

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

**JOSÉ UIBSON PEREIRA MORAES**

**AS TIC COMO FACILITADORAS DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO  
ENSINO DE FÍSICA**

São Cristóvão - SE  
Maio, 2012.

**JOSÉ UIBSON PEREIRA MORAES**

**AS TIC COMO FACILITADORAS DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO  
ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Celso José Viana Barbosa

São Cristóvão - SE  
Maio, 2012.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M827t Moraes, José Uibson Pereira  
As TIC como facilitadoras da aprendizagem significativa  
no ensino de física / José Uibson Pereira Moraes; orientador  
Celso José Viana Barbosa. – São Cristóvão, 2012.  
188 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e  
Matemática)–Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Tecnologia da informação e  
comunicação. 3. Aprendizagem. I. Barbosa, Celso José Viana  
orient. II. Título

CDU 53:37.016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS  
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA



**AS TIC COMO FACILITADORA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA  
NO ENSINO DE FÍSICA**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM  
14 DE MAIO DE 2012

PROF. DR. CELSO JOSÉ VIANA BARBOSA  
(Universidade Federal de Sergipe)

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MARLENE RIOS MELO  
(Universidade Federal de Sergipe)

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> CÉLIA MARIA SOARES GOMES DE SOUSA  
(Universidade de Brasília)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda benção, dons, inspiração e força que Ele me deu. Agradeço aos meus familiares por toda confiança que sempre depositaram em mim. Especialmente a minha mãe (Iolanda) que é meu maior exemplo de força na superação das dificuldades. Agradeço ainda a Napinho, Regina, meus avós e tios e a Edmundo (pai). Agradeço ainda a minha mãe de adoção, Rivaneide, por todo apoio que me deu e pelo muito que já me ajudou. Igualmente agradeço a Bebê.

Agradeço aos meus muitos amigos. Esses na verdade são irmãos, pessoas essenciais em toda minha vida. Ajudaram-me em vários momentos distintos e são co-responsáveis por minhas vitórias e sucessos. Tenho plena certeza que Deus me abençoou e muito com tantas pessoas especiais que colocou em meu caminho, dentre elas quero agradecer especialmente a: Jefferson, Lázaro, Márcio, Lidiana, Verinha, Laís, Ataíde, Juninho, Danilo, Rodrigo's, Elynne, Aline's, Viviane, Osmar, Yasmim, Lorena, Sérgio, Pe. Félix, D. Geane, Monik, Monique, Mônica, Luzinete, Carol, D. Gisélia, D. Jivanda, Wilton Jr., Tiago's, Ezequiel, Fernanda, Rosângela, Júlio, Geraldo, Juliana, Marcos, Karine, etc.

Agradeço de forma especial ao meu orientador Celso por toda paciência que teve comigo, por me proporcionar muito aprendizado na pesquisa, por toda orientação deste trabalho, e por acreditar que tudo ia dar certo. Que Deus o ilumine sempre! Agradeço especialmente também, a todos os meus professores, saibam que não me proporcionaram apenas acesso ao conhecimento, mas principalmente acesso a vitórias. Meu muito obrigado.

Agradeço incondicionalmente a minha amada esposa Vania, mulher, amiga, fiel companheira de momentos especiais, que muito me ajudou. Uma mulher forte que me deu muita força, me mostrando que em momentos muito difíceis é preciso seguir em frente e assim vencer. Proporcionou-me muito tempo de estudo, isso foi fundamental para todo o desenvolvimento desta pesquisa e deste texto. Sou eternamente grato a você Môzinha. Agradeço de forma geral àquelas pessoas que sempre acreditaram em mim. Isso dá certo pessoal, funciona mesmo. Continuem acreditando. Obrigado.

A vida é como jogar uma bola na parede:  
Se for jogada uma bola azul, ela voltará azul;  
Se for jogada uma bola verde, ela voltará verde;  
Se a bola for jogada fraca, ela voltará fraca;  
Se a bola for jogada com força, ela voltará com força.  
Por isso, nunca "jogue uma bola na vida" de forma  
que você não esteja pronto a recebê-la.  
A vida não dá nem empresta;  
não se comove nem se apieda.  
Tudo quanto ela faz é retribuir e transferir  
aquilo que nós lhe oferecemos.

(Albert Einstein)

UIBSON, J. **As TIC como facilitadoras da aprendizagem significativa no ensino de física**. 2012. 188f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2012.

## RESUMO

Partindo da realidade do ensino de Física atualmente, e que este ensino, em certas ocasiões, é alvo de críticas, pensa-se então em como contribuir para a sua melhoria. Com esta motivação, buscou-se com esta pesquisa compreender como o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação pode contribuir para a facilitação da Aprendizagem Significativa no ensino de Física. Para tanto, foi usada como suporte teórico a própria Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, além da Teoria de Educação de Novak e do modelo de ensino-aprendizagem de Gowin. A metodologia usada foi a pesquisa-ação. A coleta de dados foi obtida a partir de mapas conceituais criados pelos alunos, assim como anotações e gravações em áudio. Para a análise quantitativa dos mapas, utilizou-se a pontuação sugerida por Gowin e Alvarez (2005), gerando um escore de cada mapa. Já para a análise qualitativa, utilizaram-se os níveis de classificação da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). A partir destas análises, foram observados indícios de aprendizagem significativa atrelada à contribuição das TIC.

**Palavras-chaves:** TIC, Aprendizagem Significativa, Ensino de Física.

UIBSON, J. **The ICT facilitate meaningful learning in physics teaching**. 2012. 188f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2012.

## **ABSTRACT**

Starting from the reality of physics teaching today, and that this teaching is sometimes criticized, then it is thought to contribute to its improvement. With this motivation this research is intended to understand how the use of Information and Communication Technologies can contribute to the facilitation of The Meaningful Learning in the physics teaching. Therefore, it was used as theoretical support The Meaningful Learning of Ausubel in itself, The Education Theory of Novak and Gowin's Teaching and Learning Model. The methodology used was the action research. Data collection was obtained from the concept maps created by the students as well as notes and audio recordings. For quantitative analysis of the maps was used the score suggested by Gowin and Alvarez (2005), generating a score for each map. As for the qualitative analysis we used the classification levels of the Taxonomy Cañas et al. (2006). From these analyzes, we observed evidence of significant learning tied to the contribution of ICT.

**Keywords:** ICT, Meaningful Learning, Physics Teaching.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Os cinco elementos que compõem um evento educacional.....	20
<b>Figura 2.</b> Representação do processo de assimilação.....	39
<b>Figura 3.</b> Representação do processo de retenção.....	40
<b>Figura 4.</b> Representação de todo o processo de assimilação e retenção.....	41
<b>Figura 5.</b> Fases da Pesquisa-Ação.....	72
<b>Figura 6.</b> Exercício com abstração.....	86
<b>Figura 7.</b> Problemas sobre as Leis de Newton.....	91
<b>Figura 8.</b> Questões de revisão para a 2ª Prova.....	91
<b>Figura 9.</b> Faixa de valores para a classificação de um MPS.....	100
<b>Figura 10.</b> Problema sobre choque mecânico.....	129
<b>Figura 11.</b> Simulação sobre colisões elásticas e inelásticas.....	130
<b>Figura 12.</b> Algumas questões da 1ª Prova.....	131
<b>Figura 13.</b> Problema sobre as Leis de Newton.....	133
<b>Figura 14.</b> Algumas questões da 2ª Prova.....	134
<b>Figura 15.</b> Estrutura do V de Gowin.....	153
<b>Figura 16.</b> Diagrama V desta pesquisa.....	155

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Distribuição de artigos por periódicos .....	13
<b>Tabela 2.</b> O ciclo da pesquisa-ação .....	71
<b>Tabela 3.</b> Idades dos alunos da Turma B .....	73
<b>Tabela 4.</b> Planejamento do 1º Bimestre .....	79
<b>Tabela 5.</b> Planejamento do 2º Bimestre .....	89
<b>Tabela 6.</b> Pesos dos critérios de análise de um MPS .....	98
<b>Tabela 7.</b> Pontuação para a classificação de um MPS .....	99
<b>Tabela 8.</b> Exemplo do cálculo do escore (nota) do mapa sobre Física .....	119
<b>Tabela 9.</b> Resultados dos alunos acima da média – 1º Bimestre .....	127
<b>Tabela 10.</b> Resultados dos alunos abaixo da média – 1º Bimestre .....	127
<b>Tabela 11.</b> Médias dos alunos (1 a 5 e de 6 a 30) .....	128
<b>Tabela 12.</b> Resultados dos alunos acima da média – 2º Bimestre .....	132
<b>Tabela 13.</b> Resultados dos alunos abaixo da média – 2º Bimestre .....	132
<b>Tabela 14.</b> Médias dos alunos (Grupo 1 e Grupo 2) .....	133
<b>Tabela 15.</b> Exemplo de classificação de um MPS .....	135
<b>Tabela 16.</b> Classificação dos materiais do 1º Bimestre .....	136

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Gráfico representando aprendizagem significativa e por memorização.....	32
<b>Gráfico 2.</b> Horas semanais dedicadas ao estudo.....	75
<b>Gráfico 3.</b> Recursos que mais contribuem para a aprendizagem.....	75
<b>Gráfico 4.</b> Equipamentos eletrônicos que os alunos têm contato.....	76
<b>Gráfico 5.</b> Níveis taxonômicos para os mapas sobre Mecânica.....	102
<b>Gráfico 6.</b> Níveis taxonômicos para os mapas sobre Movimento.....	105
<b>Gráfico 7.</b> Níveis taxonômicos para os mapas sobre Física.....	107
<b>Gráfico 8.</b> Níveis taxonômicos para os mapas sobre Leis de Newton.....	113
<b>Gráfico 9.</b> Níveis taxonômicos para o mapa Geral.....	116
<b>Gráfico 10.</b> Histograma de notas para o mapa sobre Mecânica.....	120
<b>Gráfico 11.</b> Histograma de notas para o mapa sobre Movimento.....	121
<b>Gráfico 12.</b> Histograma de notas para o mapa sobre Física.....	122
<b>Gráfico 13.</b> Histograma de notas para os sobre as Leis de Newton.....	123
<b>Gráfico 14.</b> Histograma de notas para o mapa Geral.....	123
<b>Gráfico 15.</b> Histograma de notas do primeiro bimestre.....	124
<b>Gráfico 16.</b> Histograma de notas do segundo bimestre.....	125
<b>Gráfico 17.</b> Médias dos cinco mapas.....	125

## Lista de Mapas Conceituais

<b>Mapa 1.</b> Mapa conceitual da Teoria de Educação de Novak.....	23
<b>Mapa 2.</b> Processos de aquisição de conceitos.....	34
<b>Mapa 3.</b> Nosso mapa conceitual sobre a teoria da aprendizagem significativa.....	51
<b>Mapa 4.</b> Um mapa conceitual sobre mapas conceituais.....	66
<b>Mapa 5.</b> Mapa Conceitual sobre Movimento-01.....	84
<b>Mapa 6.</b> Mapa Conceitual sobre Mecânica-01.....	85
<b>Mapa 7.</b> Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 1.....	103
<b>Mapa 8.</b> Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 2.....	103
<b>Mapa 9.</b> Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 3.....	104
<b>Mapa 10.</b> Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 4.....	104
<b>Mapa 11.</b> Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 1.....	105
<b>Mapa 12.</b> Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 2.....	106
<b>Mapa 13.</b> Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 3.....	106
<b>Mapa 14.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 1.....	108
<b>Mapa 15.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 2.....	108
<b>Mapa 16.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 3.....	109
<b>Mapa 17.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 4.....	109
<b>Mapa 18.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 5.....	110
<b>Mapa 19.</b> Mapa Conceitual sobre Física – Nível 6.....	111
<b>Mapa 20.</b> Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 2.....	113
<b>Mapa 21.</b> Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 3.....	114
<b>Mapa 22.</b> Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 4.....	114
<b>Mapa 23.</b> Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 5.....	115
<b>Mapa 24.</b> Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 6.....	115
<b>Mapa 25.</b> Mapa Conceitual Geral – Nível 2.....	116
<b>Mapa 26.</b> Mapa Conceitual Geral – Nível 3.....	117
<b>Mapa 27.</b> Mapa Conceitual Geral – Nível 4.....	117
<b>Mapa 28.</b> Mapa Conceitual Geral – Nível 5.....	118
<b>Mapa 29.</b> Mapa Conceitual Geral – Nível 6.....	118

## Lista de Anexos

<b>ANEXO A.</b> Diagramas Vê.....	152
<b>ANEXO B.</b> Questionário Perfil.....	156
<b>ANEXO C.</b> Texto de apoio sobre Física.....	157
<b>ANEXO D.</b> Texto de apoio sobre Mecânica.....	158
<b>ANEXO E.</b> Texto de apoio sobre Movimento.....	159
<b>ANEXO F.</b> Atividade: entrevista com um mecânico.....	161
<b>ANEXO G.</b> Física – Matemática.....	162
<b>ANEXO H.</b> 1ª Prova de Física.....	165
<b>ANEXO I.</b> 2ª Prova de Física.....	167
<b>ANEXO J.</b> Tabela de pontuação para os mapas conceituais.....	168
<b>ANEXO K.</b> Atividade: Quantidade de Movimento.....	169
<b>ANEXO L.</b> Atividade: Choques Mecânicos.....	171
<b>ANEXO M.</b> Atividade: Leis de Newton.....	172

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. As TIC na literatura</b> .....	6
2.1. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).....	6
2.2. TIC e Aprendizagem Significativa.....	12
<b>3. Teoria de Educação e da Aprendizagem Significativa</b> .....	18
3.1. A Teoria de Educação de Novak.....	19
3.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	23
3.2.1. <i>O que é Aprendizagem Significativa?</i> .....	25
3.2.2. <i>O que é necessário para ocorrer a Aprendizagem Significativa?</i> .....	28
3.2.3. <i>Qual a diferença entre Aprender de forma Significativa e Mecânica?</i> .....	30
3.2.4. <i>Quais são os tipos de Aprendizagem Significativa?</i> .....	33
3.2.5. <i>Quais são as formas de Aprendizagem Significativa?</i> .....	35
3.2.6. <i>O que Ausubel pensa sobre Assimilação e Retenção?</i> .....	38
3.2.7. <i>Quais os princípios da Aprendizagem Significativa?</i> .....	42
3.2.8. <i>Como facilitar a Aprendizagem Significativa?</i> .....	44
3.2.9. <i>O que são os Organizadores Prévios?</i> .....	47
3.2.10. <i>Qual o papel da linguagem na Aprendizagem Significativa?</i> .....	49
<b>4. Material Potencialmente Significativo</b> .....	52
4.1. Material Potencialmente Significativo (MPS).....	52
4.2. Critérios de Análise para um Material Potencialmente Significativo.....	56
<b>5. Mapas Conceituais (MC)</b> .....	64
5.1. Tipos de mapas conceituais.....	66
5.2. Elaborando bons mapas conceituais.....	67
<b>6. Metodologia</b> .....	69
6.1. Planejamento, Implementação e Avaliação.....	72
6.1.1. <i>Planejar</i> .....	72
6.1.2. <i>Implementar</i> .....	80
6.1.3. <i>Avaliar</i> .....	92

6.2. Instrumentos de coleta de Dados.....	92
6.3. Instrumentos de análises.....	92
<b>7. Resultados e Discussões.....</b>	<b>102</b>
7.1. Mapas Conceituais – Análise qualitativa.....	102
7.2. Mapas Conceituais – Análise quantitativa.....	119
7.3. Materiais Utilizados.....	135
<b>8. Conclusões.....</b>	<b>138</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>144</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>152</b>

# CAPÍTULO 1

## Introdução

O que é Educação? O que é o Ensino? O que é aprendizagem? Se você é professor certamente essas questões já rondaram seus pensamentos. Não necessariamente dessa forma. Mas quando estamos em sala de aula devemos estar atentos a tais questões. Elas são fundamentais para que o professor compreenda e busque possíveis transformações em sua prática.

Ao pensar em Educação, temos em mente (em alguns casos) o sistema educativo, as leis que regem a educação, orientações curriculares, etc. Porém, em sala de aula é preciso que possamos ir além nesses pensamentos. É preciso pensarmos também em uma Teoria de Educação. Uma teoria de educação se faz fundamental, pois é a referência para o ensino e para a aprendizagem.

Ao pensar em Ensino, nos vêm em mente técnicas, ferramentas, métodos, etc. Novamente devemos sair desta superfície e buscarmos uma profunda relação entre a proposta de ensino do professor com uma teoria de educação que a norteie e com um tipo de aprendizagem que se almeja com tal ensino. Talvez assim, podemos tornar mais eficazes técnicas, ferramentas e métodos, em busca de superação das dificuldades dos alunos, levando-os a aprender.

Ao pensar em Aprendizagem o leque de opções em termos de pensamentos também é grande, pois depende muito de que concepção o professor tem da mesma. Para muitos ela pode significar somente o que o aluno aprendeu. Para outros pode estar relacionada em como os conhecimentos adquiridos pelos alunos podem levá-los a uma transformação social. Enfim, é preciso ter em mente o tipo de aprendizagem que se objetiva com um determinado ensino, pois sabendo o que se quer alcançar, é possível traçar estratégias mais orientadas que levem a isso.

Quando se pensa em Educação nesta pesquisa, estamos nos referindo a uma educação dentro dos moldes teóricos de Joseph Novak. Esta teoria de educação foi utilizada nesta pesquisa por julgarmos mais conveniente para a proposta de ensino e aprendizagem que buscamos. Além disso, ela busca enxergar o aluno de uma forma mais completa, leva em conta que este é um ser que pensa, age e sente. E que pensar, agir e sentir, interfere no processo.

O ensino nesta pesquisa encontra-se dentro da perspectiva do D. B. Gowin. Sendo assim, leva em conta que em um processo educativo é fundamental a relação entre professor, alunos e materiais instrucionais. Tal modelo foi utilizado por estar de acordo com o tipo de aprendizagem que foi almejada e dentro também da teoria de educação anteriormente citada.

A aprendizagem almejada e que é tratada nesta pesquisa é a aprendizagem significativa, sendo esta fundamentada na teoria David Ausubel. Esta teoria é base também para a teoria de educação de Novak e o modelo de ensino de Gowin. Assim temos um cenário bastante coeso entre educação, ensino e aprendizagem. A aprendizagem significativa foi escolhida por se mostrar mais eficiente do que a tradicional (mecânica). Além do mais, Ausubel defende que se o aluno aprender de forma significativa o tempo em que o conteúdo aprendido fica disponível (retido) na sua estrutura cognitiva é maior que na aprendizagem mecânica. Temos ainda que este tipo de aprendizagem leva em conta o que o aluno sabe (conhecimento prévio) e que este saber é o fio condutor de todo o ensino.

Após a realização de um estudo teórico sobre a teoria de educação de Novak, o modelo de ensino de Gowin e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, buscamos pensar como o ensino de Física poderia se beneficiar tendo em vista esta linha de pensamento. Ou seja, buscamos pensar como a aprendizagem significativa pode ser alcançada no ensino de Física.

Para que o objetivo acima fosse alcançado optou-se pela utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)<sup>1</sup> como facilitadoras da Aprendizagem Significativa no ensino de Física. Mas por que as TIC? Inicialmente elas foram pensadas pela facilidade de uso de alguns recursos TIC pelo autor deste trabalho, porém isto não é suficiente dentro de uma pesquisa. Assim, buscamos na literatura trabalhos relacionados às TIC no intuito de compreendermos se as mesmas seriam realmente indicadas dentro das teorias que fundamentam esta pesquisa. Buscamos trabalhos que revelassem possíveis potencialidades desses recursos, assim como orientações quanto às vantagens e limitações deste uso.

---

<sup>1</sup> TIC aqui é entendida de forma ampla, representando o conjunto de recursos tecnológicos (Vídeos, Animações, Simulações, Hipermídia, etc.) que atuando de forma integrada possam proporcionar automação e/ou comunicação entre processos nas atividades voltadas ao ensino. De forma que as TIC auxiliem assim, a aprendizagem.

O enorme número de trabalhos encontrados referente às TIC mostra o quanto esta temática está ganhando importância em outras áreas e especificamente no ensino de Física. Assim, esta pesquisa tem como principal objetivo compreender como as TIC podem facilitar a aprendizagem significativa no ensino de Física. Neste percurso buscamos propor estratégias de ensino e inovações pedagógicas com o uso das TIC, que contribuam para a ocorrência efetiva de aprendizagem significativa. A base teórica desta pesquisa está alicerçada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel. Os principais conceitos da TAS abordados são os de aprendizagem significativa (AS), material potencialmente significativo (MPS) e organizadores prévios. Além dos autores citados, uma referência fundamental para este trabalho são os estudos de Moreira sobre a TAS.

Tendo em vista que o aluno está em contato com uma gama de mudanças, seja em seu contexto social, seja na forma que se comunica ou em seu ambiente escolar e que este aluno também se modifica, evolui, nota-se que os modelos pedagógicos já atendem às mudanças ocorridas com ele. Então, torna-se imprescindível o aprimoramento das técnicas de ensino e/ou de ferramentas que auxiliem a educação atual. Tal aprimoramento não implica que apenas as técnicas podem sozinhas resolver toda a problemática relacionada ao ensino-aprendizagem, mas com certeza, representa um ganho para a melhoria da educação quando se consegue fazer com que elas contribuam mais eficazmente para a aprendizagem.

Pensar em melhoria na educação é algo bastante complexo, e além de técnicas ou ferramentas, é preciso levar em consideração também a atitude do professor perante o ensino. Tal atitude precisa estar em conexão com as mudanças sociais e o contexto de vida dos alunos. Assim, professores precisam (apesar das dificuldades enfrentadas) refletir sobre ensino, sobre aprendizagem, etc. Em alguns casos, estes não levam em conta o grande avanço tecnológico que está ocorrendo nem fazem uma contextualização direta do que está sendo ensinado com a realidade vivida pelo aluno (UIBSON, 2009). Levando-se em conta esse contexto, encontramos com facilidade alunos que acham a ciência chata e de modo específico, a Física. A partir disso surge uma necessidade de propor novas estratégias de ensino, com a utilização de recursos didáticos inovadores, que atendam o contexto atual da educação.

A presente pesquisa propõe de forma geral responder a seguinte questão: de que forma as TIC podem facilitar a aprendizagem significativa no ensino de Física? Para tanto, é preciso responder outras perguntas mais específicas: como criar um ambiente favorável para a ocorrência da AS, fazendo uso das TIC? Como caracterizar eficazmente um material como sendo potencialmente significativo? Como verificar a ocorrência da AS com a utilização dos mapas conceituais? Como deve ser uma ação pedagógica focada nas TIC para que a mesma auxilie a AS?

Para responder aos questionamentos expostos anteriormente a metodologia utilizada nesta pesquisa foi a da pesquisa-ação (TRIPP, 2005). Onde o ensino orientado pela pesquisa, influencia também a própria pesquisa, num ciclo de constantes mudanças de reflexão-ação sobre o objeto pesquisado. As análises feitas terão cunho qualitativo e quantitativo, buscando assim ter uma melhor compreensão dos dados encontrados. Esta pesquisa foi desenvolvida numa turma da 1ª série do ensino médio do Instituto Federal de Sergipe na cidade de Lagarto, durante o primeiro semestre de 2011.

A metodologia da pesquisa-ação mostrou-se bastante eficaz e em conexão com a teoria da aprendizagem significativa. Os resultados obtidos em um ciclo (bimestre) da pesquisa-ação vão interferir no ciclo (bimestre) seguinte. Nesse processo foi levado em conta algo fundamental dentro da TAS, que é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja seus conhecimentos prévios.

Analisar o ensino de Física e propor novas estratégias é de fundamental importância para os educadores e pesquisadores desta área. Tendo em vista que este ensino sofre críticas com relação a sua eficácia para promover a aprendizagem é preciso analisar possíveis problemas existentes, já que estes podem levar o aluno a uma visão distorcida do que seja realmente a Física.

No ensino de Física existe uma precariedade na relação ensino-aprendizagem, pois ministra-se esta disciplina em sala de aula geralmente com foco na Matemática, sem levar o aluno a um verdadeiro raciocínio físico dos problemas. Isso prejudica a assimilação dos conceitos físicos e sua relação com a realidade do aluno; geralmente ocorre uma não contextualização do que está sendo ensinado. Assim, o aluno tem uma imagem da Física somente como uma “matéria” para resolver contas, confundindo-a frequentemente com a Matemática. Não percebendo assim, toda dimensão da Ciência Física (RICARDO E FREIRE, 2007).

Em busca de meios para solucionar essa problemática, essa pesquisa espera dar uma importante contribuição, propondo assim um ensino com o uso das TIC, tendo em vista que elas apresentam grandes potencialidades para proporcionarem uma Aprendizagem Significativa (MARTINHO E POMBO, 2009).

Esta dissertação está dividida em oito capítulos. O Capítulo 1 refere-se a apresentação deste trabalho. Ou seja, a tudo o que foi exposto até agora, mostrando os objetivos desta pesquisa, suas principais questões e justificativas.

O Capítulo 2 busca fazer uma discussão sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação. Para tanto, será apresentada uma revisão da literatura onde foram destacados os principais trabalhos encontrados com esta temática.

O Capítulo 3 trata da teoria de educação de Novak e da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. De forma a complementar este capítulo, apresentamos no Capítulo 4 uma discussão sobre materiais potencialmente significativos, onde propomos um instrumento para avaliar e classificar materiais instrucionais como sendo potencialmente significativos ou não.

No Capítulo 5 os mapas conceituais são apresentados e discutidos. Apresentamos ainda uma ferramenta para a avaliação qualitativa e quantitativa dos mesmos. Inclusive uma fórmula para quantificar os mapas (através de um escore).

O Capítulo 6 mostra a metodologia utilizada nesta pesquisa, com uma discussão sobre a pesquisa-ação e descreveremos tudo o que foi realizado nesta investigação. Já o Capítulo 7 traz os resultados encontrados, assim como discussões sobre os mesmos.

O Capítulo 8 traz as principais conclusões que foram possíveis de se atingir com esta pesquisa. Sendo estas referentes a um estudo específico, porém, com capacidade também de algumas generalizações.

## CAPÍTULO 2

### As TIC na literatura

*“As tecnologias em si não são boas ou más, isto dependerá do uso que se fará delas.”*  
(Wendel Freire)

Como é de se observar a partir da citação de Wendel Freire, as TIC, em essência, não são nem boas nem más, mas a forma como são usadas é que irá indicar sua eficácia. É neste sentido que se faz necessária uma caracterização correta dessas tecnologias como sendo um material potencialmente significativo, que, como veremos, é condição fundamental para a ocorrência da aprendizagem significativa. Tal caracterização precisa apontar critérios precisos e bem fundamentados teoricamente.

Antes de entrarmos em detalhes sobre a caracterização citada, é preciso entender melhor as Tecnologias da Informação e Comunicação e como elas vêm sendo usadas na educação.

#### **2.1 – Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)**

A terminologia TIC, refere-se a “conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações e tem na Internet e mais particularmente na Worl Wide Web (WWW) a sua mais forte expressão” (MIRANDA, 2007, p. 43).

Observando a realidade educacional atual, percebe-se a necessidade de atualização das estratégias de ensino, buscando sempre sua melhoria e uma aprendizagem significativa para o aluno. O uso das TIC no ensino de Física é incentivado de várias formas, mesmo quando não há associação deste uso com as teorias cognitivistas de aprendizagem (VIANNA e ALVARENGA, 2009). Entretanto, seu uso ainda é muito limitado no ensino básico e no ensino superior.

O uso das TIC atrelado a outras ferramentas educacionais pode contribuir significativamente para melhoria na relação ensino-aprendizagem. Para tanto, qualquer recurso tecnológico que venha a ser posto como meio viabilizador da aprendizagem, deve prezar pela qualidade e eficácia de seu conteúdo. Esta

qualidade passa por um uso das tecnologias atrelado com teorias de aprendizagem (Teoria da Aprendizagem Significativa, por exemplo). Essa relação pode ser facilitada a partir da identificação de um determinado recurso dentro das TIC como sendo um Material Potencialmente Significativo (MPS).

Como veremos, para a Aprendizagem Significativa ocorrer é preciso primeiramente que o aluno tenha disposição para aprender significativamente. Buscando assim relacionar de forma não-arbitrária e não-literal o material utilizado com as ideias relevantes em sua estrutura cognitiva e também que o conteúdo a ser aprendido ou a tarefa de aprendizagem seja potencialmente significativa.

O uso das TIC justifica-se por suas potencialidades. Em um estudo exploratório, Martinho e Pombo (2009, p. 536), constataram que a implementação das TIC proporcionou “a criação de um ambiente de trabalho mais motivador, onde os alunos focalizaram mais a sua atenção, ficaram mais empenhados e rigorosos no desenvolvimento dos seus trabalhos, conseguindo-se também melhores resultados em termos de avaliação.” Tal constatação contribui decisivamente para a ocorrência da aprendizagem significativa, pois alunos motivados e empenhados certamente apresentam mais disposição para aprender.

Foi observado também que “os alunos desenvolveram maior versatilidade no manuseamento do computador, verificando-se uma melhoria quanto à aquisição de competências específicas, gerais, tecnológicas e atitudinais” (Ibid. p. 536). Outro fato notável para a aprendizagem é que a habilidade de manuseio do aluno contribui para que o mesmo se relacione melhor com as TIC.

Sabendo que “estamos num mundo de constante transformação, a introdução de novas tecnologias no ensino, como o uso do computador e da internet, podem trazer benefícios significantes para o ensino de Física” (MEES, 2004, p. 107). Diante desta realidade, é preciso se atualizar e incorporar o melhor que as TIC podem oferecer. Tendo em vista que um dos produtos do ensino e do processo de aprendizagem é o compartilhamento de significados aceitos cientificamente, é preciso buscar então uma atitude positiva do aluno perante a Ciência “num ensino que enfatiza competências e processos de pensamento científicos e atende à natureza da Ciência, mas também na sua perspectiva de independência da tecnologia e de fatores sociais” (MARTINS, 2006, p.2). A autora complementa esta visão citando o papel do professor perante este ensino, que é o de

Criar uma nova visão do ensino-aprendizagem da ciência que permita aos jovens acompanhar as mudanças sociais, o avanço das fronteiras da ciência e da tecnologia e o significado que estas têm para a vida, não só no momento presente, mas igualmente no futuro. A educação tem de se abrir para uma visão pluralista e mutável do mundo, uma visão que permita a cada um desenvolver a sua singularidade e integrar-se depois no conjunto social. (Ibid. p. 2).

Percebe-se também segundo pesquisas recentes realizadas sobre o ensino de Física, que com o uso de tecnologias “ampliam-se os objetivos educacionais e se espera que os conhecimentos adquiridos na escola tenham sua pertinência para além dos seus muros” (RICARDO *et al.*, 2007, p. 135). Dessa forma, espera-se que a aprendizagem adquirida sirva não somente para a vida escolar do aluno, mas para sua vida como um todo.

O uso das TIC também apresenta potencialidades em atividades experimentais. Em pesquisa realizada por Cavalcante e Tavolaro (1997), o computador foi utilizado na aquisição e análise dos dados em tempo real sobre um experimento sobre lançamento horizontal; tais dados foram apresentados na forma de tabelas e gráficos. O maior destaque dos autores nesta pesquisa é que “quando se usa o computador desta maneira, o aluno fica livre da tarefa pouco agradável de anotar e operar com dados e pode dedicar-se mais profundamente à tarefa de analisá-los e deles retirar o conteúdo físico” (p. 285). Outro destaque foi a precisão dos resultados encontrados, pois os autores verificaram que foi possível medir a aceleração da gravidade com um erro menor que 2%. Resultado que, segundo os mesmos, ainda pode ser melhorado.

A presença e potencialidade de recursos TIC estão também em vários objetos de aprendizagem que estão disponíveis na *internet* (Rived, Phet, NOA). Existem também outros objetos criados de forma independente, que é o caso do *software* (Batimento) desenvolvido por Silva *et al.* (2004) para o estudo de um tipo de interferência em ondas, que é o batimento em ondas sonoras. De acordo com os autores, as principais vantagens com o uso deste *software* foram:

A facilidade de uso; completa definição sonora dos batimentos (mesmo para  $f_b > 10$  Hz), independentemente da posição do observador em relação às fontes; o controle absoluto do experimentador sobre cada onda sonora, já que cada uma delas é executada de forma independente da outra; possibilidade de produção de várias superposições sonoras simultaneamente (SILVA *et al.*, 2004, p. 108).

O uso do *software* citado anteriormente, pode também proporcionar aos alunos “perceber, de forma clara, os conceitos de interferência construtiva e destrutiva de ondas. Além disso, como um subproduto, pode também ser utilizado para o estudo do movimento circular uniforme” (Ibid. p. 109).

Outro *software* utilizado no ensino de Física é o *stellarium*, que foi usado numa pesquisa realizada por Longhini e Menezes (2010), onde propõem várias situações problemas sobre Astronomia, em que os alunos para resolvê-las, fazem uso do *software*. Os autores destacam que o *stellarium* possui várias ferramentas “para simular fenômenos que podem ser inacessíveis ao professor em situações de sala de aula. Muitas outras possibilidades podem ser exploradas com o uso do mesmo programa, dependendo do tema ou do objetivo do docente” (p. 446).

As possibilidades citadas acima são permitidas ao professor não apenas usando o *stellarium*, pois o número de objetos virtuais de aprendizagem vem aumentando muito nos últimos anos, assim também como o número de pesquisas nesta área. Por falar nestas, Sena dos Anjos (2008) faz análises e reflexões baseadas em trabalhos que envolvem o uso de tecnologia. O autor destaca que “o processo educativo depende da presença e da troca entre pessoas e, como tal, a participação do educador é indispensável, como articulador, comunicador e mediador na construção dos conhecimentos” (p. 574). Porém o professor deve estar atento, pois, “não saber adequar o uso pedagógico das novas tecnologias, significa permanecer tradicional usando novos e emergentes recursos” (p. 573). Assim é preciso que o professor dentro de um contexto de trabalho com o uso de tecnologias, busque cada vez mais se aperfeiçoar para tornar este uso mais efetivo na aprendizagem dos alunos. Fato que não é relativamente simples dependendo da realidade de trabalho do professor.

Pensando sobre a efetividade no processo de ensino e aprendizagem que envolva principalmente a utilização de recursos tecnológicos, Sena dos Anjos infere que “é preciso definir critérios, buscar competência técnica e possuir visão crítica no sentido de adequar as concepções de ensino e de aprendizagem às inovações tecnológicas” (p. 597). Isso pode ser alcançado com o aumento da pesquisa nessa área e com maior diálogo entre professores e pesquisadores. Além também de outros diálogos com outros agentes envolvidos no processo educacional.

Muitos trabalhos foram encontrados na literatura que envolve as TIC e o ensino de Física. Alguns trabalhos relacionam o uso de recursos TIC com a experimentação. Cavalcante e Tovalaro (1997) realizaram um estudo sobre lançamento horizontal, utilizando o computador para a aquisição e análise de dados e mostraram a eficiência deste uso tendo em vista os resultados obtidos. Cavalcante *et al.* (1999) apontam algumas possibilidades na utilização de sistemas para a coleta e análise de dados em medidas físicas. Assim, propõem um laboratório didático assistido por computador para o estudo de mecânica. Mossmann *et al.* (2002) descrevem a informatização de um experimento tradicional envolvendo a medida de coeficientes de atrito. Para tanto sugerem a determinação de tais coeficientes utilizando-se a aquisição automática de dados. Magalhães *et al.* (2002) fazem a análise quantitativa de movimentos em experimentos a partir da utilização de um *software*. Silva *et al.* (2003) realizaram um experimento caseiro utilizando um computador e um balde d'água, eles buscaram determinar a velocidade do som no ar.

Há trabalhos que tratam do desenvolvimento de ambientes (TIC) que auxiliam a aprendizagem. Souza e Bastos (2006) desenvolveram um ambiente multimídia para a resolução de problemas em Física. Moreira e Borges (2007) através de uma pesquisa realizada com o uso de um ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações buscaram compreender os modos de interpretação dos estudantes em atividades envolvendo representações de modelos conceituais.

Há estudos ainda que mostram o desenvolvimento e uso de softwares para o ensino de Física. Silva *et al.* (2002) apresentam um *software* educacional (Vest21 Mecânica), destinado ao ensino médio e que contém todo o conteúdo de mecânica. Rezende e Cola (2004) procuram refletir sobre a hipermídia como material educativo na promoção da flexibilidade cognitiva e sua possível relação com os conceitos de interdisciplinaridade e complexidade. Pires e Veit (2006) descrevem uma experiência didática em que usaram as TIC no ensino de Física a fim de ampliar e motivar o aprendizado dos alunos. Heckler *et al.* (2007) relatam o desenvolvimento e aplicação de um CD-ROM de óptica para o ensino médio, onde tratam do uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas que auxiliam o ensino da óptica. Werlang *et al.* (2008) apresentam um material didático (hipertexto) que usa recursos tecnológicos como vídeos, animações em *Flash*, *Applets Java*, figuras, textos e atividades práticas.

Alguns trabalhos tratam sobre animações, simulações e modelagem no ensino de Física. Veit e Teodoro (2002) discutem a importância da modelagem no ensino/aprendizagem de Física e sua conexão com os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM). Medeiros e Medeiros (2002) tratam das possibilidades e limitações das simulações computacionais para o ensino da Física, abordando ainda a importância destes recursos. Sena dos Anjos (2008) apresenta uma breve visão crítica do uso das TIC (recursos da informática) na Educação em Ciências, enfatizando o uso e adequação dos programas de simulação.

Vídeos e recursos audiovisuais são utilizados em muitos trabalhos. Mujica e Medeiros (1996) realizam uma pesquisa cujo objetivo é mostrar um caminho que pode garantir um melhor uso do vídeo no ensino de Física. Rosa (2000) faz uma análise da função dos recursos audiovisuais na Educação em geral e no Ensino de Ciências em particular. Vergara e Buchweitz (2001) também estudaram a utilização do vídeo no ensino de Física, só que buscaram verificar a importância do uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento de atividades de ensino que resultem em aprendizagem. Clebsch e Mors (2004) realizam um estudo sobre a exploração de recursos simples de informática e audiovisuais no ensino de Física. Relatam assim, a utilização de trechos de filmes produzidos pela indústria cinematográfica como elemento motivador de alunos do Ensino Médio, no estudo dos Fluidos. Xavier *et al.* (2010) tratam do uso do cinema como incentivador da motivação e facilitador da aprendizagem em Física a nível médio.

Discussões e reflexões sobre o uso do computador, da internet, etc., fazem parte de muitos trabalhos. Cavalcante *et al.* (2001) destacam o uso da internet na compreensão de temas de Física Moderna (descoberta do núcleo) para o ensino médio. Fiolhais e Trindade (2003) trazem uma reflexão sobre o ensino de Física no computador, mostrando este como uma ferramenta para o ensino e aprendizagem nas ciências físicas. Ricardo *et al.* (2007) tratam das percepções dos professores sobre o ensino da tecnologia no nível médio. Onde detectam que as percepções não são claras e ocorre confusão entre ciência aplicada e tecnologia. Zanotta *et al.* (2011) trazem uma discussão sobre os conceitos físicos envolvendo a tecnologia usada no Sistema de Posicionamento Global (GPS), fazendo uma análise do ponto de vista histórico e didático.

