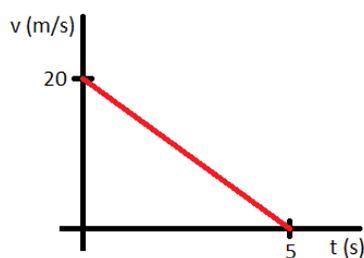


Gráfico 22 – Resultados da Questão 01 da Avaliação 04

### Questão 02

A velocidade de um corpo em função do tempo é dada pelo gráfico.



Faça o que se pede nos itens seguintes:

- Determine a aceleração do móvel e classifique o movimento em acelerado ou retardado.  
 $a = -4m/s^2$  (movimento retardado, pois a velocidade diminui em intensidade)
- Qual a distância percorrida por esse corpo nesses 5 segundos?  $\Delta x = 50 m$
- Qual a função horária da velocidade.  $v(t) = 20 - 4.t$
- Qual a função horária da posição, admitindo que no instante inicial o móvel ocupe a posição  $x = 7 m$ .  $x(t) = 7 + 20.t - 2t^2$
- Utilizando a resposta do item anterior, determine a posição e o instante em que ocorre a inversão no sentido do movimento do móvel.  $t = 5 s$  e  $x = 57 m$

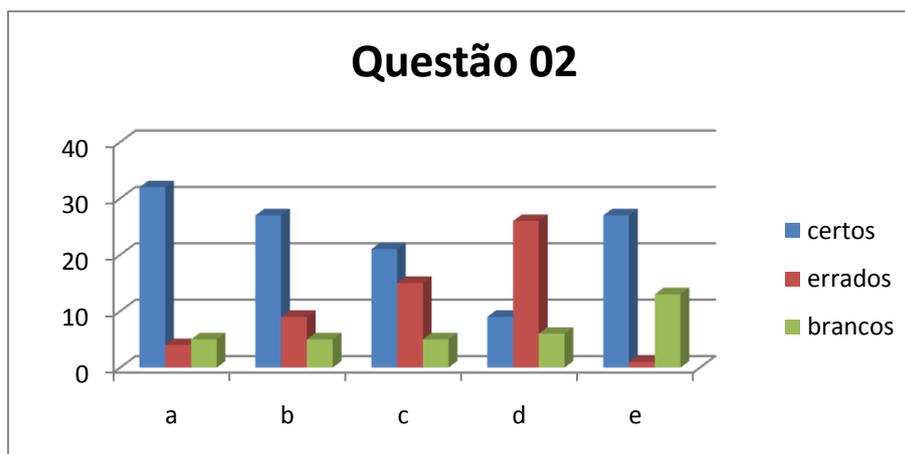


Gráfico 23 – Resultados da Questão 02 da Avaliação 03

Nessa questão temos mais uma vez a evidência de que os alunos se preocupam apenas em manter o caderno atualizado, uma vez que os itens que exigiam a repetição de alguns exemplos ou exercícios já explorados em sala, o número de acertos foi bom – itens (a), (b) e (c). Com relação aos demais itens, chama atenção o fato de se solicitar a utilização da resposta do item (d) para a resolução do item (e) e, mesmo o (d) apresentando uma quantidade de erros elevada, o nível de acerto foi alto para o item (e). Ao analisar as respostas apresentadas pelos alunos, percebemos mais uma vez a repetição de um erro já mencionado na Questão 08 da Avaliação 03 – a soma de termos de grau 1 com o de grau 2 – ou até mesmo a soma do termo independente com o termo de grau 1. Nas respostas do item (e) surgem substituições prévias, o que evita tal erro.

### Questão 03

É necessário, na indústria automobilística, o teste de alguns componentes de um veículo, entre eles o freio. Para esse tipo de teste, o carro é acelerado até certa velocidade e depois freado até parar. Busca-se valores que sejam ao, mesmo tempo, seguros e confortáveis para os passageiros. Em um teste de segurança, o piloto levou seu carro do repouso até a velocidade de 108 km/h em apenas 4 s, depois manteve essa velocidade por 10 s, acionando os freios. Por motivo de segurança, os freios costumam aplicar uma força cuja intensidade é o quádruplo daquela feita para acelerar o carro. Desprezando as forças resistivas, faça o que se pede em cada um dos itens.

- a. Qual a intensidade da aceleração até atingir a velocidade máxima no teste?  $a = 7,5 \text{ m/s}^2$
- b. Qual a intensidade da aceleração de frenagem do veículo?  $a = 30 \text{ m/s}^2$

- c. Qual a distância percorrida e o tempo de duração desse teste? (dica – faça uma representação gráfica).  $\Delta x = 1875 \text{ m}$  e  $\Delta t = 15 \text{ s}$

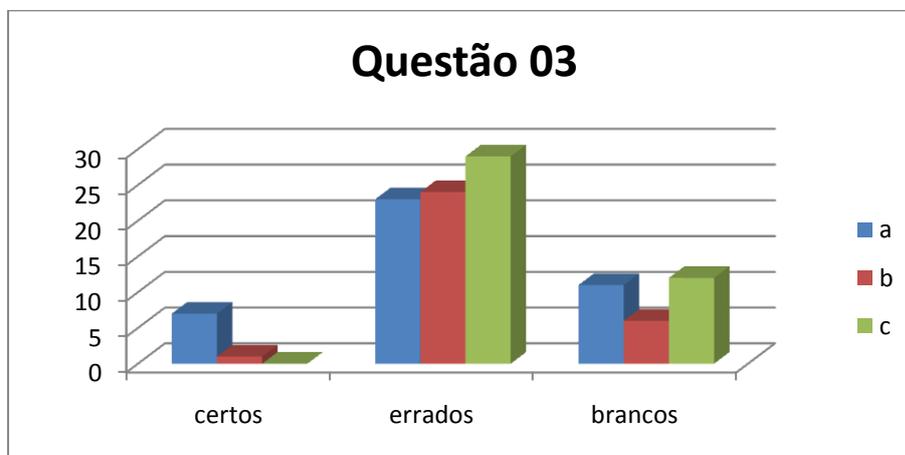


Gráfico 24 – Resultados da Questão 03 da Avaliação 04

O número elevado de erros apresentados está relacionado com a não conversão da unidade de velocidade (de km/h para m/s) o que mais uma vez mostra que os alunos só consideram os números em suas análises. Alguns erros estão também associados ao uso inadequado das unidades e à sinalização, uma vez que o item (b) requer a intensidade e algumas respostas surgiram com o sinal (-). Para o item (c) a confusão ocorreu na interpretação, uma vez que os alunos consideravam que até o momento da frenagem passavam apenas 10 s, ou seja, considerava apenas 6 s com velocidade constante e não 10 como indicado. Dessa forma, boa parte dos gráficos indicava 11 s de teste e não 15 (4 s de aceleração + 10 s de MRU + 1 s de frenagem = 15 s de teste).

### 5.3. Análise do Questionário de Opinião

O Questionário de Opinião serviu para verificarmos as posições dos alunos quanto à metodologia utilizada e também para que pudéssemos analisar nossa prática, buscando aspectos que possam torná-la mais atraente e capaz de apresentar bons resultados.

Embora as turmas fossem compostas por 41 alunos cada, o preenchimento do Questionário foi optativo, tendo uma adesão de 37 alunos na turma A e 32 alunos na turma C, porém no dia da aplicação, alguns haviam faltado à aula (2 na turma A e 6 na turma C).

Em cada uma das questões, os alunos utilizaram o código a seguir:

CP – Concordo Plenamente; C – Concordo; NO – Não tenho Opinião ou estou indeciso; D – Discordo; DT – Discordo Totalmente.

As questões apresentadas e o resultado.

1. As aulas não estimularam o interesse pela matéria.

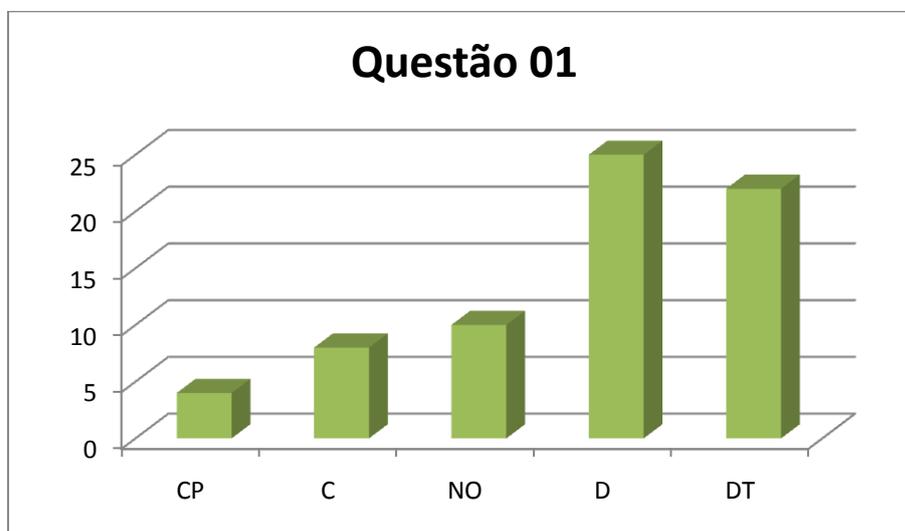


Gráfico 25 – Questionário de Opinião – (Questão 01)

Percebemos nas respostas uma aprovação considerável por parte dos alunos, uma vez que 47 (68%) dos alunos emitiram opinião que podemos considerar favoráveis à prática adotada, pois se disseram estimulados pela matéria, enquanto que 12 (17,4%) se posicionaram de forma que não aprovaram ou não se motivaram pelo estudo da Física.

2. O professor foi pouco didático.

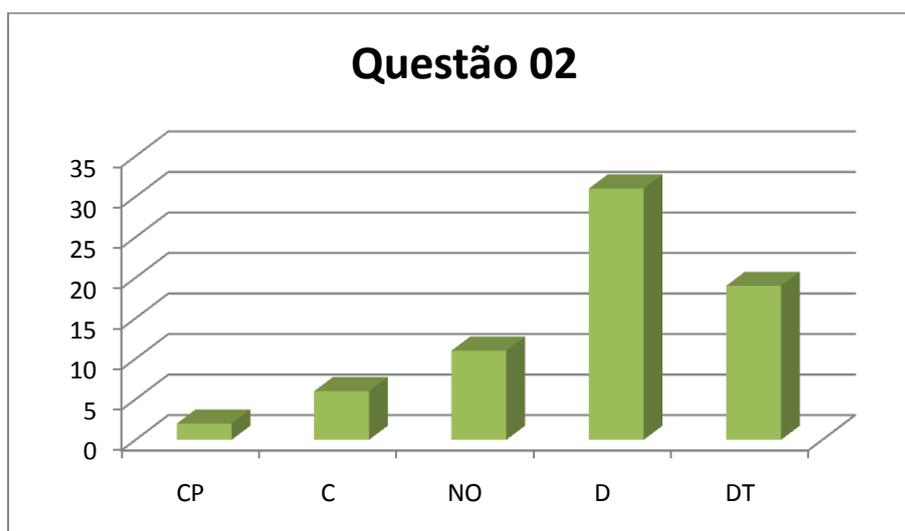


Gráfico 26 – Questionário de Opinião – (Questão 02)

Obtivemos uma boa aprovação no que diz respeito aos aspectos didático do professor uma vez que 50 alunos (72,4%) se mostraram favoráveis à prática e apenas 8 (11,6%) se mostraram contrários à ideia.

3. Os conteúdos foram abordados de forma interessante.

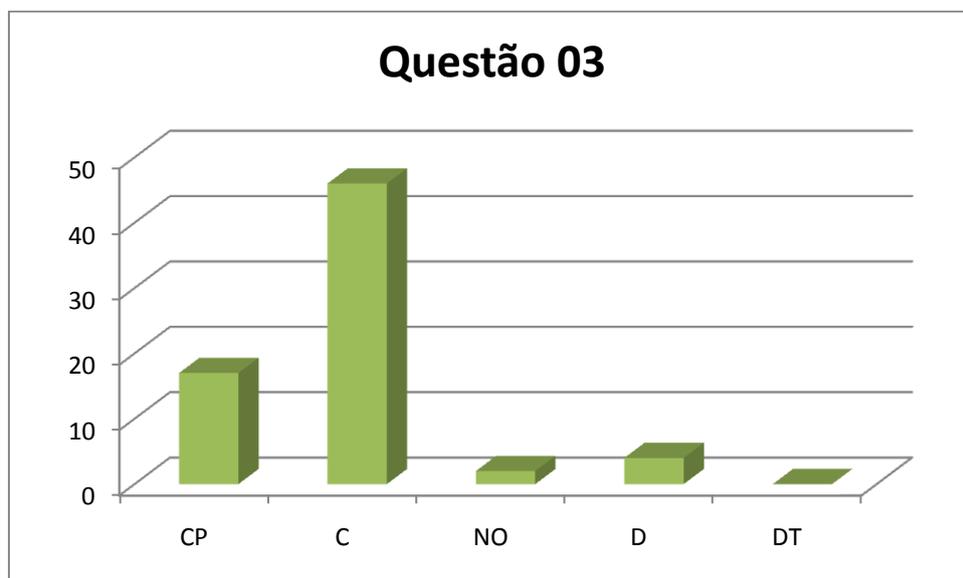


Gráfico 27 – Questionário de Opinião – (Questão 03)

Uma aprovação considerável, o que nos mostra que os alunos aprovaram a metodologia uma vez que 63 alunos (91%) aprovaram a abordagem utilizada pelo professor e 4 (5,8%) não aprovaram.

4. Foram estabelecidas relações entre teoria e prática.

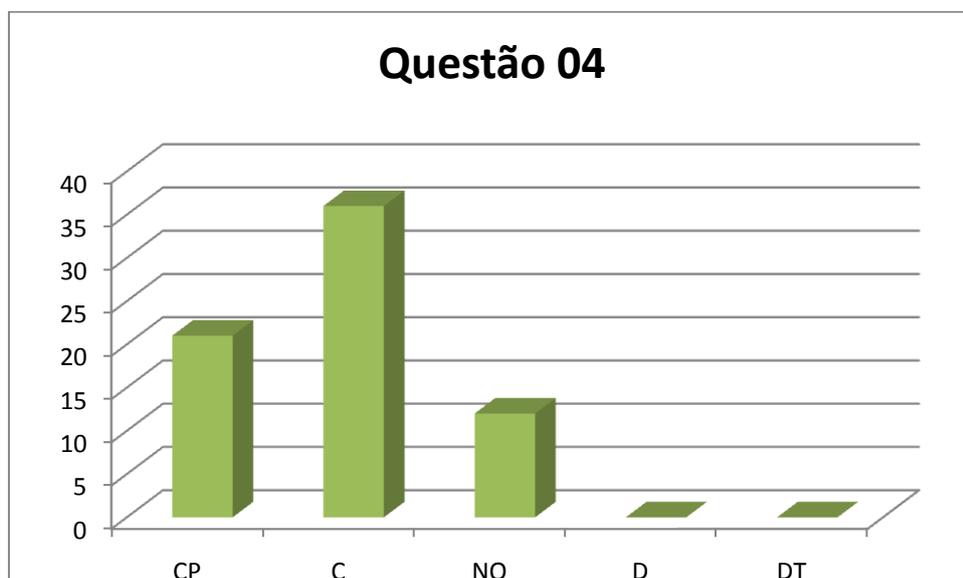


Gráfico 28 – Questionário de Opinião – (Questão 04)

O resultado nos mostra que boa parte dos alunos (57 ou 82,6%) visualizaram a relação entre a Física e os fatos presentes em seu cotidiano, enquanto o restante não emitiu sua opinião, o que nos indica que é interessante usar atividades comuns para a introdução dos conceitos Físicos.

5. Aliar o conteúdo da Física com a Matemática foi interessante.

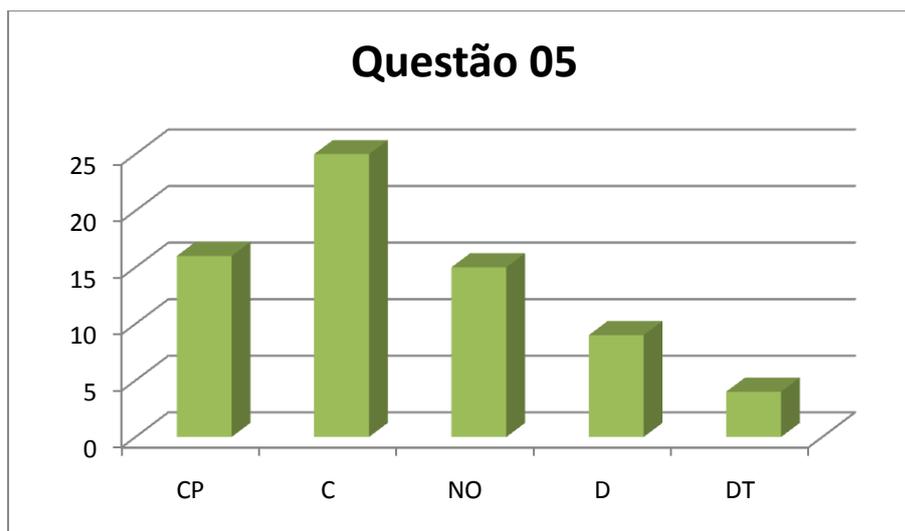


Gráfico 29 – Questionário de Opinião – (Questão 05)

Obtivemos também boa aprovação no que diz respeito ao trabalho integrado entre as disciplinas (41 alunos ou 59,4%); o que chama a atenção é número de alunos que não emitiram sua opinião (15) e que apresentam valor semelhante aos daqueles que não aprovaram a prática (13).

6. Você recomendaria esta abordagem para outras disciplinas.

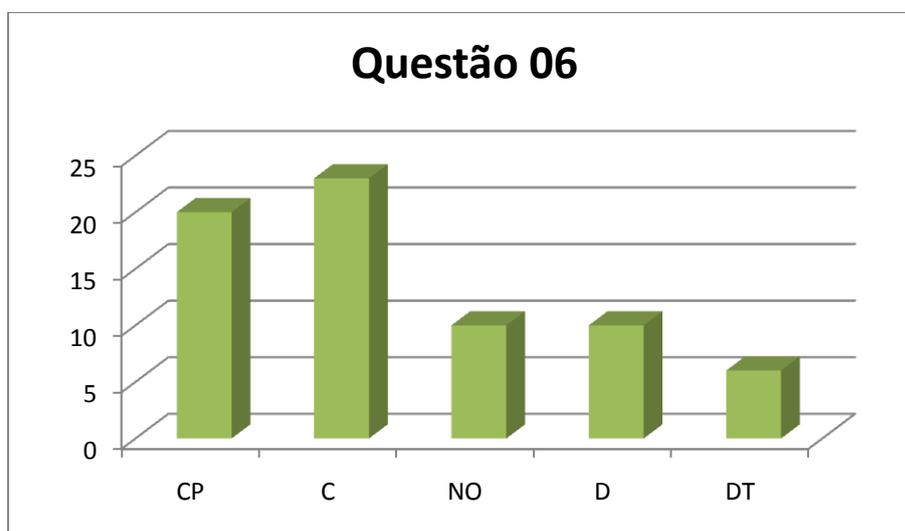


Gráfico 30 – Questionário de Opinião – (Questão 06)

Se pensarmos na questão anterior, percebemos aqui que, além de achar interessante, os alunos também recomendariam esse tipo de abordagem para outras disciplinas (43 ou 62%) e aqueles que não aprovaram a ideia (16 ou 23%) não a recomendariam.