Santos *et al.* (2000) buscaram analisar o uso de simulações com o *software* Physic Interactive em classes de física. Nogueira *et al.* (2000) buscaram discutir como o computador pode ser utilizado na perspectiva da aprendizagem significativa a partir de analogias entre teorias de aprendizagem e o desenvolvimento das linguagens de computação. Machado e Santos (2004) desenvolveram o *software* (Gravitação Universal), onde buscaram identificar aspectos positivos e desfavoráveis deste *software* em termos de estrutura e funcionamento e de suas possibilidades para a aprendizagem e motivação dos alunos. Machado e Nardi (2006) desenvolveram um software educacional no intuito de compreender a construção de conceitos de Física Moderna (teoria da relatividade) e sobre a natureza de Ciência. Dorneles *et al.* (2006 e 2008) realizaram dois trabalhos onde no primeiro apresentam uma proposta didática que envolve o uso de simulação e modelagem computacional com o *software* *Modellus*; no segundo realizaram um apanhado sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação a circuitos RLC.

## **2.2 – TIC e Aprendizagem Significativa**

Buscamos na literatura trabalhos que tratassem das TIC e Aprendizagem Significativa no Ensino de Física. Essa busca foi realizada nos principais periódicos nacionais da área com boa qualificação da Capes (Qualis A1, A2, B1 e B2). A seleção constou inicialmente de verificar quais os periódicos se enquadram na classificação A até B2, do Qualis da Capes. Assim foram selecionados oito periódicos: Ciência e Educação (A1), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (A2), Investigações em Ensino de Ciências (A2), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (B1), Revista Brasileira de Ensino de Física (B1), Ciência & Ensino (B2) e Experiências em Ensino de Ciências (B2).

O período em que foi realizada a busca nos periódicos foi de 1990 à 2011. Isso se justifica tendo em vista que os primeiros trabalhos referentes ao uso de tecnologias no ensino foram na década de 90 do século passado. Este período compreendeu basicamente todos os volumes dos oitos periódicos citados (com exceção para o Caderno Brasileiro de Ensino de Física e da Revista Brasileira de Ensino de Física, que são mais antigos).

A pesquisa nos periódicos foi realizada inicialmente no campo de busca do próprio periódico, utilizando nomes como TIC, Tecnologias da Informação e Comunicação, Tecnologias, etc. Porém em seguida isso foi modificado tendo em vista que muitos artigos poderiam ficar de fora, pois tratam de recursos TIC, porém nem sempre isso está explícito em seu título ou no resumo. Assim, buscamos informações nos resumos dos artigos, não optando por usar o buscador do próprio periódico, mas sim observando artigo por artigo.

Inicialmente foram encontrados 48 artigos que tratavam das TIC, porém apenas 6 desses tinham como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. A tabela a seguir mostra a distribuição desses artigos por periódico.

**Tabela 1** – Distribuição de artigos por periódicos.

<b>REVISTAS</b>	<b>TIC</b>	<b>TIC e TAS</b>
Ciência e Educação	3	1
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2	0
Investigações em Ensino de Ciências	1	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	4	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	9	1
Revista Brasileira de Ensino de Física	18	4
Ciência & Ensino	1	0
Experiências em Ensino de Ciências	10	0
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>6</b>

Como se percebe pela tabela acima, o maior número de artigos sobre TIC e TAS é da Revista Brasileira de Ensino de Física que em 2002 teve uma seção especial (Informática no Ensino de Física), porém nenhum dos artigos deste número especial envolvia estudos sobre as TIC com fundamentação na TAS. Os seis artigos com estas características (TIC e TAS), terão seus principais resultados mostrados aqui, obedecendo a uma ordem cronológica de publicação.

Santos *et al.* (2000) com o trabalho *Cómo usar software de simulación en clases de física*, fizeram uma análise do uso de duas simulações do Physic Interactive, onde buscaram responder aos seguintes questionamentos:

- 1) Quais são as variáveis educacionais a serem consideradas quando se trabalha com software de simulação?
- 2) Como poderia ser utilizado em situações de sala de aula e implementado pelo software?
- 3) Que características deve a implementação de novas situações e exemplos que poderíamos dar? (SANTOS *et al.*, 2000, p. 54).

Os principais resultados foram: o uso de instrumentos (TIC) que possibilitem a visualização de fenômenos físicos é aconselhável, pois dificilmente tais fenômenos poderiam ser descritos da mesma forma com o quadro e o giz; é preciso fazer uso também de questionamentos, reflexões e explicações tendo por base a teoria física em questão, senão a atividade se torna mecânica e sem sentido; as imagens nas simulações contribuem para o processo de construção de significados. Os autores alertam que “nenhuma simulação de uma situação física pode ser confundida com a realidade, não estamos pensando em substituir as atividades de laboratório, que são essenciais” (SANTOS *et al.*, 2000, p. 65).

O segundo trabalho dentro das características aqui propostas é o de Nogueira *et al.* (2000), intitulado: *Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa*. Os autores buscaram discutir como o computador pode ser utilizado na perspectiva da aprendizagem significativa, a partir de analogias entre teorias de aprendizagem e o desenvolvimento das linguagens de computação. Assim, eles discutem “as bases de um 'software' com flexibilidade suficientes para respeitar as particularidades entre diferentes usuários/aprendizes” (Ibid. p. 517). Eles ainda descrevem as características deste *software* denominado PIAGEF (Programa de Inteligência Artificial do Grupo de Ensino de Física). A ideia básica dos autores é que

Através da análise das diferenças do banco de dados antes e depois da utilização do *software*, é possível identificar as estratégias utilizadas pelos alunos, bem como obter informações sobre suas barreiras epistemológicas, em função de suas concepções espontâneas e alternativas, dados estes relacionados às suas próprias estruturas cognitivas; bem como, diagnosticar as mudanças conceituais ocorridas nas estruturas cognitivas dos alunos durante a manipulação deste *software* educativo; e subsidiar as estratégias que promoverão as mudanças conceituais. (Ibid. p. 521).

A diferença deste *software* para outros é que ele leva em conta as concepções prévias dos alunos, enquanto outros não. Os autores ainda destacam a importância do professor no processo de utilização do *software* e consideram o computador como um instrumento de ensino na construção do conhecimento.

No trabalho intitulado *Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação*, Machado e Santos (2004) desenvolveram o *software* (Gravitação Universal) com base “em resultados das pesquisas em ensino de Ciências e considerando-se princípios básicos para a

implementação de sistemas hipermídia” (p. 76). O objetivo foi identificar “aspectos positivos e desfavoráveis do software quanto a sua estrutura e seu funcionamento, suas possibilidades para a aprendizagem e seus aspectos motivacionais.” (p. 76).

Os principais resultados da pesquisa citada é que houve boa aceitação da hipermídia por parte dos estudantes, sendo que eles também não apresentaram grandes dificuldades em seu manuseio. As maiores dificuldades dos estudantes foram em relação à resolução de problemas, que eram propostos a partir do *software*. Por fim, os autores constataram que:

Hipermídia apresenta potencial para o desenvolvimento de atividades na área educacional, podendo tornar a aprendizagem mais motivadora e significativa, mediante os recursos audiovisuais e a capacidade de propiciar o estabelecimento de conexões entre conceitos de modo rápido e eficiente. (MACHADO E SANTOS, 2004, p. 98).

Outro trabalho que trata também do uso de hipermídia é o de Machado e Nardi (2006), intitulado: *Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia*. Os autores desenvolveram um “*software* educacional contendo uma introdução aos conceitos da Física Moderna, com ênfase na *teoria da relatividade* e destaque à ideia de *equivalência entre massa e energia*.” (p. 474). O *software* foi avaliado por licenciandos em Física e pesquisadores em ensino de Física, após, foram incorporadas algumas mudanças e por último ele foi testado com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio.

Os resultados da pesquisa de Machado e Nardi (2006) mostram que o *software* apresenta textos claros e conceitualmente corretos, o que favorece a leitura crítica do conteúdo, onde se buscou contemplar noções sobre a natureza da Ciência e sua relação com a Tecnologia e Sociedade. Ele congrega ainda diferentes elementos de mídia em prol de criar um ambiente agradável de aprendizagem, com ilustrações, animações e vídeos. Os autores destacam que tais recursos contribuem para uma aprendizagem motivadora. Perceberam também que o *software* foi operado com facilidade, não exibiu erros em seu funcionamento e possibilitou explorar o conteúdo sem grandes problemas (p. 481).

Os alunos manifestaram reação positiva ao uso do *software*, consideraram que o computador é um fator motivador para sua aprendizagem. Destacaram ainda que a “variedade de elementos de mídia auxiliou a fixar a atenção sobre o conteúdo e favoreceu a visualização e interpretação dos fenômenos,

facilitando ainda o raciocínio.” (MACHADO E NARDI, 2006, p. 481). Os autores afirmam que a relação entre os conceitos e o desenvolvimento de subsunções foi corroborada devido à estrutura do hipertexto de acordo com os princípios da teoria de Ausubel. Por fim concluem que

Os resultados obtidos no processo de ensino e aprendizagem com o emprego dessa proposta didática representaram evidências favoráveis ao uso conjugado da hipermídia com os princípios construtivistas de Ausubel, em associação com a abordagem CTS e considerando-se questões históricas e filosóficas, assim como conteúdos procedimentais e atitudinais. (MACHADO E NARDI, 2006, p. 484).

Os outros dois trabalhos que completam esta abordagem do uso das TIC com fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel foram realizados em duas partes por Dorneles *et al.* (2006 e 2008), o primeiro é: *Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples*. E o segundo: *Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte II – circuitos RLC*.

No primeiro trabalho o objetivo de Dorneles *et al.* (2006) foi o de “divulgar o material instrucional elaborado, após uma ampla revisão da literatura sobre o ensino de circuitos elétricos simples” (p. 488). O trabalho consiste em uma proposta didática envolvendo o uso de simulação e modelagem computacional com o *software Modellus*. Os autores destacaram que tanto nas atividades de simulação quanto de modelagem “a interação do aluno com o computador era mediada pelo professor tanto em termos de auxílio técnico para a operação do *software*, como também no esclarecimento de eventuais dúvidas sobre o conteúdo em questão” (p. 495). Além do mais, as atividades foram desenvolvidas com pequenos grupos de alunos (em duplas ou trios) no intuito de promover a interação dos alunos com as atividades computacionais e também entre si.

De acordo com Dorneles *et al.* (2006) o desempenho dos alunos que foram expostos à metodologia por eles adotada em comparação com os alunos que não foram expostos, foi bastante superior. Os autores completam afirmando que

Nossas observações em sala de aula e o levantamento de opiniões dos alunos sugerem que houve muita interação dos alunos com as atividades computacionais, dos alunos entre si e com o professor, tornando-se um elemento motivador na aprendizagem dos alunos. (Ibid. 2006, p. 495).

No segundo trabalho, Dorneles *et al.* (2008) buscaram realizar um apanhado “das principais dificuldades de aprendizagem que os alunos manifestam em relação ao entendimento de circuitos RLC” (p. 1). Para superar tais dificuldades os autores apresentaram um conjunto de atividades de simulação computacional. Segundo eles, “o foco dessas atividades está na compreensão do comportamento dinâmico apresentado por grandezas físicas relevantes nesse tipo de circuito” (p. 1).

Para Dorneles *et al.* (2008, p. 12) o trabalho em pequenos grupos com a exigência de uma única cópia por grupo das questões propostas, força a negociação de significados entre os alunos, pois os mesmos buscaram, assim, uma resposta consensual a ser entregue. Novamente verificaram que o desempenho dos alunos que foram submetidos a tais atividades computacionais foi superior aos que não foram, tendo em vista ainda que os alunos do grupo experimental “mostraram maior desenvoltura na capacidade de argumentação e maior disposição para um raciocínio conceitual, em vez de meramente se valerem de fórmulas.” (DORNELES *et al.*, 2008, p. 12). A título de conclusão os autores ressaltam que ao proporem

O uso de recursos computacionais no ensino de circuitos RLC não estamos excluindo o laboratório didático de física, pelo contrário, estamos buscando novas situações, complementares a ele, que propiciem aos alunos oportunidades de interação com representações dinâmicas, que favoreçam a exploração dos fenômenos de natureza dinâmica presentes nesses circuitos. Também estamos proporcionando situações que dificilmente seriam exploradas sem os recursos computacionais. (Ibid. 2008, p. 12).

A concepção acima em relação ao uso de recursos computacionais e o laboratório didático defendida por Dorneles *et al.* (2008) corrobora a ideia exposta por Santos *et al.* (2000). Percebemos assim que a entrada de recursos TIC no ensino de Física não significa deixar de lado as atividades de laboratório, é preciso sempre que uma busque complementar a outra.

As pesquisas em ensino de Física sobre o uso das TIC atrelado ao referencial teórico da TAS vem aumentando nos últimos anos, porém seu número ainda é pequeno. De acordo com os trabalhos expostos anteriormente percebemos o quanto as tecnologias têm de potencial para o ensino de Física e para gerar uma aprendizagem significativa; porém é necessário que mais pesquisas sejam realizadas no intuito de ofertar mais subsídios tanto para melhoria no ensino, como também para a pesquisa na área.

## CAPÍTULO 3

### Teoria de Educação e da Aprendizagem Significativa

*“O conhecimento dirige a prática; no entanto, a prática aumenta o conhecimento.”*

*(Thomas Fuller)*

A frase acima retrata bem o que este trabalho significa e como o mesmo foi desenvolvido. Os conhecimentos teóricos que guiam esta pesquisa fazem parte de duas teorias bastante conhecidas e solidificadas: a Teoria de Educação de Joseph D. Novak e a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel.

Estas teorias conduziram a uma prática dentro do ensino de Física. Tal prática levou a um ganho considerável de conhecimentos, seja em relação à própria teoria, da utilização desta no ensino, como também da própria prática de ensinar.

Percebe-se que teoria e prática constituem um mesmo contínuo, com uma interferindo na outra. Na prática do ensino de Física os desafios são muitos, porém, o mais intrigante é o de aprender. Eis a grande questão que vem permeando anos de pesquisa e que pelo que se sabe, não se apresenta de forma linear e concreta.

O caminho seguido nesta pesquisa para compreender mais este aprender foi o proposto por Ausubel, com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Este foi também o tipo de aprendizagem almejado durante toda prática aqui desenvolvida. Antes de tratar desta teoria, é preciso mostrar a Teoria de Educação. Pois ao se pensar e praticar o ensino, dentro de uma determinada área, é preciso também pensar na teoria de aprendizagem que o sustenta. E em seguida, pensar na teoria educacional que rege tal aprendizagem e ensino juntos.

Como será visto mais adiante, a TAS segue dois princípios básicos: o da diferenciação progressiva e o da reconciliação integrativa. É com estes princípios que serão apresentadas as teorias suporte desta pesquisa, iniciando com a Teoria de Educação de Novak (conceito mais geral e inclusivo) até a Teoria da Aprendizagem de Ausubel. Ao longo deste caminho serão feitas relações entre tais teorias, mostrando que ambas constituem um aporte teórico bastante consistente para o ensino de Física, como também de outras disciplinas.

### 3.1 – A Teoria de Educação de Novak

Teorias são ideias que explicam as razões do comportamento de um determinado conjunto de fenômenos do universo. As ciências têm sido muito bem sucedidas na invenção de teorias e, embora até as melhores evoluam e mudem ao longo dos tempos, continuam a tornar possível um avanço constante no conhecimento sobre a forma como o mundo natural funciona e na previsão e controle de um leque cada vez mais amplo de casos ou fenômenos. (NOVAK, 2000, p. 8).

A Teoria de Educação de Novak surge a partir da necessidade de se entender o porquê que algumas experiências educacionais funcionam e outras não, além de mostrar as provas para este funcionamento. Esta teoria busca “dar visão e orientação para novas práticas e investigações, que levem a um melhoramento firme da educação” (NOVAK, 2000, p. 8). É o que o próprio autor chama de uma teoria polivalente da educação. O ato de educar “é mais do que uma ciência; é também uma arte. Exige decisões, sentimentos e valores pessoais” (Ibid. p. 8).

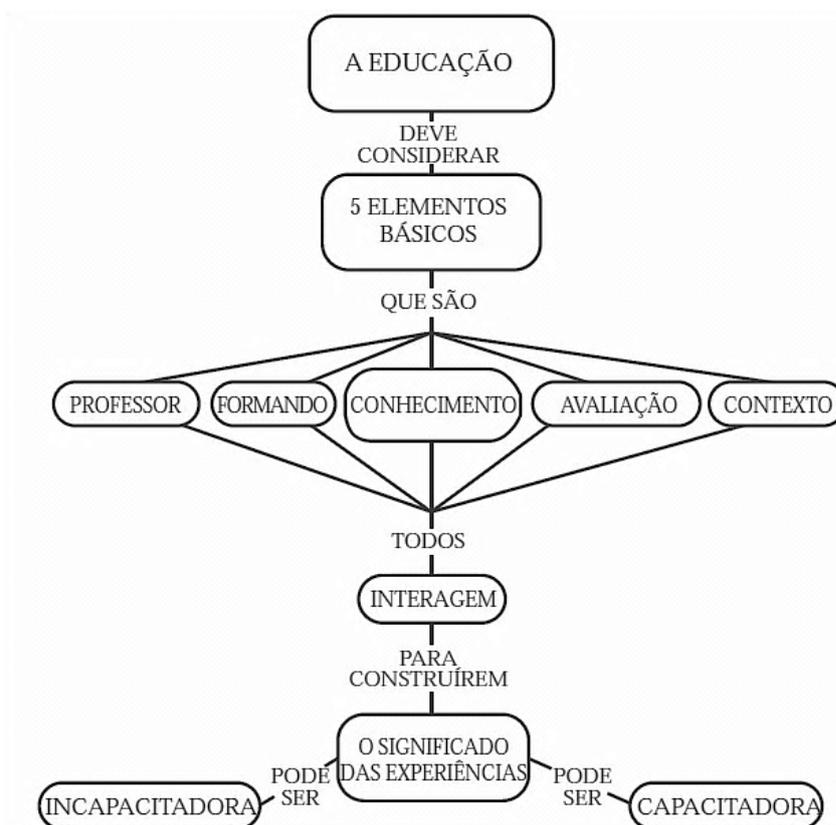
A Educação, de acordo com esta teoria, tem como objetivo principal o de “capacitar os formandos para serem responsáveis pela própria construção de significados” (Ibid. p. 9). Essa construção envolve necessariamente três fatores essenciais: o pensamento, o sentimento e a ação. A ideia é que estes fatores sejam integrados tanto à aprendizagem significativa quanto à criação de novos significados. O autor não considera o aluno apenas como um ser pensante, mas também um ser que sente e que age. Uma teoria de educação eficaz precisa levar em conta o ser que aprende como um todo e não apenas uma parte deste.

Novak considera que “uma experiência educacional positiva aumenta a capacidade das pessoas pensarem, sentirem e/ou agirem em experiências posteriores” (NOVAK, 2000, p. 9), caso contrário, ocorre uma diminuição desta capacidade. A combinação do pensar, sentir e agir, no ser humano, contribui para o mesmo formar os significados das experiências diárias.

É com esta ideia de educação que se faz importante definir neste trabalho o que Novak entende como “evento educativo”. Para ele, é um evento que envolve “uma **ação** para trocar **significados** (pensar) e **sentimentos** entre o aprendiz e o professor” (MOREIRA, 2006, p. 154, grifo do autor). Sendo assim, ele caracteriza um evento educativo em cinco elementos básicos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. Nesse sentido o aprendiz,

Adquire um conhecimento, em certo contexto, interagindo com o professor (ou com algo que o substitua). A avaliação encaixa aí porque muito do que acontece no processo ensino – aprendizagem – conhecimento – contexto depende da avaliação ou, como propõe Novak, muito do que acontece na vida das pessoas depende da avaliação. (MOREIRA, 2006, p. 154).

Os cinco elementos citados acima podem ser melhor representados no mapa conceitual a seguir (Figura 1).



**Figura 1** – Os cinco elementos que compõem um evento educacional. (NOVAK, 2000, p. 11).

Estes cinco elementos são basicamente uma reformulação dos “lugares comuns” da educação propostos por Schwab<sup>2</sup>. Apenas com diferença para aprendiz, que Novak chama de formando; para a matéria de ensino que é o conhecimento; e matriz social que é o contexto na sua óptica. Além da introdução da Avaliação e da mudança de nomenclatura de “lugares comuns”, para “elementos”.

Para o melhor e para o pior, o ser humano está sujeito a avaliações que determinam se pode ou não conduzir um automóvel, formar-se com distinção ou entrar numa universidade, ou num programa de formação, ou ter êxito numa empresa ou noutro âmbito laboral. (NOVAK, 2000, p. 10).

<sup>2</sup> Cf. SCHWAB, J. The practical 3: translation into curriculum. *School Review*, 81 (4) p. 501-522, 1973.

Além dos cinco elementos citados, Novak afirma que existem dois elementos que interferem na educação, que são: tempo e dinheiro. Eles influenciam não somente a educação, mas qualquer empreendimento humano. A ideia é que “pode melhorar-se qualquer esforço se se tiver mais dinheiro e/ou mais tempo para continuar o mesmo” (NOVAK, 2000, p. 11). Porém, não basta simplesmente gastar mais dinheiro na educação ou aumentar, por exemplo, o calendário escolar ou o tempo de permanência do aluno na escola, é preciso fazer isso de forma eficiente e eficaz. Sendo assim,

Uma teoria da educação viável pode ajudar a gerar e a identificar ideias promissoras e estratégias para melhorar a educação em qualquer âmbito. Também pode ajudar a estabelecer e a alcançar altos padrões funcionais. Quaisquer que sejam as reservas de dinheiro e de tempo disponíveis, podem, depois, ser utilizadas muito mais eficazmente. (Ibid. p. 12).

Para Resnick e Nolan (1995 *apud* Novak, 2000, p. 12) “países conhecidos pelos seus alunos extraordinários, têm várias práticas em comum; os padrões de exigências claras e consistentes estão no topo da lista.” Porém Howe (1995 *apud* Novak, 2000, p. 12), esclarece que “estabelecer padrões acadêmicos sem se considerar a pobreza e os recursos limitados das regiões pobres, não resolve os problemas educacionais. Porém, só o dinheiro não é solução.” São com essas questões que Novak identifica a necessidade de uma teoria de educação que seja capaz de integrar os cinco elementos do processo educativo, que leve a resultados honestos, autênticos e produtivos e é esta teoria que ele propõe.

Cabe salientar neste momento que no processo educativo a diversidade dos elementos citados propostos por este autor é bastante variada. Como exemplo, reconhece-se que o contexto de vida do aprendiz (formando) e do professor, não são os mesmos. Assim, uma ação de reciprocidade entre eles, envolve dois conjuntos diferentes de elementos de interação. Ou seja, “ensinar e aprender são casos interativos e envolvem os pensamentos, sentimentos e ações, quer do professor, quer do formando” (NOVAK, 2000, p. 13). Sendo assim,

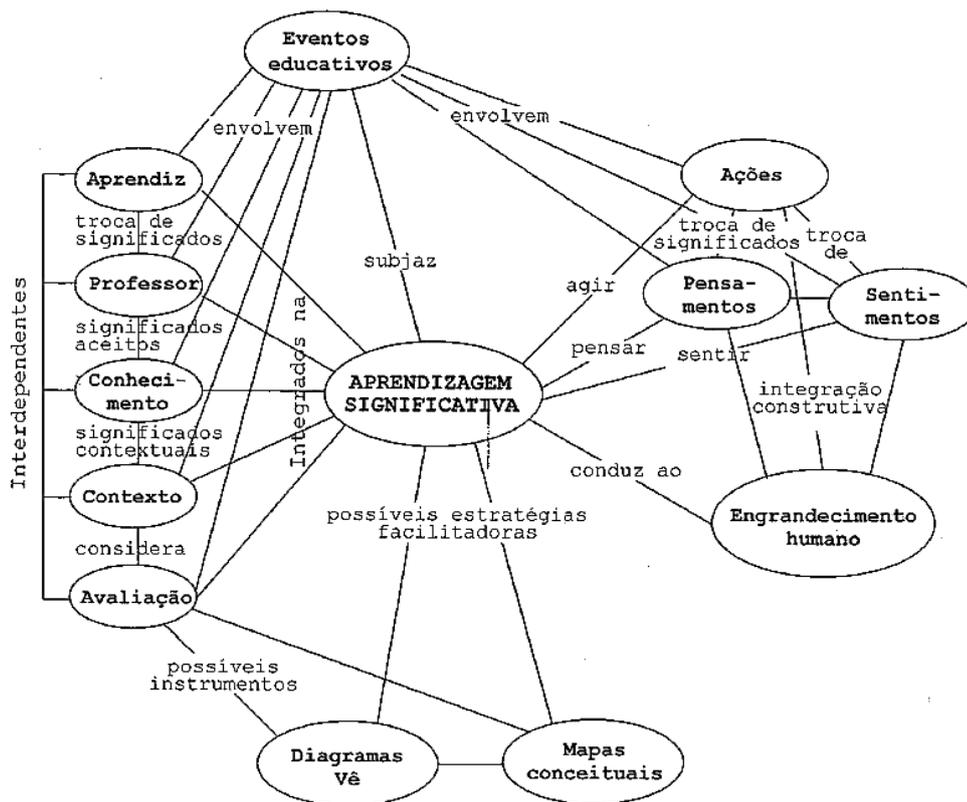
Qualquer caso educacional é uma ação partilhada, que procura trocar significados e sentimentos entre o formando e o professor. Esta troca ou negociação será emocionalmente positiva e intelectualmente construtiva, sempre que os formandos obtiverem uma maior compreensão de um segmento do conhecimento ou experiência; pelo contrário, será negativa ou destrutiva sempre que a compreensão for ofuscada ou apareçam sentimentos de inadequação. (NOVAK, 2000, p. 13).

Assim como o formando, o professor também irá partilhar pensamentos, sentimentos e ações. Portanto, quando o caso educativo tiver êxito, o professor experimentará sentimentos positivos e uma sensação de poder sobre o conhecimento. A partir de então, Novak afirma que quando o “formando e o professor têm êxito na negociação e na partilha do significado de uma unidade de conhecimento, ocorre a aprendizagem significativa” (NOVAK, 2000, p. 13). Este tipo de aprendizagem será discutido com mais detalhes na próxima seção. Porém, faz-se necessário neste momento expressar o significado que Novak atribui a ela, quando o mesmo afirma que “a minha teoria da educação determina que a aprendizagem significativa está subjacente à integração construtiva do pensamento, sentimentos e ações, levando à capacitação humana de compromisso e de responsabilidade.” (Ibid. p. 13).

Devido às características diferentes que envolvem tanto a vida do professor quanto a de seu formando, é de se esperar que os desafios sejam grandes para se chegar a uma interação construtiva de significados entre esses dois agentes. No intuito de superar barreiras e desafios encontrados no processo educativo, Novak propõem como aspectos fundamentais neste tipo de interação a autenticidade e a honestidade. Estes aspectos são indispensáveis na relação professor-formando, principalmente quando se pretende construir uma relação de confiança mútua na partilha de significados.

Existem duas ferramentas que contribuem para este tipo de educação. A primeira são os mapas conceituais, criados e teorizados pelo próprio Novak, que dentre outras utilidades e aplicação que serão comentadas no capítulo 5, servem para compreender as mudanças conceituais ocorridas nos indivíduos, além de ser um instrumento efetivo de avaliação da aprendizagem. A segunda ferramenta é o Vê heurístico (criado por Gowin) que auxilia a ilustrar a estrutura de conhecimento e entender como o mesmo foi gerado (ANEXO A).

A teoria de educação de Novak exposta até este momento será retomada mais a frente na discussão sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, seguindo o princípio da reconciliação integrativa proposto pela TAS. Por fim, será apresentado um mapa conceitual que resume o que foi descrito até então. O mapa a seguir (Mapa 1) destaca os aspectos e elementos principais desta teoria e a relação entre os mesmos.



Mapa 1 – Mapa conceitual da Teoria de Educação de Novak. (MOREIRA, 2006, p. 162).

### 3.2 – A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.”

O autor da citação acima é David Paul Ausubel. Um psiquiatra e psicólogo da educação estadunidense. Nasceu em 1918 e faleceu em 2008. Era de família pobre e judia, filho de imigrantes oriundos da Europa central. Viveu sua infância toda na cidade de Nova York, em Lower East Side, bairro onde

Judeus [350 mil] comprimiam-se em velhos e dilapidados prédios, numa área de pouco mais de três quilômetros quadrados. Trabalhavam principalmente na indústria do vestuário, na época em grande expansão. Nos pequenos e confinados estabelecimentos, conhecidos como sweatshops [...], centenas de pessoas trabalhavam até dezesseis horas por dia em troca de um pagamento miserável. Imigrantes, muitos dos quais se engajaram nos sindicatos e nos movimentos de esquerda<sup>3</sup>.

A realidade escolar nesse contexto era muito dura, praticamente um cárcere para os meninos. Ausubel teve uma aprendizagem marcada por castigos.

<sup>3</sup> (Em: <http://rdefendi.sites.uol.com.br/ausubel/ausubel2.htm> Acesso em: 18/01/12)

Tal autor é considerado um cognitivista e construtivista, defende que a aprendizagem resulta “no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva.” (MOREIRA, 1999, p. 152). De acordo com Moreira, Ausubel foi

Professor Emerito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque. [...]. Ao aposentar-se, ha vários anos, voltou a psiquiatria. Desde então, Joseph D. Novak, professor de Educação da Universidade de Cornell, é quem tem elaborado, refinado e divulgado a teoria de aprendizagem significativa. (MOREIRA, 1999, p. 152).

A citação de Ausubel no início deste tópico revela suas ideias principais e possíveis implicações para o ensino. A primeira é que existe aí uma evidência de aprendizagem significativa, pois a mesma emana uma grande “capacidade de sintetizar toda uma teoria numa afirmativa de fácil compreensão” (LEMOS, 2005, p. 41), algo que requer um nível elevado de conhecimento; o segundo aspecto é o valor que o conhecimento tem para o indivíduo e para a sociedade, que também são expressos nesta frase, pois quando existe em alguém uma estrutura de conhecimentos bastante organizada e estável, este alguém estará “melhor instrumentalizado para usar o conhecimento, realizar novas aprendizagens e, portanto, interagir com e na realidade” (Ibid. p. 41); o terceiro aspecto revelador é que o ensino “é apenas o meio pelo qual a aprendizagem significativa do estudante é favorecida.” (Ibid. p. 41).

Sendo assim,

O ensino ideal é aquele que, desenvolvido em função de um planejamento que considerou a realidade (cognitiva, afetiva, social) do aluno ou grupo de alunos, proporciona situações que lhe(s) possibilite(m) aprender significativamente determinados conhecimentos. A avaliação, voltada para a identificação de evidências de aprendizagem significativa, permeia todo o processo de ensino. (LEMOS, 2005, p. 41).

Percebe-se que este modelo de ensino está de acordo com a teoria de educação de Novak, discutida anteriormente. Um ensino que leva em conta que o aluno pensa, sente e age dentro de determinados contextos. Para a autora,

A qualidade desse ensino, entretanto, não depende de procedimentos específicos mas, fundamentalmente, da concepção de aprendizagem que o orienta. A diferença não está na sequência das ações e sim nos princípios que as norteiam e no “produto final” que constroem. Assim, ter clareza sobre que concepção de aprendizagem está orientando esse fazer é condição para que não sejam investidos esforços em ações educativas que pouco contribuem para a conquista da autonomia intelectual dos estudantes. (LEMOS, 2005, p. 41).

Este modelo exposto serve de ponte para a aprendizagem significativa. Esta é cognitivista, pois o aprender acontece quando ocorre “organização e integração do material na estrutura cognitiva” (MOREIRA, 1999, p. 152). É justamente este o ponto de partida dos teóricos cognitivistas, os quais acreditam que existe uma estrutura de conhecimento em que ocorre a organização e integração do conhecimento. Esta estrutura é entendida como sendo o “conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos” (Ibid. 152).

O conceito principal da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa. Que é também o conceito-chave da teoria de educação de Novak, sendo que é “um conceito que é simples e universalmente conhecido, mas também extraordinariamente complexo e nunca totalmente compreendido (como, por exemplo, os conceitos de energia ou de evolução nas ciências)” (NOVAK, 2000, p. 13). Sendo assim, este conceito importante para estas teorias e para o desenvolvimento desta pesquisa será discutido em seguida.

### **3.2.1 – O que é Aprendizagem Significativa?**

A aprendizagem significativa é o conceito principal da teoria de Ausubel. Respondendo então a pergunta que é título desta seção, entende-se a mesma por:

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação **interage** com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009a, p. 8).

Destaca-se primeiramente que a aprendizagem significativa é um processo, e como tal é preciso entender as variáveis que são responsáveis para o desenvolvimento do mesmo e que ele é desenvolvido em um determinado tempo. Este tempo varia de indivíduo para indivíduo. Então, por mais simples que aparente ser o conceito de aprendizagem significativa, é preciso uma complexidade de aspectos e/ou procedimentos para que a mesma aconteça.

Outro ponto de destaque é o relacionamento de informações envolvido no processo de AS. Não se trata de qualquer tipo de relacionamento, é algo bastante específico. Ele precisa ser e acontecer de forma substantiva (não-litera) e

não-arbitrária. De forma substantiva “significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a **substância** do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras precisas usadas para expressá-las” (MOREIRA, 2009a, p. 48, grifo do autor). Assim, o mesmo “conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados” (Ibid. p. 48). Como exemplo, temos que se o estudante tem em sua estrutura cognitiva de forma estável o conceito de força, à medida que ele for aprendendo diferentes tipos de força (atrito, peso, normal, etc.), perceberá que estes não diferem em essência daquele conceito que ele já compreende.

Com relação ao aspecto da não-arbitrariedade, significa que “o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes” (Ibid. p. 48). Isto mostra o caráter seletivo da aprendizagem significativa. Os conhecimentos relevantes e estáveis são os subsunçores. Quando os novos conhecimentos são ancorados pelos subsunçores específicos, os conhecimentos prévios do aprendiz cumprem seu papel de ser a “matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação” (Ibid. p. 48) destes. No exemplo com os diferentes tipos de força, a relação não-arbitrária ocorre quando o aprendiz liga o “novo” tipo de força com o conceito específico que ele tem em sua estrutura cognitiva. Assim, a não-arbitrariedade e a não-literalidade representam a essência do processo de aprendizagem significativa.

Cabe um destaque para o conceito de subsunçor (*subsumer* em inglês), que de acordo com Moreira (2009a, p. 8) representa um conceito, uma ideia, uma proposição que está presente na estrutura cognitiva, sendo assim, “capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação).”

Como foi visto, a relação não-arbitrária e não-literal ocorre entre o novo conhecimento e um conhecimento especificadamente relevante presente na estrutura cognitiva do aprendiz. Assim,

Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros. (MOREIRA, 2009a, p. 48).

Este processo se dá por meio de interações, entre o conhecimento prévio do aprendiz e o novo conhecimento. Ressalta-se que a interação é crucial para a aprendizagem significativa, ela não ocorrendo, esta aprendizagem também não ocorre. Porém, existindo a interação, “ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado” (MOREIRA, 2008, p. 16).

A aprendizagem significativa pode ser por recepção ou por descoberta. Por recepção ocorre “quando se apresentam proposições substantivas ao aprendiz, ao qual apenas se exige que aprenda e recorde o significado das mesmas” (AUSUBEL, 2003, p. 4). Já a aprendizagem por descoberta, ocorre quando o “aprendiz deve em primeiro lugar descobrir este conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos” (Ibid. p. 5). De forma resumida, temos que “na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz” (MOREIRA, 2009a, p. 10).

O ensino formal que temos em escolas, universidades, etc., é por recepção, tendo em vista que seria impraticável o aluno ter que descobrir todo o conteúdo de um ano escolar, por exemplo. Isto acontece basicamente na maioria das culturas, inclusive a nossa. Como a TAS é voltada para a realidade escolar, pode-se dizer que a aprendizagem significativa é, sobretudo, por recepção.

A afirmativa anterior pode soar para alguns como um tipo de aprendizagem passiva, onde o aluno seria meramente um receptor. Mas não é este o caso, a aprendizagem significativa é ativa, o aluno é também sujeito de seu aprendizado, onde o mesmo demonstra uma intencionalidade para aprender.

Para completar esta seção cabe destacar que aprendizagem significativa “não é aquela em que o sujeito nunca esquece [...], nem aquela que mais o emociona, tampouco aquela de que ele mais gosta. Também não é o mesmo que aprendizagem correta” (AUSUBEL, 2003, p. 17). Para ficar bastante claro o significado desta é preciso entender que

Aprendizagem significativa é aprendizagem com atribuição de significados, com compreensão (ainda que de modo pessoal), com incorporação, não-arbitrária e não-literal, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva por meio de um processo interativo (Ibid. p. 17).

Ao falar em aprendizagem significativa é preciso ter em mente as discussões anteriores. Tendo em vista que alguns empregam termos como “ensino significativo”, “tal método faz com que o aluno tenha uma aprendizagem significativa”, dentre outros, não utilizam o termo “aprendizagem significativa” dentro da perspectiva de Ausubel.

O processo da aprendizagem significativa necessita de condições básicas para que ocorra de forma eficaz, tais condições serão vistas a seguir.

### **3.2.2 – O que é necessário para ocorrer a Aprendizagem Significativa?**

Para que ocorra um relacionamento substantivo e não-arbitrário entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios do aprendiz, ou seja, para que ocorra a aprendizagem significativa, de acordo com Novak (2000, p. 19), faz-se necessário três requisitos:

1. Conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial.
2. Material [potencialmente] significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos.
3. O formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial.

Satisfeitas essas condições a aprendizagem significativa ocorre. Com relação ao primeiro requisito, como já foi dito, é preciso que existam subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz para que os novos conhecimentos possam se relacionar com eles. Sem os subsunçores não existirá relação, impossibilitando assim a aprendizagem significativa.

O segundo requisito, expressa que o material de aprendizagem precisa ser significativo, ou melhor, potencialmente significativo (MPS), pois os significados não estão nos objetos (materiais) e sim nas pessoas. De acordo com Ausubel, um material potencialmente significativo, é todo material que seja “passível de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas [subsunçores] na estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL, 2003, p. 57). Percebe-se que o material contendo estas características, pode influenciar a predisposição para aprender do aluno, facilitando assim a aprendizagem significativa.

Este texto constará de uma seção específica para tratar de um MPS, porém, é preciso entender que este deve obedecer, segundo Moreira (2006, p.19) a pelo menos dois requisitos mínimos, que são: “a natureza do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz.” O autor completa dizendo que

Quanto à natureza do material, este deve ser 'logicamente significativo' ou ter 'significado lógico', isto é, ser suficientemente não arbitrário e não aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a idéias, correspondentemente relevantes, que se situem no domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos, com os quais o novo material é relacionável (MOREIRA, 2006, p.19).

Como vimos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) apresentam potencialidades significativas, que foram verificadas em alguns trabalhos e que podem auxiliar o professor a preparar um material potencialmente significativo. Principalmente quando se fala em computador, internet, filmes, animações, simulações, etc, pois estes fazem parte do cotidiano dos alunos.

O terceiro requisito afirma que o aprendiz precisa manifestar vontade (disposição) para aprender. Isso mostra a importância do aluno no processo de ensino-aprendizagem, onde o mesmo não é um mero receptor de conhecimentos, pelo contrário, ele é um sujeito que decide querer aprender ou não. Ocorre que, “ninguém aprenderá significativamente se não quiser aprender. É preciso uma predisposição para aprender, uma intencionalidade” (MOREIRA, 2008, p. 16).