7. O professor se mostrou motivado durante as aulas.

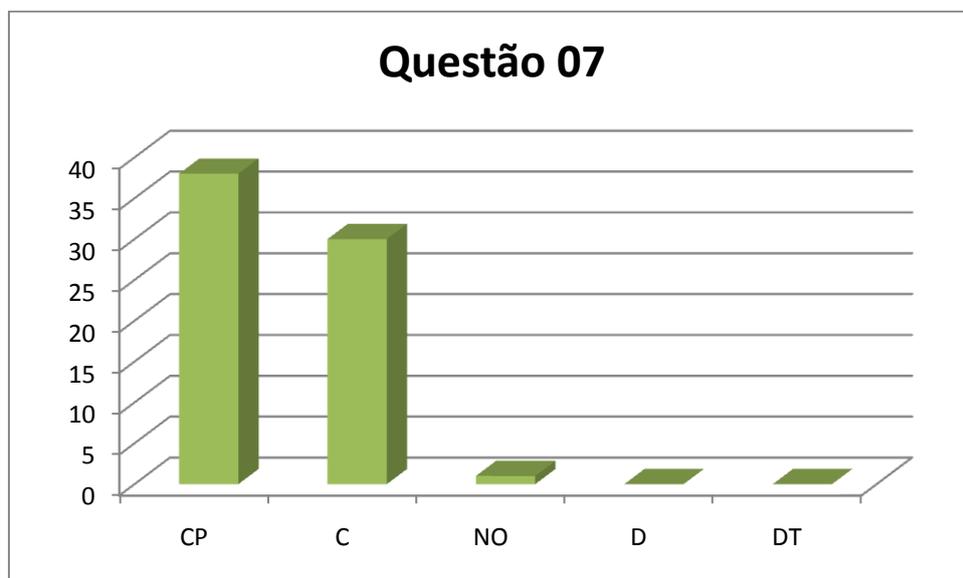


Gráfico 31 – Questionário de Opinião – (Questão 07)

Houve quase uma unanimidade nesse quesito, uma vez que 68 alunos (98,5%) consideraram o professor motivado.

8. O conteúdo tem relação com o cotidiano.

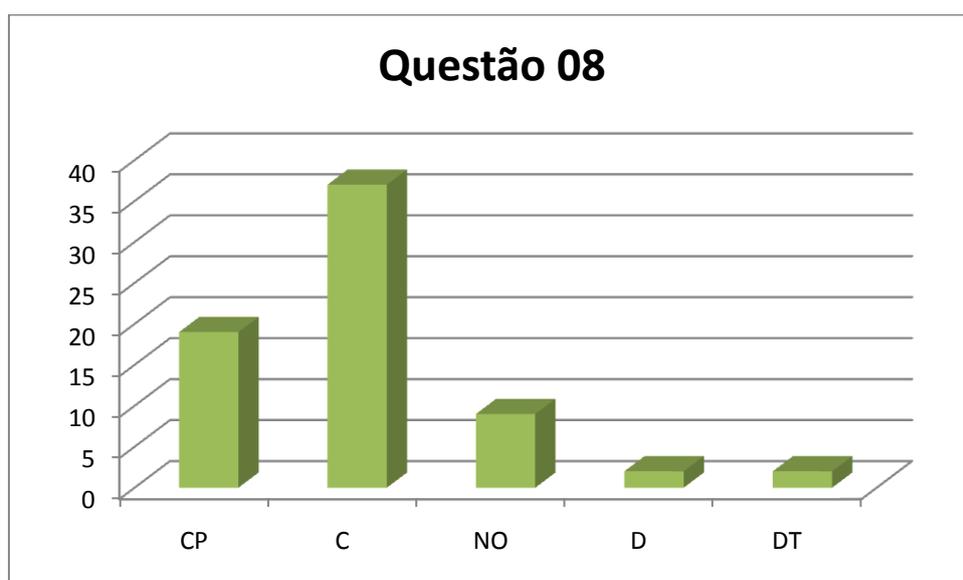


Gráfico 32 – Questionário de Opinião – (Questão 08)

Quanto à relação com o cotidiano, boa parte dos alunos percebeu essa relação: 56 (81,2%) contra 4 (5,8%)

9. Passei a me interessar por Física.

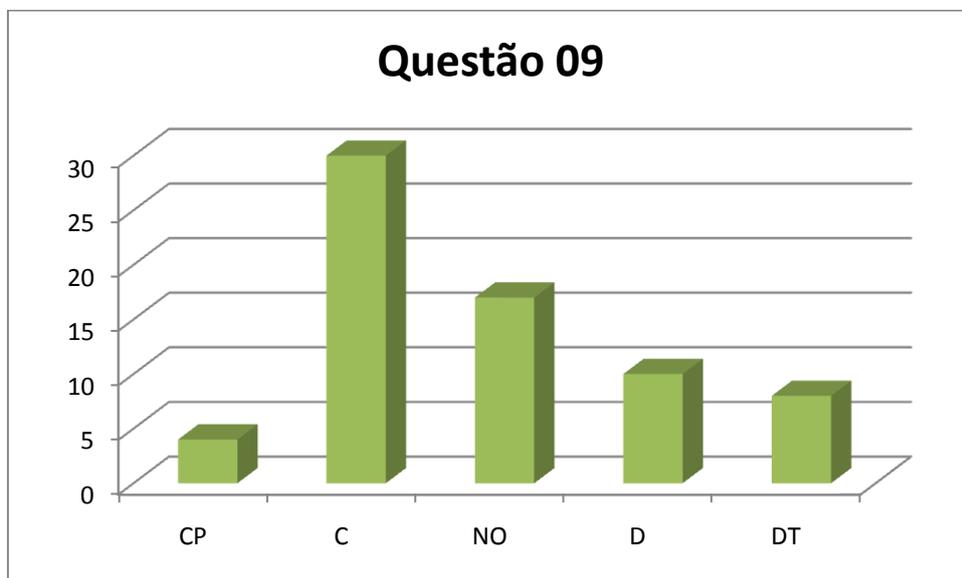


Gráfico 33 – Questionário de Opinião – (Questão 09)

Embora tenha tido uma boa aprovação (Questões 05 e 06) apenas 34 alunos (49%) passaram a se interessar pela Física, enquanto que 18 (26%) não se interessaram e 17 (25%) foram indiferentes quanto a esse aspecto.

10. Acredito que compreendi melhor os conceitos físicos e suas relações com outras disciplinas.

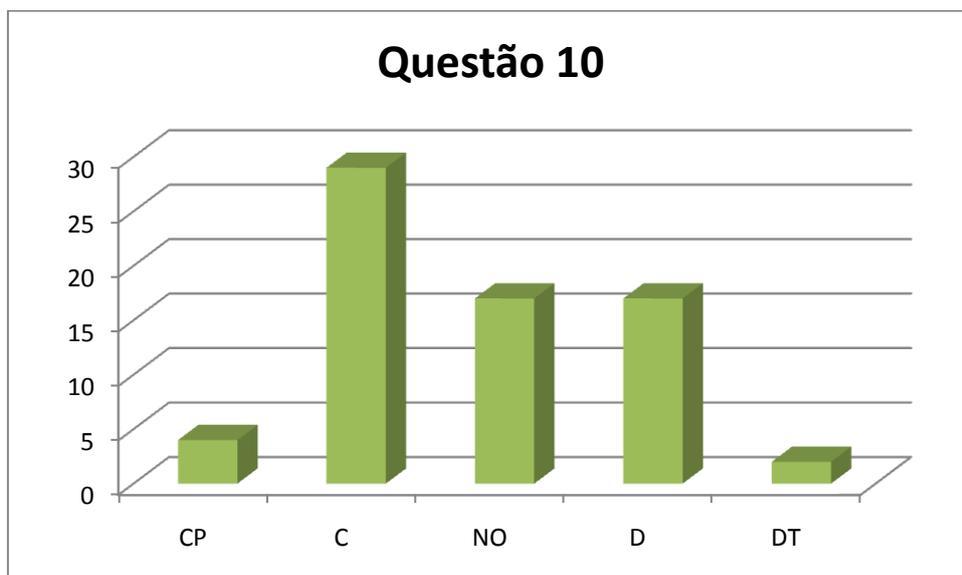


Gráfico 34 – Questionário de Opinião – (Questão 10)

O que percebemos é que os alunos, embora aprovem a metodologia e a postura do professor, ainda apresentam dificuldades para a compreensão dos conceitos, uma vez que menos da metade deles apresentou respostas positivas 33 (47,8%) contra 19 (27,5%).

11. Assisti a maior parte das aulas com interesse.

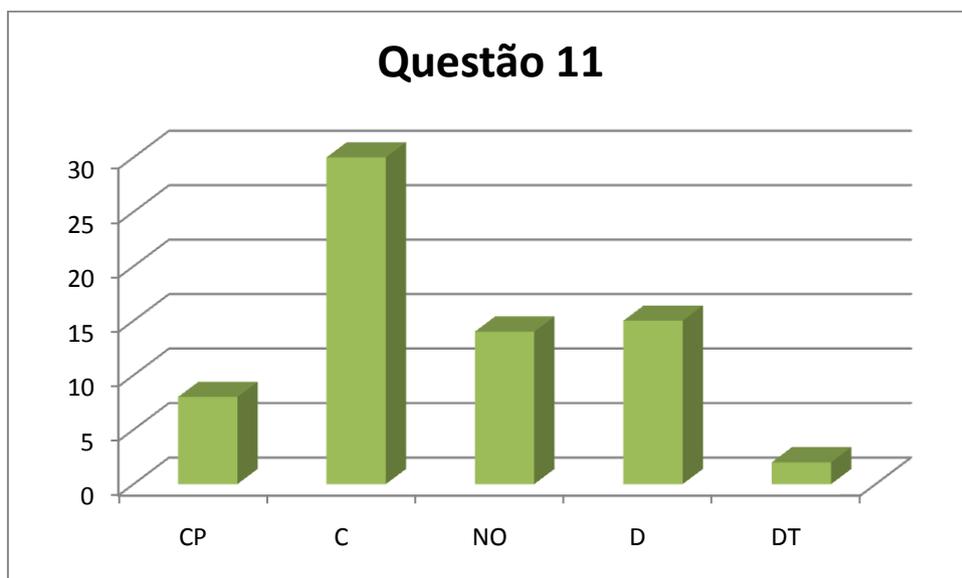


Gráfico 35 – Questionário de Opinião – (Questão 11)

O nível de interesse nas aulas também se mostrou favorável para 38 (55%) alunos enquanto que 17 (24,6%) se mostraram desinteressados.

12. Consegui entender os conceitos e efetuar os cálculos necessários.

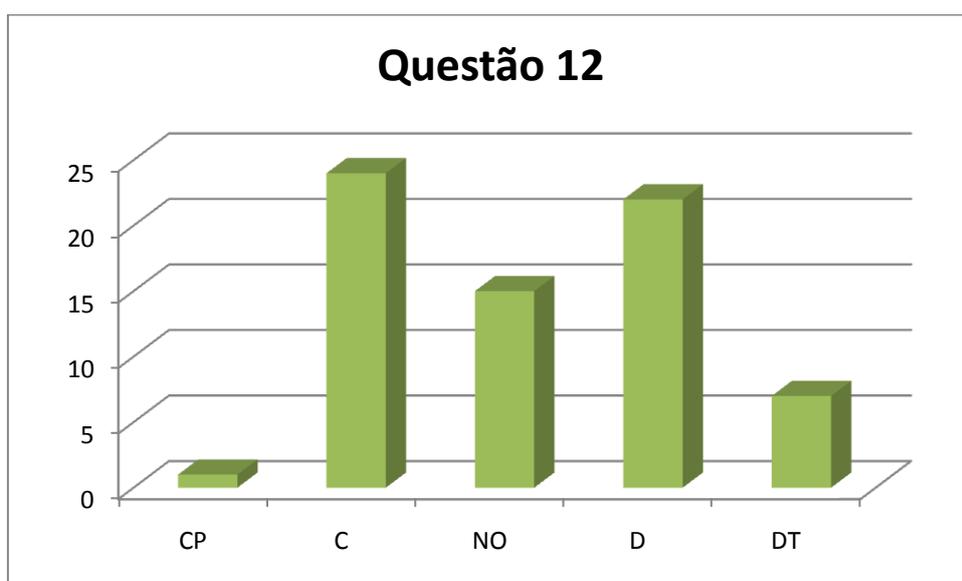


Gráfico 36 – Questionário de Opinião – (Questão 12)

Essa questão nos revela que, embora aprove a metodologia, os alunos ainda apresentam uma dificuldade no que diz respeito à resolução de problemas (25 ou 36,2% foram positivos e 29 ou 42%, negativos).

13. Prefiro aprender no modo “tradicional”.

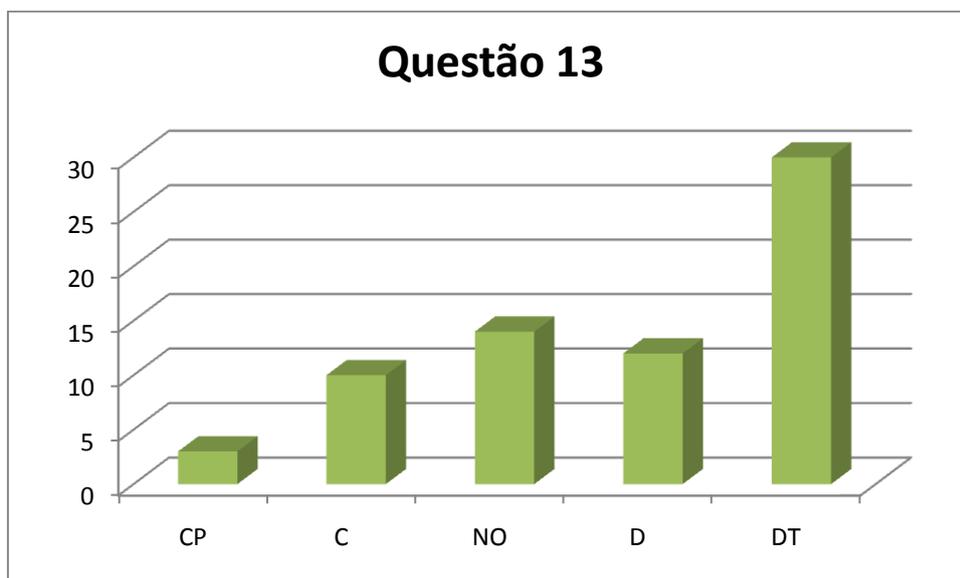


Gráfico 37 – Questionário de Opinião – (Questão 13)

Mais uma vez um indício de aprovação da metodologia empregada, já que 42 alunos (60,8%) dão preferência à nossa com relação àquela com a qual já estavam acostumados (13 ou 18,8% manteriam o método “tradicional”).

14. Poderia destacar aspectos positivos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das aulas interessante, através de aspectos relacionados à Física e ao cotidiano?

- *“é bom, pois desperta o meu interesse e a vontade de querer aprender mais”.*
- *“o professor sempre ajudou todos os alunos, fazendo assim os alunos que têm mais dificuldades aprender por meio de dinâmicas”.*
- *“a aula fica mais divertida, facilitando o nosso conhecimento”.*
- *“é positivo a forma de ele explicar o conteúdo, as práticas e a disciplina”.*
- *“foi bom, pois relacionando a matéria ao cotidiano se tornou mais fácil entender a matéria”.*
- *“o professor foi bem dinâmico e isso ajudou a aprender o conteúdo”.*
- *“nas aulas ele referiu-se a exemplos que fazemos em casa”.*

- *“eu acho bem interessante seu método, pois sempre que fazemos algo no cotidiano lembramos de Física”.*
- *“os aspectos positivos são que, por exemplo, quando vou fazer algo que o professor usou como exemplo para explicar a matéria, eu lembro e tento fazer os cálculos”.*
- *“o professor sempre se mostra preocupado e também ajudou a todos, no que foi possível, ao longo do ano fez de tudo para passar o conteúdo da forma mais dinâmica”.*
- *“através de dinâmica e objetos ou utensílios criados podemos entender melhor a matéria”.*
- *“ele não deixa tudo na teoria e faz aulas divertidas”*
- *“ao invés de termos uma aula tradicional, o professor procura diferenciar um pouco o jeito de explicar a matéria, porém não saindo do assunto”.*
- *“o professor, na maioria das vezes, nos passava o lado interessante da Física, nos fazendo interessar pela matéria”.*
- *“o professor explica com brincadeiras, o que torna a matéria mais fácil de entender e ele cita acontecimentos do cotidiano”.*
- *“as brincadeiras foram interessantes para compreendermos melhor o conteúdo e também dando exemplo do cotidiano”.*
- *“foram ótimas as aulas, pois a forma que o professor ensinou foi com uma linguagem juvenil, tratando com temas que todos gostam”.*
- *“todas as aulas foram divertidas e bem elaboradas, além de ter nos feito prestar a atenção”.*
- *“ele sempre faz algumas aulas na prática e isso é bom”.*
- *“admiro muito no professor o interesse que ele tem pelos alunos e por ele gostar do que faz ter interesse no que ensina”.*
- *“o professor nos motivava a cada aula”.*
- *“as brincadeiras que o professor faz e sempre tem a ver com Física”.*
- *“aulas dinâmicas, pois a Física tem a ver com o cotidiano. Assim os alunos se interessam mais”.*
- *“colocar filmes relacionados à matéria e dar aula com interatividade são seus aspectos positivos”.*
- *“os aspectos positivos foram que as aulas tiveram muito entretenimento, com aulas diferenciadas, os alunos participando e expondo suas opiniões sobre o assunto”.*

- *“acho interessante as aulas de Física, mas não consigo fazer os cálculos por falta de estudos”.*
- *“as dinâmicas propostas ajudaram a turma a compreender o conteúdo com facilidade”.*
- *“às vezes fica mais fácil se pensarmos no nosso cotidiano, mas mesmo assim Física é difícil de interpretar os problemas, mas as aulas do professor são boas”.*

15. Poderia destacar aspectos negativos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das aulas interessante, através de aspectos relacionados à Física e ao cotidiano?