É preciso deixar claro que de acordo com Moreira (2008) esta predisposição para aprender não pode ser confundida com motivação por aprender. Para o autor, a predisposição é, “antes, uma intencionalidade, um esforço deliberado para relacionar o novo conhecimento a conhecimentos prévios, mais inclusivos, mais diferenciados, existentes na estrutura cognitiva com certa estabilidade e clareza” (Ibid. p. 20).

Esta condição parece, em primeiro plano, muito simples. Porém, a prática pedagógica revela que ela é quase que esquecida, principalmente quando muitos professores ficam desolados ao aplicarem um determinado método “inovador”, por exemplo, e este não atinge, de forma positiva, a turma em sua totalidade. Este resultado é até esperado dentro da TAS, tendo em vista que muitos alunos podem (por motivos variados) não se dispor àquela nova metodologia.

A predisposição para aprender está “intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo” (MOREIRA, 2009a, p. 59). Se o aprendiz tiver uma experiência afetiva positiva, sua predisposição para aprender tende a ser facilitada, caso contrário, provavelmente ele não estará disposto a aprender. Sendo assim,

Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam (MOREIRA, 2009a, p. 60).

A experiência afetiva pode se tornar bastante positiva, por exemplo, quando o professor usa recursos que fazem parte do contexto de vida dos alunos. Recursos que eles tenham familiaridade. Um recurso interessante é o computador, principalmente quando o aluno tenha também acesso a internet, pois isto facilita seu relacionamento com o professor, onde o mesmo pode indicar sites, passar atividade *online*, etc. Tudo isso, buscando levar o aluno à aprendizagem.

Foram apresentadas as três condições básicas para que a aprendizagem significativa ocorra. Porém, quando essas condições não são satisfeitas, fica impossibilitada a ocorrência de uma interação do novo conhecimento com o conhecimento prévio, de forma substantiva e não-arbitrária, e neste caso ocorre o que Ausubel denominou de aprendizagem mecânica ou aprendizagem por memorização. Desta forma, é preciso entender claramente as diferenças e possíveis relações entre estes dois tipos de aprendizagem. Vejamos isso a seguir.

### **3.2.3 – Qual a diferença entre Aprender de forma Significativa e Mecânica?**

Quando existir uma relação não-litera e não-arbitrária entre o novo conhecimento e os subsunçores específicos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, tem-se a existência de aprendizagem significativa. Do contrário, quando não existir este tipo de relacionamento, quando não existir uma interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios do aprendiz, tem-se a aprendizagem mecânica. Nesta, “a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação” (Ibid. p. 10).

No ensino de Física um bom exemplo que demonstra uma aprendizagem mecânica ocorre quando o aluno simplesmente tenta ou decora fórmulas. Em alguns casos ele sabe a fórmula, mas não sabe como e onde usá-la. Uma constatação disso é que em nossas provas colocamos as fórmulas no quadro ou mesmo na própria prova. Porém, alguns alunos, supostamente por terem aprendido o assunto mecanicamente, não conseguem relacionar a fórmula que está diante dele, com determinado problema proposto na prova.

Outro exemplo no ensino de Física é com relação aos conceitos, leis e teoremas. Alguns alunos compreendem determinados conceitos, mas não conseguem fazer o relacionamento entre os mesmos, ou com uma lei física que envolva aquele(s) conceito(s). Como exemplo, ao aprender os conceitos de massa, velocidade, tempo e força, ocorre que quando os alunos se deparam com o teorema do impulso, têm dificuldade para enxergar a relação entre tais conceitos. Isto ocorre, quando o mesmo apresenta uma aprendizagem mecânica, quando apenas memorizou tais conceitos.

É de se destacar que este tipo de aprendizagem envolve sempre algum conhecimento adquirido. Ela não ocorre no que Ausubel chama de vácuo cognitivo, pois “algum tipo de associação pode existir, porém, não no sentido de interação como na aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2009a, p. 10).

A aprendizagem mecânica traz consigo algumas consequências para a aprendizagem do aluno, quais sejam:

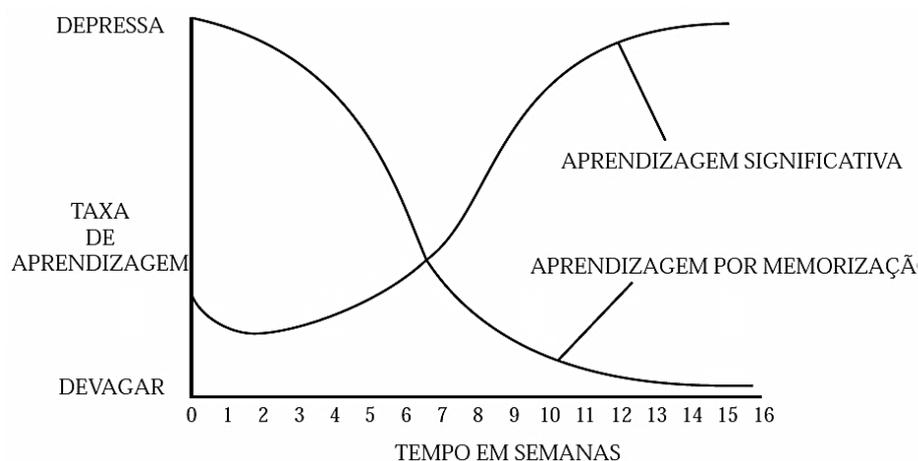
- i) apenas se conseguem interiorizar tarefas de aprendizagem relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, a não ser que sejam bem apreendidas;
- ii) a capacidade de relação arbitrária e literal para com a estrutura cognitiva torna as tarefas de aprendizagem por memorização altamente vulneráveis à interferência de materiais semelhantes, anteriormente apreendidos e descobertos de forma simultânea ou retroativa (AUSUBEL, 2003, p. 4).

De acordo com o exposto, inferimos que a aprendizagem mecânica não é preferível em relação à aprendizagem significativa. Isso porque a última constitui um método mais simples, prático e eficiente de internalizar o conhecimento. Um indivíduo pode aprender algo de forma mecânica e só mais tarde perceber que este se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. Ocorreu assim, um esforço e tempo longo para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem um subsunçor existente na estrutura cognitiva.

Uma importante observação entre estes dois tipos de aprendizagem é feita por Moreira (2009a, p. 10), ao colocar que mesmo se preferindo a aprendizagem significativa, pois a mesma facilita “a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem”, é preciso deixar claro que “pode ocorrer que em certas situações a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária: por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento” (Ibid. p. 10).

De acordo com Novak (2000, p. 62) alguns estudos<sup>4</sup> “indicam que a maioria das informações apreendidas na escola, por memorização, se perde num período de 6 a 8 semanas.” Neste estudo, os alunos afirmaram que “esqueceram muitas das informações apresentadas anteriormente e que perderam esta aprendizagem inicial, que interfere com a nova aprendizagem” (Ibid. p. 62).

Uma relação de eficiência interessante entre aprendizagem mecânica e significativa pode ser visto no gráfico a seguir.



**Gráfico 1** – Gráfico representando aprendizagem significativa e por memorização.  
(NOVAK, 2000, p. 62).

O gráfico acima mostra que

Na fase inicial de um programa de aprendizagem, a aprendizagem de informações por memorização pode ser mais rápida do que a aprendizagem significativa de informações. Contudo, quando ocorre o esquecimento, há interferências com a nova aprendizagem relacionada e é relativamente menor a rapidez da aprendizagem mecânica do que a da aprendizagem significativa, onde a recordação é mais forte e não ocorre qualquer interferência, mas, sim, uma facilitação da aprendizagem. (Ibid. p. 62).

<sup>4</sup> Hagerman, H. *An analysis of learning and retention in college students and the common goldfish (Carassius auratus, Lin)*. Tese de Doutorado não publicada, Purdue University, Lafayette, 1966.

Justifica-se a escolha pela aprendizagem significativa, dada à eficácia que esta apresenta diante da aprendizagem mecânica. Porém, é necessário esclarecer que a presença de uma não exclui a outra, ou seja, não existe uma dicotomia entre estes tipos de aprendizagem, pelo contrário, o que existe, de acordo com Ausubel, é um contínuo. Como exemplo, temos que a “simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse contínuo (o da aprendizagem mecânica), enquanto que a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa)” (MOREIRA, 2009a, p. 10). O ideal é que exista um equilíbrio neste contínuo, de forma que a existência da aprendizagem mecânica, só venha auxiliar a ocorrência da aprendizagem significativa.

Escolhendo-se trabalhar com a aprendizagem significativa, é preciso entender agora os tipos desta aprendizagem.

### **3.2.4 – Quais são os tipos de Aprendizagem Significativa?**

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa por recepção. O primeiro é a aprendizagem *representacional*, que “ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem” (AUSUBEL, 2003, p. 1). Neste caso “os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam” MOREIRA (2009a, p. 16).

Um exemplo no ensino de Física é quando os alunos confundem o significado físico de uma grandeza física, com a expressão matemática que representa esta grandeza. O caso específico (massa constante) da 2ª Lei de Newton, cuja expressão matemática para a força resultante é dada por  $F_R = m \cdot a$ . Ao serem questionados sobre o que significa Força, muitos alunos respondem simplesmente que força é  $m \cdot a$ . Ou seja, para estes alunos o símbolo matemático ( $F_R = m \cdot a$ ) tem o mesmo significado que o conceito físico de força.

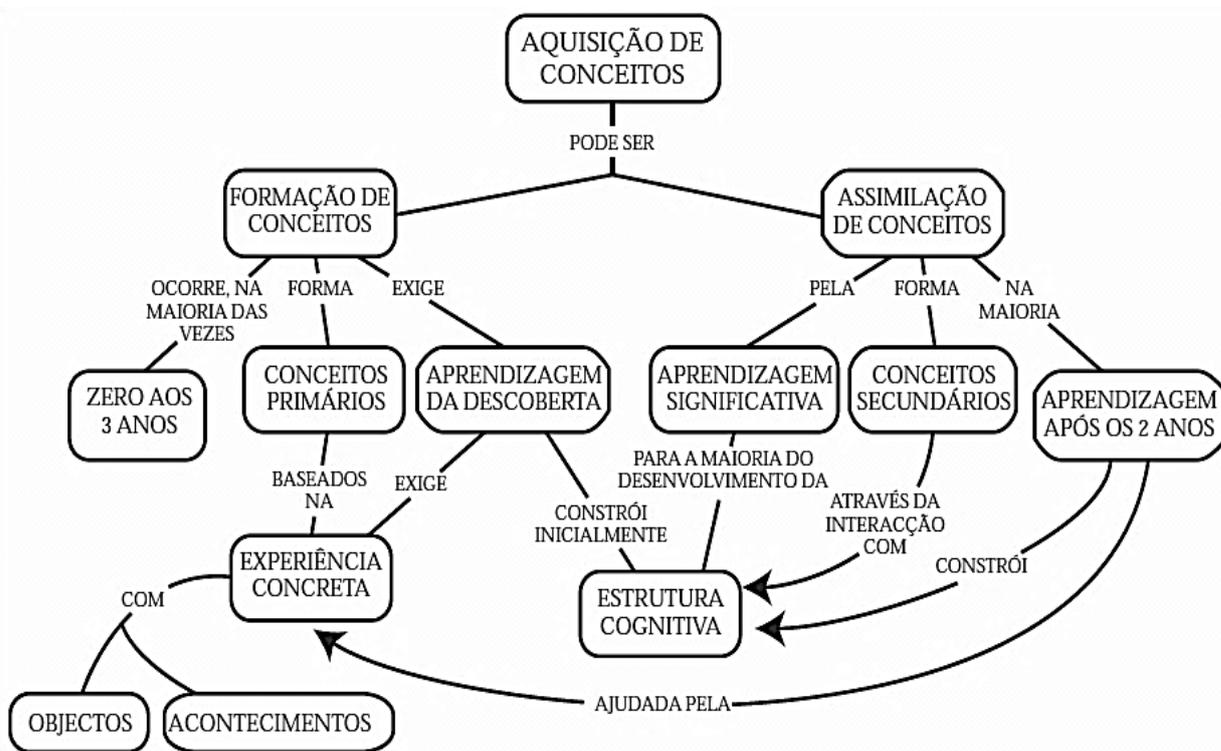
De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem representacional pode ser considerada significativa.

Porque tais proposições de equivalência representacional podem relacionar-se de forma não arbitrária, como exemplares, a uma generalização existente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, quase desde o primeiro ano de vida – de que tudo tem um nome e que este significa aquilo que o próprio referente significa para determinado aprendiz (Ibid. p. 1).

O segundo tipo de aprendizagem é a *conceitual*, que é a “aprendizagem do que significam os conceitos, objetos e acontecimentos que, por sua vez, se representam por nomes ou palavras” (PRAIA, 2000, p. 125). Para Moreira (2009a, p. 16), esta é, “de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois conceitos são, também, representados por símbolos particulares.” Os conceitos são “regularidades apreendidas dos acontecimentos ou objetos, ou registros dos acontecimentos ou objetos, designados por um símbolo” (NOVAK, 2000, p. 21). Para Moreira (2006, p. 26), na aprendizagem representacional é “estabelecida uma equivalência, em significado entre um símbolo [...] e um referente [...], na aprendizagem de conceitos a equivalência é estabelecida entre símbolo e os atributos criteriais comuns a múltiplos exemplos do referente”.

Tomando o exemplo de força na 2ª Lei de Newton citado anteriormente, temos que na aprendizagem conceitual o aluno iria conseguir distinguir os diferentes tipos de força (peso, atrito, tração, normal, etc.). Isto pode ser estendido também para os conceitos de campo e energia.

Ausubel apresenta dois processos gerais para a aprendizagem conceitual: a formação de conceitos e a assimilação de conceitos. Esses processos podem ser representados pelo mapa conceitual abaixo (Mapa 2)



Mapa 2 – Processos de aquisição de conceitos. (NOVAK, 2000, p. 42).

De acordo com o Mapa 2, na formação de conceitos “os atributos específicos do conceito adquirem-se através de experiências diretas, i.e., através de fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalização” (AUSUBEL, 2003, p. 2). Esta aprendizagem ocorre geralmente em crianças jovens. Já a assimilação conceitual “os atributos específicos dos novos conceitos se podem definir com a utilização em novas combinações de referentes existentes, disponíveis na estrutura cognitiva da criança” (Ibid. p. 2). Este tipo de aprendizagem ocorre em crianças na idade escolar e em adultos.

Por fim, temos a aprendizagem *proposicional*, que “consiste numa ideia compósita que se expressa verbalmente numa frase que contém significados de palavras quer denotativos, quer conotativos, nas funções sintáticas e nas relações entre as palavras” (Ibid. p. 2-3). Em outras palavras

A tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, e sim aprender o significado de idéias em forma de proposição. [...]. A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-requisito) e, sim, o significado das idéias expressas verbalmente, através desses conceitos, sob forma de uma proposição. Ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõe a proposição. (MOREIRA, 2009a, p. 17).

Nota-se que a aprendizagem proposicional depende da representacional e da conceitual. Como exemplo, temos que na 2ª Lei de Newton ( $F_R = m \cdot a$ ). Para que a proposição, princípio fundamental da dinâmica, seja entendida, é preciso ter aprendido significativamente os conceitos de força, massa e aceleração. Além, é claro, do conceito de vetor, pois tanto força quanto aceleração são grandezas vetoriais. A aprendizagem significativa proposicional ocorre quando “uma proposição potencialmente significativa, expressa verbalmente em uma sentença, [...], interage com ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva e, dessa interação, emergem os significados da nova proposição” (Ibid. p. 17).

### **3.2.5 – Quais são as formas de Aprendizagem Significativa?**

O conteúdo cognitivo distinto que resulta do processo de aprendizagem significativa, e que constitui o seu significado, é um produto interativo do modo particular como o conteúdo da nova proposição está relacionado com o conteúdo de ideias estabelecidas e relevantes existentes na estrutura cognitiva. A relação em causa pode ser subordinada, subordinante ou uma combinação das duas (AUSUBEL, 2003, p. 3).

A citação anterior expõe que a aprendizagem significativa pode ocorrer de três formas diferentes: subordinada, subordinante e combinatória.

A aprendizagem significativa *subordinada* “ocorre quando uma proposição ‘logicamente’ significativa de uma determinada disciplina [...] se relaciona de forma significativa com proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aluno” (AUSUBEL, 2003, p. 3). Assim, “a nova informação adquire significado através da interação com subsunçores, reflete uma relação de subordinação do novo material relativamente à estrutura cognitiva preexistente” (MOREIRA, 2009a, p. 22). Ausubel chama este processo de “subsunção”.

Quando o aluno sabe de forma estável o conceito de campo, os outros conceitos dos tipos de campos (elétricos, magnético, de temperatura, etc.) estarão subordinados ao conceito de campo. O mesmo ocorre quando o aprendiz tiver aprendido significativamente sobre as quatro interações fundamentais na natureza: gravitacional, eletromagnética, nuclear fraca e nuclear forte. Perceberá que as outras interações (atrito, tração, elétrica, magnética) são subordinadas a estas.

O processo de subsunção pode ocorrer de forma *derivativa*, quando “o material de aprendizagem apenas exemplifique ou apoie uma ideia já existente na estrutura cognitiva” (AUSUBEL, 2003, p. 3). O exemplo de campo dado ilustra bem isso, tendo em vista que campo elétrico, magnético, de temperaturas, etc., derivam do conceito geral de campo. Outra forma do processo de subsunção é a *correlativa*, ocorre quando é “uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente apreendidas” (Ibid. p. 3). Para Moreira (2009a) é este o processo através do qual, mais tipicamente, um novo conteúdo é aprendido. Assim,

A identificação do campo produzido por um fluxo magnético variável como um campo elétrico induzido. Este novo conceito adquirirá significado através da interação com conceito de campo elétrico (supostamente já adquirido), todavia, não como um mero exemplo, uma vez possui características próprias (e.g., é não conservativo, suas linhas de força são fechadas), e, ao mesmo tempo, modificará o conceito preexistente (Ibid. p. 22).

A segunda forma de aprendizagem significativa é a *subordinante ou superordenada*, ela ocorre quando “conceitos ou proposições potencialmente significativos, mais abrangentes (mais gerais e inclusivos) são relacionados, passando a subordinar proposições ou conceitos já estabelecidos na estrutura de conhecimento” (PRAIA, 2000, p. 126).

Um exemplo deste tipo de aprendizagem é a conservação da quantidade de movimento, principalmente sendo aprendida a partir de exemplos de choques mecânicos, onde o aluno perceba que em um choque ocorre uma transferência de uma determinada quantidade de movimento de um corpo para outro, porém a quantidade de movimento total não é afetada, permanece a mesma. Neste caso é bastante provável que o aluno chegue ao princípio da conservação, entendendo cada troca de quantidade de movimento particular.

Outro exemplo é dado por Moreira (2009a, p. 23)

À medida que uma criança adquire os conceitos de cão, gato, leão, etc., ela pode, mais tarde, aprender que todos esses são subordinados ao conceito de mamífero. À medida que o conceito de mamífero é adquirido, os conceitos, previamente aprendidos, assumem a condição de subordinados, e o conceito de mamífero representa uma aprendizagem superordenada.

Por fim temos a forma de aprendizagem *combinatória*, que

Refere-se a situações em que uma proposição potencialmente significativa não se pode relacionar com ideias específicas subordinantes ou subordinadas da estrutura cognitiva do aprendiz, mas pode relacionar-se a uma combinação de conteúdos geralmente relevantes, bem como a outros menos relevantes, em tal estrutura (AUSUBEL, 2003, p. 3).

Assim, a interação do novo conteúdo ocorre com a estrutura cognitiva do aprendiz como um todo, e não somente com conceitos ou proposições específicas. Isto indica que o novo conceito ou proposição não consegue assimilar outros presentes na estrutura cognitiva, e nem consegue ser assimiladas por eles. Para Moreira (2009a, p. 24), “é como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de uma maneira geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura.”

Um bom exemplo deste tipo de aprendizagem é dado por Moreira (2008), onde o mesmo faz considerações a respeito da famosa equação de Einstein:  $E=mc^2$ .

Essa equação representa cientificamente a equivalência entre massa e energia. Quer dizer, massa é uma forma de energia. Mas para dar significado à equação  $E=mc^2$  não basta saber o que é E (energia), m (massa) e  $c^2$  (velocidade da luz ao quadrado) que nela aparecem, nem para dar significado a relação de equivalência entre massa e energia que ela representa. [...] A maioria das pessoas está presa ao substancialismo que caracteriza a noção de massa. Massa é quantidade de matéria, é substância. Como pode ser equivalente a algo tão abstrato como energia? A energia é uma grande metáfora de Física, talvez a maior de todas. Como então uma substância, algo tão tangível pode ser equivalente a algo tão metafórico? (MOREIRA, 2008, p. 34).

Para que o aprendiz possa dar e/ou encontrar algum significado a equação de Einstein citada, é preciso que o mesmo apresente um número razoável de subsunçores em Física e perceba a relação entre eles. O significado surge a partir da relação do novo conhecimento ( $E=mc^2$  – equivalência entre massa e energia) com os subsunçores como um todo, e não com algum em específico.

Percebe-se que a relação entre os conhecimentos prévios do aprendiz com o novo conhecimento é essencial em qualquer tipo de aprendizagem. O que é preciso entender agora é como ocorre especificamente à assimilação de um novo conceito na estrutura cognitiva e como este fica retido em tal estrutura. Isso nos leva a teoria de Ausubel a assimilação e a retenção significativas de conceitos.

### **3.2.6 – O que Ausubel pensa sobre Assimilação e Retenção?**

A aprendizagem significativa constitui apenas a fase inicial de um processo de assimilação mais amplo e inclusivo, que é explicado na teoria da assimilação. Esta teoria busca explicar como as novas ideias potencialmente significativas presentes no material de instrução se relacionam (interagem) de forma seletiva com as ideias relevantes, mais gerais, estáveis e inclusivas da estrutura cognitiva. O produto desta interação é para o aprendiz “significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes” (AUSUBEL, 2003, p. 8).

O processo de assimilação ocorre em três fases diferentes, que são:

- (1) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva;
- (2) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e
- (3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (Ibid. p. 8).

Nessas fases não só a nova informação é modificada ao interagir com o subsunçor relevante da estrutura cognitiva, mas o próprio subsunçor também sofre alteração, “quer com as novas ideias de instrução com as quais interagem, quer, mais tarde, com os novos significados emergentes aos quais estão ligadas no armazenamento de memória” (ibid. p. 8). Moreira (2009a) chama atenção que a nova informação original poderá nunca ser lembrada exatamente da forma que era.

O processo descrito anteriormente pode ser representado através de um diagrama de cores (Figura 2):



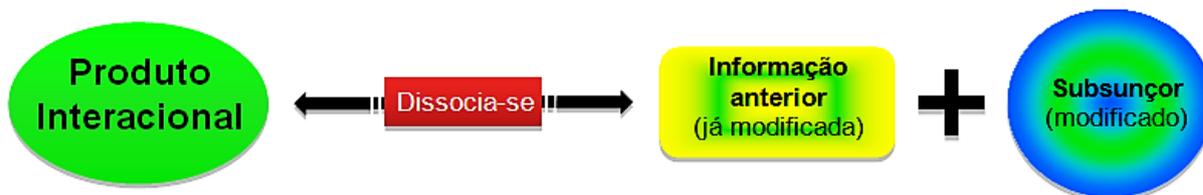
Figura 2 – Representação do processo de assimilação.

O diagrama de cores acima representa a fase inicial da assimilação da aprendizagem significativa proposta por Ausubel. Para tanto foi usado o conhecimento sobre mistura de cores, onde temos o retângulo em amarelo a **nova informação** (potencialmente significativa), que interage de forma substantiva e não-arbitrária com o **conhecimento prévio** (subsunçor) do aprendiz, representado pela circunferência em azul. Desta interação, resulta o **produto interacional** (aquisição de significados), que é a elipse em verde na figura acima.

Escolhemos esta representação (em cores), pois acreditamos que a mesma explica melhor o processo de assimilação. Como se sabe quando se mistura as cores primárias amarela com azul, obtêm-se a cor verde. No caso da figura acima, temos que o produto interacional está em verde. Este é formado justamente a partir da interação da nova informação com os subsunçores relevantes. No produto interacional a informação que era nova, ainda está presente, só que não da mesma forma, pois esta já sofreu alterações devido a sua interação com os subsunçores, estes também já não são mais os mesmos, pois também foram modificados, tornaram-se mais elaborados, mais estáveis. Isso ocorre na formação das cores, no verde, existem partículas de amarelo (no caso de se misturar tintas) assim como de azul, porém, estas cores ao interagirem, foram modificadas, estão agora com um novo aspecto, e juntas formam uma nova cor (verde), um novo produto.

O processo de assimilação descrito, não termina na aquisição de significados pelo aprendiz, segue por uma fase de retenção e outra de esquecimento, ambos considerados resultados e sequelas naturais deste processo. Na retenção, “armazenam-se (ligam-se) significados acabados de surgir em relação às ideias ancoradas que lhes correspondem” (AUSUBEL, 2003, p. 8). Contudo, estes significados representam “entidades identificáveis separadamente e por si só,

apenas são dissociáveis e reproduzíveis relativamente às ideias ancoradas por um determinado período de tempo limitado (a não ser que se apreendam bem através da repetição ou do ensaio)” (AUSUBEL, 2003, p. 8). Essas novas entidades, sendo dissociáveis, podem ser vistas como entidades individuais (Figura 3).



**Figura 3** – Representação do processo de retenção.

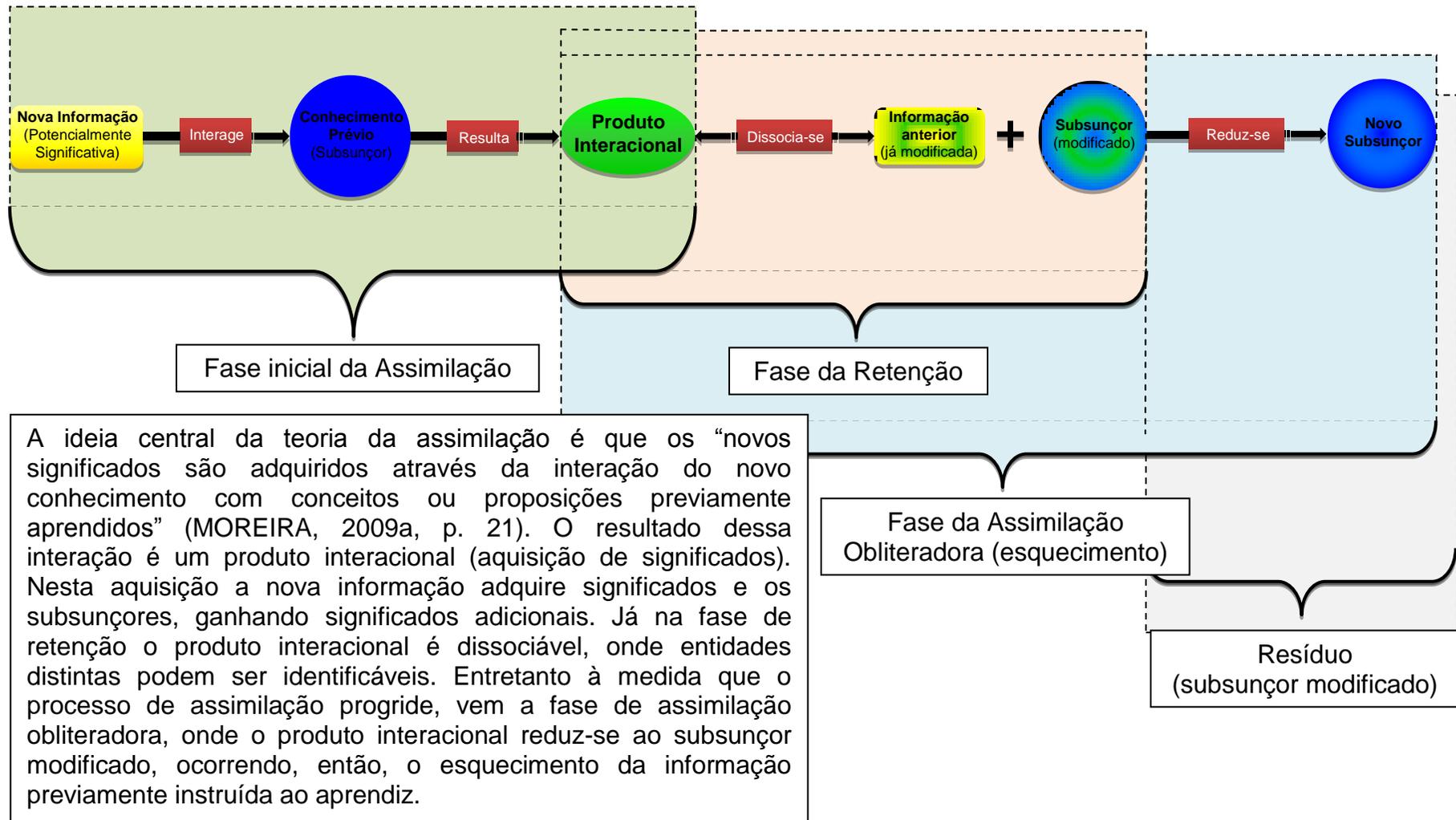
A figura acima representa o processo de retenção proposto por Ausubel. Observa-se que após a dissociação do produto interacional (elipse verde), restam a informação anterior (retângulo verde-amarelo) do material de instrução já modificada, isso justifica a mistura de cores e os subsunçores também modificados. Observe também que tanto a informação anterior quanto os subsunçores, mesmo modificados, são entidades distinguíveis.

Quando a dissociabilidade chega a um ponto crítico, ocorre o esquecimento gradual em relação às ideias âncoras. Este esquecimento é a chamada fase obliteradora da assimilação. Tanto na fase de assimilação inicial quanto na fase de retenção-esquecimento,

As ideias estáveis e estabelecidas na estrutura cognitiva interagem de forma seletiva (em virtude da relevância das mesmas) com novas ideias (assimiladas) do material de instrução, de modo a produzirem os novos significados que constituem o objetivo do processo de aprendizagem (AUSUBEL, 2003, p. 9).

Após a fase de obliteração (esquecimento), o que fica realmente na estrutura cognitiva do aprendiz são os subsunçores modificados, estáveis, diferenciados. Ausubel (2003, p. 9) esclarece que os “novos significados sofrem, depois, uma estabilização através da ligação (armazenamento), relativamente a estas mesmas ideias ancoradas estáveis.” Sendo assim, “o esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo que facilita a aprendizagem e retenção de novas informações” (MOREIRA, 2009a, p. 20). Por isso a aprendizagem significativa não é aquela em que o aprendiz nunca esquece, mas é a que proporciona um maior tempo de retenção do que foi aprendido.

Todo o processo de assimilação e retenção do conhecimento na aprendizagem significativa pode ser representado pelo seguinte diagrama:



**Figura 4** – Representação de todo o processo de assimilação e retenção.

Após o entendimento de todo o processo de assimilação da aprendizagem significativa, é preciso compreender os princípios norteadores desta aprendizagem.

### **3.2.7 – Quais os princípios da Aprendizagem Significativa?**

De acordo com Ausubel um ensino que tem como objetivo a aprendizagem significativa precisa estar de acordo com dois princípios básicos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Sobre a diferenciação progressiva, Moreira (2009a, p. 65) afirma que é “o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade.” Ou seja, as ideias mais inclusivas devem estar no topo da estrutura conceitual do aprendiz, que progressivamente, vai incorporando proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

De acordo com Ausubel (2003, p. 6), este princípio “reconhece que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão.” No ensino de Física tem-se para a primeira série do ensino médio, por exemplo, os conteúdos referentes à Mecânica, geralmente os professores iniciam os conteúdos pela cinemática (MRU, MRUV, Lançamentos, MCU). Nesta pesquisa, porém, como veremos na parte da metodologia, fez-se a opção por iniciar com uma introdução aos conceitos principais e pela parte de quantidade de movimento e sua conservação, tendo em vista que dentro dos conteúdos de mecânica, esta é a parte mais geral e inclusiva. Em seguida foram abordados os conteúdos referentes às Leis de Newton, etc.

Outro exemplo dado como um possível uso deste princípio é “para se introduzir o conceito de cultura, podemos começar por explicar que todo o conhecimento, especializações, valores e hábitos transmitidos de pais para filhos, constituem a cultura da raça humana” (NOVAK, 2000, p. 63). O autor ressalta ainda que posteriormente poderiam se “discutir as culturas samoana, índia americana ou urbana americana, descrevendo os métodos e agentes pelos quais são transmitidos os elementos culturais” (Ibid. p. 63).

Os livros didáticos de Física usados atualmente nas escolas, não atendem ao princípio da diferenciação progressiva. Mesmo assim é possível utilizá-los, dentro desta teoria, com algumas adaptações. Para Novak (2000, p. 63) uma das razões do por que a instrução escolar se mostra pouco eficaz é que “os autores dos currículos raramente escolhem os conceitos que esperam ensinar e, ainda mais raramente, tentam procurar relações hierárquicas possíveis entre estes conceitos.”

O princípio da diferenciação progressiva é de suma importância para o processo de aprendizagem significativa. Ausubel (1978, p. 190 *apud* MOREIRA, 2009a, p. 65) defende que,

- 1) é menos difícil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas;
- 2) a organização do conteúdo de um corpo de conhecimento na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica na qual as idéias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Moreira (2009a, p. 65) defende também que a programação do conteúdo de estar de acordo com tal princípio, porém deve ir além. Precisa “também explorar, explicitamente, relações entre conceitos e proposições, chamar atenção para diferenças e similaridades relevantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes.” E isso nos leva ao próximo princípio da aprendizagem significativa.

A reconciliação integrativa é “o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (Ibid. p. 65). São relações que o aprendiz faz dos novos conceitos com os conhecimentos prévios. Assim, à medida que novas informações são adquiridas, os elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados.

Este princípio pode ser facilitado no ensino expositivo “se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes.” (AUSUBEL, 2003, p. 6). Esses dois processos ocorrem de forma simultânea no decurso da aprendizagem significativa. No caso de uma aprendizagem subordinada o primeiro princípio é mais evidente, já para as aprendizagens superordenada e combinatória, o segundo princípio tem maior relevância.

No ensino de Física é possível a todo instante fazer as relações entre os conceitos. Como exemplo, temos que nas leis de Newton, o professor para facilitar o entendimento do assunto, precisa fazer tais relações com conceitos previamente vistos como aceleração, velocidade, tempo, massa, etc.

Um bom exemplo do uso destes dois princípios pode ser dado para o entendimento melhor desta teoria:

Uma vez adquirida a idéia de aprendizagem significativa como sendo caracterizada pelo relacionamento substantivo e não-arbitrário de uma nova informação com outra relevante já existente, na estrutura cognitiva, as aprendizagens significativas dos conceitos de aprendizagem representacional, conceitual e proposicional, constituir-se-ão em diferenciação progressiva do conceito de aprendizagem significativa, em si. Por sua vez, o reconhecimento de que esses tipos de aprendizagens significativas estão relacionados e podem ocorrer tanto por subordinação (aprendizagem subordinada) como por superordenação (aprendizagem superordenada) ou, ainda, por uma combinação de significados (aprendizagem combinatória) constitui-se em uma reconciliação integrativa. A reconciliação integrativa, nesse caso, ocorre na medida em que o indivíduo reconhece que são duas classificações diferentes de aprendizagem significativa (representacional, conceitual e proposicional de um lado e subordinada, superordenada e combinatória de outro) e que não envolvem contradições (MOREIRA, 2006, p. 37).

Esse dois princípios que norteiam a aprendizagem significativa, devem também ser seguidos pelos materiais instrucionais e pelo próprio ensino. Cabe agora compreender como um ensino que tem como foco a aprendizagem significativa pode acontecer. É preciso compreender então, como esta aprendizagem pode ser facilitada no ambiente escolar.

### **3.2.8 – Como facilitar a Aprendizagem Significativa?**

A maneira eficiente de facilitar a aprendizagem significativa, segundo Ausubel, é fortalecendo os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Para ele, “se a estrutura cognitiva for clara, estável e bem organizada, surgem significados precisos e inequívocos e estes têm tendência a reter a força de dissociabilidade ou disponibilidade” (AUSUBEL, 2003, p. 10). Estes são os aspectos a serem observados. Este autor esclarece, porém, que se “a estrutura cognitiva for instável, ambígua, desorganizada ou organizada de modo caótico, tem tendência a inibir a aprendizagem significativa e a retenção” (Ibid. p. 10).

Tal facilitação proposta acima, em um ambiente de sala de aula, pode acontecer de duas maneiras para Ausubel (2003, p. 10):

- (1) **de forma substantiva**, através do carácter inclusivo, do poder de explicação e das propriedades integradoras dos conceitos e princípios específicos e unificadores apresentados ao aprendiz; e
- (2) **de forma sistemática**, através de métodos apropriados de apresentação, disposição e avaliação da aquisição significativa da matéria, através da utilização adequada de material de instrução organizado e pré-testado e através da manipulação adequada das variáveis quer cognitivas, quer sociais de motivação da personalidade. (Grifo nosso).

Com relação a forma substantiva, é preciso que o professor fique atento ao conteúdo (material instrucional) em si que vai ensinar e principalmente à estrutura cognitiva de seus alunos. Por isso a importância de se conhecer os conhecimentos prévios destes. Tanto o material instrucional como a estrutura pode ser modificado para que a aprendizagem significativa ocorra. Sendo assim, faz-se necessário que o professor faça uma “análise conceitual do conteúdo para identificar conceitos, idéias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional” (MOREIRA, 2009a, p. 64). O autor orienta ainda que o professor não deve “sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a organização cognitiva” (Ibid. p. 64). Para tanto, “é preciso buscar a melhor maneira de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo da matéria de ensino aos aspectos especificamente relevantes de estrutura cognitiva do aprendiz” (Ibid. p. 64).

Com relação à forma sistemática do conteúdo (programação), para que esta seja também facilitada, Ausubel ainda propõem quatro princípios programáticos do conteúdo: a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, uma organização sequencial e a consolidação. Os dois primeiros princípios já foram discutidos na seção anterior. Quanto à organização sequencial, a mesma consiste em dar uma sequência lógica para “os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quanto possível (observados os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino” (Ibid. p. 65). Os livros didáticos apresentam uma sequência lógica para os conteúdos, porém não obedecem aos princípios citados.

Quanto ao princípio da consolidação,

É aquele segundo o qual insistindo-se no domínio (ou mestria) do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão na matéria de ensino e alta probabilidade de êxito na aprendizagem sequencialmente organizada. O fato de Ausubel chamar atenção para a consolidação é coerente com sua premissa básica de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe (Ibid. 65).

O princípio da consolidação, de certa forma, complementa os demais e principalmente a organização sequencial. Pois tendo em vista a sequência proposta de determinado material instrucional, para que se possa ir avançando é preciso que o aprendiz tenha aprendido tais conteúdos até então. Ou seja, é preciso que os conteúdos já ensinados estejam consolidados na estrutura cognitiva do aprendiz para que possam servir de âncoras para os próximos conteúdos.

Novak sugere o uso de duas ferramentas importantes para a facilitação da aprendizagem significativa: a primeira foi elaborada por ele mesmo, que são os mapas conceituais; a segunda foi proposta por Gowin, que é o diagrama V. A primeira será discutida melhor no próximo capítulo, já a segunda no ANEXO A, nesse momento serão abordadas apenas as ideias principais delas.