- *“alguns alunos acham que só porque o professor faz uma brincadeira na aula, já acham que tem o direito de brincar toda hora”.*
- *“a pouca abordagem em relação a exercícios”.*
- *“é negativo quando o conteúdo atrapalha na didática do aluno”.*
- *“não correção de todos os deveres indicados”.*
- *“é meio simples seu modo. Ele podia aprofundar mais um pouco o conteúdo”.*
- *“que não deu tempo de passar a parte prática da Física”.*
- *“em minha opinião, não houve muitos aspectos negativos; mas poderia ter mais práticas, pois os alunos se interessam mais, e também interagem mais. Assim, ficaria mais fácil de passar o conteúdo e evitaria aulas cansativas”.*
- *“o pouco tempo fez com que tivéssemos poucas oportunidades para falar tudo o que pensamos estar relacionado à matéria”.*
- *“deveria ter mais experiências como a do foguete e das Leis de Newton”.*
- *“muitas vezes não é possível visualizar plenamente a situação que está sendo mostrada”.*
- *“eu não consegui entender muito, mesmo o professor facilitando”.*
- *“a falta de experiências com o assunto trabalhado”.*
- *“o uso de gírias”.*
- *“o professor torna a aula dinâmica, porém deveria reduzir a dinâmica e ampliar os conceitos da matéria, pois estes são muito resumidos”.*
- *“os alunos não colaboravam por levar as “brincadeiras” além daquilo que se é necessário”.*
- *“por causa do jeito diferente de explicar, às vezes os alunos interrompem as aulas com brincadeiras fazendo o professor se distrair e não explicar a matéria”.*

- *“o principal aspecto negativo foi a turma, que atrapalhava a aula na maioria das vezes”.*
- *“o professor deveria achar um jeito mais fácil de explicar, abusar das brincadeiras e usar a criatividade”.*
- *“as provas foram difíceis”.*
- *“acho que deveria dar mais exemplos práticos dos conteúdos abordados”.*
- *“estabelecer uma hierarquia, para que os alunos não confundam liberdade com libertinagem, pois assim os alunos participarão, mas com limites”.*
- *“em minha opinião não houve aspecto negativo, pois tinha hora de brincar e hora de falar sério, onde foi erro dos alunos em não respeitar essas horas”.*
- *“por mais que o professor tenha se esforçado, Física para mim ainda é difícil e complicada”.*
- *“não tem pontos negativos, o que falta é o interesse dos alunos”.*
- *“isso, algumas vezes, criou comentários fora de hora por parte dos alunos”.*
- *“o ponto negativo são os cálculos”.*
- *“as aulas são muito tradicionais. Faltam aulas práticas para melhorar o entendimento”.*
- *“não vejo muito a melhorar, mas uma boa ideia seria fazer experimentos com a turma”.*
- *“confunde a mente: às vezes pensamos que ocorre algo de um jeito e a Física mostra outro”.*
- *“é que as provas eu não entendia direito. Não sei se era falta de atenção ou a prova estava mal elaborada”.*

Quanto aos aspectos positivos podemos perceber que os alunos aceitaram bem a relação da Física com o cotidiano, passando por aspectos emocionais e relacionados com a forma de comunicação utilizada pelo professor. Foi exposto também pelos alunos a falta de estudos, embora afirmassem ser as aulas interessantes. Nos aspectos negativos, podemos destacar a preocupação com aspectos disciplinares, pois por várias vezes citaram brincadeiras de outros colegas, e a necessidade de mais práticas experimentais. Sobre esse último, destacaram algumas vezes a importância das atividades como motivadoras para o estudo dos conteúdos.

Foram citados também dois trabalhos executados (o foguete de garrafa pet e os vídeos de demonstrações das Leis de Newton) que, na visão dos alunos foram atividades interessantes e que contribuíram para melhor compreensão dos conteúdos.

Diante desse cenário, vale a pena pensarmos num planejamento que busque reduzir algumas falhas identificadas pelos alunos em nossa prática: começar o ano com uma revisão básica de conteúdos, a inserção de atividades que resultem na análise e discussão de gráficos, a utilização de uma linguagem que seja próxima àquela utilizada pelo aluno, mas que não prejudique o conceito científico e a utilização de práticas que tornem as aulas mais divertidas, buscando inserir atividades do cotidiano do aluno.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O motivo principal para a realização desse trabalho foi buscar melhorias para o Ensino de Ciências, em especial da Física, procurando torná-la mais acessível e prazerosa aos alunos do Ensino Médio. Buscando tal objetivo, propusemos aulas dinâmicas, com a utilização de situações problemas do cotidiano, utilizando inserções históricas que motivaram os trabalhos desenvolvidos, bem como a utilização de atividades experimentais e simulação computacional, procurando sempre associar os conceitos com outros que são objetos de estudos de outras disciplinas, em especial as funções do primeiro e segundo graus estudadas em Matemática.

De acordo com a proposta inicial, objetivamos verificar se um plano de curso desenvolvido em conjunto por professores de Física e Matemática, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, promoveu um bom desenvolvimento nos conteúdos referentes à Física, motivando o aluno e aumentando seu interesse e participação nas aulas, identificando as Ciências como fruto do desenvolvimento humano, sendo, portanto, parte integrante da cultura de uma comunidade.

Ao analisarmos o dia a dia das turmas estudadas percebemos um nível de participação elevado dos alunos, tanto que boa parte deles (68%) se disse estimulada, aumentando seu interesse pela matéria, como mostra o Gráfico 25 (p.109), fator que, segundo Moreira e Masini (2001), contribui para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Com a análise dos dados coletados durante o desenvolvimento do estudo e apresentados no decorrer do capítulo V, podemos perceber que os alunos assimilaram de forma efetiva os conceitos relacionados à Física, porém ainda apresentaram sérios problemas no que diz respeito às ferramentas Matemáticas requeridas. No decorrer das aulas, ao serem questionados quanto à associação de grandezas presentes nas situações apresentadas, os alunos demonstravam conhecer tais relações, porém em momentos de avaliações o nível de acerto e mesmo de tentativas eram baixos, demonstrando que o contato deles com o conteúdo ocorreram apenas nos momentos de aula. Vale ressaltar aqui que, por várias vezes, foi sugerido pelo professor a formação de grupos de estudos, com encontros periódicos para revisão e resolução de exercícios, não apenas de Física e de Matemática, mas de todas as

disciplinas estudadas, e se possível com convite para os professores. A ideia foi colocada em prática apenas por alguns alunos da Segunda Série.

O comportamento dos alunos foi outro fator preponderante para o desenvolvimento das aulas, sendo citados pelos próprios alunos como um fator que prejudicava o andamento das aulas, sem contar o número elevado de alunos por turma, a saber, 41. Essa observação, conversa excessiva, era presente nos discursos de boa parte dos professores, porém os níveis por eles relatados não se faziam presentes em nossas aulas, o que mostra um potencial dessa metodologia em atuar de forma positiva na motivação, reduzindo problemas disciplinares, fator esse que é crucial para que ocorra uma aprendizagem significativa, mas, como percebido, não nos levou a ela da forma como pretendíamos.

A pré-disposição para aprender também é um dos elementos necessários para a ocorrência da aprendizagem significativa. Porém, por mais potencialmente significativo que seja o material, é necessário verificar se os alunos possuem ou não os subsunçores necessários à ancoragem de um novo conteúdo. Na análise das aulas percebemos a presença de boa parte desses subsunçores, pelo menos no que diz respeito aos conceitos físicos em estudo na ocasião. Além disso, de nada adiantará se o aluno não se dispuser a aprender de maneira significativa, ou seja, se dispôr a relacionar o novo conteúdo à sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não arbitrária. Essa é uma possível explicação do porque os alunos, mesmo estando presentes em quase todas as aulas, não obtiveram rendimento satisfatório nas questões envolvendo cálculos.

Com relação a esse fato, lembramos que o plano de curso desenvolvido foi concebido para que os alunos, ao necessitarem dos recursos matemáticos na Física, já os tivessem estudado nas aulas de Matemática, porém o que percebemos foi uma dificuldade dos alunos na resolução dos problemas. Essa é uma situação que nos surpreendeu, uma vez que no decorrer de nossas aulas, os alunos demonstravam apresentar domínio sobre esses recursos, porém nas provas, o resultado foi aquele apresentado no Capítulo V.

Conforme apresentamos na análise de dados, os alunos demonstraram um bom domínio dos conceitos trabalhados, aplicando-os de maneira próxima àqueles aceitos cientificamente, demonstrando sua associação e relação entre os conceitos físicos, o que mostra que nossa proposta apresenta um ganho na utilização para diferenciação de conceitos.