Os mapas conceituais foram criados por Novak e colaboradores no intuito de entender as mudanças conceituais das crianças na compreensão da ciência. Para Novak e Cañas (2006, p. 1) mapas conceituais são “ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam.” Sobre essas linhas colocam-se palavras ou frases de ligação, que tornam mais claro e específico o relacionamento entre os conceitos, caso elas não existam, pode ocorrer interpretações errôneas sobre a relação dos conceitos.

Já o diagrama Vê (ANEXO A) é uma ferramenta heurística (descoberta) que serve para analisar o “processo de produção de conhecimento (ou seja, análise das partes desse processo e a maneira como se relacionam) ou para “desempacotar” conhecimentos documentados em artigos de pesquisa, livros, ensaios, etc.” (MOREIRA, 2009b, p. 18). Este diagrama sendo utilizado no ensino é bastante útil, pois transmite ao aluno “a noção de que o conhecimento humano é *produzido, construído*, no interagir do pensar e do fazer, na busca de respostas a questões-foco sobre os mais diversos fenômenos de interesse” (Ibid. p. 20). Isto se faz muito importante tendo em vista que no processo de ensino-aprendizagem é preciso existir um compartilhamento de significados “sobre algum conhecimento e esse conhecimento é uma construção humana. O aluno, frequentemente, não percebe isso” (Ibid. p. 20).

Ainda pensando na facilitação da aprendizagem significativa, é preciso lembrar que se o aluno tiver em sua estrutura cognitiva os subsunçores (conceitos ou proposições claros, estáveis, diferenciados, especificamente relevantes), esta aprendizagem será logicamente facilitada. Quando não existirem tais subsunçores Ausubel sugere o uso dos organizadores prévios.

### 3.2.9 – O que são os Organizadores Prévios?

Um organizador prévio ou organizador avançado é definido por Ausubel (2003) como sendo um mecanismo pedagógico que auxilia a implementação dos princípios da aprendizagem significativa, discutidos anteriormente. Seu objetivo é facilitar a interação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que ainda precisa saber. Ou seja, ele age como uma “ponte cognitiva”. Justifica-se o uso de tais organizadores pelo fato que

Na maioria dos contextos de aprendizagem significativa, as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva são demasiado gerais e não possuem uma particularidade de relevância e de conteúdo suficientes para servirem como ideias ancoradas eficientes relativamente às novas ideias introduzidas pelo material de instrução em questão (Ibid. p. 11).

É para superar tal dificuldade que os organizadores prévios se mostram eficazes. Este tem um papel de mediador por ser “mais relacional e relevante para o conteúdo *particular* da tarefa de aprendizagem específica”, e também com o “conteúdo mais *geral* das ideias potencialmente ancoradas” (Ibid. p. 11, grifo do autor). Outra função destes organizadores é alterar as ideias prévias do aprendiz de modo a torná-las relacionáveis como o novo material.

Com o intuito de que eles funcionem de forma mais eficaz, tendo em vista que cada aprendiz possui uma estrutura cognitiva particular (idiossincrática), aconselha-se que os mesmos sejam apresentados em um “*nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem apreendidos*” (Ibid. p. 11, grifo do autor). Cabe salientar uma importante observação feita por Ausubel, que é a confusão feita entre organizadores prévios e resumos e visões gerais, encontrados em alguns materiais instrucionais. Estes últimos, geralmente são apresentados ao aprendiz no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade que o material instrucional apresenta. Assim, estes materiais não se caracterizam como sendo organizadores prévios.

Fundamenta-se o uso destes organizadores devido,

1. A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias *logicamente* significativas se tornem *potencialmente* significativas e as novas ideias *potencialmente* significativas se tornarem *realmente* significativas.
2. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução.
3. O fato de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva [...] e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2003, p. 11, grifo do autor).

Os fundamentos apresentados reforçam a facilitação da aprendizagem significativa e demonstram assim a relevância dos organizadores avançados. Para que os organizadores prévios realmente funcionem, Novak propõe que:

- (1) O conhecimento conceitual e proposicional relevante específico do aluno deve ser identificado;
- (2) Deve planejar-se uma organização apropriada e uma sequência dos novos conhecimentos a serem aprendidos, de forma a que se otimize a capacidade do formando relacionar os novos conhecimentos com os conceitos e proposições que já possui (NOVAK, 2000, p. 71).

Novak defende ainda a existência de “uma série comum de conceitos e proposições que podem servir para ancorar a aprendizagem de novos conceitos e proposições” (Ibid. p. 71), além de determinar se um material é ou não um organizador prévio. Isso porque ele “depende sempre da natureza do material de aprendizagem, do nível de desenvolvimento cognitivo do aprendiz e do seu grau de familiaridade prévia com a tarefa de aprendizagem” (MOREIRA, 2009b, p. 30).

Existem dois tipos de organizadores prévios. O primeiro é o organizador do tipo *comparativo*, que é usado quando os alunos já apresentam algum tipo de conhecimento sobre o que se quer abordar. Usa-se sempre “que a capacidade de discriminação entre ideias ancoradas e novas ideias do material de instrução seja um problema grave” (AUSUBEL, 2003, p. 12). O organizador esclarecerá “de modo explícito semelhanças e diferenças entre os dois conjuntos de ideias” (Ibid. p. 12).

O segundo é o *expositivo*. Usado quando os alunos não tem conhecimento sobre o assunto abordado. Tal organizador tem a finalidade de fornecer ancoragem para o material posterior, de modo que torne-se possível relacioná-lo com a estrutura cognitiva dos alunos.

As duas ferramentas citadas para a facilitação da aprendizagem significativa, se mostram também eficazes como organizadores prévios. Para Novak (2000, p. 72), “se se pedir aos formandos para construírem os melhores mapas conceituais ou diagramas em Vê de um determinado assunto ou atividade, irão revelar quer as ideias válidas, quer as inválidas, relevantes para tal assunto ou atividade”. Para complementar o entendimento da facilitação da aprendizagem significativa é preciso entender o papel da linguagem nesta aprendizagem.

### 3.2.10 – Qual o papel da linguagem na Aprendizagem Significativa?

A linguagem desempenha papel fundamental, pois

Aumentando-se a manipulação de conceitos e de proposições, através das propriedades representacionais das palavras, e aperfeiçoando compreensões subverbais emergentes na aprendizagem por recepção e pela descoberta significativas, clarificam-se tais significados e tornam-se mais precisos e transferíveis. [...], a linguagem desempenha um papel integral e operativo (processo) no raciocínio e não meramente um papel comunicativo. Sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar (AUSUBEL, 2003, p. 5).

A importância da linguagem é notória tendo em vista que a teoria de Ausubel é verbal, fato expressado por ele em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, de 1963. Segundo ele, as práticas e a aquisição de conhecimento no ensino dependem da aprendizagem verbal e simbólica.

Para Moreira (2003), quando se trata de AS, deve-se ter em mente três conceitos básicos: o significado, a interação e o conhecimento. E que subjacente a estes conceitos está a linguagem. Para o autor, “o *significado* está nas pessoas, não nas coisas ou eventos. É para as pessoas que sinais, gestos, ícones e, sobretudo, palavras [...] significam algo” (Ibid. p. 2). Sem a linguagem o desenvolvimento e a transmissão de significados seriam impossibilitados.

Sabendo que a interação ocorre entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios “já existentes na estrutura cognitiva com um certo grau de clareza e estabilidade, mas essa interação é usualmente mediada por outra, na qual a linguagem tem papel fundamental, a interação pessoal” (MOREIRA, 2003, p. 2). Essa interação pessoal (entre professor e aluno), é crucial tendo em vista a proposição de Novak que o ser humano pensa, age e sente. Ou seja, a interação pessoal é basicamente a relação afetiva entre professor e aluno.

O conhecimento é a própria linguagem, pois “a chave da compreensão de um conhecimento, de um conteúdo, ou mesmo de uma disciplina, é conhecer sua linguagem” (MOREIRA, 2003, p. 2). Assim, é a aquisição da linguagem que, “em grande parte, permite aos seres humanos a aquisição, [...], de uma vasta quantidade de conceitos e princípios” (Ibid. p. 3).

A linguagem é importante também, para o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin. Neste modelo, ele defende que existe uma relação triádica entre professor, materiais educativos e aprendiz. Sendo assim, um evento educativo se dá “pelo compartilhar significados entre aluno e professor, a respeito de conhecimentos veiculados por materiais educativos do currículo” (MOREIRA, 2009a, p. 62). No ensino existe a busca por uma congruência de significados entre estes três elementos. Para tanto a negociação de significados<sup>5</sup> é essencial.

Quando significados são negociados em um evento de ensino, o professor “apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade a respeito dos materiais educativos do currículo” (Ibid. p. 62). Já o aluno, principalmente nos processos avaliativos, devolve ao professor os significados captados. O objetivo chave do processo de ensino-aprendizagem é que “os significados dos materiais educativos do currículo que o aluno capta são aqueles que o professor pretende que eles tenham para o aluno” (Ibid. p. 62). Este objetivo só é alcançado quando aluno e professor negociam e compartilham significados. Este processo, não é possível sem a linguagem.

A partir de intensas leituras sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, elaboramos, a partir de nosso entendimento sobre esta teoria, o Mapa 3 (a seguir), onde estão expressas as principais ideias sobre a TAS discutidas neste capítulo.

---

<sup>5</sup> Cf. MOREIRA, M. A. Negociação de significados e aprendizagem significativa. Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. v.1, n.2, p 2-13, dez. 2008.



## CAPÍTULO 4

### Material Potencialmente Significativo

*“O processo de ensino-aprendizagem deve ser algo prazeroso que nos dê vontade de continuar.”*

*(Maria Clara Fraga Lopes)*

Vimos no capítulo anterior, no item que tratava da ocorrência da aprendizagem significativa, que uma das condições necessárias para que a mesma ocorra é que o material instrucional precisa ser potencialmente significativo. Tal consideração será abordada com mais ênfase nas seções seguintes. Lembra-se ainda, que o aluno ter os subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva e estar disposto a aprender são as outras duas condições para a que aconteça a AS.

A frase que iniciou este capítulo reflete bem a última condição citada, pois esta vontade de continuar mostra a disposição do aluno por aprender. E também, quanto mais disposto ele estiver, certamente buscará continuar e avançar cada vez mais em seu aprendizado. Nesse sentido, oferecer um material potencialmente significativo para o aluno torna-se não só condição para a ocorrência da AS, mas também condição para que o mesmo mantenha-se disposto cada vez mais.

Vejamos inicialmente o que é um MPS, quais suas características, etc. No entanto, é preciso ir além, é preciso ter critérios de análise que possam identificar tais materiais. Isso por causa da imensidão de materiais distribuídos na Web que se destinam ao uso na educação. Porém, esta quantidade somente não é importante, se faz necessário que tais materiais apresentem também qualidade, que sejam eficazes. É isso que se busca a partir dos critérios elaborados nesta pesquisa.

#### **4.1 – Material Potencialmente Significativo (MPS)**

Para Ausubel (2003, p. 57), o material que for “passível de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas [subsunçores] na estrutura cognitiva do aprendiz”, pode ser considerado potencialmente significativo. Tal material, como foi visto, é uma das condições necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa, além, é claro, da existência de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e da disposição deste em aprender.

É preciso ter atenção especial ao termo potencialmente, pois se “os materiais de aprendizagem (tarefa) se considerassem já significativos, o processo de aprendizagem seria completamente supérfluo” (AUSUBEL, 2003, p. 57). Assim, o próprio objetivo da aprendizagem já teria sido concretizado, os materiais apresentam então é uma potencialidade de serem significativos. Destaca-se neste momento que dentro de uma proposição de aprendizagem, podem existir componentes da mesma que já são significativos para o aprendiz, mas, de acordo com Ausubel (2003), é o significado da proposição como um todo que é o objetivo da aprendizagem. Além do mais o significado não está no material em si, ele é dado pelo aprendiz.

Cabe neste momento uma importante observação. O termo material utilizado neste texto se refere a uma variedade de ferramentas que podem ser utilizadas em um evento educativo. Tais ferramentas e/ou materiais podem envolver textos (no caso do próprio livro didático), animações, simulações, vídeos, jogo didático, slides, etc.

Voltando a definição dada por Ausubel para o MPS, é preciso entender duas características principais e fundamentais nesta definição, para se considerar um material como sendo potencialmente significativo ou não.

Primeiramente, o material precisa ter a “capacidade de relação não arbitrária e não literal para com as ideias particulares relevantes [subsunçores] na estrutura cognitiva do aprendiz” (Ibid. p. 58). Esta é uma característica que depende somente do material, pois alia-se ao fato do mesmo “ser ou não plausível ou sensível (não arbitrário) e logicamente relacional com qualquer estrutura cognitiva apropriada” (ibid. p. 58). Em outras palavras, é o significado lógico do material. Moreira (2009a, p. 12) deixa claro que “a evidência do significado lógico está na possibilidade de relacionamento, de maneira substantiva e não-arbitrária, entre material e idéias, correspondentemente significativas, situadas no domínio da capacidade intelectual humana.”

O autor citado coloca ainda que os conteúdos das disciplinas escolares são, quase por definição, logicamente significativos. Porém, tal lógica, não se faz presente na organização sequencial de tais conteúdos, tendo como suporte de análise os princípios da aprendizagem significativa. Como vimos, a sequência dos assuntos nos livros didáticos de Física não obedecem aos princípios da diferenciação progressiva nem da reconciliação integrativa.

Novamente é preciso deixar claro que a característica de ser logicamente significativo precisa ser observada no material ou tarefa de aprendizagem como um todo, e não em seus elementos separadamente, tendo em vista que tais componentes já podem possuir significados para o aprendiz. Porém, caso algum elemento fuja da lógica significativa do material, pode-se fazer algumas modificações neste, isso porque quanto mais logicamente significativo o material ou a tarefa de aprendizagem for, maior capacidade de relação terá com os subsunçores, facilitando ainda mais a ocorrência da aprendizagem significativa.

A segunda característica do material, é que o mesmo apresente “capacidade de relação com a estrutura cognitiva particular de um aprendiz particular” (AUSUBEL, 2003, p. 58). Esta característica, apesar de ser referida ao material, está vinculada mais diretamente ao aprendiz, tendo em vista que a relação citada depende da estrutura cognitiva deste, e é ele quem vai considerar ou não tal material como tendo significado, ou seja, algo bastante pessoal. Este aspecto é o que confere ao material seu significado psicológico. Além do mais, a “estrutura cognitiva de um aprendiz particular deve incluir as capacidades individuais exigidas, o conteúdo ideário ou experiências anteriores” (ibid. p. 58). Neste sentido é que a consideração citada “varia com fatores tais como a idade, a inteligência, a ocupação, a vivência cultural, etc.” (ibid. p.58).

Outro ponto interessante a se destacar é que esta característica – a qual permite o aprendiz em transformar o significado lógico do material de aprendizagem em significado psicológico - permite diferenciar consideravelmente a aprendizagem significativa da aprendizagem por memorização. Quando o aprendiz, tendo o contato com o material que seja relacionável de forma não-literal e não-arbitrária com sua estrutura cognitiva, intencionalmente faz a relação desse material com seus conhecimentos prévios, de forma a dar significado ao material e ao conteúdo aprendido, ocorre a aprendizagem significativa. No entanto, quando este processo não ocorre, tem-se a aprendizagem mecânica.

Com relação às duas características citadas anteriormente para um MPS, este, como foi visto, tem dois significados: um é o significado lógico e o outro é o psicológico. O primeiro significado depende somente da natureza do material. “É um dos dois pré-requisitos que, juntos, determinam se o material é potencialmente significativo para um determinado aprendiz” (MOREIRA, 2009a, p.12).

Já o segundo se trata de “uma experiência inteiramente idiossincrática” (MOREIRA, 2009a, p. 12). Ou seja, este significado diz respeito “ao relacionamento substantivo e não-arbitrário, de material logicamente significativo, à estrutura cognitiva do aprendiz individualmente” (Ibid. p. 12). Por mais que o material instrucional tenha significado lógico, isso não garante que ele seja considerado potencialmente significativo, pois é a maneira como ele vai se relacionar a estrutura cognitiva do aprendiz que vai determinar sua potencialidade, que neste caso precisa ter um relacionamento substantivo e não-arbitrário. A partir de então é que existirá a “possibilidade de transformar significado lógico em psicológico, durante a aprendizagem significativa” (Ibid. p. 12).

Como foi exposto, para um material ser considerado potencialmente significativo se requer duas condições, uma que depende de sua natureza lógica e outra que depende da natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, que terá uma experiência idiossincrática com o mesmo. Neste sentido, quando se falar neste trabalho que determinado material pode ser considerado potencialmente significativo, quer dizer que este se enquadra certamente dentro da primeira característica (ser lógico significativamente) e apresentar indícios que contribuam para a segunda característica (ser psicologicamente significativo). Ou seja,

Um material preparado para o ensino e aprendido não é significativo em si mesmo, só é significativo quando entra em interação com as estruturas cognitivas dos alunos. Mas pode ser potencialmente significativo se você tiver boa diferenciação entre os conceitos, organização hierárquica adequada e uma estrutura clara em seus relacionamentos (SÁNCHEZ SOTO *et al.*, 2011, p. 477 – Tradução nossa).

Os indícios citados anteriormente podem ser clarificados a partir da utilização de critérios de análise bem fundamentados com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

É dentro destas características relatadas nesse trabalho e dentro de critérios previamente estabelecidos que auxiliem e corroborem com tais características, que um determinado material será caracterizado como MPS ou não. Porém, mesmo que não se possa determinar se este tem significado psicológico ou não (pois isto quem determinará é o aprendiz quando tiver contato com o material e a depender do tipo de relação que o mesmo optou por fazer), será observado se tal material apresenta possíveis “características”, que possam contribuir para que o aprendiz faça a transformação do significado lógico para o psicológico.

## **4.2 – Critérios de Análise para um Material Potencialmente Significativo**

Para realizar uma análise consistente em determinado material de aprendizagem buscando caracterizá-lo como potencialmente significativo (no que diz respeito ao significado lógico), faz-se necessário estabelecer critérios tendo por base os princípios fundamentais da Aprendizagem Significativa, assim como elementos essenciais que auxiliem a relação não-arbitrária e não-literal do material em questão com a estrutura cognitiva do aprendiz.

A partir de nosso entendimento sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, sobre o que venha a ser um Material Potencialmente Significativo e também a partir de leituras na literatura sobre trabalhos que abordam os materiais em questão, é que propomos os seguintes critérios para se analisar um MPS: uso de recursos, linguagem do material, contexto do material, coerência lógica e conceitual, situações problemas diferenciadas, coerência imagem-texto, princípios da aprendizagem significativa, explicação de fenômenos do dia-a-dia e interatividade.

Vejamos detalhadamente cada critério e sua fundamentação.

### **1) – Uso de Recursos**

Este critério é voltado prioritariamente a materiais impressos (livros, revistas, jornais, etc.) utilizados pelos professores em sala de aula. Diz respeito a uma gama de recursos que auxiliem o entendimento do aluno em determinado conteúdo. Estes recursos podem ser um vídeo, uma animação ou simulação, um experimento, um jogo, etc. Ao se pensar em observar este critério no livro didático, por exemplo, primeiramente parece inviável, porém não o é. Busca-se verificar se o livro traz endereços eletrônicos, onde recursos tecnológicos que possam estar disponíveis para os alunos. Ou também se no material citado vem alguma sugestão de realização de experimentos. Alguns livros já apresentam tais características.

Tal critério tem fundamento na TAS, pois tendo em vista que o material precisa se relacionar com a estrutura cognitiva do aprendiz, se este trouxer recursos que possibilitem tal relacionamento, a aprendizagem significativa poderá ser auxiliada por tais recursos. Além do mais, a presença destes pode contribuir também para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem daquele conteúdo. Alguns trabalhos já identificaram a potencialidade destes recursos (SANTOS *et al.*, 2009; ALTHAUS *et al.*, 2009; BORCELLI & COSTA, 2008).

Cabe destacar os recursos que envolvem as TIC, pois percebe-se que o “avanço dos recursos da informática tem contribuído de forma significativa para a modernização e democratização do ensino da Física, principalmente por baratear custos em áreas importantes como experimentação e simulações” (SILVA *et al.*, 2004, p. 109). Com estas tecnologias, o professor tem um leque maior ao pensar em modificações em suas aulas, buscando assim aulas mais “dinâmicas, mais ativas com base nos resultados de pesquisa e ensino de física e que usem, além, recursos das TIC na sala de aula para alcançar melhorias na aprendizagem dos alunos” (BENITO *et al.*, 2005, p. 181-182).

## **2) – Linguagem do material**

A linguagem<sup>6</sup> do material instrucional é de fundamental importância, pois se o mesmo vier escrito de forma rebuscada ou muito técnica, por exemplo, a sua interação ou relação com os conhecimentos prévios do aprendiz será dificultada ou inexistente. Sabendo-se que para ocorrer a aprendizagem significativa é preciso existir essa interação, o material instrucional deve ter uma linguagem acessível ao aluno, de forma que o mesmo possa compreender o que esteja sendo colocado para fazer a relação com seus conhecimentos prévios.

O papel e importância da linguagem para a aprendizagem significativa foi discutido no capítulo anterior. Tendo em vista que a relação de afetividade professor-aluno tem importância fundamental para o tipo de educação que se quer alcançar neste trabalho, o professor precisa estar atento também para sua forma de falar com o aluno. Por mais que o material apresente uma linguagem clara, que possibilite fácil entendimento, se o professor na apresentação deste, ou no conteúdo que conste nele tenha uma forma de se expressar que o aprendiz não entenda ou muito distante do material instrucional, a aprendizagem será prejudicada ou mesmo pode não ocorrer.

À medida que o professor busca melhorar sua própria linguagem, terá maior capacidade para modificar a de seu material, tornando-a mais acessível ao seu aluno. Este exercício, digamos assim, precisa ser contínuo, pois ao se tratar de linguagem, sabe-se que a mesma não está estática no tempo, ela evolui, modifica-se, moderniza-se... É preciso acompanhar sempre este processo.

---

<sup>6</sup> Cf. (MOREIRA, 2003).

### **3) – Contexto do material**

Quem elabora um material instrucional, faz isso para um fim, para alguém dentro de determinado contexto. É lógico que apenas um único material não poderia dar conta de todos os contextos de vida dos mais variados alunos do sistema educacional, porém é de se observar que o que predomina em uma simulação ou em um tópico no livro didático, por exemplo, pode aproximar ou afastar o aluno do conteúdo programático. Quando o aprendiz está em contato com o material que condiz com sua realidade, fica mais simples para ele dar significado a este material, fato que é necessário para que este seja potencialmente significativo. Outro fato que é facilitado também, é a relação do aprendiz com o material.

O contexto apresenta importância fundamental não só para o material instrucional como para todo o ensino. Para Gowin e Alvarez (2005, p. 11), “o fato é que o significado das explicações de um conhecimento é função do contexto de investigação que as produziu. Quando o contexto muda, os significados mudam<sup>7</sup>”. Sendo assim, dependendo de qual seja o contexto do material instrucional, este pode dificultar o entendimento do aprendiz sobre o conteúdo daquele material ou então levar este a significados não compartilhados e aceitos pela comunidade científica até então.

A importância do contexto para a aprendizagem foi verificada com mais detalhes em uma pesquisa realizada por Amantes e Borges (2011), onde buscaram identificar fatores que influenciam a aprendizagem tendo em vista a análise do mesmo. Três fatores foram primordiais: o foco de atenção nas discussões, o engajamento na realização das tarefas e a motivação em estudar o conteúdo. Foi verificado também que esses fatores “se mostraram semelhantes para os alunos de uma mesma série, mas diferentes quando as séries foram verificadas em separado” (AMANTES; BORGES, 2011, p. 291). Percebe-se assim, que o contexto de ensino não é algo trivial, é preciso dar muita importância para ele. Pois cada sala de aula traz uma realidade diferenciada que precisa ser conhecida para que se possa entender qual a melhor maneira de conduzir o ensino, bem como saber também, qual a melhor maneira de adaptação do material instrucional, sendo possível assim, elaborar um material dentro do contexto de vida dos alunos.

---

<sup>7</sup> Tradução nossa.

#### **4) – Coerência Lógica e Conceitual**

Este critério diz respeito a um requisito mínimo de um material potencialmente significativo, que é o de ter uma estrutura lógica ou ser logicamente significativo. Busca-se com tal critério verificar erros conceituais ou erros que possam induzir erroneamente a construção de conhecimentos científicos. De acordo com Moreira (2009a, p. 12) “o conteúdo das disciplinas ensinadas na escola é, quase que por definição, logicamente significativo”. Porém, sempre é viável verificar este quesito nos materiais, principalmente quando se trata de conhecimentos científicos, pois estes sofrem modificações e/ou atualizações.

Um exemplo de tal situação é em relação ao sistema solar. Caso o professor utilize um material onde represente o sistema solar com nove planetas, incluindo Plutão seria um material completamente desatualizado. E o aluno poderia adquirir tal conhecimento errôneo para os dias atuais. E o pior, esta aquisição poderia se dar até de forma significativa. Fato que seria prejudicial em se tratando de um conhecimento não compartilhado pela comunidade científica.

Dentro ainda desta perspectiva, observa-se também se o encaminhamento dos conceitos foi realizado sem omissão de conceitos-chave para o entendimento do conteúdo. Pois esta omissão pode prejudicar fortemente a formação de novos subsunçores ou a estabilidade dos já existentes. Fato que dificultará a ocorrência de Aprendizagem Significativa. Alguns materiais muito resumidos omitem vários conceitos, dificultando assim o entendimento dos alunos. Usá-los no início da instrução de um determinado conteúdo é algo perigoso para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Dentro deste critério, observa-se também a sequência lógica dos conteúdos. Esta sequência ou organização sequencial, citando as palavras de Souza e Boruchovitch (2010), referindo-se a Ausubel, Novak e Hanesian (1980), “implica a disposição sucessiva dos tópicos ou unidades a serem abordados, visando à simplificação do processo de compreensão e apropriação dos conteúdos” (p. 799). As autoras completam afirmando que

Logicidade, gradualidade e continuidade não são apenas aspectos que orientam a organização sequencial na programação dos conteúdos, mas são também “reflexos” do compromisso com a promoção da aprendizagem significativa, pela consecução dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010, p. 799).

## **5) – Situações problemas diferenciadas**

Busca-se analisar a qualidade dos problemas e/ou situações problemas propostas pelos materiais instrucionais. Isso é necessário ao se buscar evidências de que a aprendizagem significativa esteja ocorrendo, ou seja, saber se realmente o aluno aprendeu significativamente determinados conceitos. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, ao se propor problemas para os alunos é preciso “formular questões e problemas de maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido” (MOREIRA, 2009a, p. 18).

É preciso observar também se tais problemas vêm numa ordem crescente de dificuldade, requerendo assim transformação gradativa do conhecimento do aluno, onde possa ocorrer a máxima transformação possível do conhecimento adquirido por ele. Materiais instrucionais que não trazem problemas diferenciados, com níveis de dificuldade crescente, que busquem levar o aluno a um maior esforço cognitivo, certamente não atendem a este critério e prejudicam, sobremaneira, verificar se a aprendizagem se deu ou não de forma significativa.

## **6) – Coerência Imagem-texto**

Aqui mais uma vez analisa-se a lógica do material só que de um foco diferente, a partir de imagens, de seu visual. Busca-se averiguar a coerência entre imagem e texto trabalhado no material, pois se o texto vier com uma determinada informação e a imagem colocada, referente a este, levar o aluno a outros entendimentos, sua aprendizagem será prejudicada, pois o mesmo não fará a relação correta dos novos conhecimentos com seus subsunçores. Além do mais, o aluno pode adquirir informações errôneas a respeito do conteúdo proposto pelo material instrucional (UIBSON; VIANNA, 2010).

Em estudo sobre o uso de recursos para ensinar o pêndulo simples, Benito *et al.* (2005), constataram que até mesmo livros universitários traziam imagens errôneas sobre o pêndulo simples. Determinaram que

No estudo do pêndulo simples, em nenhuma das obras universitárias citadas, bem como textos da graduação consultados, se distribuía corretamente o diagrama de forças para uma posição geral, que não o correspondente ao alongamento máximo. E muitas vezes é a posição de alongamento máximo como uma posição geral da trajetória do pêndulo, e não a posição particular que é. Em todos os casos existe uma grande confusão sobre a magnitude relativa das forças representadas pelos autores em suas figuras de apoio (BENITO *et al.*, 2005, p. 185 - tradução nossa).

No ensino de física encontramos comumente em alguns livros-textos ao tratarem das leis de Newton, uma figura de “Newton” embaixo de um pé de maçã, onde uma maçã cai em sua cabeça. Isso pode alimentar a estória de que o teórico elaborou suas leis da Física a partir de tal evento. Algo que vai de encontro à própria história da evolução científica. Tendo em vista que em sua própria obra, *Princípios*, Isaac Newton não faz nenhuma referência a tal fato.

## **7) – Princípios da Aprendizagem Significativa**

Considerando que o material ser potencialmente significativo é condição necessária para a aprendizagem significativa, e que esta obedece a dois princípios básicos, o da diferenciação progressiva e o da reconciliação integrativa, inferimos que o material instrucional deva também obedecer a tais princípios, tendo em vista a relevância destes para toda a teoria da aprendizagem significativa.

Analisa-se então se a organização do conteúdo do material instrucional está de acordo com tais princípios. Citando como exemplo, um material que trate das Leis de Newton, consideramos como organização coerente para ele que o mesmo comece fazendo uma discussão sobre movimento, suas possíveis causas (ideia de força), explicações, etc. Em seguida viria à explanação da 3ª Lei de Newton, pois o conceito de força seria mais aprofundado. Logo após, viria à discussão sobre a 1ª Lei de Newton, onde se observa maior especificidade do conceito de força ao se considerar várias forças (força resultante) agindo em um corpo, dando-se também uma noção de equilíbrio. Por fim viria a exposição da 2ª Lei de Newton. Tal organização se justifica pela abrangência, generalidade e inclusividade dos conceitos desta sequência.

Como visto no capítulo anterior, estes dois princípios caminham juntos. Para Moreira (2009a), citando o próprio Ausubel (1975, p. 125), toda “aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará igualmente em diferenciação progressiva adicional de conceitos ou proposições” (p. 25). O autor completa afirmando que “a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos dinâmicos que ocorrem no curso da aquisição de significados” (p. 26). Percebe-se mais uma vez quão importante são esses dois princípios para que a aprendizagem significativa seja gerada, cabendo assim, o material instrucional obedecer também a eles.

## **8) – Explicação de Fenômenos do dia-a-dia**

Quando o material instrucional trazer explicações de fenômenos do dia-a-dia, abre a possibilidade de aproximação do aluno com os conhecimentos abordados, pois este ao compreender cada vez mais o que ocorre em sua realidade Física, por questões lógicas, tende a ter uma relação cada vez maior com esta realidade. Sendo assim, será mais fácil para que o aprendiz consiga dar sentido ao que esteja aprendendo, fazendo com que o mesmo consiga relacionar a explicação apresentada pelo professor sobre determinado fenômeno com suas observações diárias, com seus conhecimentos prévios.

No sentido de considerar o material instrucional como um todo, este critério busca verificar se à medida que o conteúdo vai sendo desenvolvido traz consigo exemplos de possíveis aplicações e/ou de explicações de fenômenos e/ou situações que estão presentes no cotidiano dos alunos. Inclusive aplicações em Ciência e Tecnologia.

A título de exemplo, ao se trabalhar o conteúdo referente a impulso e quantidade de movimento, assim como o teorema do impulso, o professor pode mostrar como este conhecimento facilita o entendimento do movimento da bola de futebol quando o jogador chuta-a e a relação entre a força aplicada pelo jogador e a velocidade da bola. Além de poder também relacionar esses conteúdos aos acidentes no trânsito, por exemplo. Fato que é bastante oportuno tendo em vista a quantidade de acidentes que ocorre diariamente, servindo até de um momento de conscientização na sala de aula.

A tecnologia pode ser uma aliada do professor para a explicação de fenômenos do dia-a-dia, principalmente o uso de animações e simulações, pois a percepção de certos fenômenos na natureza fica comprometida por questões geográficas e cronológicas (o eclipse ou a aurora boreal, por exemplo). Usando ilustrações, imagens, vídeos e animações em um curso desenvolvido num ambiente multimídia, Machado e Santos (2004), perceberam que tais recursos “permitiram que a realidade estudada ficasse mais próxima dos estudantes, facilitando os comentários do professor e os debates promovidos” (p. 88). Tal interação entre professor e aluno, como foi vista, contribui também para uma maior disposição dos alunos sobre determinado assunto, e esta pode levá-los a uma melhor e maior interação com o conteúdo que está sendo ministrado.

## **9) – Interatividade**

A interatividade aqui é entendida a partir da visão de Steuer (1992) que a compreende “como até que ponto os usuários podem participar modificando a forma e o conteúdo de um ambiente mediado em tempo real” (STEUER, 1992, p. 84)<sup>8</sup>. Este conceito de interatividade será considerado neste trabalho tendo em vista que a definição deste teórico remete a um viés tecnológico. O autor defende ainda que a interatividade “é uma variável direcionada pelo estímulo e determinada pela estrutura tecnológica do meio de comunicação” (Ibid. p.14).

Outras definições de interatividade são encontradas na sua literatura específica. Definições estas que envolvem a dimensão sociológica da interatividade, dimensão comunicacional, etc. Neste trabalho utilizou-se a definição de Steuer, por ser considerada mais próxima do objeto de estudo em questão. São encontradas, na literatura também, algumas discussões sobre interação e interatividade (SEPÉ, 2006; DIAS & LEITE, 2007; CAPELARI & BARROS, 2008; ALMEIDA, 2009). Na definição de Steuer, a interação subjaz o conceito de interatividade. Sendo assim, não é necessário se deter a essas definições.

A ideia básica deste critério é verificar se o material instrucional (simulação, por exemplo) traz consigo elementos que permitam a interatividade, ou seja, elementos que permitam ao aprendiz modificar variáveis no próprio material, para que possa testar situações novas com o mesmo. Isso contribui também com o critério 5 (situações problemas diferenciadas) e favorece a aprendizagem significativa, tendo em vista que se o aprendiz não puder modificar e/ou verificar situações diferentes no material, o mesmo tende a memorizar apenas a situação apresentada inicialmente.

Quando se faz uso de uma animação, por exemplo, é importante observar se a mesma traz ferramentas de interação com o usuário (neste caso o aprendiz). Tais ferramentas são botões de ação, espaços em que é possível manipular valores e conseqüentemente interferir no resultado da simulação.

No capítulo 6 veremos com detalhes os critérios de análise e classificação de um material potencialmente significativo.

---

<sup>8</sup> Tradução nossa.

## CAPÍTULO 5

### Mapas Conceituais (MC)

*“Todo o conhecimento é uma resposta a uma pergunta.”*

*(Gaston Bachelard)*

A base teórica dos mapas conceituais é a teoria da aprendizagem significativa. Tendo em vista o conceito trabalhado de aprendizagem significativa, onde esta implica na atribuição de significados idiossincráticos, “mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados” (MOREIRA, 2009b, p. 9). Ou seja, “tanto mapas usados por professores como recurso didático como mapas feitos por alunos em uma avaliação, têm componentes idiossincráticos” (ibid. p. 9). Tendo em vista também que um dos objetivos do ensino é que os alunos venham a compartilhar significados aceitos em determinada comunidade de usuários de forma significativa, mapas conceituais apresentam-se como uma poderosa ferramenta para que se atinja tal compartilhamento.

De acordo com a TAS, a aprendizagem sendo significativa não é estática no sentido da organização da estrutura cognitiva, pois a mesma “constantemente está se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã” (ibid. p. 10). Isso mostra o grande dinamismo dos mapas conceituais.

A origem dos mapas conceituais encontra-se na busca, por Novak e colaboradores, em entender as mudanças conceituais das crianças na compreensão da Ciência. Foram criados dentro de um programa de pesquisa na Universidade de Cornell em 1972, no qual pesquisadores entrevistaram um grande número de crianças e tiveram dificuldade na identificação de mudanças conceituais sobre o conhecimento científico, analisando apenas as transcrições das entrevistas, surgiu assim à necessidade de se criar uma nova ferramenta que permitisse identificar melhor tais mudanças. Sendo assim, Novak e Cañas ratificam que,

Diante da necessidade de encontrar uma melhor forma de representar a compreensão conceitual de crianças, surgiu a ideia de que o conhecimento infantil fosse representado na forma de mapa conceitual. Desse modo, nasceu uma nova ferramenta não apenas para o uso em pesquisa, como também para muitos outros (NOVAK E CAÑAS, 2006, p. 3).

Para Novak e Cañas (2006, p. 1) mapas conceituais são “ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam.” Sobre essas linhas colocam-se palavras ou frases de ligação, que tornam mais claro e específico o relacionamento entre os conceitos; caso elas não existam, pode ocorrer interpretações errôneas sobre a relação entre eles.

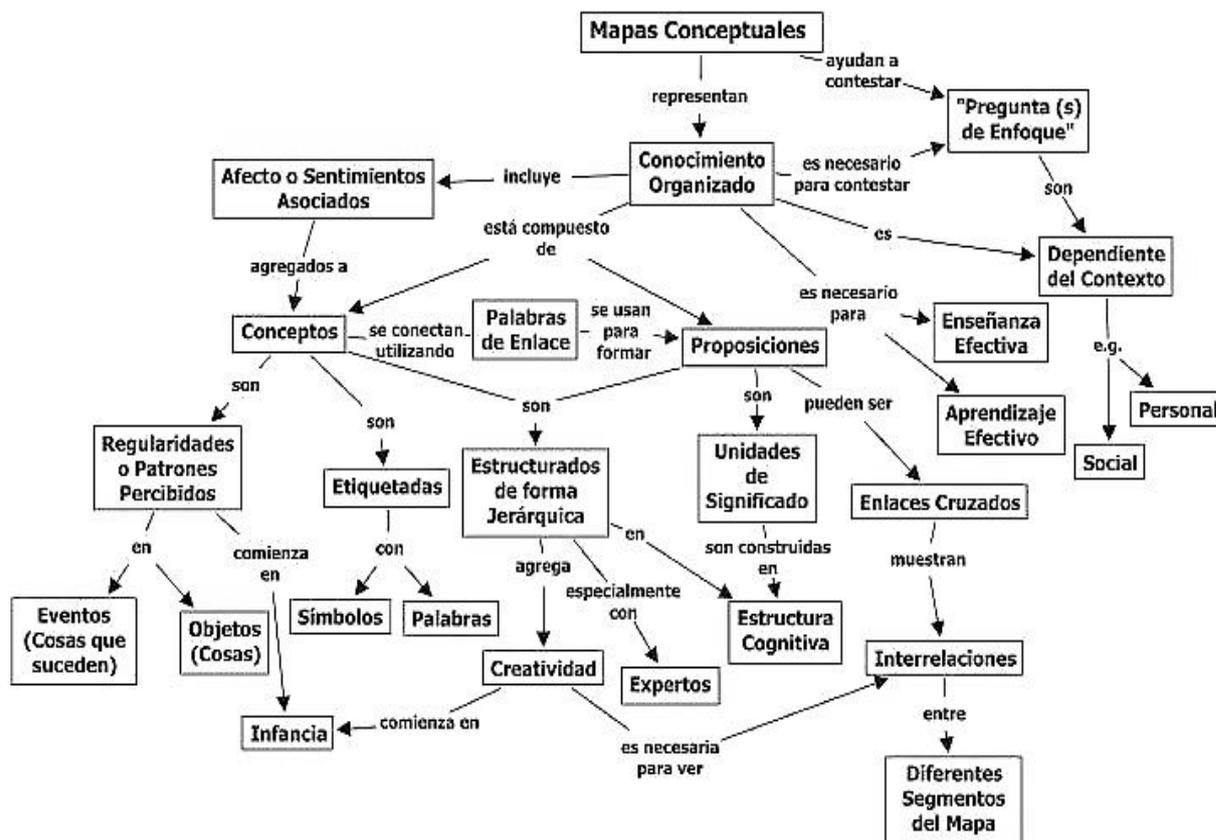
Os mapas conceituais não devem ser confundidos com “organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais” (MOREIRA, 2009b, p. 4).

O termo conceito é essencial na aprendizagem significativa e no próprio uso de mapas conceituais, tal termo pode ser definido “como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, designada por um rótulo” (NOVAK E CAÑAS, 2006, p. 1). Já o rótulo, na maioria dos conceitos, representa a(s) palavra(s) ou até mesmo símbolos. Outro termo relevante é o de proposições, que são “enunciações sobre algum objeto ou evento no universo, seja ele natural ou artificial” (ibid. p. 1). Geralmente elas contemplam “dois ou mais conceitos conectados por palavras de ligação ou frases para compor uma afirmação com sentido” (ibid. p. 1). Sendo, assim, chamadas também de unidades semânticas ou unidades de sentido.

A hierarquização é outra característica fundamental em mapas conceituais. Os conceitos no mapa devem estar hierarquicamente organizados. Para tanto “os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos hierarquicamente abaixo” (NOVAK E CAÑAS, 2006, p. 1-2). Os autores completam afirmando que “a estrutura hierárquica de uma área específica de conhecimento também depende do contexto no qual o conhecimento está sendo aplicado ou considerado” (ibid. p. 1-2). A partir de então, busca-se com o mapa conceitual, responder a uma questão, chamada de questão foco. É essa questão que conduz toda a criação do mapa.

As ligações cruzadas também ganham destaque, são o que Novak e Cañas (2006) chamam de *cross-links*. Elas representam as ligações e/ou relações entre conceitos dentro de diferentes níveis ou segmentos. Para os autores a hierarquização e a presença de ligações cruzadas são as características dos mapas conceituais que compõem o pensamento criativo.

Por fim, é importante que se coloque nos mapas também, “exemplos específicos ou objetos que ajudam a esclarecer o sentido de um determinado conceito” (ibid. p. 2). Pode-se resumir o que foi dito anteriormente com um mapa conceitual.



Mapa 4 – Um mapa conceitual sobre mapas conceituais (NOVAK e CAÑAS, 2006).

### 5.1 – Tipos de mapas conceituais

Existem vários tipos de mapas conceituais<sup>9</sup>. Essa grande variedade deve-se ao fato do mesmo ser um constructo bastante pessoal. Porém, mesmo com tanta variedade, é possível identificar os tipos principais de mapas conceituais encontrados. Esta identificação é importante tendo em vista que um determinado tipo pode atender melhor a um fim que outro.

Destaca-se neste trabalho o tipo hierárquico, nele, “a informação é apresentada numa ordem descendente de importância. A informação mais importante (inclusiva) é colocada na parte superior. Um mapa hierárquico é usado para nos dizer algo sobre um procedimento” (TAVARES, 2007, p. 75). Este mapa apresenta, de forma explícita, a teoria trabalhada nesta pesquisa.

<sup>9</sup> Para detalhes de outros tipos de mapas conceituais, conferir: (TAVARES, 2007).

## 5.2 – Elaborando bons mapas conceituais

Para elaborar bons mapas não existe uma delimitação de uma única estrutura hierárquica. No entanto, esta estrutura é facilmente definida de acordo com o contexto do assunto que vai ser tratado. Fora do contexto, os primeiros mapas conceituais dos alunos, são menores, com poucos conceitos. À medida que o aluno vai apreendendo mais conceitos, a tendência é que seu mapa melhore, se torne mais amplo, complexo, ramificado.

O contexto de um mapa conceitual é definido por uma questão foco, isto é, “uma pergunta que especifica claramente o problema ou questão que o mapa conceitual deve ajudar a resolver” (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 11). Os autores defendem que “todo mapa conceitual responde a uma questão foco, e uma boa questão foco pode conduzir a um mapa conceitual muito mais rico” (ibid. p. 12).

O passo seguinte na elaboração de um bom mapa conceitual é localizar os conceitos principais (conceitos-chave) do assunto do contexto do mapa e em seguida listá-los no mapa de forma hierárquica, “do conceito mais geral e inclusivo para o problema ou situação em questão, que ficaria no topo da lista, até o conceito mais específico e menos geral, que ficaria na base dela” (ibid. p. 12). Um número de conceitos razoável para um bom mapa conceitual é entre 15 a 25 conceitos de acordo com Novak e Cañas, porém este número depende do nível de conhecimento do aluno e de sua habilidade na elaboração de mapas conceituais.

De acordo com Moreira (2009b), não existe “o mapa conceitual”, ou seja, não existe o mapa conceitual “correto”, pois um mapa revela os significados que quem o fez atribuiu aos conceitos e as relações significativas entre eles. Mesmo assim, bons mapas podem ser construídos e/ou melhorados com o tempo.

Uma ferramenta que pode contribuir na elaboração de bons mapas, facilitando sua construção, é o programa CmapTools que foi desenvolvido pelo Institute for Human Machine Cognition (IHMC) da University of West Florida, tendo como supervisor o Dr. Alberto J. Cañas. O CmapTools possibilita que

Quando usado juntamente com um projetor multimídia, dois ou mais indivíduos podem facilmente elaborar um mapa juntos e verem as mudanças na medida em que avançam no trabalho. O CmapTools também permite que indivíduos em uma mesma sala ou em qualquer parte do mundo trabalhem juntos em um mapa, sendo que os mapas podem ser elaborados de forma síncrona ou assíncrona, de acordo com a disponibilidade de quem o esteja fazendo (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 12).

Outra vantagem em se fazer mapas conceituais no computador é a facilidade de alterá-lo. Um bom mapa conceitual geralmente não é construído de uma única vez, geralmente é preciso revisá-lo duas ou três vezes, pois assim é possível incluir conceitos não percebidos na primeira construção ou até alterar conceitos colocados indevidamente.

Falando em conceitos, temos que eles (em um determinado conteúdo) estão interligados entre si, seja através de frases de ligação ou de ligações cruzadas. Faz-se necessário orientar aos alunos de que “é preciso ser seletivo ao identificar as ligações cruzadas e tão preciso quanto possível ao estabelecer palavras de ligação que interliguem conceitos” (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 12). Os autores destacam que “deve-se evitar ‘frases nas caixas’, ou seja, frases completas usadas como conceitos, uma vez que isso geralmente indica que toda uma subseção do mapa poderia ser elaborada a partir da frase na caixa” (ibid. p. 13).

Os mapas conceituais podem ser usados como instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação. Este último foi o utilizado neste trabalho. Assim, os mapas conceituais oferecem “uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento” (MOREIRA, 2009b, p. 7). Esta característica permite “conhecer” a estrutura cognitiva do aprendiz, verificando seus conhecimentos prévios.

Um importante trabalho sobre o uso de mapas conceituais como instrumento avaliativo é o de Souza e Boruchovitch (2010), em que as autoras tratam especificadamente dos MC na avaliação formativa. Souza e Boruchovitch (2010) defendem que ao “favorecer a identificação dos conhecimentos apropriados pelo aluno, os mapas conceituais orientam as ações e intervenções docentes no aperfeiçoamento do ensino e ampliação da aprendizagem” (p. 803).

De forma geral, os mapas conceituais, mostram-se também como uma técnica inovadora, pois “busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno” (MOREIRA, 2009b, p. 7). E esse ponto de vista é fundamental no processo da aprendizagem significativa; é o fator mais importante que interfere na aprendizagem, segundo Ausubel.

## CAPÍTULO 6

### Metodologia

*“Os métodos são as verdadeiras riquezas.”*

*(Friedrich Nietzsche)*

Esta pesquisa tem características descritivas e explicativas. É descritiva tendo em vista que a mesma busca descrever também as características de uma determinada população (os alunos) além do estabelecimento das relações entre as variáveis desta população (GIL, 2006). Analisa-se assim a relação das TIC com a aprendizagem significativa. Esta pesquisa é também explicativa, pois apresenta a preocupação de identificar os fatores que influenciam determinados fenômenos dentro da população estudada (GIL, 2006). Analisa-se assim, que elementos das TIC podem contribuir para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Esta pesquisa tem os seguintes objetivos:

#### **Geral**

- Compreender como as TIC podem facilitar o processo de aprendizagem significativa no ensino de Física.

#### **Específicos**

- Propor um ambiente favorável à aprendizagem significativa no ensino de Física;
- Elaborar critérios de análise para a determinação de um material potencialmente significativo;
- Compreender como o uso de Mapas Conceituais pode auxiliar na identificação da aprendizagem significativa;
- Desenvolver uma ação pedagógica com o uso das TIC no ensino de física;
- Verificar em que medida a ação pedagógica com foco nas TIC facilita a aprendizagem significativa;

A metodologia aqui usada é a da pesquisa-ação. Tal termo é muito usado na literatura e possui várias definições, não cabendo a este trabalho entrar em detalhes nessas definições. Porém, a definição usada por Tripp (2005, p. 447) e que

está dentro dos objetivos desta pesquisa, é que esta se trata de “uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.” O autor ainda completa afirmando que “as técnicas de pesquisa devem atender aos critérios comuns a outros tipos de pesquisa acadêmica (isto é, enfrentar a revisão pelos pares quanto a procedimentos, significância, originalidade, validade etc.)” (Ibid. p. 447).

No campo da Educação a pesquisa-ação tem uma grande importância, pois é “uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos” (Ibid. p. 445). Fato corroborado também por Ferrance (2000) que defende que a investigação feita pelo professor, por exemplo, lhe trará subsídios para possíveis mudanças em sua prática. Completando este pensamento temos que a pesquisa-ação é “uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta” (ENGEL, 2000, p. 182).

A pesquisa-ação aqui realizada teve como características principais: a interação entre pesquisador e sujeitos de pesquisa; o objetivo da investigação partiu de problemas encontrados na própria prática de ensino e realidade da escola em questão; a resolução e/ou maior esclarecimento dos problemas encontrados na prática de ensino; aumento do nível de conhecimento sobre a própria prática além de uma melhoria nesta (THIOLLENT, 1994 *apud* PIMENTA, 2005). O autor cita ainda, outras características de processos gerais de pesquisa-ação.

Existem alguns tipos de pesquisa-ação de acordo com os objetivos do pesquisador e sua relação com os sujeitos da pesquisa. Temos a do tipo *colaborativa*, “em que a função do pesquisador será a de fazer parte e cientificizar um processo de mudança anteriormente desencadeado pelos sujeitos do grupo” (FRANCO, 2005, p. 485). Neste tipo de pesquisa é o grupo que solicita aos pesquisadores algum auxílio no intuito de uma transformação na realidade.

Outro tipo de pesquisa-ação é a *crítica*, que é “decorrente de um processo que valoriza a construção cognitiva da experiência, sustentada por reflexão crítica coletiva, com vistas à emancipação dos sujeitos e das condições que o coletivo considera opressivas” (Ibid. p. 485). É o pesquisador que percebe, a partir de trabalhos iniciais, a necessidade de transformação da realidade deste grupo.

Por fim, temos a pesquisa-ação do tipo *estratégica*, onde “a transformação é previamente planejada, sem a participação dos sujeitos, e apenas o pesquisador acompanhará os efeitos e avaliará os resultados de sua aplicação” (Ibid. p. 486). Geralmente neste tipo de pesquisa não é dada tanta relevância à criticidade nem a colaboração entre as partes.

Dentre os tipos de pesquisa-ação identificados por Franco (2005), o que mais se assemelha com este trabalho, é a pesquisa-ação estratégica. Porém, observamos que mesmo os sujeitos não participando da fase de planejamento inicial, suas críticas, sugestões e observações, no decorrer do processo de pesquisa foram fundamentais às fases seguintes, ocorrendo ainda certa colaboração por parte dos mesmos. Assim, mesmo que a pesquisa-ação seja característica de um tipo, não impede que tenha elementos de outro. Isso fortalece mais ainda a pesquisa.

Falando em fases da pesquisa-ação, na literatura existe uma grande variedade de nomes e de quantidades dessas fases, seguimos nesta pesquisa um ciclo ou fases proposto por Tripp (2005), tendo por base o trabalho de (Kemmis; McTaggart, 1990). Este ciclo inclui as atividades da investigação-ação (planejar, agir, descrever e avaliar), porém com nomenclatura e fases diferentes. Seguindo as orientações de Tripp (2005) e considerando que o planejar, o descrever e o avaliar também se constituem uma ação, o termo implementação é utilizado para descrever o agir. Sendo assim, “fica mais claro representar o ciclo da pesquisa-ação como uma sequência de três fases de ação nos dois diferentes campos da prática e da investigação sobre a prática” (Ibid. p. 453). A figura abaixo mostra este ciclo.

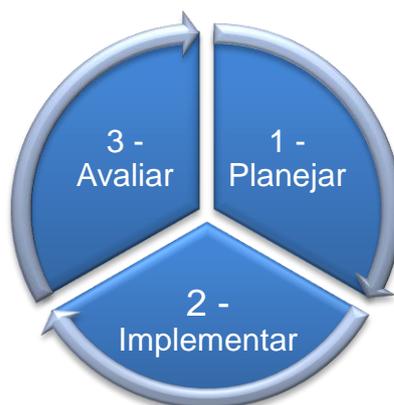
**Tabela 2** – O ciclo da pesquisa-ação (Tripp, 2005, p. 453).

Tabela 2: Representação do ciclo de pesquisa		
	Ação realizada no campo da	
Seqüência da ação	Prática	Investigação
Planejamento	De uma mudança na prática	Da avaliação de resultados da
Implementação	Da mudança na prática	Da produção de dados
Avaliação		a) da mudança da prática e b) do processo de investigação-ação

A tabela acima mostra que o planejamento, a implementação e a avaliação ocorrem não somente em relação à prática, mas também em relação à própria investigação. Percebe-se também que a ação ocorre tanto na prática quanto

na investigação. Tudo isso para tornar mais coeso o processo de pesquisa e para que se possa atingir a melhoria desejada na prática.

Essas três fases (Planejamento, Implementação e Avaliação) serão descritas no próximo tópico de forma detalhada. Este processo é contínuo, não termina na fase da avaliação, pois a partir desta, novas ações são feitas na prática, iniciando novamente o processo. A figura abaixo representa melhor esta ideia.



**Figura 5** – Fases da Pesquisa-Ação.

## **6.1 – Planejamento, Implementação e Avaliação**

### **6.1.1 - Planejar**

O planejamento dentro do processo de pesquisa-ação inicia-se com o (re)conhecimento dos sujeitos pesquisados, neste caso os alunos. Para Tripp (2005, p. 453) “O reconhecimento é uma análise situacional que produz ampla visão do contexto da pesquisa-ação, práticas atuais, dos participantes e envolvidos.” Esta etapa foi realizada com a aplicação de um Questionário Perfil (ANEXO B). A seguir veremos quais as principais características verificadas dos sujeitos desta pesquisa.

### **Contexto da Pesquisa**

Esta pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS) – Campus Lagarto. Anteriormente conhecido como Unidade de Ensino Descentralizada de Lagarto – UNED, o atual IFS - Campus Lagarto passou por transformações ao longo de sua trajetória histórica, até chegar a ser IFS, em dezembro de 2008 através da Lei Nº 11.892, como funciona na atualidade. A Instituição busca desenvolver projetos e ações visando atender as demandas do trabalho e assegurar uma educação profissional adequada aos

avanços científico-tecnológicos, ampliando e flexibilizando a oferta de cursos por meio de novos convênios e parcerias com o setor público e privado.

De acordo com o que diz a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (Lei Nº 9.394/96), em seu Art. 39, no capítulo III: “A educação profissional e tecnológica, no cumprimento dos objetivos da educação nacional, integra-se aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia”.

Uma característica marcante desta instituição é que sempre manteve em seu Plano de Desenvolvimento Institucional as políticas de educação inclusiva, as quais se respaldavam em uma intenção macro de igualdade e inserção de todos na educação escolar.

Os alunos que participaram desta pesquisa são do primeiro ano do curso integrado em eletromecânica. Esta turma é dividida, em razão da enorme quantidade de alunos em A e B. A turma A contém 29 alunos e a turma B contém 30 alunos. Os alunos a que se refere esta pesquisa são os da turma B. Tal escolha se fez por causa da divisão dos horários das turmas, sendo que a turma A tem duas aulas na quarta-feira e uma aula na sexta-feira e a turma B tem as três aulas seguidas na quarta-feira. Optou-se por esta (B) por não haver interrupção nas aulas.

Na turma B, dos 30 alunos temos que 22 (73%) são do sexo masculino e 8 (27%) do sexo feminino. Com relação às idades, os alunos encontra-se numa faixa que vai dos 14 aos 19 anos (tabela abaixo).

**Tabela 3 – Idades dos alunos da Turma B.**

<b>IDADES</b>	<b>Nº de ALUNOS</b>	<b>(%)</b>
14 anos	04	13,8
15 anos	13	44,8
16 anos	08	27,6
17 anos	----	0
18 anos	03	10,3
19 anos	01	3,5

Observa-se pela tabela acima que a maioria dos alunos (13 alunos) encontra-se com 15 anos (44,8%) que é a idade considerada normal pelo MEC para esta série. Já os 13,8 % (04 alunos) que estão abaixo desta idade, são oriundos do antigo sistema de oito anos do ensino fundamental. Os outros 41,4 % (12 alunos)

estão com idade superior a 15 anos, dentre estes existem 3 (três) alunos que reprovaram e estão fazendo esta disciplina novamente.

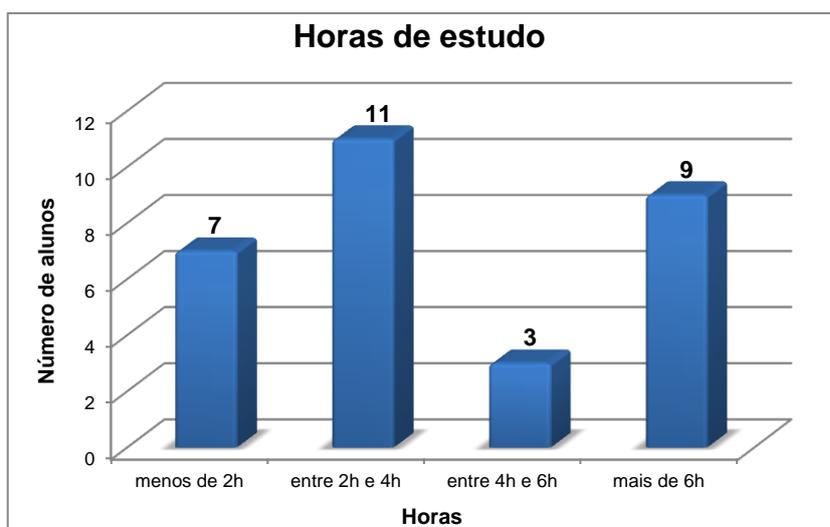
Esta turma é formada praticamente de alunos oriundos de escolas públicas. São 23 (vinte e três) alunos que vem desta realidade, o que representa 76,6%. Já os outros 23,4% (7 alunos) vieram de escola particular. Outra característica importante é que a maioria (80%) apenas estuda. Os que têm alguma atividade remunerada (20%) apontam que esta atividade não atrapalha de forma significativa seus estudos, pois é feita geralmente aos sábados.

Foi questionado aos alunos como é sua relação com a Ciência de modo geral. Todos os alunos afirmam que é fundamental aprender Ciência hoje em dia. A grande maioria (29 alunos) afirma ainda que este aprendizado pode ocorrer fora do ambiente escolar e apenas um aluno acredita que não. A maior parte dos alunos (73%) acredita que no aprendizado de Ciências a presença do professor não é o primordial, o restante (27%) defende que esta presença se faz necessária. Outro dado importante é que todos concordam que é possível produzir algum conhecimento científico em sala de aula, mesmo não estando em nível universitário.

Em se tratando da ciência Física, a grande maioria (27 alunos) já havia tido um contato com esta disciplina no 9º ano do ensino fundamental. Apenas três alunos estavam vendo Física pela primeira vez. De acordo com os próprios alunos (que tiveram contato com a Física), este contato foi: *“básico”, “foi bom para se preparar para o ensino médio”, “muito superficial”, “foi boa, mas foi muito resumida”*. Já outros afirmaram que: *“quase não tive aula por isso acho que é difícil”, “gostei, era fácil, pois só era teoria”, “terrível. Pois o colégio que eu estudava não tinha um grande cobrança igual ao IFS”, “era mais fácil de entender e compreender os assuntos.”* Percebe-se assim que o tipo de contato com a Física entre os alunos foi bastante diversificado.

Para o aprendizado de qualquer disciplina a dedicação é um fator muito importante. O gráfico abaixo descreve bem como é a dedicação em horas por semana dos alunos desta pesquisa. Cabe ressaltar que estas horas são além das horas das disciplinas escolares obrigatórias.

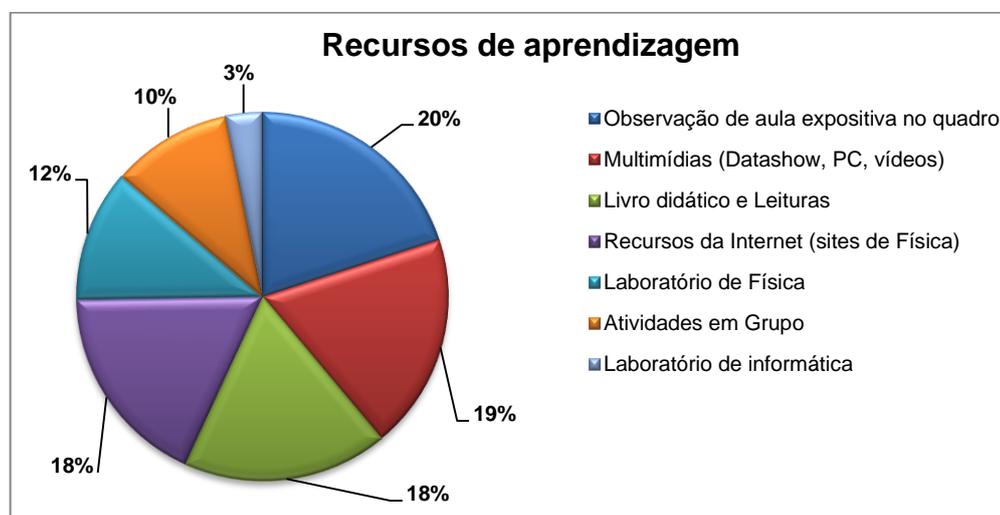
**Gráfico 2 – Horas semanais dedicadas ao estudo.**



Percebe-se pelo gráfico anterior que a maioria dos alunos (21) apresenta uma dedicação de até seis horas semanais aos estudos e que apenas nove se dedicam acima das seis horas semanais. Cabe lembrar que esses alunos além de disciplinas comuns do ensino médio, tinham também algumas disciplinas do curso técnico, tendo em vista que, por serem do Integrado, fazem o Ensino Médio e o Técnico ao mesmo tempo, num período de quatro anos. Estes alunos têm em torno de 26 (vinte e seis) horas/aulas semanais.

Foi questionado aos alunos também quais as ferramentas e/ou recursos que são utilizados pelos professores que mais eles consideram contribuir para seu aprendizado. O gráfico a seguir sintetiza os principais recursos citados.

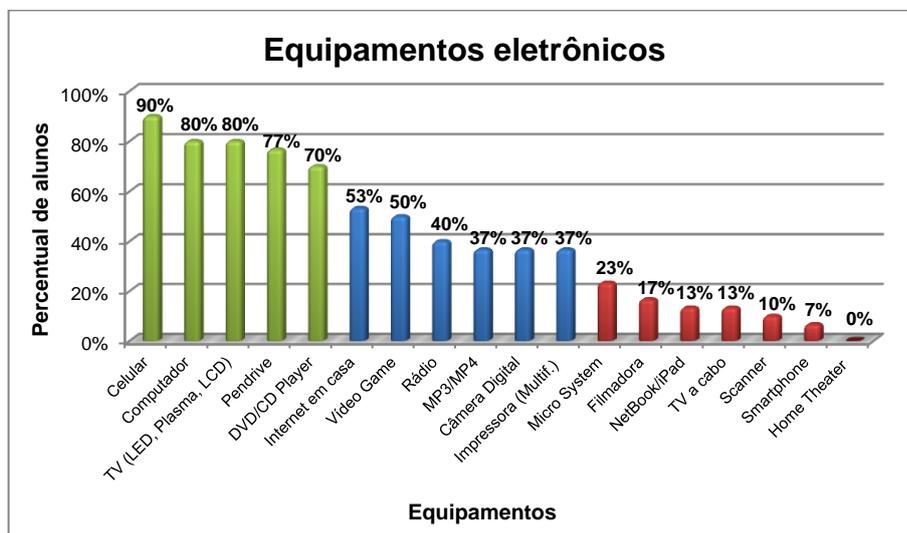
**Gráfico 3 – Recursos que mais contribuem para a aprendizagem.**



Percebe-se pelo gráfico acima o quão heterogênea é a opção dos alunos em relação ao recurso didático que eles acreditam contribuir mais para seu aprendizado. Destaca-se, porém, que recursos ditos tradicionais, como aulas expositivas, uso do livro-didático e atividades de laboratório, apresentaram um total de 50% das respostas. Já recursos ditos “modernos”, pois estão ligados as TIC, como os recursos multimídia, uso da internet e do laboratório de informática, tiveram uma percentual de 40%. Mostrando assim, que provavelmente os alunos em sua maioria estão acostumados com um ensino mais “tradicionalista”, porém, com uma boa perspectiva de mudança. As atividades em grupo tiveram 10% da preferência dos alunos. Elas não foram consideradas nem do grupo tradicionalista nem do grupo referente as TIC, devido ser este recurso bastante subjetivo quanto ao seu uso. Pois tanto podem existir atividades em grupo tradicionalistas quanto “modernas”.

Tendo em vista que cada vez mais a Tecnologia faz parte do cotidiano das pessoas, buscou-se entender que tipo de relacionamento os alunos apresentaram quanto ao uso da mesma, investigando-se quais equipamentos eletrônicos eles têm contato ou usam com frequência.

**Gráfico 4 – Equipamentos eletrônicos que os alunos têm contato.**



A partir do gráfico acima, é possível observar três faixas com mais destaque para o tipo de equipamentos que os alunos têm contato. Na primeira faixa situo os equipamentos onde o contato dos alunos está de 50% para cima. Nesta faixa situam-se os celulares, computadores, TV's, *pendrives* e DVD/CD *player*. Estes equipamentos podem ser utilizados como auxiliares do ensino e aprendizagem dos

alunos. Atrelado a isso está o fato deles terem internet em casa (50%). Algo que abre mais ainda a possibilidade de uso dos equipamentos citados.

Na segunda faixa situam-se aqueles equipamentos em que o contato seja de 30% a 50%, ou seja, são de contato regular, não muito. Estes equipamentos são: vídeo *game*, rádio, mp3/mp4, câmera digital e impressora. Com exceção deste último, o restante está ligado mais ao entretenimento dos alunos. Já na última faixa ficaram os equipamentos que menos os alunos têm contato, trata-se do micro *system*, filmadora, *netbook/ipad*, TV a cabo, scanner, smartphone e o *home theater*. Observa-se que o pequeno contato com alguns equipamentos, pode ser explicado pelo fato de alguns deste serem novos no mercado ou estarem com preços altos ainda. Como exemplo disso, constatou-se que nenhum aluno tem *home theater*.

Percebemos com a análise do Gráfico 4 que os sujeitos desta pesquisa apresentam um bom contato com as TIC em sua forma geral. Algo que de início consideramos positivo, tendo em vista que a prática proposta para eles envolve um ensino com o uso de tecnologias. Assim, buscamos também verificar se eles comumente usam a tecnologia a favor de seu próprio aprendizado. O resultado foi que 29 alunos afirmaram que sim e somente um disse que não. Dos que deram resposta positiva para o uso das tecnologias as principais afirmações foram: “*procurando tirar minhas dúvidas*”, “*usando a internet para fazer trabalho*”, “*eu uso para aprimorar meus conhecimentos*”, “*em tudo, tarefas escolares, para comunicação, etc.*”, “*faço pesquisas e muitas vezes aprendo mais na internet do que no livro*”, “*consultando sites e outras coisas indicadas pelo professor.*” O uso é frequente em pesquisas para aprofundamento de seus conhecimentos.

### **Investigação inicial**

O planejar da investigação, ocorreu em um primeiro momento, paralelamente com a aplicação do questionário perfil com os alunos. Neste início, foi buscado na literatura informações acerca da teoria da aprendizagem significativa, no intuito de entender como esta teoria foi e está sendo trabalhada. Além de buscar na literatura informações da TAS, ocorreu uma busca também a respeito da Teoria de Educação de Novak e do modelo de ensino aprendizagem de Gowin. Acrescentando-se a isso, trabalhos voltados ao uso de materiais potencialmente significativos, buscando caracterizar estes materiais relacionando-os com a teoria

em estudo. Após o entendimento do que seja um MPS, partiu-se para a elaboração dos critérios de análise para que, com certa praticidade, identificar se um material pode ser considerado como potencialmente significativo ou não.

Continuando esta busca na literatura e objetivando inicialmente o embasamento teórico maior para a pesquisa propriamente dita, procuramos também informações em trabalhos que envolviam as Tecnologias da Informação e Comunicação e que tinham como base teórica a TAS (vistos no capítulo 1). A partir deste levantamento e conhecendo meus sujeitos de pesquisa, é que pudemos fazer um planejamento sobre a prática a realizar.

### **Planejando a prática**

A parte da prática ou das aulas propriamente ditas foi planejada para ocorrer em dois bimestres letivos. O primeiro ciclo da pesquisa-ação ocorreu no primeiro bimestre, e a partir dos resultados obtidos foi desenvolvido o segundo ciclo (2º bimestre). Em cada ciclo foi desenvolvida cada uma das fases (planejar, implementar e avaliar) da pesquisa-ação.

Como se trata de uma pesquisa-ação o planejamento tanto da própria investigação quanto da prática não são rígidos e fixos. À medida que a implementação foi ocorrendo, tendo por base o que se planejou, possíveis modificações também podem ocorrer se necessárias forem. O planejamento ocorreu em consonância com o calendário estabelecido pela própria escola.

O planejamento do primeiro bimestre envolveu dez aulas. Veja a tabela a seguir:

**Tabela 4 – Planejamento do 1º Bimestre.**

<b>Aulas</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Recursos TIC</b>	<b>Avaliação</b>
<i>1º Bimestre</i>				
<b>Aula 01</b> (09/02)	- Orientações Gerais - Introdução dos Mapas Conceituais (MC) - Introdução à Física	- Definição de MC; - Exemplos de MC; - Construção de MC;	- Uso do DataShow com o Computador;	- MC de Física;
<b>Aula 02</b> (16/02)	- Mapas Conceituais e o CmapTools - Introdução à Física (MC)	- Explorar o CmapTools; - Construindo MC no CmapTools;	- Uso do Computador e Datashow; - Uso do CmapTools (Lab. de Informática);	- MC de Mecânica;
<b>Aula 03</b> (02/03)	- Introdução à Mecânica - Movimento, Força e Equilíbrio (noções)	- A Mecânica nos esportes; - Aulas 1 e 2 (GREF); - MC de Mecânica e Movimento (preliminar).	- Uso do DataShow e computador; - Aula Expositiva (quadro).	- MC de Movimento; - Entrevista com o Mecânico
<b>Aula 04</b> (16/03)	- Algarismos Significativos - Notação Científica - Vetores - Operações com Vetores	- Grandezas Vetoriais e Escalares; - Entender vetores; - Apostila;	- Aula Expositiva - Software sobre vetores (simulação);	- Exercícios (papel e na simulação);
<b>Aula 05</b> (22/03)	- Exercícios de Vetores; - Introd. à Cinemática.	- Apostila de Exercícios; - Apostila de Cinemática;	- Aula Expositiva;	
<b>Aula 06</b> (23/03)	Esta aula foi reservada ao atendimento aos alunos com relação aos mapas conceituais que eles já haviam feito.			
<b>Aula 07</b> (30/03)	- Conservação dos Movimentos - Lei da Conservação	- Entender vários tipos de movimentos; - Momentum Linear; - Aulas 3 e 4 (GREF);	- Animação; - Slides; - Datashow e PC; - Vídeos.	- Lista de Exercícios;
<b>Aula 08</b> (06/04)	- Choques Mecânicos - Tipos de Choques	- Entender a Conservação do momentum linear nos choques mecânicos; - Choques no dia-a-dia; - Aulas 5, 6 e 7 (GREF);	- Animação Interativa sobre Choques Mecânicos; - Aula Expositiva;	- MC sobre movimentos dos corpos; - Lista de Exercícios Geral;
<b>Aula 09</b> (13/04)	- Revisão do 1º Bimestre	- MCs sobre Movimento; - Resolução das Listas;	- Datashow e Computador; - Aula Expositiva;	
<b>Aula 10</b> (27/04)	- Prova Escrita	- Prova com 7 questões sobre Quantidade de Movimento;		

### **6.1.2 - Implementar**

A fase de implementação precisa levar em conta as características dos sujeitos, que foram mostradas anteriormente, como também os conhecimentos prévios destes, sobre um determinado conteúdo. Assim, da Aula 1 até a Aula 6, foi uma etapa de observação dos conhecimentos prévios dos alunos e de aplicação de materiais ditos organizadores prévios, que tinham por objetivo dar as condições cognitivas (subsunoers) necessárias para que estes compreendessem o conteúdo principal deste primeiro bimestre. Nesta etapa também foi realizado um treinamento sobre mapas conceituais. As Aulas 7 e 8 foram direcionadas à exposição do assunto central do bimestre: Quantidade de Movimento e sua Conservação (incluindo a parte de Impulso e Choques Mecânicos). Na Aula 9 ocorreu uma revisão geral dos conteúdos do bimestre e na Aula 10, houve a aplicação de uma prova escrita. Vejamos o que ocorreu em cada aula.

#### **Aula 1**

As aulas foram estruturadas de forma que em cada uma era deixada alguma atividade para os alunos fazerem. A Aula 1 foi destinada a se fazer algumas orientações gerais que envolviam informações sobre o curso deles, sobre o regimento do IFS, sobre avaliação, metodologias, etc. Para tanto foram utilizados slides, mostrados a eles com o auxílio do computador e do Datashow.

Ocorreu neste momento também uma introdução à ciência Física onde buscou-se fazer a relação entre a Física e o curso que eles estavam. Foram introduzidos também os Mapas Conceituais, e mostrado brevemente sua construção e utilização no ensino.

Por fim, foi deixado um texto de apoio sobre a Física (ANEXO C) para que os alunos pudessem fazer seu primeiro mapa conceitual. Este mapa feito por eles nesta atividade, foi a mão livre, sem o uso do CmapTools. Isto foi proposto, no intuito deles perceberem a diferença e os desafios de se fazer um mapa a mão livre e de se fazer um mapa usando um recurso tecnológico.

A aceitação inicial dos mapas conceituais pelos alunos foi bastante positiva, pois os mesmos consideraram simples a forma de exposição de determinado conteúdo através do mapa.

## **Aula 2**

Esta aula foi praticamente um curso sobre CmapTools. Ocorreu no laboratório de informática. Tinha 13 computadores funcionando bem e com este programa instalado. Usando o *notebook* mostramos passo a passo como utilizar este programa. Os alunos iam observando na projeção do *datashow*, outro recurso utilizado que se mostrou muito eficiente para este tipo de aula. Neste momento, os mapas conceituais foram tratados mais especificadamente, onde foram mostrados passos para sua confecção, modelos de mapas com assuntos do contexto de vida deles. A construção dos mapas foi em dupla, aonde os alunos tinham como referência um texto introdutório sobre Mecânica (ANEXO D).

A aula foi bastante dinâmica. A todo o momento os alunos iam interagindo, principalmente tirando suas dúvidas e em algumas ocasiões fazendo sugestões. Observei que alguns deles (a maioria) apresentaram boa prática com a informática, com o uso do computador e não tiveram grandes dificuldades em irem manuseando o Cmaptools. Outros, porém nos chamaram várias vezes para tirarmos suas dúvidas. Alguns demonstraram ainda pouca habilidade no manuseio do mouse. Independente de qualquer dificuldade, consideramos satisfatória a integração entre aluno-professor e aluno-aluno, tendo em vista que muitos se ajudaram também, e o envolvimento na aula foi considerável.

Por fim, indicamos o link do CmapTools na internet para que eles pudessem fazer o *download* do programa e o utilizarem em casa. Além disso, fornecemos para eles um e-mail (MSN) específico que criamos para orientá-los.

## **Aula 3**

Nesta aula foram abordados de forma mais abrangente e inclusiva os conceitos iniciais de Mecânica. Sendo que tais conteúdos deverão servir de organizadores prévios para os alunos. Os conceitos abordados inicialmente foram os de móvel, posição, referencial, trajetória, etc. Tais conceitos foram mostrados através de mapas conceituais e em cada explicação das proposições do mapa, iam-se fazendo questionamentos aos alunos e buscando dar vários exemplos que faziam parte de seu cotidiano. Foi mostrado também como a Física está presente em seu dia-a-dia e em atividades que eles praticam.

Após a explanação de alguns conceitos sobre Mecânica, foi deixado um texto de apoio sobre Movimento (ANEXO E) que abordava alguns conceitos de cinemática. Este texto serviu mais de apoio para reforçar os conceitos já vistos em sala de aula. Além deste texto os alunos ficaram encarregados de fazerem uma atividade de campo que era uma entrevista com um mecânico (ANEXO F), onde eles entrevistavam-no sobre alguns conceitos de Mecânica que tinham visto. Esta atividade tinha por objetivo que os alunos conseguissem também perceber que a Física não era tratada apenas em seu ambiente escolar e também para que pudessem verificar possíveis semelhanças e diferenças entre conceitos científicos e conceitos do cotidiano (no caso, do mecânico que seria entrevistado).

Buscou-se nesta aula mesclar recursos das TIC (Datashow, computador, slides) com a aula expositiva normal. Houve boa participação da turma, com muitos questionamentos e também tirando muitas dúvidas sobre os mapas conceituais.

#### **Aula 4**

A aula se iniciou com uma revisão dos conceitos de cinemática da aula anterior. Esta foi realizada com o auxílio de animações e simulações<sup>10</sup> sobre os assuntos abordados. Revisões no início de cada aula ajudam bastante na consolidação de assuntos já abordados, tornando mais estáveis os subsunsores.