Outra coisa também explicitada pelos alunos foi a falta de resolução de exercícios em sala. Com relação a esse fato, precisamos explicitar para o aluno que, ao se trabalhar uma problematização, já estamos resolvendo exercícios, e que, o fato do professor resolver em sala de nada adianta se aluno não apresentar uma postura diferente daquela por nós diagnosticada. Ou seja, há a necessidade de modificar a postura do aluno, incentivando-o à prática de revisão, para que, por meio dela, o aluno se depare com novos desafios e questionamentos, trazendo-os para a sala de aula, enriquecendo a discussão dos conteúdos, ou seja, o aluno deve ser sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Ao final desse estudo, concluímos que o professor, ao saber dos conhecimentos prévios dos alunos, será capaz de ensiná-lo por meio de situações apropriadas e, por meio de situações novas, testar a ocorrência ou não desse aprendizado, uma vez que o foco deve ser proporcionar o melhor aproveitamento possível ao aluno.

É evidente que estamos diante de vários fatores que influenciam no processo ensino-aprendizagem dentre os quais podemos controlar outras não. A forma como conduzimos um curso está totalmente sob a nossa responsabilidade e é nesse tipo de estratégia que devemos, inicialmente, focar nosso trabalho, para que o nosso empenho e motivação possam contagiar nosso aluno e que esse leve para sua vida não apenas conceitos e fórmulas, mas uma visão positiva da escola, encarando toda e qualquer atividade com motivação, buscando se preparar de modo que possa realizá-la da melhor forma possível.

É com essa forma de pensar que esperamos que a nossa proposição educacional colabore. Desejamos que ela sirva de apoio, ou de incentivo, para que professores possam desenvolver e implementar propostas integradas de trabalho, não só entre Física e Matemática, mas entre quaisquer disciplinas que apresentem uma relação, mesmo que seja pequena, mas que possam deixar claro ao aluno que o conhecimento não é fragmentado e sim que sempre existirá uma relação entre esses conhecimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. **Atividades de Modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?** *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 483-497, 2005
- BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. **Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia**, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 24(3), p. 324.
- BELLUCCO, A. C.; CARVALHO, A. M. P. **Construindo a Linguagem Gráfica em uma Aula Experimental de Física**. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 1, p. 61-84, 2009
- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**, Ministério da Educação, Brasília, 1999.
- BRASIL, **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação, Brasília, 2002.
- CAMPOS, C. R. **O ensino da Matemática e da Física numa perspectiva integracionista**. São Paulo: PUC/SP, 2000. Dissertação de mestrado.
- FERRARO, N.; SOARES, P. A. T. **Aulas de Física. v. 1**. São Paulo: Editora Atual, 2003.
- GUIDUGLI, S.; FERNANDEZ GAUNA, C. BENEGAS, J. **Aprendizaje Activo De La Cinemática Lineal Y Su Representación Gráfica En La Escuela Secundaria**. Departamento de Física. Facultad de Ciências Físico-Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis. 5700 San Luis. Argentina – 2004
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Trad. Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. **Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e Matemática no Ensino Médio**. *Ciência e Educação*, v.3, n. 3, p. 399-420, 2007.
- LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física v.1**, 1ª ed., São Paulo: Scipione, 2005.

MARTINI, M. G. A. **O conhecimento físico e sua relação com a Matemática: um olhar voltado para o Ensino Médio.** São Paulo: USP, 2006. Dissertação de Mestrado.

MARTINS, D. A. N. **Tratamento Interdisciplinar e inter-relações entre Matemática e Física: potencialidades e limites da implementação dessa perspectiva.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP).

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo. 195p, 1999.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula.** Editora Universidade de Brasília, Brasília. 186p, 2006.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos - Capítulo 1 - Pesquisa em ensino: métodos qualitativos.** UFRGS, 2009

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel.** Editora Centauro, São Paulo. 111p, 2001.

PENTEADO, P. C.; TORRES, C. M. **Física: Ciência e Tecnologia. v.1.** 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2005.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 19, n°1, p. 93-114. (2002).

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física. v.1,** 8ª ed., São Paulo: Moderna, 2003.

REZENDE, F.; LOPES, A.; EGG, J. **Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de professores.** Ciência & Educação, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. **A Concepção dos Alunos sobre a Física do Ensino Médio: Um Estudo Exploratório.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29. n. 2., p. 251-266, 2007.

RUIZ, A. R.; **A Matemática, os matemáticos, as crianças e alguns sonhos educacionais.** Ciência & Educação, v. 8, n. 2, p. 217-225, 2002

VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Física 1 – Ensino Médio.** 1ª ed., São Paulo: Saraiva, 2010.

ZUFFI, E. M.; PACCA, J. L. A. **O Conceito de função e sua linguagem para os professores de Matemática e de Ciências.** Ciência e Educação (UNESP), Bauru, SP, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2002

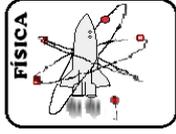
### ***Downloads e Blogs***

SALOMÃO, A.; TOUÇAS, J.; FREITAS, R. **Simulador das Leis da Física (blog)**, disponível em: <http://simucop.blogspot.com/2011/05/simulacao-do-movimento-rectilineo.html>, publicado em *Mai*o de 2011 e acessado em 29/08/2011 às 05:42

Download software *Modellus* - <http://modellus.fct.unl.pt/>

## APÊNDICES

### Apêndice A – Avaliação 01

	GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DE BRAZLÂNDIA CENTRO DE ENSINO MÉDIO 01 DE BRAZLÂNDIA		
	Professores: _____	Data: ___/___/___	
<b>1º</b> _____	Aluno (a): _____	Nº _____	

### AVALIAÇÃO BIMESTRAL FÍSICA E MATEMÁTICA

#### Instruções:

- Leia atentamente cada uma das questões, pois a **INTERPRETAÇÃO É OBJETO DE AVALIAÇÃO**.
- Essa prova é composta por 5 questões. **Nas questões de julgar** existem itens Certos e Errados, de modo que se todos forem marcados como Certo ou Errado, a nota da questão será zero.
- É **permitido** o uso da calculadora comum (nada de celular).
- É **proibido** o empréstimo de qualquer material, podendo o professor aplicador recolher a avaliação por motivo de fraude.
- É **proibido** fazer desenhos e/ou escrever coisas que não dizem respeito ao conteúdo da disciplina.
- Todos os dados necessários para a resolução das questões se encontram no decorrer do texto ou nos gráficos
- **AS RESPOSTAS DAS QUESTÕES DEVEM ESTAR À CANETA AZUL OU PRETA E SEREM JUSTIFICADAS POR MEIO DE CÁLCULOS E/OU COMENTÁRIOS.**

#### Questão 01

A palavra **física** tem origem grega e significa **natureza**. Assim, a Física é a ciência que estuda a Natureza, daí o nome **ciência natural**. Em qualquer ciência, acontecimentos ou ocorrências são chamados **fenômenos**. A simples queda de um lápis, por exemplo, é, em linguagem científica, um fenômeno. Os fenômenos na Natureza são tão variados e numerosos que o campo de estudo da Física torna-se cada vez mais amplo. Dentre os ramos da Física temos a **Óptica**, relacionado com a luz, a **Termologia**, que estuda o calor, a **Eletricidade** e o **Magnetismo**, que estuda os fenômenos elétricos e magnéticos bem como a interação entre eles.

Um fato interessante entre esses campos de estudo é como são dependentes de um único conceito: **movimento**, que é um dos fenômenos mais comuns no dia-a-dia. O estudo desse fenômeno dá origem à **Mecânica**.

Sobre esse fenômeno julgue os itens seguintes em **CERTO** ou **ERRADO**.

- (C) (E) a noção de movimento e de repouso de um móvel é sempre relativo a outro corpo.
- (C) (E) pode-se afirmar que um corpo está em movimento independentemente do referencial adotado.
- (C) (E) um corpo pode estar em movimento e em repouso ao mesmo tempo.
- (C) (E) devido ao fato de o marco zero ser a origem dos espaços, todos os móveis iniciam seus movimentos neste ponto.

(C) (E) um veículo que se encontra no marco 90 km de uma rodovia percorreu uma distância de, no mínimo, 90 km.

Questão 02

A soma de dois vetores de módulos 12 N e 18 N tem certamente o módulo compreendido entre:

- a. ( ) 6 N e 18 N    b. ( ) 6 N e 30 N  
 c. ( ) 12 N e 18 N    d. ( ) 12 N e 30 N  
 e. ( ) 29 N e 31 N

Questão 03

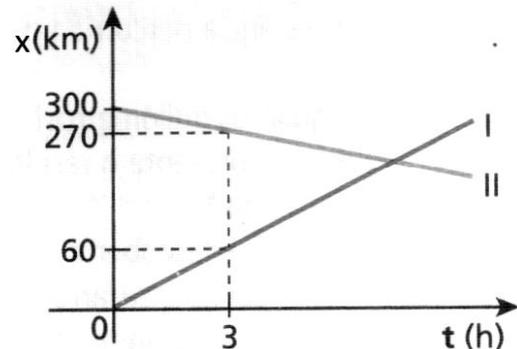
É dada a função horária  $x(t) = 20 - 4t$  (para  $t$  em h e  $x$  em km), que descreve o movimento de um ponto material num determinado referencial. Os espaços  $x$  são medidos numa trajetória a partir de um marco zero. Os instantes  $t$  são lidos num cronômetro.

Sobre o movimento desse móvel julgue os itens em **CERTO** ou **ERRADO**:

- (C) (E) a posição inicial do móvel é 20 km e a velocidade escalar é 4 km/h.  
 (C) (E) o móvel executa um movimento uniforme chamado regressivo.  
 (C) (E) a posição do móvel no instante  $t = 2$  h é 12 km.  
 (C) (E) o instante quando o móvel está na posição 8 km é 0,5 h.  
 (C) (E) esse móvel não passa pela origem dos espaços (marco zero).