Após a revisão inicial, partiu-se para a explanação expositiva sobre método científico, algarismos significativos, notação científica e principalmente o conteúdo sobre vetores, mostrando também a diferença entre grandezas escalares e vetoriais. Tais assuntos serão de extrema importância para o conteúdo central do bimestre, que é Quantidade de Movimento. Para tratar os conteúdos citados foi utilizada uma apostila (ANEXO G). Esta vinha com bastantes ilustrações no intuito de facilitar a compreensão dos alunos e após a aula, a mesma foi enviada para o e-mail de todos.

No final da aula, foi deixada uma atividade que era uma lista de exercícios sobre vetores. Como recurso TIC, foi utilizado uma simulação sobre vetores, com a qual era possível se fazer operações de subtração e soma de vetores. Tal simulação foi bastante relevante tendo em vista que várias opções de soma e subtração foram utilizadas buscando melhorar o entendimento dos alunos.

---

<sup>10</sup> Tais recursos foram obtidos diretamente de um site na internet ([www.neteducação.com.br](http://www.neteducação.com.br)), só que em sua versão atual o site não disponibiliza mais tais recursos.

Nesta aula foi possível perceber que alguns alunos apresentaram certa dificuldade na resolução de questões sobre vetores. Espera-se que com a resolução dos exercícios da lista e tirando suas dúvidas, a dificuldade seja minimizada.

### **Aula 5**

Esta aula iniciou-se com a complementação do conteúdo referente a vetores e em seguida foi feita uma revisão da aula anterior. Depois disso, foi feita uma resolução de exercícios envolvendo velocidade e aceleração média e também vetores. Este momento foi muito importante para perceber se os alunos tinham aprendido realmente conceitos ligados ao estudo do movimento e também para verificar o conhecimento matemático dos mesmos.

Os alunos interagiram bastante na resolução de exercícios, que foi realizada no quadro de forma expositiva. O computador foi utilizado juntamente com o Datashow apenas para mostrar no quadro, de forma maior e legível, os exercícios que estavam na apostila. As maiores dificuldades mostradas por eles nestes exercícios foram alguns cálculos matemáticos (mesmo utilizando uma calculadora científica) e compreender abstrações (no sentido de imaginar o tipo de choque que ia ocorrer numa situação e prever o comportamento dos corpos após o choque).

### **Aula 6**

A Aula 6 foi destinada a um atendimento aos alunos com relação aos mapas conceituais já feitos por eles. No planejamento inicial esta aula não existia, porém a mesma se fez necessária tendo em vista que muitos não estavam construindo bons mapas conceituais. O objetivo da aula foi o de dar uma orientação na confecção dos mapas, e saber como eles estavam encarando este recurso, suas dificuldades, etc. Esta orientação ocorreu de forma individual e foi gravada em áudio. Devido à quantidade de alunos na sala, foi necessário marcar um horário extra para o atendimento dos demais. Enquanto o atendimento ocorria os demais iam fazendo uma atividade de sala para reforçar os conteúdos abordados até então.

Algumas dificuldades apontadas pelos alunos foram transcritas abaixo:

*“a dificuldade foi interpretar o texto. Você ir interpretando o texto e colocando no mapa.”*

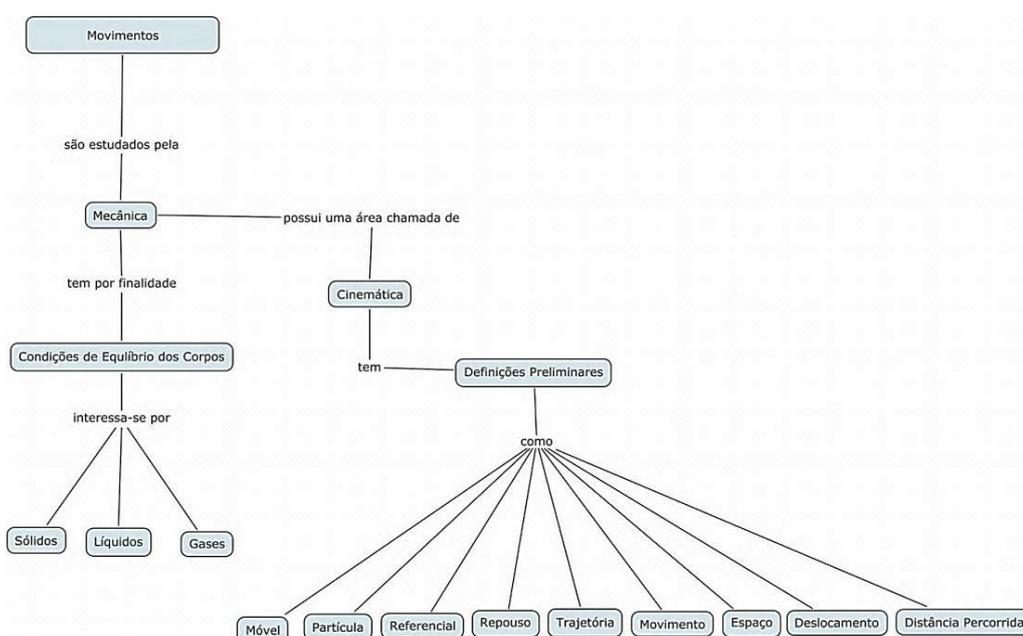
“o pior foi a palavra que se encaixe aqui. Adequada para ligar um conceito com o outro. Porque eu já tenho dois conceitos, aí o mais difícil é encontrar uma palavra para fazer o enlace.”

De modo geral essas duas foram as dificuldades mais apontadas, porém houve também citações positivas a respeito dos mapas: “o mapa facilita para a gente entender mais os assuntos.”

## **Aula 7**

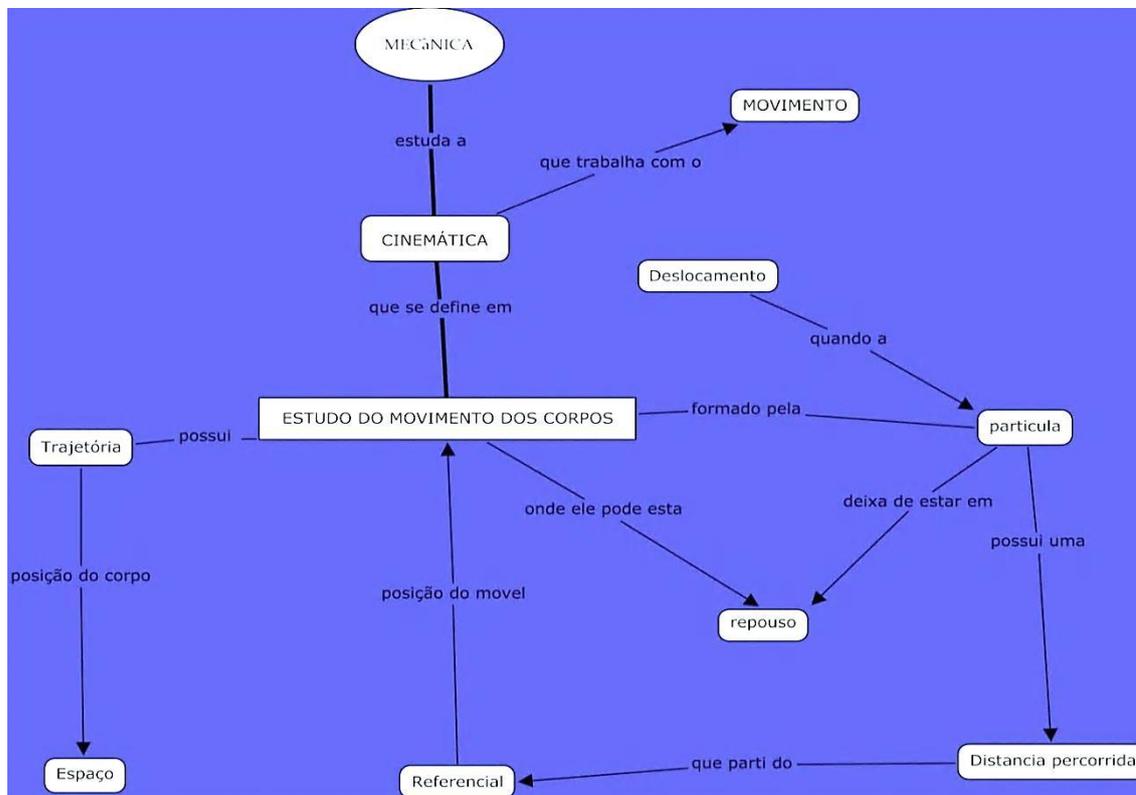
Em termos de conteúdo, até a aula 5 foram abordados os conteúdos necessários para a compreensão do conteúdo principal deste bimestre. Tais conteúdos vistos serviram como organizadores prévios, e prepararam o “terreno cognitivo” dos alunos para o conteúdo desta aula 7. Além da aplicação destes organizadores buscou-se também verificar quais eram as concepções prévias dos mesmos a respeito do movimento, que é o conceito central em questão. Estas concepções foram verificadas a partir de alguns mapas conceituais e de questionamentos verbais que iam sendo feitos.

Algumas concepções mostram que os alunos compreenderam algumas informações contidas no texto de apoio sobre movimento, porém não conseguiram relacionar o conceito central de movimento com os conceitos básicos de partícula, trajetória, referencial, etc. Além de não visualizarem uma hierarquia entre tais conceitos. Isto pode ser visto em um dos mapas de um aluno:



**Mapa 5 – Mapa Conceitual sobre Movimento-01.**

Alguns mostraram ainda bastante dificuldade para relacionar grandezas físicas como espaço, tempo, referencial, partícula, etc. Com a noção de movimento, que é estudada dentro da cinemática que é apenas uma parte da Mecânica. Veja:



**Mapa 6 – Mapa Conceitual sobre Mecânica-01.**

Após a verificação de algumas concepções prévias dos alunos e a aplicação de alguns organizadores prévios, foi abordado o assunto principal do bimestre. Iniciando pelo princípio da conservação da quantidade de movimento (pois é o mais geral e inclusivo), em seguida foram abordados também os conceitos de impulso, de quantidade de movimento e o teorema do impulso. Deu-se ainda uma breve noção de força. Esta aula ocorreu no mini auditório do colégio e contou com a presença de um pedagogo, que pediu para participar da aula.

Além do Datashow com o computador, recursos como animações, simulações e slides, foram utilizados. Buscou-se também fazer com que tais slides fossem montados de forma a estarem próximos a realidade dos alunos, assim foram utilizadas figuras da Turma do Chaves que conduziram toda a discussão sobre os assuntos abordados e foram mostrados vídeos sobre movimentos com situações (dança de hip hop, show de mágica) bem comuns para eles. Como atividade foi deixada uma lista de exercícios sobre tais assuntos.

Alguns Slides auxiliaram a compreensão do conceito de conservação da quantidade de movimento, estes foram montados com figuras da Turma da Mônica, que era bastante familiar para os alunos. Após a historinha com o Cascão (jogo de cartas), foi usada a analogia da conservação das cartas no jogo, para a conservação da quantidade de movimento, a Turma do Chaves foi utilizada nas figuras dos Slides seguintes para uma melhor compreensão deste importante conceito físico.

## **Aula 8**

Esta aula iniciou-se com o estudo dos choques mecânicos, onde foram mostrados os três tipos de choques e sua devida relação com o princípio da conservação da quantidade de movimento visto na aula anterior. Foram dados vários exemplos com cada tipo, e neste início verificou-se boa participação dos alunos no que diz respeito aos choques em seu dia-a-dia.

A maior parte da aula foi composta por uma atividade sobre impulso, quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento e choques mecânicos. Esta atividade consistia em uma lista com 17 problemas referentes aos assuntos já citados. Tais problemas eram relativamente diferentes dos exercícios realizados nas aulas anteriores. Esta atividade foi iniciada na sala de aula e foi realizada em duplas, teve apenas um trio. O intuito era promover uma atividade em que os alunos pudessem juntos, aplicar os conhecimentos possivelmente adquiridos nas aulas anteriores.

Dentre as principais dúvidas que eles tiveram, merece destaque inicial, a dificuldade que apresentaram para a abstração. Isto porque algumas questões continham o desenho do momento inicial do choque e eles é que deveriam imaginar como seria o momento após o choque. Para onde os corpos iam, quais suas direções, sentidos, velocidades, etc. Esta dificuldade ocorreu principalmente na 1ª questão da lista. Questão esta mostrada abaixo:

Uma bola é lançada com velocidade  $v_1$  sobre outra, parada, idêntica e que está próxima a uma parede. Os choques são perfeitamente elásticos e frontais e ocorrem num plano horizontal, sem atrito.

- a) Quantos choques ocorrem no fenômeno? Descreva-os.
- b) Quais são, após os choques, as velocidades das bolas? Justifique fisicamente.



**Figura 6** – Exercício com abstração.

A dificuldade apresentada na questão anterior foi justamente imaginar como seriam os choques e quantos iriam ocorrer. Alguns conseguiram acertar, identificando três choques, porém a maioria colocou que ocorreriam apenas dois choques. Outra dificuldade foi na resposta da letra b desta questão. A grande maioria não conseguiu aplicar corretamente o princípio da conservação da quantidade de movimento e relacioná-lo com o choque perfeitamente elástico. Além de que, apresentaram dificuldade também porque a questão é literal, pensaram inicialmente que deveriam chegar num valor numérico para a velocidade da bola em cada choque.

Outra atividade solicitada foi a confecção de um mapa conceitual sobre movimento, porém abordando todos os conteúdos vistos até então. Foi deixada também uma lista de problemas englobando todos os assuntos.

## **Aula 9**

Esta aula foi destinada a se fazer uma revisão para a prova. Nesta revisão foram mostrados mapas conceituais sobre os assuntos abordados e foi realizada a resolução dos problemas deixados anteriormente. Além do próprio quadro foram utilizados também slides. Tratou-se de um momento bastante frutífero, pois muitas dúvidas foram tiradas.

Dentre as principais dúvidas e/ou dificuldades apresentadas pelos alunos, estão justamente relacionadas aos cálculos encontrados em muitas questões e também a interpretação das mesmas. Por mais que tenha buscado inicialmente uma abordagem conceitual (teórica), foi preciso abordar também a parte de exercícios e resolução de problemas. Isso ocorreu porque os exames de vestibulares, concursos, etc., enfocam bastante essa parte de cálculos, não podendo então excluir este enfoque nesta pesquisa.

## **Aula 10**

Nesta aula foi realizada a prova escrita (ANEXO H). Tal prova constou de questões que abordaram tanto o aspecto conceitual quanto o matemático, buscando ao máximo levar o aluno a raciocinar sobre o problema proposto, não se tratando apenas de simples aplicações de fórmulas. Para a realização da mesma foi acertado com os alunos um turno diferente ao da aula, assim teriam mais tempo para fazê-la.

Em termos de avaliação, os alunos contaram com várias atividades pelas quais eles foram avaliados, que foram: os mapas conceituais (três), a entrevista com o mecânico, resolução de exercícios (duas listas), atividade usando uma simulação e a prova escrita. Esta última teve um peso maior, neste primeiro bimestre, na nota dos alunos, equivalendo 50% da nota. As outras atividades juntamente com os mapas conceituais, corresponderam aos outros 50% da nota.

Para o segundo bimestre, o planejamento envolveu oito aulas. Veja a tabela a seguir:

**Tabela 5 – Planejamento do 2º Bimestre.**

Semana	Conteúdos	Descrição	Recursos TIC	Avaliação
<i>2º Bimestre</i>				
<b>Aula 01</b> (18/05)	- Leis de Newton	- Apresentar as Leis de Newton a partir da Quantidade de Movimento;	- Aula Expositiva;	
<b>Aula 02</b> (25/05)	- Aplicações das Leis de Newton I	- Força Peso; - Plano Inclinado; - Força de Tração;	- Aula Expositiva;	- MC sobre movimento, incluindo também as Leis de Newton.
<b>Aula 03</b> (01/06)	- Aplicações das Leis de Newton II	- Lei de Hooke; - Força de Atrito; - Resistência do ar.	- Aula Expositiva;	
<b>Aula 04</b> (08/06)	- Aplicações das Leis de Newton III;	- Atividade de Classe.	- Slides; - Datashow e PC;	- Lista de Exercícios.
<b>Aula 05</b> (15/06)	Nos dias 15 e 16/06. Houve paralização. Foi uma aula somente de exercícios.			
<b>Aula 06</b> (22/06)	- MRU e MRUV	- Compreendendo o MRU e o MRUV a partir das Leis de Newton.	- Datashow e Computador; - Animação Interativa sobre MRU e MRUV;	- MC sobre movimento, incluindo também MRU e MRUV.
<b>Aula 07</b> (29/06)	- Aula de Revisão	- Resolução de Exercícios	- Slides; - Datashow e PC;	
<b>Aula 08</b> (30/06)	- Prova Escrita	- Prova com 7 questões sobre Leis de Newton;		

O planejamento deste segundo bimestre envolveu alguns conhecimentos adquiridos no bimestre anterior, prática normal dentro do processo de pesquisa-ação. Assim, pensou-se de início modificar o caráter de aplicação dos recursos TIC, pois foi percebido no primeiro bimestre que o uso excessivo de um recurso acaba entrando numa normalidade e se tornando, a depender, até tradicionalista. No primeiro bimestre os recursos que envolviam as tecnologias aplicaram-se diretamente nas aulas. Neste segundo bimestre estes recursos serão mais no sentido do aluno poder busca-los para seu próprio auxílio. Assim, foram ofertados a eles sites que tinham os conteúdos, animações, simulações, vídeos, etc. Além disso, eles tinham o MSN para poder tirar dúvidas online. Algumas aulas, porém tinha recursos TIC, mas apenas como um simples apoio à projeção.

### **Aulas 1, 2 e 3**

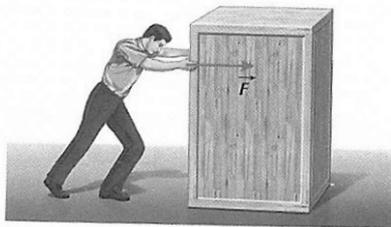
Da Aula 1 a Aula 3 foram aulas estritamente expositivas. Nelas foram tratadas as Leis de Newton. Porém tais leis foram apresentadas a partir dos conhecimentos sobre Quantidade de Movimento, visto no primeiro bimestre. Isso foi feito no intuito que eles pudessem ancorar os novos conhecimentos sobre as Leis de Newton, em conhecimento previamente adquiridos sobre quantidade de movimento. Além do mais, esta é a sequência considerada por nós como a mais lógica para explicar esses conteúdos, pois tais leis podem ser compreendidas a partir da noção de força como sendo uma variação temporal da quantidade de movimento. Este tipo de abordagem geralmente é feita em cursos universitários, porém sem usar cálculos avançados foi possível fazê-la no ensino médio.

### **Aulas 4 e 5**

A Aula 4 e 5 foram destinadas a resolução de exercícios sobre as Leis de Newton e suas aplicações. O recurso TIC utilizado foi o *Datashow* juntamente com o computador, com o objetivo de apenas projetar as questões no quadro e progressivamente ir resolvendo-as na lousa. Essas resoluções não ocorreram meramente de forma mecânica com o professor apenas expondo as respostas. Foram realizadas a partir de questionamentos aos alunos. Também se registrou em tais aulas uma boa interação pela maior parte da turma.

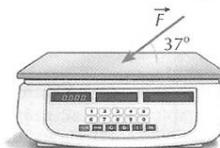
Essas questões apresentavam níveis distintos de dificuldade. Vejamos:

Um caixote de peso 80 N, inicialmente em repouso sobre o solo horizontal, é empurrado por uma força  $\vec{F}$ , também horizontal, de intensidade 24 N.



Determine a velocidade que o caixote adquire ao fim de 10 s, sabendo que o coeficiente de atrito entre o caixote e o solo é 0,25 (use:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

(Unifesp) Suponha que um comerciante inescrupuloso aumente o valor assinalado pela sua balança, empurrando sorrateiramente o prato para baixo com uma força  $\vec{F}$  de módulo 5,0 N, na direção e sentido indicados na figura.



Dados:  
 $\text{sen } 37^\circ = 0,60$   
 $\text{cos } 37^\circ = 0,80$

Com essa prática, ele consegue fazer com que uma mercadoria de massa 1,5 kg seja medida por essa balança como se tivesse massa de:

- a) 3,0 kg                      c) 2,1 kg                      e) 1,7 kg  
 b) 2,4 kg                      d) 1,8 kg

Figura 7 – Problemas sobre as Leis de Newton.

## Aula 6

A Aula 6 compreendeu os conteúdos sobre movimento retilíneo uniforme (MRU) e uniformemente variado (MRUV). Estes conteúdos foram desenvolvidos tendo como âncora os conteúdos sobre as Leis de Newton. Isto é uma novidade, pois geralmente esses movimentos são explicados logo no início do ano letivo, só que sem apresentação de nenhuma fundamentação física para os mesmos. Considero que os apresentando a partir das Leis de Newton fica mais simples para que os alunos compreendam o porquê de tais movimentos. Essa abordagem obedece necessariamente ao princípio da diferenciação progressiva. Esta Aula 6 também foi expositiva porém com a utilização de uma animação interativa sobre MRU e MRUV.

## Aula 7

A Aula 7 foi uma revisão de todo conteúdo bimestral para a prova a ser realizada. Slides foram utilizados para esta aula, e foram projetados com o auxílio do *Datashow*.

Um bloco de massa 1,5 kg desloca-se sobre um plano horizontal liso e atinge uma mola de constante elástica 6 N/m. O bloco produz deformação de 0,4 m na mola.

Determine:

- A) A aceleração sofrida pelo bloco;  
 B) A velocidade com que o bloco atinge a mola;



(Unifube-MG) Considerando o sistema mecânico representado na figura, onde os atritos e as massas do fio e das polias são desprezíveis, e que nele  $F = 500 \text{ N}$ ,  $m_1 = 15 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 10 \text{ kg}$  e a aceleração da gravidade local vale  $10 \text{ m/s}^2$ , a tração no fio e a aceleração do sistema valem, respectivamente:

- a) 400 N e  $20 \text{ m/s}^2$   
 b) 360 N e  $15 \text{ m/s}^2$   
 c) 300 N e  $20 \text{ m/s}^2$   
 d) 260 N e  $16 \text{ m/s}^2$   
 e) 130 N e  $16 \text{ m/s}^2$

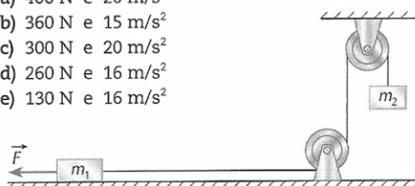


Figura 8 – Questões de revisão para a 2ª Prova.

## **Aula 8**

Nesta aula foi realizada a prova escrita (ANEXO I). Tal prova constou de sete questões que abordaram tanto o aspecto conceitual quanto o matemático, buscando ao máximo levar o aluno a raciocinar sobre o problema proposto, não se tratando apenas de simples aplicações de fórmulas. Esta prova também foi realizada em um turno oposto para que os alunos tivessem mais tempo para fazê-la.

### **6.1.3 - Avaliar**

A fase de avaliação desta prática e desta investigação será mostrada no próximo capítulo, que vai tratar dos resultados e discussões desta pesquisa.

## **6.2 – Instrumentos de coleta de Dados**

A coleta de dados foi feita principalmente a partir dos mapas conceituais feitos pelos alunos. Neste primeiro bimestre foram solicitados três mapas conceituais por aluno, o que daria um total de 90 mapas, porém observou-se que nem todos entregaram os três mapas. Assim, foram coletados 82 mapas. O que representa 91% dos mapas solicitados.

No segundo bimestre foram solicitados dois mapas conceituais por aluno, o que dariam 60 mapas, porém foi observado que alguns alunos não entregaram estes mapas, sendo coletados 44 mapas. O que representa 73% dos mapas solicitados.

Além dos mapas conceituais, a coleta envolve também os áudios de gravação das aulas, anotações e entrevistas com os alunos.

## **6.3 – Instrumentos de análises**

A análise proposta nesta pesquisa consiste primeiramente em verificar a estrutura dos mapas, ou seja, trate-se de uma análise topológica (CAÑAS *et al.*, 2006), e posterior análise das ligações entre os conceitos, sua hierarquização, diferenciação conceitual, ligações cruzadas e inserção de novos conceitos, ou seja, é uma análise qualitativa. Outra proposta de análise é quantitativa (GOWIN E ALVAREZ, 2005), atribuindo um escore aos mapas de acordo com alguns critérios que serão descritos posteriormente.

Para a avaliação estrutural dos mapas conceituais, pode-se fazer uso da taxonomia topológica, esta “considera a complexidade estrutural do mapa, sem dar importância ao significado dos conceitos e proposições, e serve para medir o progresso no início, quando o estudante está aprendendo os aspectos elementares na construção do mapa” (CAÑAS *et al.*, 2006, p. 01, tradução nossa). Esta análise estrutural é fundamental tendo em vista a evolução do aluno na construção dos mapas conceituais. A taxonomia topológica pode dar indícios dessa evolução.

A taxonomia de Cañas *et al.* (2006) classifica os mapas em 07 níveis (de 0 a 6), os quais enfatizam alguns critérios, como: a utilização de conceitos, ao invés de recortes do texto; o estabelecimento de relações entre conceitos (palavras de enlace); o grau de ramificação (o número de pontos de ramificação; a presença de ligações cruzadas (formando um circuito fechado)). Ao trabalharmos com essa taxonomia devemos levar em conta que se um mapa conceitual apresentar algumas características de um nível superior, somente poderá pertencer a esse nível quando apresentar todas as características dele.

A especificação de cada nível é dada abaixo:

#### Nível 0

- a) Predominância de longas explicações em relação aos conceitos;
- b) Ausência das palavras de ligação;
- c) Mapa Linear (nº de ramificações: 0-1).

#### Nível 1

- a) Predominância de conceitos em relação a longas explicações;
- b) Falta metade ou mais das palavras de ligação;
- c) Mapa Linear (nº de ramificações: 0-1).

#### Nível 2

- a) Predominância de conceitos em relação a longas explicações;
- b) Faltam menos da metade mais das palavras de ligação;
- c) Ramificação baixa (2 ramificações).

#### Nível 3

- a) Sem longas explicações;
- b) Não faltam palavras de ligação;
- c) Ramificação média (3 ou 4 ramificações);
- d) Menos de 3 níveis de hierarquia.

#### Nível 4

- a) Sem longas explicações;
- b) Não faltam palavras de ligação;
- c) Ramificação alta (5 ou 6 ramificações);
- d) 3 ou mais níveis de hierarquia.

#### Nível 5

- a) Sem longas explicações;
- b) Não faltam palavras de ligação;
- c) Ramificação alta (5 ou 6 ramificações);
- d) 3 ou mais níveis de hierarquia;
- e) De 1 a 2 ligações cruzadas.

#### Nível 6

- a) Sem longas explicações;
- b) Não faltam palavras de ligação;
- c) Ramificação muito alta (7 ou mais ramificações);
- d) 3 ou mais níveis de hierarquia;
- e) Mais de 2 ligações cruzadas.

Buscando complementar a análise topológica, onde se possa ter uma melhor compreensão da aprendizagem do aluno através da análise dos mapas conceituais, é preciso ir além e buscar mais características nesses mapas que mostrem claramente como o aprendiz está entendendo determinado conteúdo. Busca-se então analisar além da taxonomia topológica, os traços semânticos, estes de acordo com Valério, Leake e Cañas (2008, p. 1), buscam verificar: “são as proposições corretas? como são expressas as frases de ligação? a questão foco é respondida pelo mapa conceitual?” A partir dessas duas análises os autores citados defendem que “um mapa conceitual ‘bem estruturado’ é considerado melhor do que um mapa mal estruturado, mesmo que seus conteúdos sejam ‘equivalentes’” (Ibid. p. 1, tradução nossa).

Com a análise topológica compreende-se como o aprendiz está estruturando seu mapa, é a partir desta análise que se pode verificar a evolução estrutural do mapa conceitual do aluno, tal evolução condiz também com uma evolução conceitual, com uma evolução de conhecimento, algo que culmina em aprendizado. Como complemento, faz-se também a análise semântica dos mapas

conceituais, esta pode trazer informações da qualidade com que o mapa está sendo feito. Com esta qualidade, não se quer dizer aqui que o mapa feito atingirá o status de “o melhor” mapa conceitual. Porém, este apresentará uma estrutura que refletirá melhor os conhecimentos prévios do aprendiz e também a qualidade destes conhecimentos.

Tanto a análise através da taxonomia topológica quando a análise dos traços semânticos envolve basicamente a parte qualitativa desta investigação. O passo seguinte agora é o olhar quantitativo dos mapas conceituais dos alunos. Esse olhar é bastante eficaz dentro do ambiente de uma sala de aula. Buscamos assim, dar a cada mapa um escore, de acordo com alguns critérios propostos por Gowin e Alvarez (2005, p. 215-219). Para tanto, verificam-se aspectos como: hierarquia, relações, ramificações, ligações cruzadas, exemplos. A pontuação para cada critério citado obedece aos seguintes procedimentos:

Hierarquia. O mapa apresenta a hierarquia, exibindo diferentes níveis no espaço. Parte-se do conceito mais abrangente, os conceitos mais inclusivos, para os conceitos menos inclusivos: superordenados, coordenados e subordinados. Cinco pontos são concedidos para cada nível de espaço. Exemplos e não exemplos não constituem um nível.

Relacionamentos. Cada conceito está ligado por uma linha que significa uma proposição (uma relação de significado) entre os dois conceitos. Para receber pontos, o conceito deve ser ligado ao outro e ser significativo. Se o relacionamento é válido e uma palavra ou uma frase é indicada na proposição (linha) 3 pontos são concedidos. Se o relacionamento é válido, mas não está marcado, um ponto é concedido. As ligações cruzadas, exemplos e não exemplos não são considerados como os relacionamentos.

Ramificação. Isso ocorre quando um conceito coordenado ou subordinado tem links para vários conceitos específicos. Dentro de cada nível hierárquico, são atribuídos pontos para cada conceito coordenado, subordinado, e específico constantes dentro de um agrupamento: Nível 1 = 5 pontos; Nível 2 = 4 pontos; Nível 3 = 3 pontos; Nível 4 = 2 pontos; Nível 5 e além = 1 ponto. Exemplos e não exemplos não são contados como galhos.

Ligações Cruzadas. Dez pontos são obtidos quando um segmento significativo do mapa é conectado a um outro segmento do mapa (representado por uma linha quebrada no modelo de pontuação). Esta ligação cruzada transversal deve ser válida e significativa. As ligações cruzadas indicam pensamento, capacidade criativa, e a consciência única.

Exemplos. Eventos específicos ou objetos que são instâncias válidas de um conceito designado são atribuídos um ponto dentro do anúncio, independentemente do número. Estes exemplos são listados, não circulados, pois representam itens específicos do conceito rotulados. Por exemplo, sob o conceito de subordinação "répteis", uma lista aparece como: 1. Cobra. 2. Lagarto. 3. Jacaré. Mesmo que três exemplos são listados, o total é 1 ponto.

Não exemplos. Eventos específicos ou objetos que são instâncias inválidas de um conceito designado são declarados como não exemplos. Um ponto é concedido dentro do anúncio, independentemente do número (GOWIN E ALVAREZ, 2005, p. 215-219).

Aparentemente quantitativos estes critérios juntamente com suas respectivas pontuações, trazem também aspectos qualitativos, pois quando algum critério não estiver de acordo com o conhecimento de determinado tópico, é preciso descontar os pontos do critério em questão. A título de exemplo temos as ligações; os autores colocam que,

Ligações com defeito. Articulação de conceitos que são inválidos ou estão errados são deduzidos do total de pontos para cada categoria. Estas ligações defeituosas são muito importantes no processo de aprendizagem. Eles servem como pontos para discutir com o aluno para o esclarecimento e aprofundamento da compreensão do conceito alvo. Os pontos são concedidos para cada uma das seguintes categorias, muitas vezes, como eles são representados no mapa conceitual hierárquico. Os pontos são deduzidos para ligações inválidas ou erradas e representações (GOWIN E ALVAREZ, 2005, p. 215-219).

Os autores citados oferecem uma tabela (ANEXO J) de apoio para estas pontuações. A partir desses critérios foi criamos uma fórmula que levasse em conta os pontos obtidos pelo aluno em seu mapa e também os pontos do mapa feito por um especialista (no caso o professor). A fórmula é:

$$P_{Mapa} = \frac{(P_{Re} \cdot 0,4 + P_{Ra} \cdot 0,3 + P_{NE} \cdot 0,2 + P_{LC} \cdot 0,1) + (P_{Re} + P_{Ra} + P_{NE} + P_{LC})}{P_{Espec.}} \times 10$$

onde:

$P_{Mapa}$  => pontos do mapa (nota – escore)

$P_{Re}$  => pontos das relações entre conceitos

$P_{Ra}$  => pontos das ramificações no mapa

$P_{NE}$  => pontos referente ao número de níveis e aos exemplos dados no mapa

$P_{LC}$  => pontos das ligações cruzadas

$P_{Espec}$  => pontos do mapa do especialista

O escore (nota) de cada mapa será obtido com a fórmula anterior. Lembrando que quando se analisa as relações, ramificações, ligações cruzadas e exemplos, verifica-se também se estas são válidas (corretas) ou não.

A primeira parte na fórmula, o numerador ( $P_{Re} \cdot 0,4 + P_{Ra} \cdot 0,3 + P_{NE} \cdot 0,2 + P_{LC} \cdot 0,1$ ), indica a quantidade de pontos do mapa considerando as relações, ramificações, níveis hierárquicos e as ligações cruzadas. Em seguida foi aplicado um peso em cada nível. O valor deste peso representa a importância de determinado aspecto para a aprendizagem significativa de acordo com o nosso julgamento.

A segunda parte da fórmula no numerador ( $P_{Re} + P_{Ra} + P_{NE} + P_{LC}$ ) indica a quantidade total de pontos que o aprendiz teve com relação aos aspectos citados anteriormente, independente do peso de cada um. Ainda no numerador, encontra-se o fator de multiplicação 10. Este fator foi colocado tendo em vista a transformação dos pontos do aluno em nota.

No denominador da fórmula encontramos os  $P_{Espc.}$ , que representa os pontos totais do mapa de um especialista (o professor). A divisão dos pontos totais do mapa do aluno pelo do especialista se faz fundamental, não no sentido de se considerar um mapa melhor que outro, mas no sentido de se observar a evolução no mapa construído pelo aluno. Pois à medida que este for fazendo seus mapas e observar que sua nota no mapa está aumentando, perceberá assim que está se aproximando, em qualidade, do especialista. Esta aproximação indica que o aluno está fazendo mapas mais elaborados, mais diferenciados. Apresentando maior aprendizado naquele determinado tópico. Mostrando assim, que seus conhecimentos são os mesmos compartilhados pela comunidade científica.

Uma observação importante é que a nota do aluno não precisa ser normalizada para 10, ou seja, o mesmo pode obter uma pontuação acima de dez em seu mapa. Mas para efeito de nota, caso isso ocorra, ele ficará com dez. Este fato pode ocorrer quando os pontos obtidos por ele em seu mapa forem maiores que os pontos do professor (especialista). Um fato curioso é que isso não representa problema algum, pelo contrário, indica que o aluno encontra-se em um nível de entendimento bastante satisfatório. Isso pode ocorrer também caso não seja limitado o número de conceitos do mapa.

Ressaltamos novamente que a fórmula aplicada nesta análise quantitativa dos mapas, apresenta atributos qualitativos, pois a pontuação em cada critério é dada considerando-se o que é válido (correto) e o que não é. Uma maneira interessante e prática de obter a pontuação dos mapas conceituais dos alunos através da aplicação da fórmula citada anteriormente é a criação de uma tabela no Excel, onde a partir da pontuação individual de cada critério, ocorra o cálculo da nota do mapa automaticamente. Destaca-se mais uma vez o importante auxílio que as TIC podem dar a educação e a pesquisa educacional. Pensando no número de alunos em uma sala de aula, e por ser mais de um mapa por aluno, o tempo gasto para tal análise sem o auxílio das tecnologias poderia inviabilizar este processo.

Além dos mapas conceituais feitos pelos alunos, buscou-se também fazer uma análise dos materiais utilizados, verificando assim a possibilidade de classificá-los ou não como sendo um material potencialmente significativo. Para fazer esta classificação, sugere-se aqui o uso dos critérios mencionados no capítulo 4, onde se aplica a tais critérios uma escala de *Likert* de cinco pontos (1, 2, 3, 4 e 5). De acordo com Cunha (2007, p. 24), trata-se de uma escala “composta por um conjunto de frases (itens) em relação a cada uma das quais se pede ao sujeito que está a ser avaliado para manifestar o grau de concordância desde o discordo totalmente (nível 1), até ao concordo totalmente (nível 5).”

A escala acima é aplicada em cada critério separadamente. Após isto, é preciso entender que cada critério tem um peso diferente no auxílio à aprendizagem significativa. Os pesos que propomos estão, no nosso entendimento, de acordo com a relevância de cada critério para proporcionar a facilitação da aprendizagem significativa. Assim, propomos pesos variando de 1 a 3 para cada critério. Sendo que os critérios com peso 3, são os que julgamos mais contribuir para a ocorrência da aprendizagem significativa ou que mais a facilitam, de acordo com o que já foi discutido sobre a TAS. Os critérios com peso 1, os que menos contribuem e com peso 2, os que apresentem comportamento intermediário (Ver Tabela 6).

Observamos, porém, que a escala de Likert pode ser aplicada aos critérios propostos, sem a necessidade de aplicação de pesos a cada critério, o fato de colocar estes pesos é porque julgamos fundamental sua relevância para a AS.

**Tabela 6 – Pesos dos critérios de análise de um MPS.**

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>PESO</b>
Uso de recursos	1
Linguagem do material	2
Contexto do material	1
Coerência lógica e conceitual	2
Situações problemas diferenciadas	3
Coerência imagem-texto	1
Princípios da aprendizagem significativa	3
Explicação de fenômenos do dia-a-dia	2
Interatividade	3

Observamos ainda que os pesos mostrados na tabela anterior podem sofrer variações de acordo com a interpretação da teoria da aprendizagem significativa, assim também como os critérios adotados aqui.

Após pontuar cada critério fazendo a aplicação da escala de Likert, faz-se a multiplicação pelo seu respectivo peso, em seguida faz-se a soma dos pontos de cada critério e obtém-se, assim, a pontuação total do material. É com base nesta pontuação que faremos a classificação de um material como sendo potencialmente significativo ou não.

A análise acima aparenta ser puramente quantitativa, mas não é, pois a pontuação de cada critério envolve atributos qualitativos. É preciso analisar a qualidade do material em si, para em seguida poder gerar uma pontuação. A união de aspectos de quantidade e qualidade torna esta análise mais completa.

Com base na aplicação da escala de Likert a cada critério, nos seus respectivos pesos propostos pela Tabela 6 e também em toda discussão feita sobre materiais potencialmente significativos, construímos uma escala de pontuação que visa auxiliar a classificação de um MPS, esta escala é mostrada na Tabela 7.