Questão 04

Dois tratores, I e II, percorrem a mesma rodovia e suas posições variam com o tempo, conforme o gráfico a seguir.



Determine

- a. a função horária dos movimentos dos tratores;  
 b. o instante e a posição em que ocorre o encontro desses veículos.

Questão 05

Dada a função  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = x^2 - 6x + 8$ . Determine:

- a) as raízes ou os zeros da função.  
 b) a coordenadas do vértice.  
 c) sua concavidade.  
 d) se tem ponto de máximo ou mínimo.

FORMULÁRIO

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

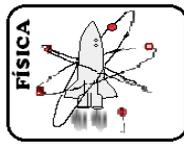
$$x_v = \frac{-b}{2a}$$

$$y_v = \frac{-\Delta}{4a}$$

$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

## Apêndice B – Avaliação 02

	GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DE BRAZLÂNDIA CENTRO DE ENSINO MÉDIO 01 DE BRAZLÂNDIA	
1° ___	Professores:	Data: ___/___/___
	Aluno (a):	N°

### AVALIAÇÃO BIMESTRAL DE FÍSICA E MATEMÁTICA

#### Leia as Instruções:

- Leia atentamente cada uma das questões, pois a **INTERPRETAÇÃO É OBJETO DE AVALIAÇÃO**.
- Essa prova é composta por 6 questões. **Nas questões de julgar** existem itens Certos e Errados, de modo que se todos forem marcados como Certo ou Errado, a nota da questão será zero.
- É **permitido** o uso da calculadora comum (nada de celular).
- É **proibido** o empréstimo de qualquer material, podendo o professor aplicador recolher a avaliação por motivo de fraude.
- É **proibido** fazer desenhos e/ou escrever coisas que não dizem respeito ao conteúdo da disciplina.
- Todos os dados necessários para a resolução das questões se encontram no decorrer do texto ou nos gráficos
- **AS RESPOSTAS DAS QUESTÕES, DOS ITENS DE JULGAR E DAS QUESTÕES DE MARCAR UMA ÚNICA ALTERNATIVA DEVEM ESTAR À CANETA AZUL OU PRETA E SEREM JUSTIFICADAS POR MEIO DE CÁLCULOS E/OU COMENTÁRIOS, CASO CONTRÁRIO SERÃO CONSIDERADAS ERRADAS E A NOTA ATRIBUÍDA SERÁ ZERO.**

#### Questão 01

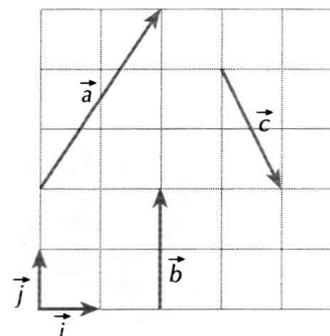
No estudo da Física, como em todas as atividades humanas, criamos a necessidade de medir as coisas, para isso desenvolvemos as **grandezas** ou **quantidades**, esse conceito vai descrever de forma qualitativa e quantitativamente as relações entre as propriedades observadas no estudo da natureza (no seu sentido mais amplo).

Uma grandeza descreve qualitativamente um conceito porque para cada noção diferente pode haver (pelo menos em princípio) uma grandeza diferente e vice-versa.

Uma grandeza descreve quantitativamente um conceito porque o exprime em forma de um binário de número e unidade.

Grandeza é tudo aquilo que envolve medidas. Medir significa comparar *quantitativamente* uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida. Nas medições, as grandezas sempre devem vir acompanhadas de unidades. Existem dois tipos de grandezas, as escalares e as vetoriais.

Em seguida, temos a representação de alguns vetores.



De acordo com os conceitos de grandezas escalares e vetoriais e de acordo com a situação acima, julgue os itens em **CERTO** ou **ERRADO**.

(C) (E) o vetor  $\vec{a}$  pode ser representado pela soma  $2\vec{i} + 3\vec{j}$ .

(C) (E) o vetor  $\vec{c}$  pode ser representado por:  
 $\vec{c} = -\vec{b} + \vec{i}$

(C) (E) o módulo do vetor  $\vec{a}$  é superior a 3,5 unidades.

(C) (E) o vetor  $\vec{b}$  pode representar a altura (comprimento) de uma pessoa.

(C) (E)  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 3\vec{i} + 3\vec{j}$

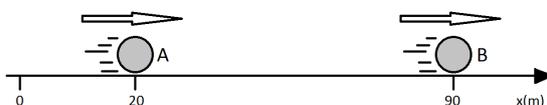
### Questão 02

Um barco percorre a largura de um rio AB igual a 2 km, em meia hora. Sendo a velocidade da correnteza igual a 3 Km/h, temos para a velocidade do barco em relação à correnteza:

- a. ( ) 5 Km/h      b. ( ) 1,5 Km/h  
c. ( ) 10 Km/h    d. ( ) 50 Km/h  
e. ( ) n.r.a

### Questão 03

A figura a seguir mostra dois móveis pontuais, A e B, em movimento uniforme, com velocidades escalares de módulos respectivamente iguais a 9,6 m/s e 4 m/s. A situação representada na figura corresponde ao instante  $t = 0$ .



Julgue os itens em **CERTO** ou **ERRADO**.

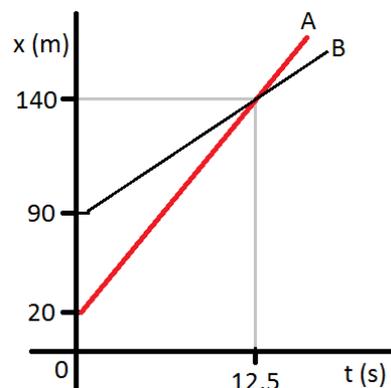
(C) (E) os móveis vão se encontrar após 13 segundos.

(C) (E) eles vão se encontrar 50 metros a frente da posição inicial do móvel B.

(C) (E) podemos afirmar que, antes de  $T = 0$  s, o móvel B andou 70 metros a mais que o móvel A.

(C) (E) esses corpos estarão distantes 30 metros um do outro por dois momentos, que serão separados por cerca de 10,7 s.

(C) (E) O gráfico abaixo representa o movimento dos móveis em questão.



### Questão 04

Dada a função  $f(x) = -3x + 12$ , determine:

- a.  $f(2)$   
b.  $x$ , para  $f(x) = 0$   
c. o gráfico dessa função é crescente ou decrescente? Por quê?

### Questão 05

Um móvel realiza MRU e sua função horária é dada por  $x(t) = 12 - 3t$  (com  $x$  em metros e  $t$  em segundos). Determine.

- a. a posição do móvel no instante  $t = 2$  s.  
b. o instante em que ele passa pela origem dos espaços.  
c. esse movimento é progressivo ou regressivo? Justifique.

### Questão 6

(Cefet-PA) A trajetória de um projétil é determinada pela equação  $x(t) = 100t - 5t^2$ , em que o tempo  $t$  é medido em segundos e a distância do projétil ao solo, no instante  $t$ ,  $x(t)$  é medida em metros. O projétil estará a 420 metros do solo aos:

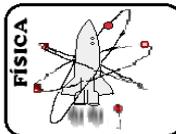
- (I) 6 segundos  
(II) 10 segundos  
(III) 14 segundos

Assinale a opção correta.

- a) (    ) Apenas o item I está certo.
- b) (    ) Apenas o item II está certo.
- c) (    ) Apenas o item I e III estão certos.

- d) (    ) Apenas o item II e III estão certos.
- e) (    ) Todos os itens estão certos.

### Apêndice C – Avaliação 03

	GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DE BRAZLÂNDIA CENTRO DE ENSINO MÉDIO 01 DE BRAZLÂNDIA		
	Professor:	Data: ___/___/___	
1° ___	Aluno (a):	N°	

### AVALIAÇÃO BIMESTRAL

#### Instruções:

- Leia atentamente cada uma das questões, pois a **INTERPRETAÇÃO É OBJETO DE AVALIAÇÃO**.
- Essa prova é composta por 10 questões cujas **RESPOSTAS DAS QUESTÕES DEVEM ESTAR À CANETA AZUL OU PRETA E SEREM JUSTIFICADAS POR MEIO DE CÁLCULOS E/OU COMENTÁRIOS**.
- **Nas questões de julgar** existem itens Certos e Errados, de modo que se todos forem marcados como Certo ou Errado, a nota da questão será zero.
- É **permitido** o uso da calculadora comum (nada de celular).
- É **proibido** o empréstimo de qualquer material, podendo o professor aplicador recolher a avaliação por motivo de fraude.
- É **proibido** fazer desenhos e/ou escrever coisas que não dizem respeito ao conteúdo da disciplina.
- Todos os dados necessários para a resolução das questões se encontram no decorrer do texto ou nos gráficos

#### Questão 01

(UFCE) Um astronauta tem massa de 120 kg. Na Lua, onde  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ , sua massa e seu peso serão, respectivamente:

- a(     ) 120 kg e 192 N  
 b(     ) 192 kg e 192 N  
 c(     ) 120 kg e 120 N  
 d(     ) 192 kg e 120 N  
 e(     ) Nem uma das anteriores.