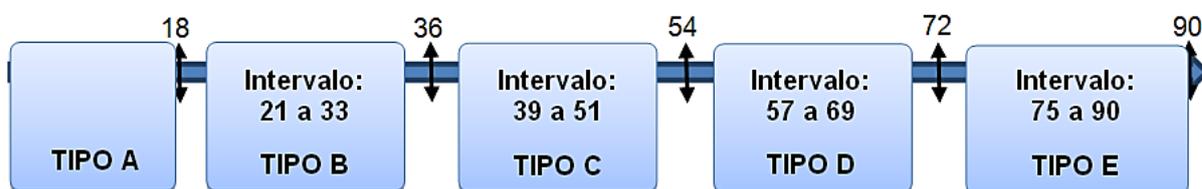
**Tabela 7 – Pontuação para a classificação de um MPS.**

<b>Intervalo de Pontos</b>	<b>Significado</b>	<b>Tipo</b>
Até 18	Este é um tipo de material que não satisfaz a nenhum dos critérios propostos. Portanto não é um MPS.	A
De 19 a 36	Este material tem um nível de satisfação bastante baixo, onde apenas algumas características apresentam-se dentro dos critérios. Portanto é um material com baixa potencialidade.	B
De 37 a 54	Este material apresenta um nível de satisfação médio em relação aos critérios apresentados. Não apresenta uma potencialidade significativa para um MPS.	C
De 55 a 72	Este material tem potencialidade para um MPS. Tendo em vista que o mesmo apresenta vários aspectos que possibilitam seu relacionamento com os subsunçores relevantes do aprendiz. Trata-se, então, de um MPS.	D
De 73 a 90	Este material é considerado certamente um MPS. Pois atende de forma satisfatória a quase todos os critérios. Tem, portanto alta potencialidade de se relacionamento com os conhecimentos prévios do aprendiz.	E

Uma observação da classificação apresentada na tabela anterior, é que pensando-se em atingir a aprendizagem significativa de modo que os significados adquiridos pelo aluno possam estar por um período maior de retenção, aconselha-se que os materiais (tipo A, B e C) com pontuação até 54 não sejam utilizados num ensino que tenha como fundamento a TAS. Isso porque tais materiais apresentam baixa potencialidade no âmbito de se ter uma aprendizagem significativa.

Já os materiais (tipo D e E) que apresentem uma pontuação acima dos 55 pontos, certamente podem ser utilizados. Uma ressalva apenas para os que estão no grupo de 55 a 72 pontos (tipo D), estes se possível podem ser melhorados e/ou adaptados pelo professor, no intuito de aumentar sua potencialidade. Aliás, estes melhoramentos e adaptações sempre são bem vindos para materiais instrucionais.

Outra observação importante aqui está relacionada às regiões de transição ou regiões próximas a elas no intervalo de pontuação da Tabela 7. Nessas regiões a classificação não precisa ser taxativa, precisa apresentar uma margem de aceite. Com exceção para materiais do tipo A, os outros tipos ficam melhor identificados com uma margem de 3 pontos para mais e para menos, nas regiões de transição. Tal margem se deve ao maior peso (3) aplicado aos critérios de análise.



**Figura 9** – Faixa de valores para a classificação de um MPS.

A figura anterior mostra justamente a classificação de um MPS aplicando a margem considerada. Observa-se na figura justamente as regiões de fronteira. O tipo A não apresenta basicamente esta região, pois o mesmo está bem definido com sua pontuação. O tipo B apresenta-se bem definido no intervalo de 21 a 33 pontos, tendo em vista que em sua fronteira inferior (intervalo de 18 a 21) fica difícil classificá-lo como sendo A ou B. O mesmo ocorre em sua fronteira superior (intervalo de 33 a 39 pontos), com relação aos tipos B ou C. Seguindo o mesmo raciocínio, o tipo C fica bem definido no intervalo de 39 a 51 pontos e o tipo D de 57 a 69 pontos. Já o tipo E, tem um intervalo de definição bom, entre 75 e 90 pontos.

Mais importante do que apenas classificar um material como potencialmente significativo, é poder identificá-lo. Esta identificação é fundamental para seu uso. No caso apresentado na classificação acima, os materiais identificados como sendo do tipo D e E, podem ser usados como materiais potencialmente significativos.

Esta classificação a partir dos critérios criados não pretende ser taxativa nem mesmo encarada como definitiva. É apenas um caminho que consideramos relevante para a identificação clara de materiais potencialmente significativos. Tal identificação não é encontrada desta maneira na literatura. Por isso, acreditamos que esta classificação pode auxiliar bastante quem trabalha com a TAS e até mesmo quem se propõe a construir MPS.

## CAPÍTULO 7

### Resultados e Discussões

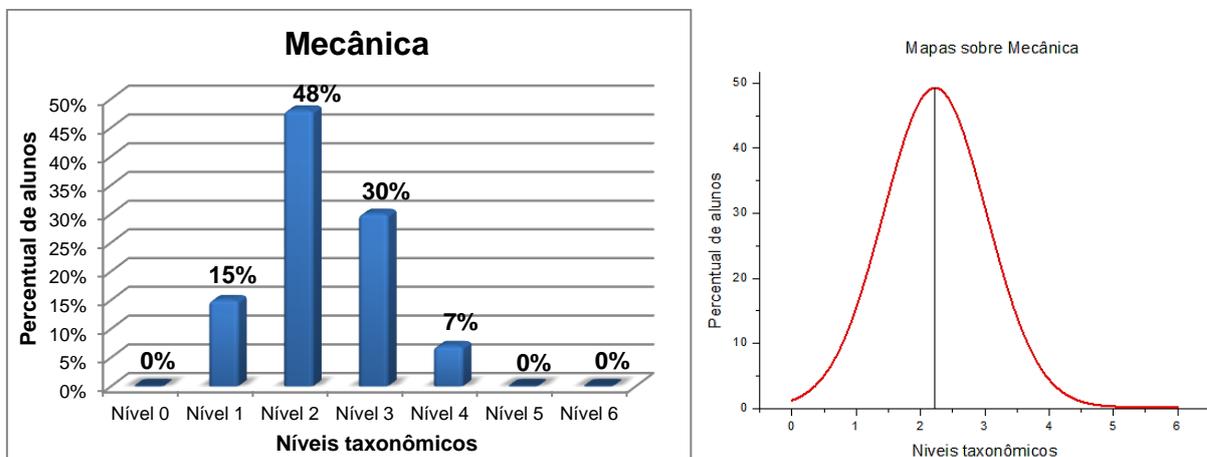
Os resultados e discussões mostrados neste capítulo são referentes ao primeiro e segundo bimestres letivos. Em relação ao primeiro, os resultados são dos três mapas conceituais feitos pelos alunos, das atividades (incluindo a prova) e dos materiais utilizados. Já no segundo bimestre são analisados dois mapas conceituais, uma atividade, a prova e os materiais utilizados. Outras análises complementares referentes às anotações e às gravações em áudio serão também pontuadas.

#### 7.1 – Mapas Conceituais – Análise qualitativa

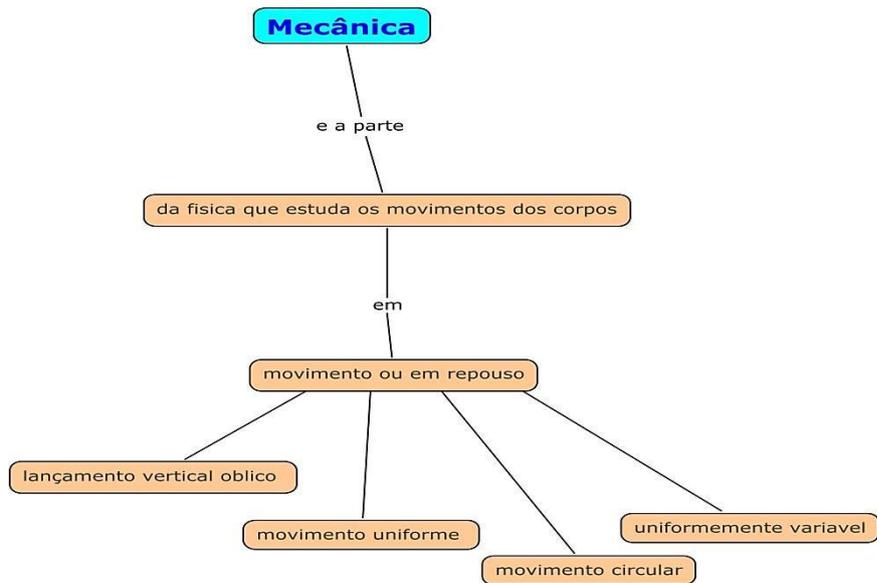
Nesta análise qualitativa, busca-se inicialmente identificar os níveis da taxonomia de Cañas *et al.* (2006) dos mapas conceituais construídos pelos alunos. Estes construíram três mapas, em sua maioria na seguinte ordem: mapa sobre Mecânica, mapa sobre Movimento e mapa sobre Física. Analisa-se primeiramente o caráter estrutural desses mapas de acordo com cada tema abordado.

Serão mostrados a seguir gráficos que indicam os resultados encontrados e ao lado um gráfico de tendência desses resultados. Este último mostra o comportamento médio destes. Observando a construção dos gráficos é possível observar como está ocorrendo a evolução estrutural nos mapas feitos pelos alunos. Para os mapas sobre Mecânica, os resultados foram:

Gráfico 5 – Níveis taxonômicos para os mapas sobre Mecânica.

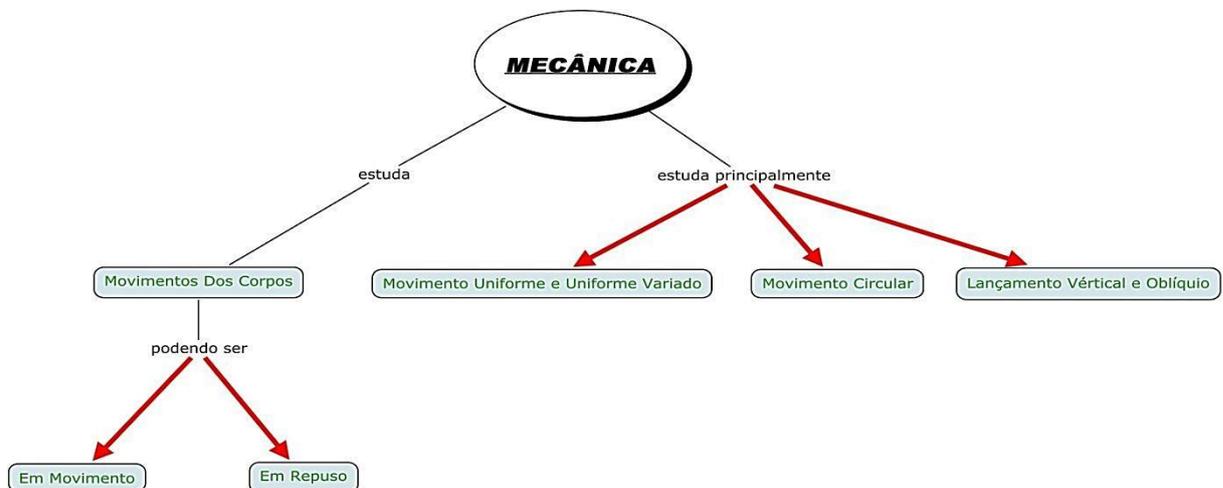


Em relação ao mapa conceitual sobre Mecânica, temos o aparecimento de quatro níveis (Nível 1, 2, 3 e 4) da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). Em média, o Nível 2 com uma ligeira tendência para o Nível 3, foi o comportamento para estes mapas. De acordo com o gráfico anterior o percentual do Nível 1 foi de 15%. São mapas que apresentam a predominância de conceitos em relação a longas explicações, falta metade ou mais das palavras de ligação e é um mapa linear com no máximo uma ramificação.



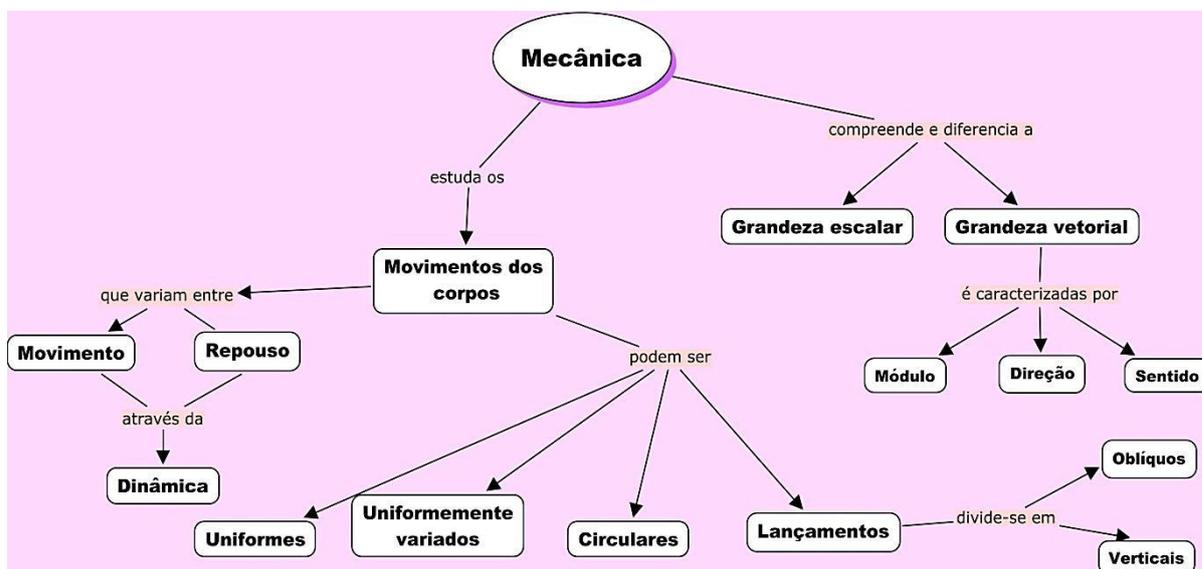
**Mapa 7 – Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 1.**

No Nível 2, temos um percentual de 48% dos mapas, ou seja, a maioria. Estes têm como características básicas a predominância de conceitos em relação a longas explicações, faltam menos da metade das palavras de ligação e apresentam poucas ramificações, no máximo duas.



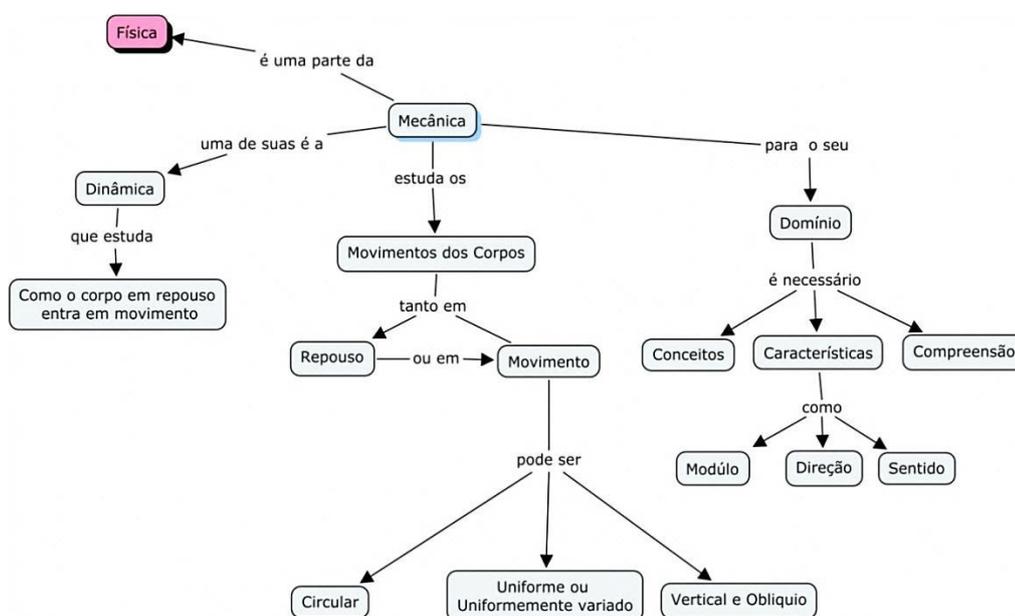
**Mapa 8 – Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 2.**

Os mapas do Nível 3, tiveram um percentual de 30%. Esses mapas já são mais elaborados, não apresentam longas explicações em suas caixas de conceitos, não faltam palavras de ligação, apresentam três ou quatro ramificações e tem menos de três níveis hierárquicos. São bem mais estruturados que os anteriores.



Mapa 9 – Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 3.

O Nível 4 teve 7% dos mapas. Estes, não apresentam longas explicações nem faltam neles palavras de ligação, são também mapas bastante ramificados, com cinco ou seis ramificações, além disso, apresentam três ou mais níveis de hierarquia.

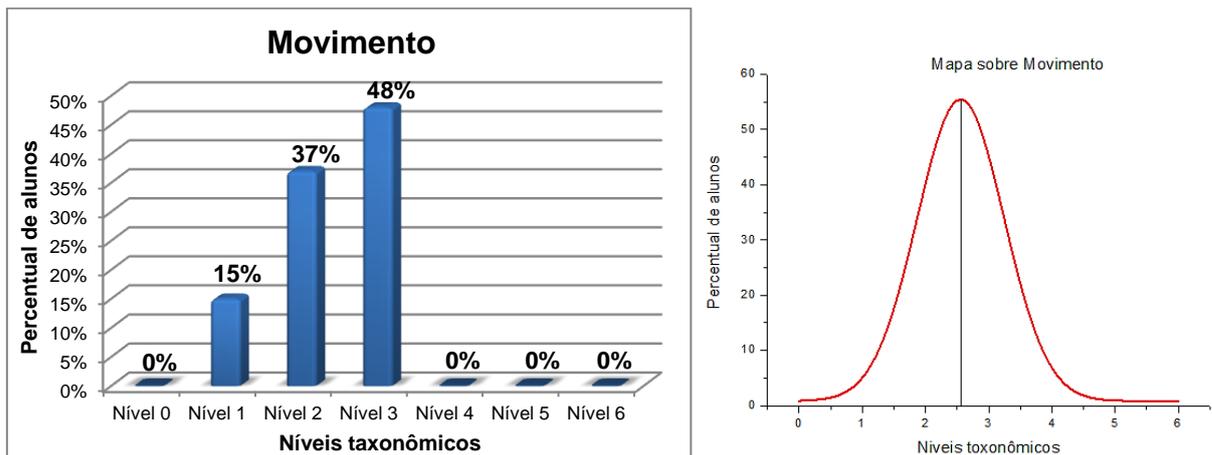


Mapa 10 – Mapa Conceitual sobre Mecânica – Nível 4.

Os mapas conceituais sobre Mecânica apresentaram uma boa estrutura, tendo em vista que esse foi o mapa entregue pela maioria dos alunos. Observo que apenas poucos alunos não fizeram este mapa primeiro.

Para os mapas sobre Movimento, os resultados foram:

**Gráfico 6 – Níveis taxonômicos para os mapas sobre Movimento.**



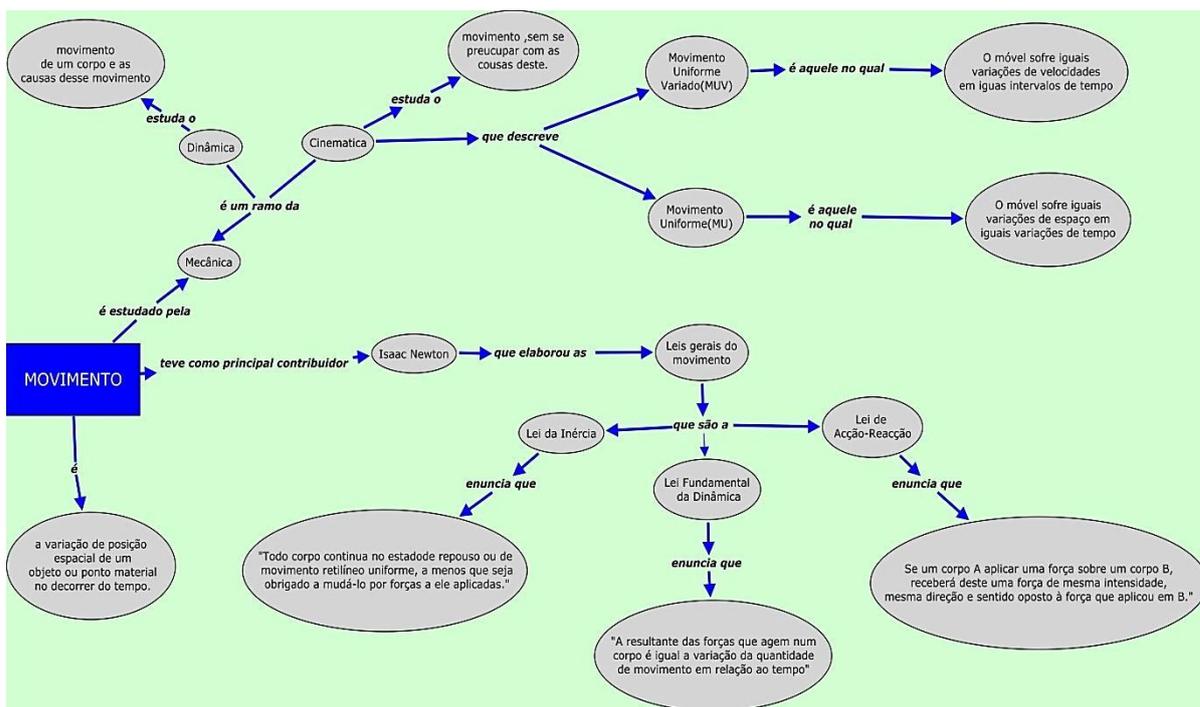
Em relação ao mapa conceitual sobre Movimento, temos o aparecimento de três níveis (Nível 1, 2 e 3) da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). A curva de tendência deste mapa mostra um ligeiro avanço para o Nível 3, algo que está de acordo com os valores obtidos experimentalmente.

Percebe-se pelo Gráfico anterior que 15% dos mapas encontram-se no Nível 1. Este nível já foi caracterizado. Vejamos um exemplo de um desses mapas.



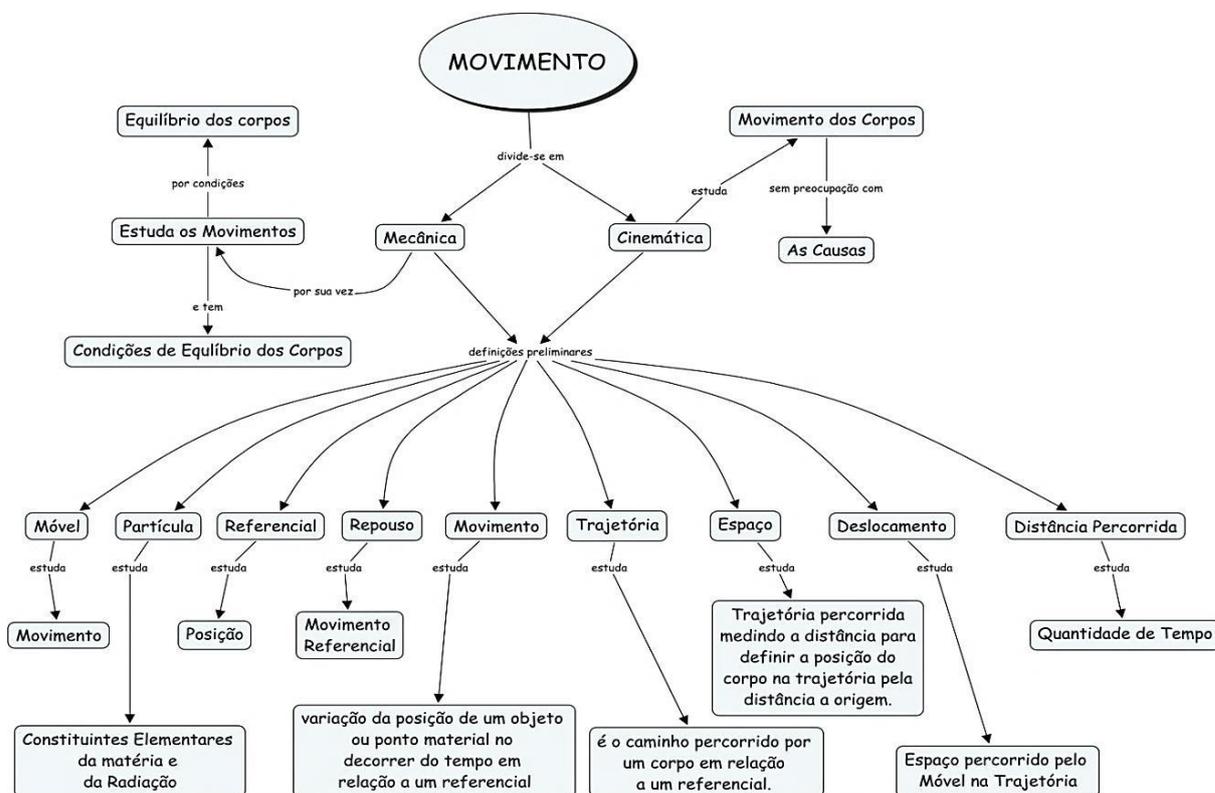
**Mapa 11 – Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 1.**

Já o Nível 2 teve um percentual 37% dos mapas.



Mapa 12 – Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 2.

No Nível 3, encontramos a maioria dos mapas criados, foram confeccionados 48% neste nível.



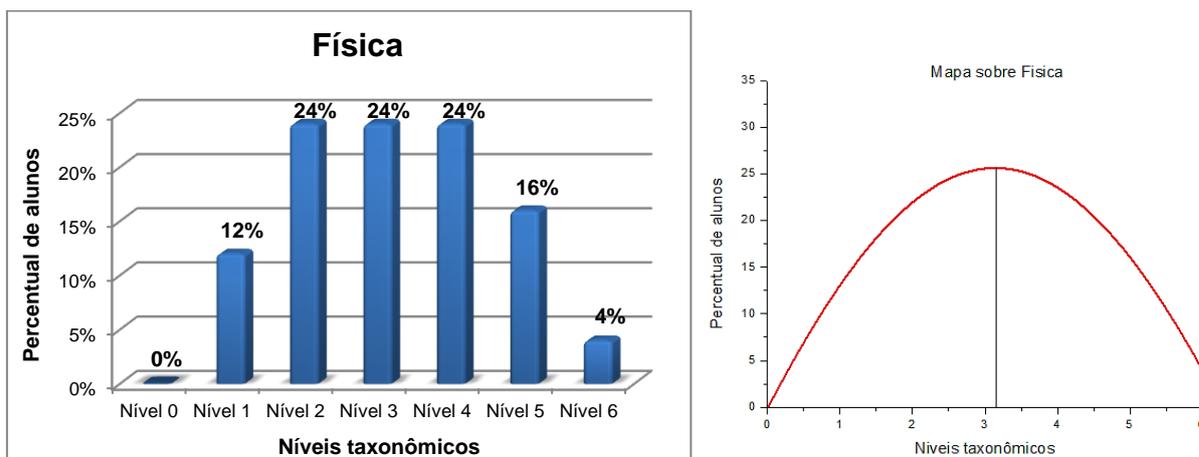
Mapa 13 – Mapa Conceitual sobre Movimento – Nível 3.

Os mapas sobre Movimento apresentaram uma evolução em sua estrutura em relação aos mapas sobre Mecânica, pois percebemos um grande declínio do Nível 2 (de 48% para 37%) e uma ascensão do Nível 3 (de 30% para 48%). O Nível 1 permaneceu estático e o fator negativo é que não tivemos mapas sobre Movimento acima do Nível 3, como ocorreu em Mecânica, porém este fato não tira o caráter evolutivo dos mapas.

Espera-se que a medida que os alunos ganhem prática na construção dos mapas, melhorem em estrutura também, além de conseguirem superar suas dificuldades na construção dos mesmos. Dificuldades estas que até o presente momento se concentram mais na interpretação de texto, na sintetização de informações relevantes em um texto e no uso de palavras de ligações entre os conceitos.

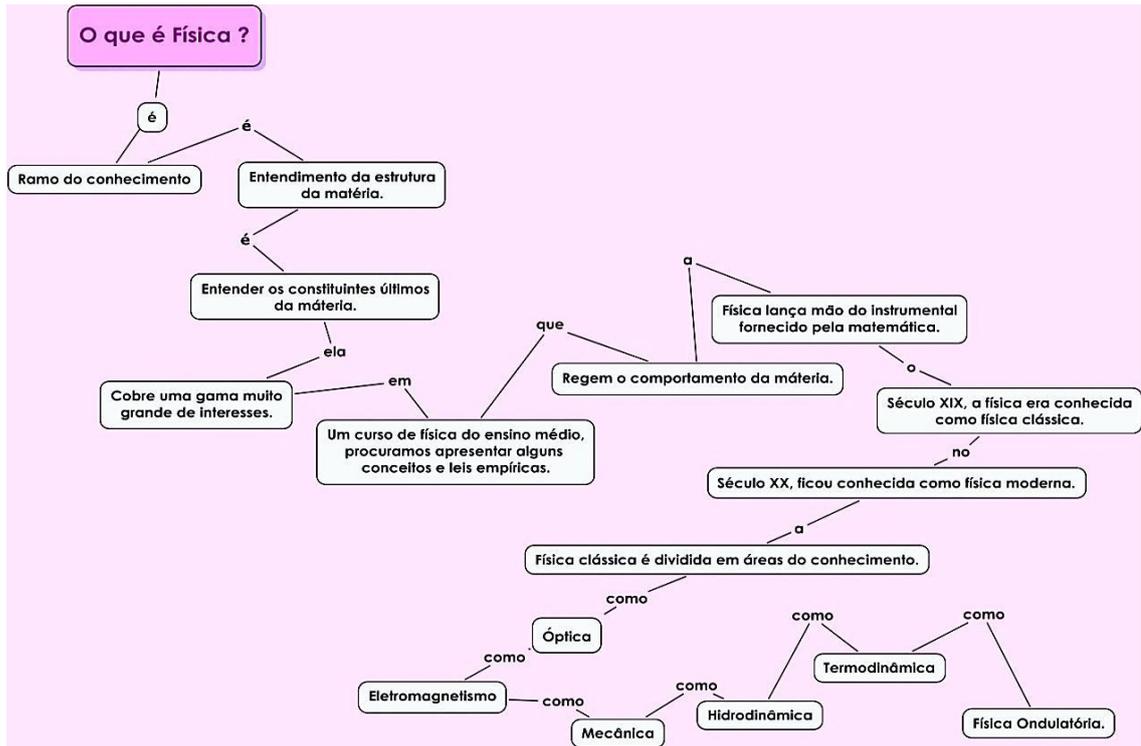
Para os mapas sobre Física, os resultados foram:

**Gráfico 7 – Níveis taxonômicos para os mapas sobre Física.**



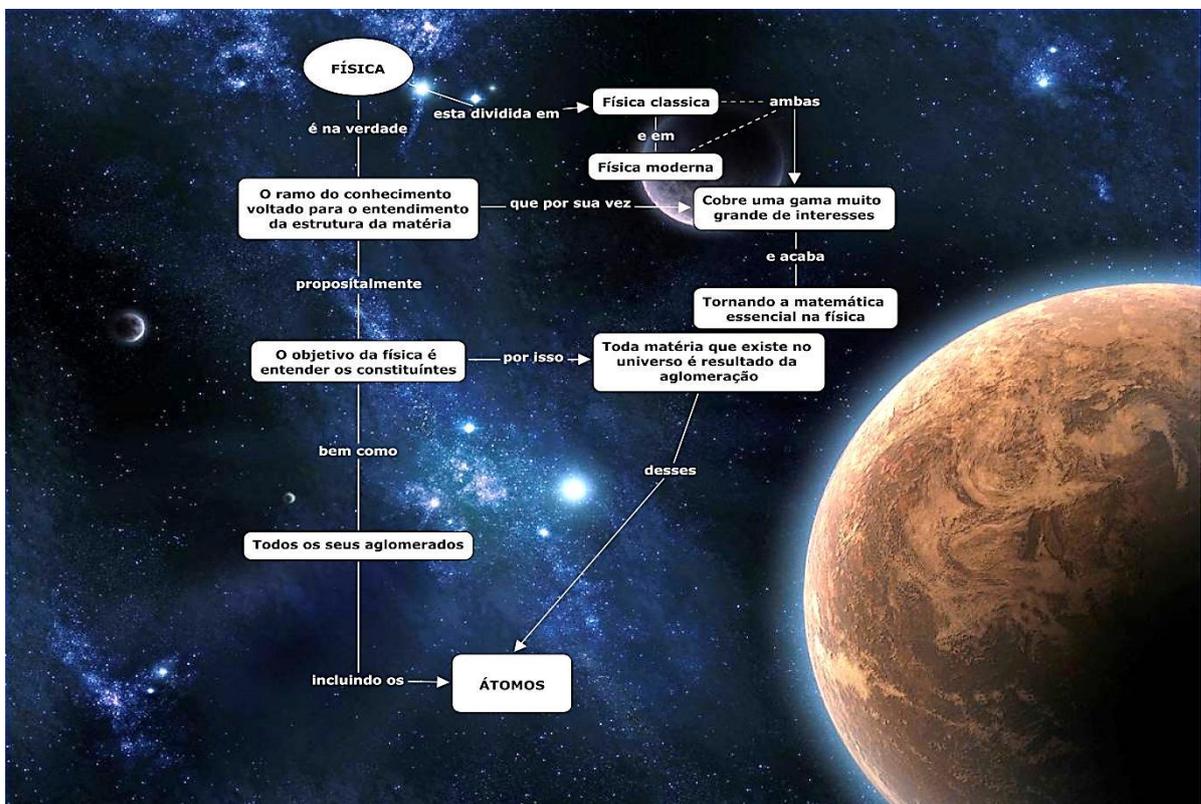
Em relação ao mapa conceitual sobre Física, temos o aparecimento de seis níveis (Nível 1, 2, 3, 4, 5 e 6) da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). Mostrando assim que ocorreu uma evolução estrutural bastante relevante do primeiro ao terceiro mapa. Esta evolução também é percebida pelo gráfico de tendência, o qual mostra que em média os mapas já estão superando o nível 3.

De acordo com o gráfico anterior o percentual do Nível 1 foi de 12%. Como as características deste nível já foram descritas anteriormente, vejamos apenas um exemplo deste mapa.



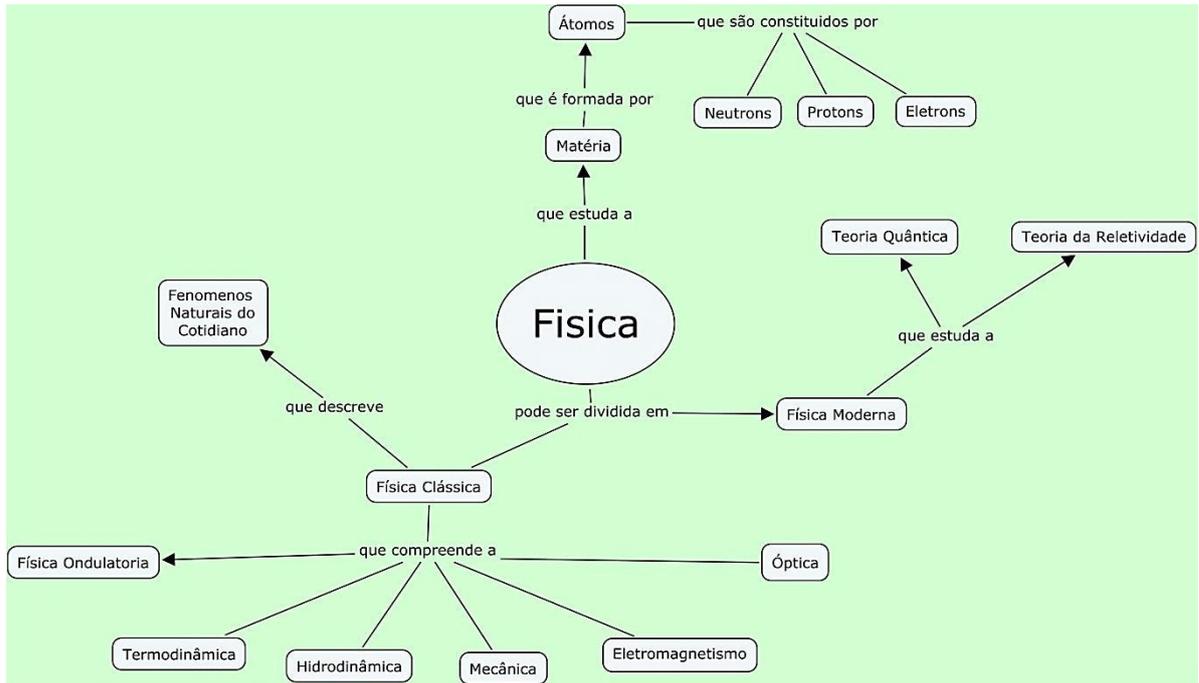
Mapa 14 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 1.

A maioria dos mapas sobre Física estão concentrados no Nível 2, foram 24% dos mapas neste nível. Veja um desses mapas abaixo:



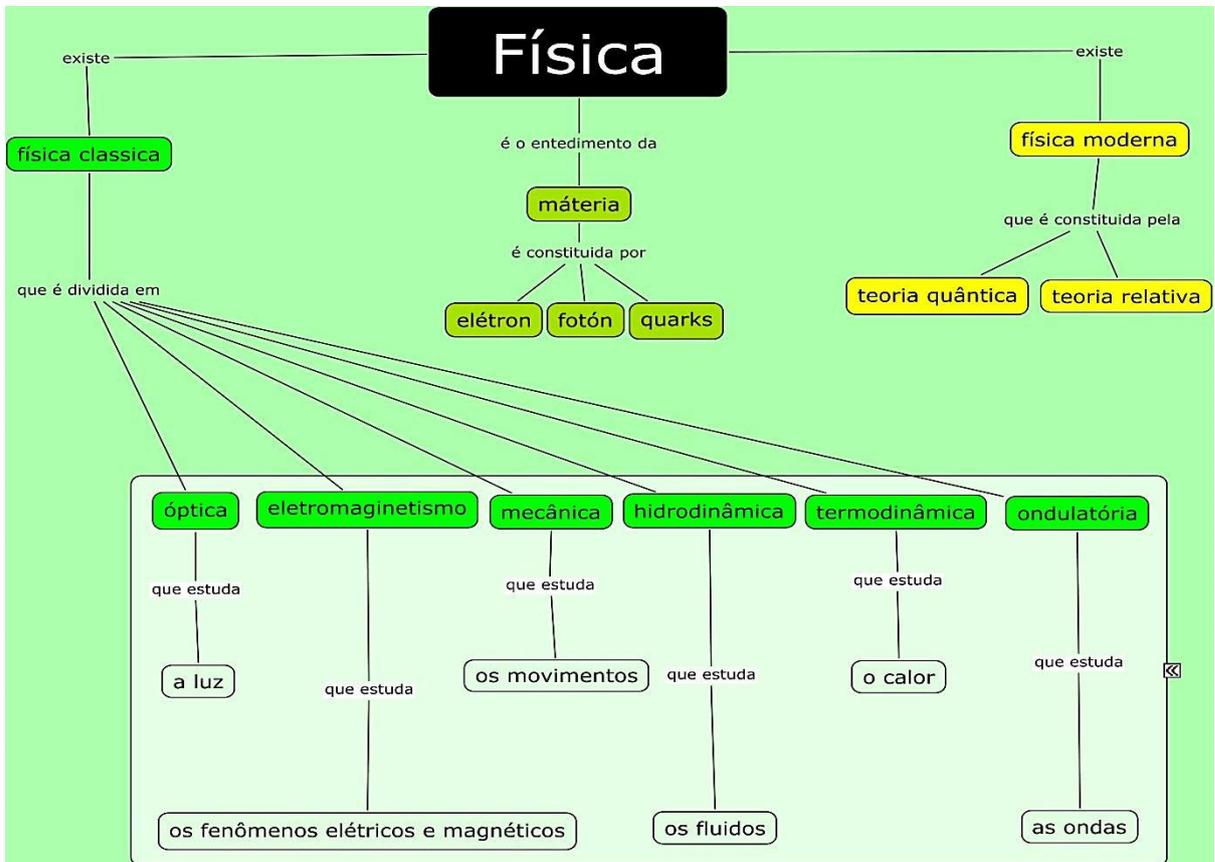
Mapa 15 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 2.