Qual a diferença entre peso e massa? (texto com cerca de 20 palavras)

---



---



---



---



---

#### Questão 02

(PUC-SP) Um animal puxa uma carroça e ela move-se em linha reta com velocidade

constante de 20 km/h. sabendo que a massa do animal é 400 kg e que a força no cabo que o liga à carroça é de 1000 N, podemos afirmar que a resultante das forças sobre a carroça é:

- a(     ) 4000 N     b(     ) 1000 N  
 c(     ) 400 N     d(     ) 100 N  
 e(     ) nula

Justifique sua resposta. (cerca de 15 palavras)

---



---



---



---



---

#### Questão 03

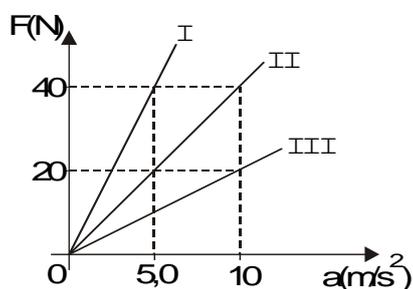
Uma bola de massa 200 g move-se com velocidade 20 m/s quando se choca perpendicularmente com uma parede. Após a colisão, a bola retorna com velocidade de 20 m/s no sentido oposto ao do movimento inicial. Determine:

a. O módulo da variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.

b. A intensidade da força média sobre a bola, sabendo-se que a colisão durou 0,01 s.

#### Questão 04

(ESPM-SP) Construiu-se o gráfico do módulo da força resultante em função da aceleração que o corpo I adquire. Repetiu-se o procedimento para os corpos II e III. Os resultados estão apresentados no gráfico abaixo.



As massas dos corpos I, II e III são, em kg, respectivamente:

- a( ) 2; 4 e 8  
 b( ) 4; 8 e 16  
 c( ) 8; 4 e 2  
 d( ) 16; 8 e 4  
 e( ) 20; 40 e 20

#### Questão 05

(U.F. Viçosa-MG) Um menino entra em um elevador com uma sacola de supermercado contendo 3 litros de leite, o que equivale à carga máxima que as alças da sacola podem suportar. Considerando que o elevador, partindo do repouso, subirá até o andar desejado, o instante mais provável para que as alças sejam arrebentadas é:

- a( ) no final da subida, quando o elevador está em movimento desacelerado.  
 b( ) no início da subida, quando o elevador está em movimento acelerado.  
 c( ) durante o movimento intermediário do elevador, quando ele está em movimento uniforme.  
 d( ) após parar no andar desejado.

e( ) em qualquer instante do movimento com igual probabilidade.

Justificativa (cerca de 15 palavras e/ou cálculos).

---



---



---

#### Questão 06

Um corpo partindo do repouso, é acelerado por uma força resultante de intensidade 100 N e, 10 s após iniciado o movimento, atinge a velocidade de 20 m/s.

- a. Qual é o módulo da aceleração média adquirida pelo corpo?  
 b. Qual é a velocidade do corpo, 3 s após o início do movimento?  
 c. Qual é a massa do corpo?

#### Questão 07

Para a situação da questão anterior e adotando a posição inicial do movimento  $x_0 = 0$ , faça o que se pede.

- a. Esboce os gráficos da aceleração, da velocidade e da posição para o intervalo de tempo de 5 segundos.  
 b. Por meio dos gráficos, determine as variações de velocidade e de posição.

#### Questão 08

A função horária da posição de um móvel é dada por  $x(t) = 10 - 5t + 5t^2$  com a posição marcada em metro e o tempo em segundo. Determine:

- a. A função horária da velocidade.  
 b. O instante e a posição em que o móvel inverte o sentido de seu movimento.

#### Questão 09 - Extra

A tabela abaixo indica alguns dados retirados de um teste feito com vários carros pela revista

Quatro Rodas. Esses testes são, com boa aproximação, uma excelente aplicação das leis de Newton, pois envolvem forças, acelerações, distâncias, tempos, etc. ***Para nossos propósitos, consideraremos que a força aplicada seja a do motor e que ela apresenta, em cada uma das situações, intensidade constante.***

Carro		Toyota Corolla
0 – 100 km/h	(s)	11,6
0-1000 m	(s)	33,2
40 a 80 km/h	(s)	8
60 a 100 km/h	(s)	12,2
80 a 120 km/h	(s)	17,4
120/80/60 km/h	(m)	73,4/32/17,1
Peso (kg)		1105

***Lembre-se que a unidade padrão de velocidade é o m/s, logo não se esqueça de fazer as devidas conversões.***

a. Podemos perceber um erro conceitual nessa tabela. Qual é ele? Justifique.

---



---



---

b. faça o gráfico da velocidade e por meio dele determine a distância percorrida até atingir a velocidade de 100 km/h.

c. Qual a intensidade do Impulso dado para esse veículo percorrer a distância de 1000 m?

d. Quanto tempo leva para que o carro pare estando inicialmente com velocidade de 80 km/h?

e. Qual a variação na quantidade de movimento para o carro ir de 60 para 100 km/h? Qual a força exercida pelo motor nesse caso?

## Apêndice D – Avaliação 04

CENTRO DE ENSINO MÉDIO 01 DE BRAZLÂNDIA

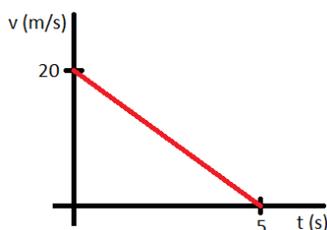
ATIVIDADE DE RECUPERAÇÃO PROCESSUAL – SÉRIE: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_  
ALUN@: \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_ ALUN@: \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_

***As respostas devem estar identificadas e em sequência no verso da folha***

Questão 01 – Um móvel se desloca numa rodovia da cidade A para a cidade B, sabendo que a função horária da posição é  $x(t) = 100 + 80.t$ , sendo  $x$  em km e  $t$  em horas. Sabendo que B dista 350 km de A, faça o que se pede nos itens seguintes:

- a. Classifique o movimento quanto a sua velocidade (MRU ou MRUV). Justifique.
- b. Represente o gráfico da velocidade para as primeiras 3 horas de movimento e determine, por meio do gráfico, a distância percorrida pelo móvel.
- c. Represente o gráfico da posição considerando um tempo de viagem de 5 horas.
- d. A posição do móvel depois de 3 horas de viagem.
- e. Após quanto tempo o móvel chega ao seu destino (cidade B)?
- f. A posição do móvel para  $t = 0$ . Qual o significado disto?

Questão 02 – A velocidade de um corpo em função do tempo é dada pelo gráfico.



Faça o que se pede nos itens seguintes:

- a. Determine a aceleração do móvel e classifique o movimento em acelerado ou retardado.
- b. Qual a distância percorrida por esse corpo nesses 5 segundos?
- c. Qual a função horária da velocidade.
- d. Qual a função horária da posição, admitindo que no instante inicial o móvel ocupe a posição  $x = 7$  m.
- e. Utilizando a resposta do item anterior, determine a posição e o instante em que ocorre a inversão no sentido do movimento do móvel.
- f. Em que instante o móvel passa pela origem dos espaços?
- g. Represente o gráfico da posição pelo tempo, identificando os pontos dos itens (e) e (f).

Questão 03 – É necessário, na indústria automobilística, o teste de alguns componentes de um veículo, entre eles o freio. Para esse tipo de teste, o carro é acelerado até certa velocidade e depois freado até parar. Busca-se valores que sejam ao, mesmo tempo, seguros e confortáveis para os passageiros. Em um teste de segurança, o piloto levou seu carro do repouso até a velocidade de 108 km/h em apenas 4 s, depois manteve essa velocidade por 10 s, acionando os freios. Por motivo de segurança, os freios costumam aplicar uma força cuja intensidade é o quádruplo daquela feita para acelerar o carro. Desprezando as forças resistivas, faça o que se pede em cada um dos itens.

- a. Qual a intensidade da aceleração até atingir a velocidade de máxima no teste?
- b. Qual a intensidade da aceleração de frenagem do veículo?
- c. Qual a distância percorrida e o tempo de duração desse teste? (dica – faça uma representação gráfica).

## Apêndice E – Questionário de Opinião

### QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

O objetivo deste questionário é o de colher a opinião dos estudantes quanto às aulas de Física. Utilize o seguinte código para assinalar a afirmativa de sua escolha.

CP –Concordo Plenamente

C – Concordo

NO – Não tenho Opinião ou estou indeciso

D – Discordo

DT – Discordo Totalmente

1. As aulas não estimularam o interesse pela matéria.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

2. O professor foi pouco didático.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

3. Os conteúdos foram abordados de forma interessante.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

4. Foram estabelecidas relações entre teoria e prática.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

5. Aliar o conteúdo da Física com a Matemática foi interessante.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

6. Você recomendaria esta abordagem para outras disciplinas.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

7. O professor se mostrou motivado durante as aulas.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

8. O conteúdo tem relação com o cotidiano.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

9. Passei a me interessar por Física.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

10. Acredito que compreendi melhor os conceitos físicos e suas relações com outras disciplinas.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

11. Assisti a maior parte das aulas com interesse.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

12. Consegui entender os conceitos e efetuar os cálculos necessários.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

13. Prefiro aprender no modo “tradicional”.

(     ) CP (     ) C (     ) NO (     ) D (     ) DT

14. Poderia destacar aspectos positivos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das aulas interessante, através de aspectos relacionados à Física e ao cotidiano?

15. Poderia destacar aspectos negativos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das aulas interessante, através de aspectos relacionados à Física e ao cotidiano?