No Nível 3 o percentual foi de 24% dos mapas. Ver mapa abaixo:



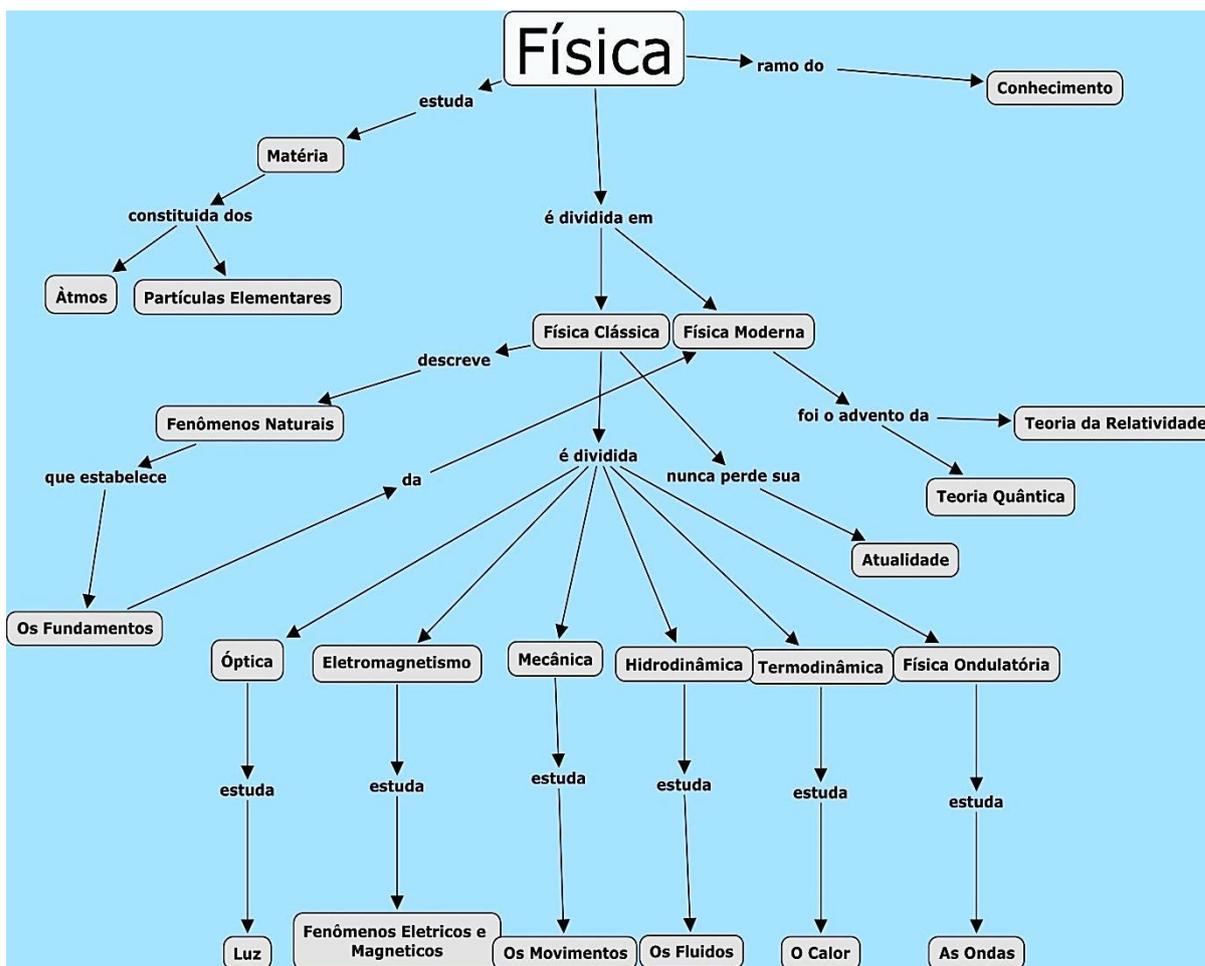
Mapa 16 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 3.

Novamente aparecem mapas de Nível 4, com um percentual de 24%.



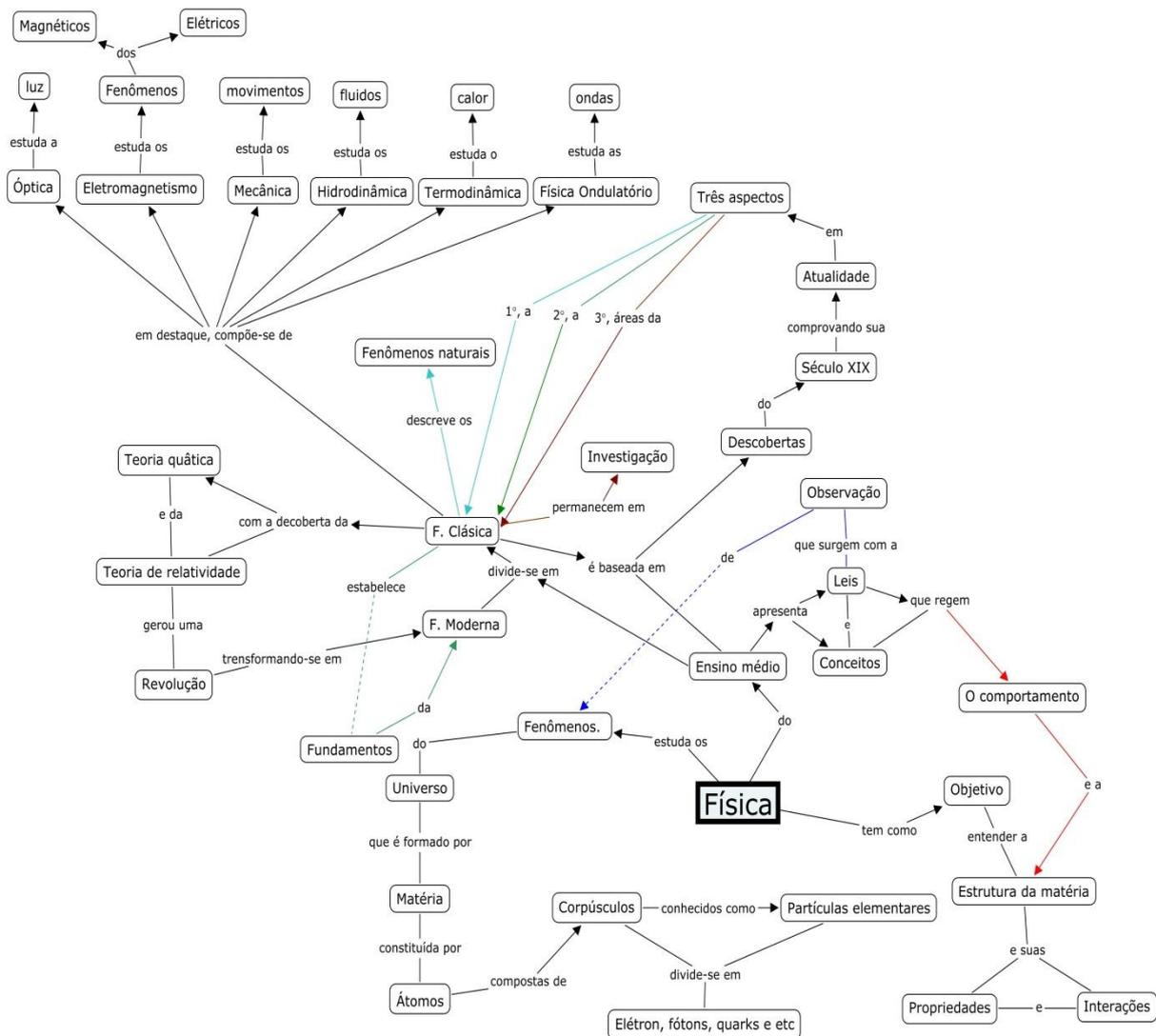
Mapa 17 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 4.

Pela primeira vez aparecem mapas nos níveis 5 e 6. O Nível 5 teve 16% dos mapas. As características principais destes mapas, é que eles não apresentam longas explicações de seus conceitos nas caixas, nem faltam palavras de ligação. São mapas bastante ramificados, com cinco ou seis ramificações. Apresentam ainda três ou mais níveis de hierarquia e uma ou duas ligações cruzadas entre tais níveis. São mapas bem mais estruturados que os anteriores.



**Mapa 18 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 5.**

Dentre os mapas sobre Física, teve um (4%) que pode ser classificado no nível mais alto da taxonomia de Cañas *et al.* (2006), que é o Nível 6. Os mapas pertencentes a este nível não apresentam longas explicações nas caixas dos conceitos, não faltam palavras de ligação entre tais conceitos, apresentam ainda números altos de ramificações, com sete ou mais. Os níveis de hierarquia destes mapas são de três ou mais níveis. E apresentam ainda duas ou mais ligações cruzadas.



**Mapa 19 – Mapa Conceitual sobre Física – Nível 6.**

Os mapas sobre Física confirmam o comportamento na evolução estrutural mostrado entre os dois primeiros mapas entregues pelos alunos. Estes terceiros mapas além de apresentarem mais níveis da taxonomia de Cañas *et al.* (2006), são também mais criativos, pois os alunos usaram bem mais as ferramentas do CmapTools, coloriram, colocaram figura em seus mapas, etc.

Observa-se que a evolução estrutural citada entre os dois primeiros mapas foi no aumento percentual entre os níveis dois e três. Até o momento percebe-se que o percentual do Nível 1 teve uma ligeira queda (15% → 15% → 12%, respectivamente), tal fato indica que a medida que os alunos vão ganhando familiaridade na confecção de seus mapas, estes apresentam melhor estrutura, ocupando níveis mais elevados.

Em relação ao Nível 2, percebe-se que ocorreu uma queda relevante (48% → 37% → 24%, respectivamente). Isso é natural tendo em vista o aparecimento de mapas em níveis taxonômicos mais elevados, ou seja, mapas melhor estruturados.

No Nível 3 inicialmente ocorreu um aumento percentual, seguido de uma queda brusca (30% → 48% → 24%, respectivamente), este comportamento é explicado tendo em vista que muitos alunos fizeram seus mapas sobre Mecânica em Nível 3, melhoraram e conseguiram fazer o mapa de Física em Nível 4 ou 5, algo bastante positivo dentro do objetivo proposto por esta metodologia. Outro fator positivo de destaque é o aparecimento de mais mapas de Nível 4 (7% → 0% → 24%, respectivamente), que apesar disso não ter ocorrido nos mapas sobre Movimento, ocorreu de forma bastante relevante nos mapas sobre Física. Isso porque apresentou o mesmo percentual de alunos que fizeram seus mapas no Nível 2 e 3.

O destaque maior até então, foram os mapas de níveis 5 e 6. O Nível 5 teve um percentual de 16%, que é bastante relevante se comparado com os níveis 2, 3 e 4. Tal fato corrobora mais uma vez com o melhoramento estrutural que alguns alunos estão conseguindo em seus mapas. O percentual citado justifica ainda a queda dos percentuais nos níveis 1, 2 e 3. Já o mapa de Nível 6, apesar de termos apenas um aluno que fez um mapa neste nível até então, reafirma o comportamento estrutural citado e mostra que quanto mais o aluno for praticando, mais experiência vai adquirindo e melhores mapas consegue construir.

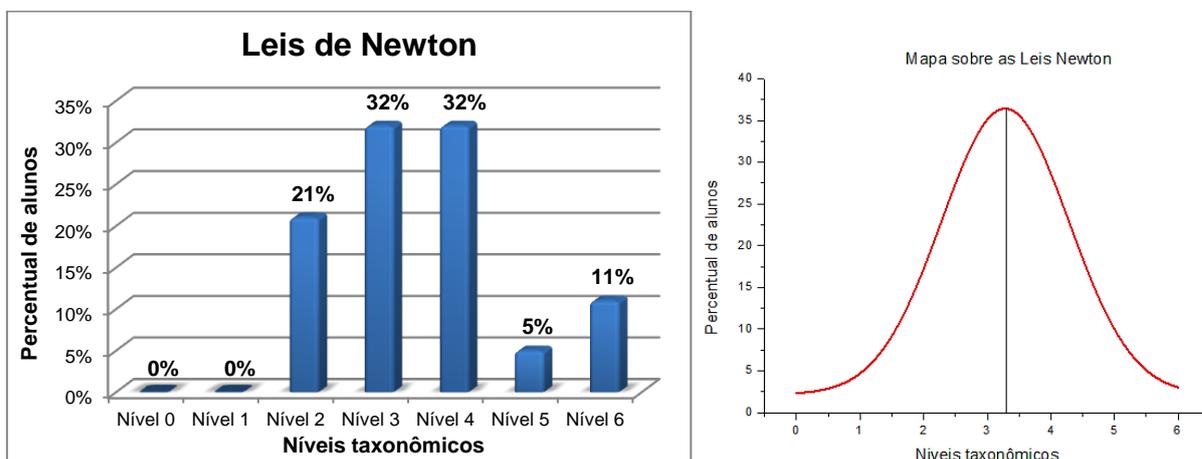
Informamos ainda que os alunos que apresentaram melhora significativa na estrutura de seus mapas, são também os que estão melhores se adaptando ao mapeamento conceitual como ferramenta para seu aprendizado. Esta adaptação justifica-se também por um maior empenho por parte destes em aperfeiçoar esta prática, algo percebido nos constantes momentos em que eles nos buscaram para tirar dúvidas sobre os mapas conceituais feitos.

Como foi percebido, além da estrutura os mapas estão melhorando em sua parte visual, pois à medida que alguns alunos vão tendo um domínio maior nas ferramentas do CmapTools como também na própria prática de construção de mapas conceituais, conseguem usar bem mais sua criatividade na construção destes.

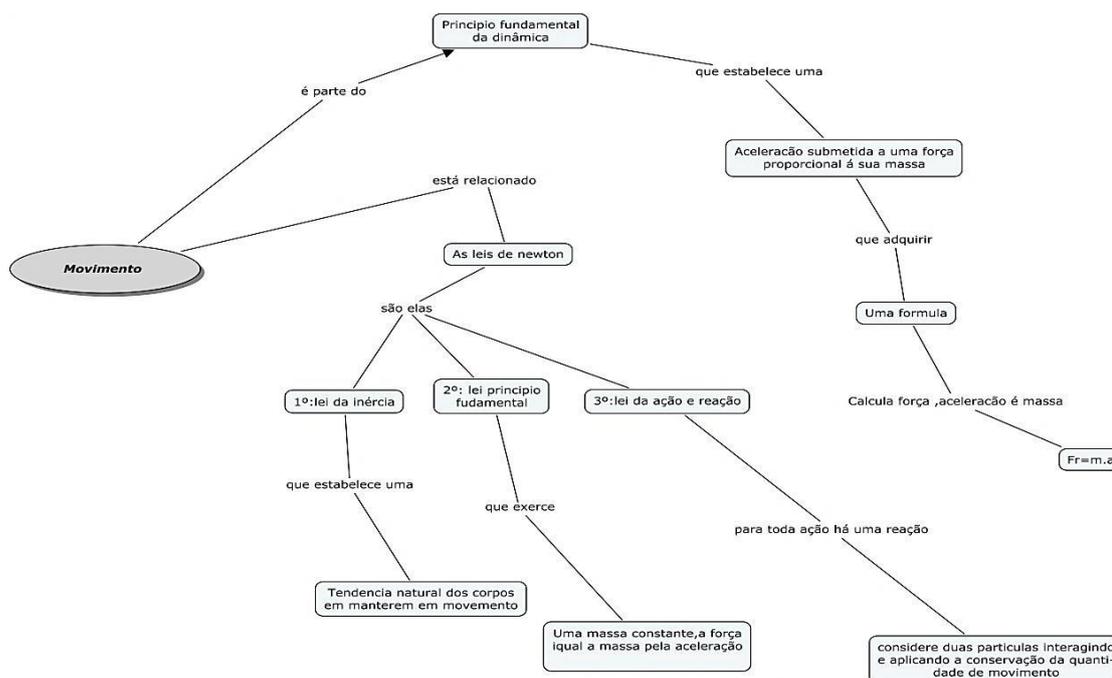
Os mapas conceituais do segundo bimestre foram um sobre as Leis de Newton e o outro sobre todo o conteúdo visto até então (mapa geral).

Para os mapas sobre Leis de Newton, os resultados foram:

**Gráfico 8 – Níveis taxonômicos para os mapas sobre Leis de Newton.**

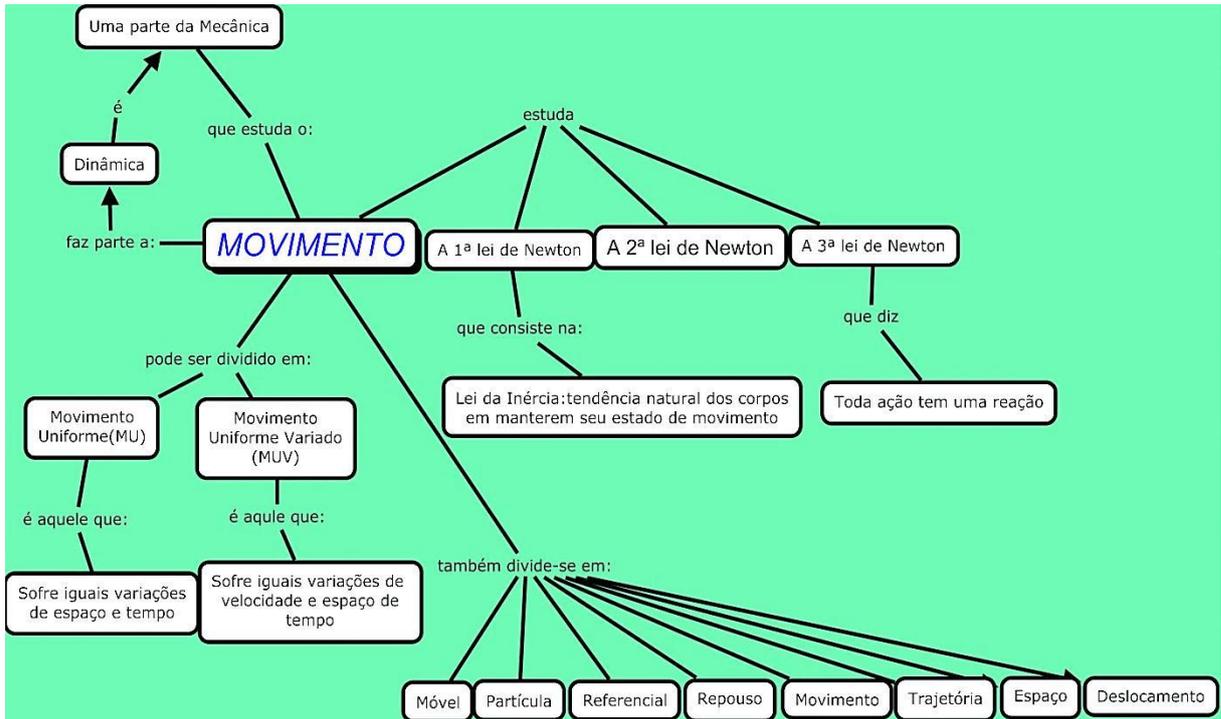


Em relação ao mapa conceitual sobre as Leis de Newton temos o aparecimento de cinco níveis (Nível 2, 3, 4, 5 e 6) da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). Estes mapas em sua maioria apresentam-se em níveis taxonômicos mais elevados. Percebemos isso através do gráfico de tendência, o qual já ultrapassa o nível 3. Para o Nível 2, tivemos 21% dos mapas; como todos esses níveis já foram caracterizados, serão mostrados apenas os mapas referentes a cada nível.



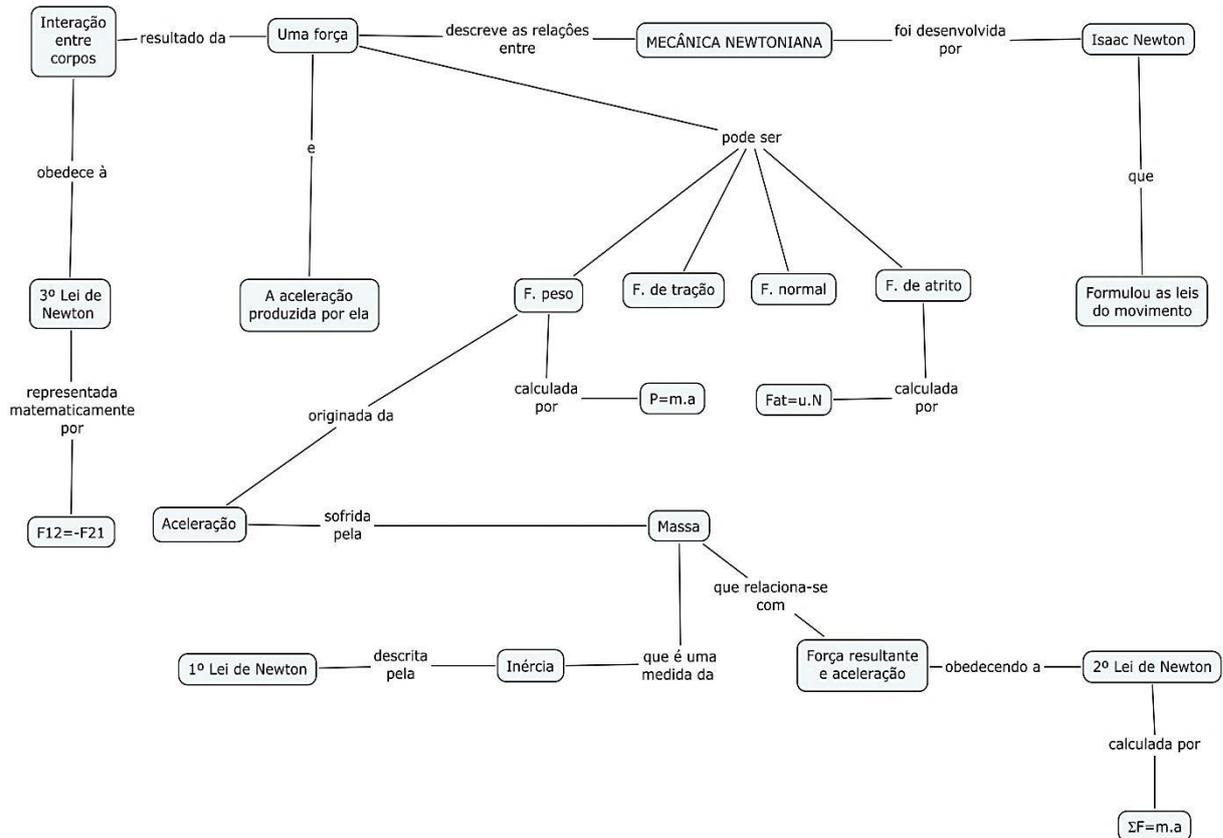
**Mapa 20 – Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 2.**

Para o Nível 3, tivemos 32% dos mapas, a maioria.



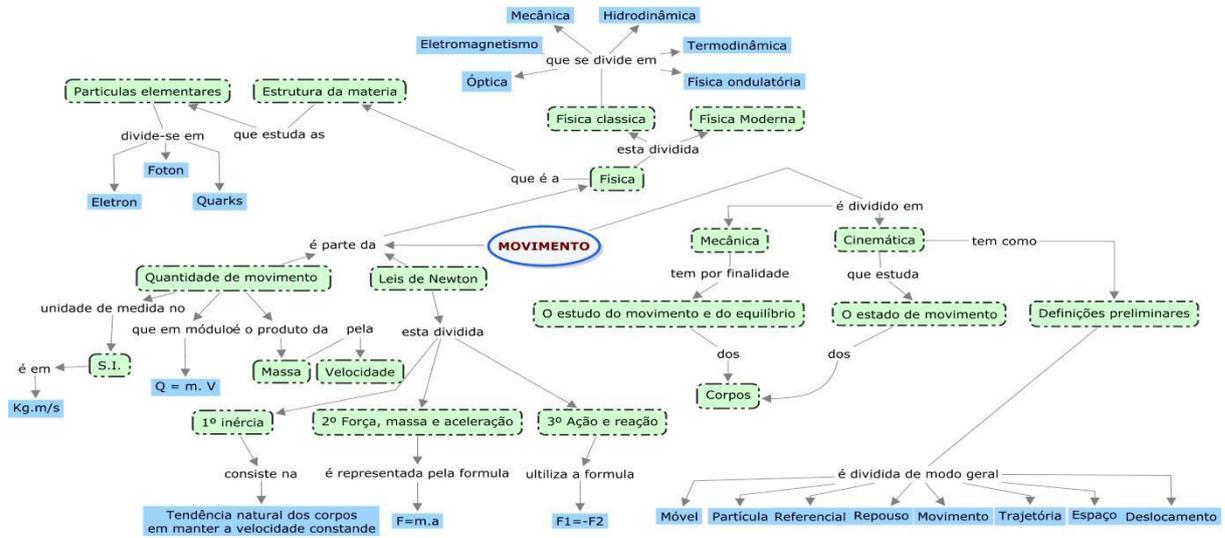
Mapa 21 – Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 3.

Para o Nível 4, tivemos também 32% dos mapas.



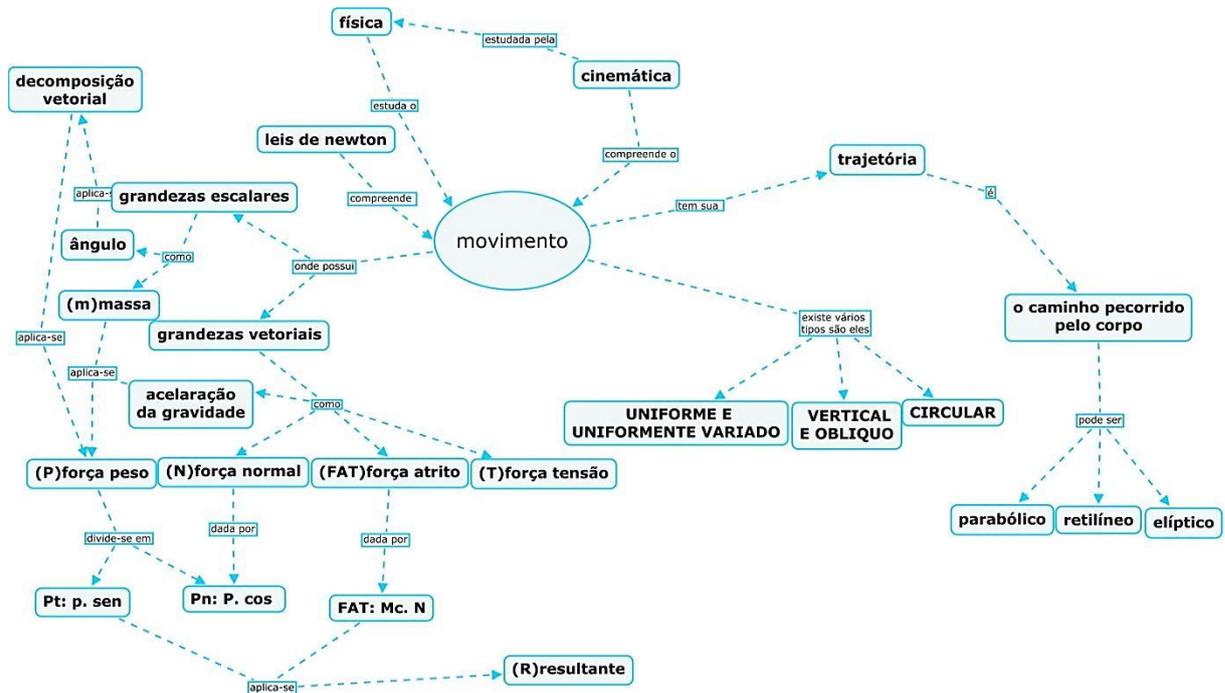
Mapa 22 – Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 4.

Para o Nível 5, tivemos 5% dos mapas.



Mapa 23 – Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 5.

Para o Nível 6, tivemos 11% dos mapas.



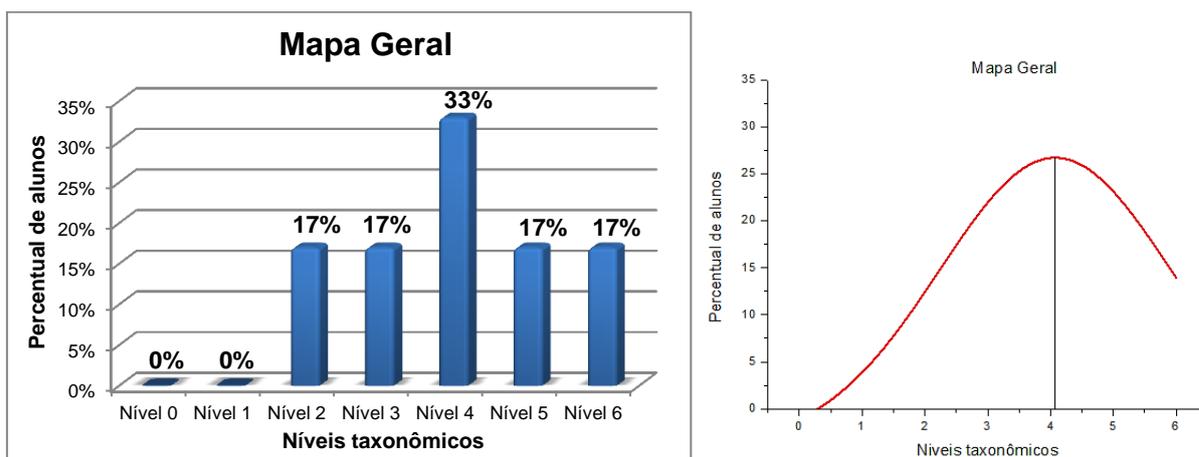
Mapa 24 – Mapa Conceitual sobre Leis de Newton – Nível 6.

Como se percebe, os mapas sobre as Leis de Newton corroboram também a evolução estrutural já citada. São mapas que encontram-se em nível taxonômicos mais elevados, ou seja, são mapas mais estruturados. Temos um maior número de mapas (48%) em níveis 4, 5 e 6, por exemplo, fato que ocorre pela primeira vez. A maior dificuldade encontrada na construção desses mapas está

ainda em relação a fazer síntese de algumas definições. No caso das Leis de Newton, muitos alunos escreveram a lei completa na caixa do conceito, tal fato foi relevado, pois consideramos melhor entender uma lei física, sendo a mesma apresentada de forma completa do que fragmentada. Essa consideração foi levada em conta na classificação dos níveis taxonômicos.

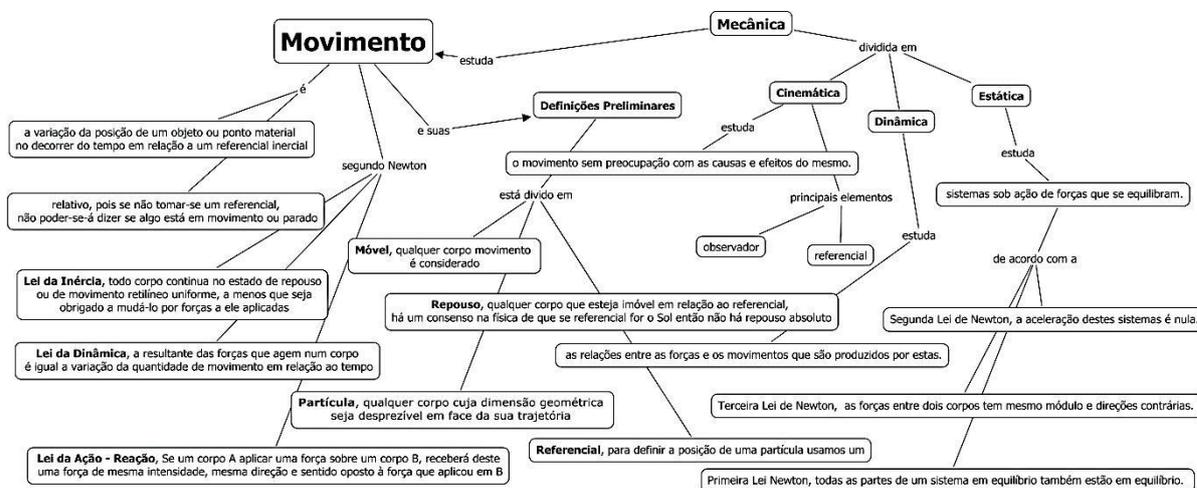
Para os mapas de todo o conteúdo visto (Geral), os resultados foram:

**Gráfico 9 – Níveis taxonômicos para o mapa Geral.**



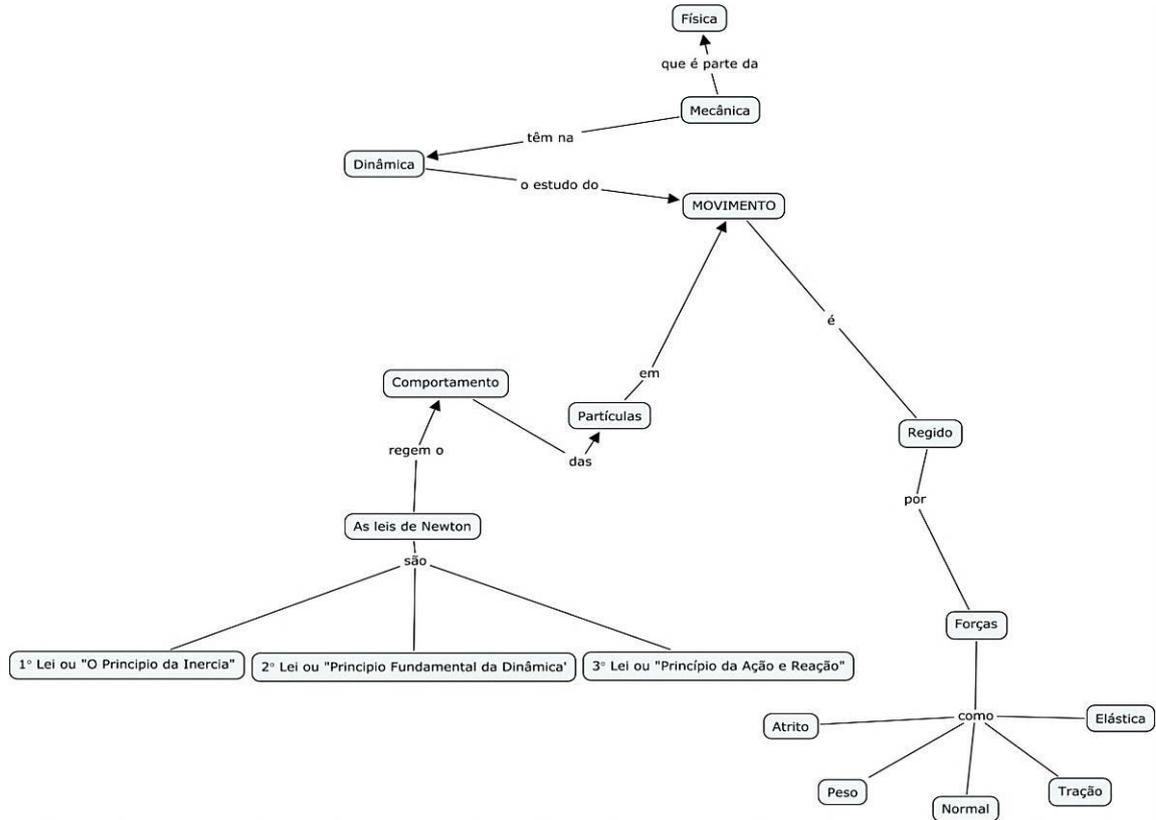
Em relação ao mapa conceitual Geral temos o aparecimento de cinco níveis (Nível 2, 3, 4, 5 e 6) da Taxonomia de Cañas *et al.* (2006). Estes mapas em sua maioria apresentam-se em níveis taxonômicos mais elevados. Isso é percebido também pelo gráfico de tendência, pois o mesmo mostra que, em média, os mapas superaram o nível 4.

Para o Nível 2, tivemos 17% dos mapas, como todos esses níveis já foram caracterizados, será mostrado apenas os mapas referentes a cada nível.



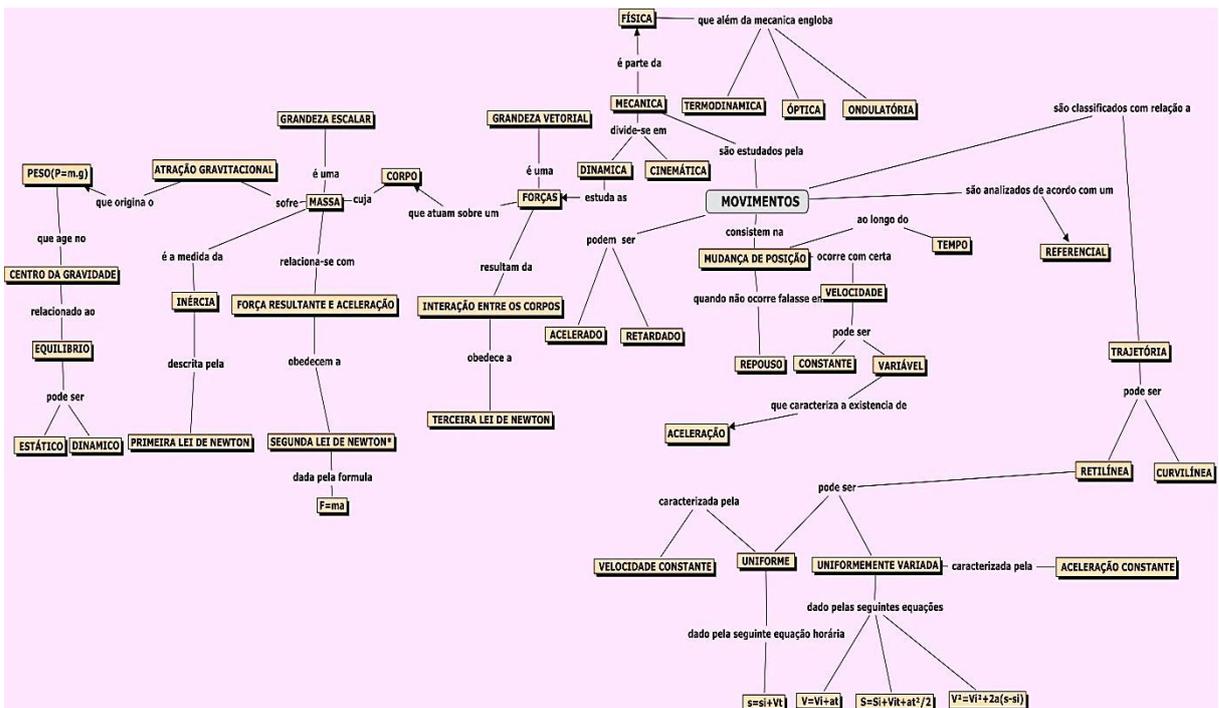
**Mapa 25 – Mapa Conceitual Geral – Nível 2.**

Para o Nível 3, tivemos também 17% dos mapas.



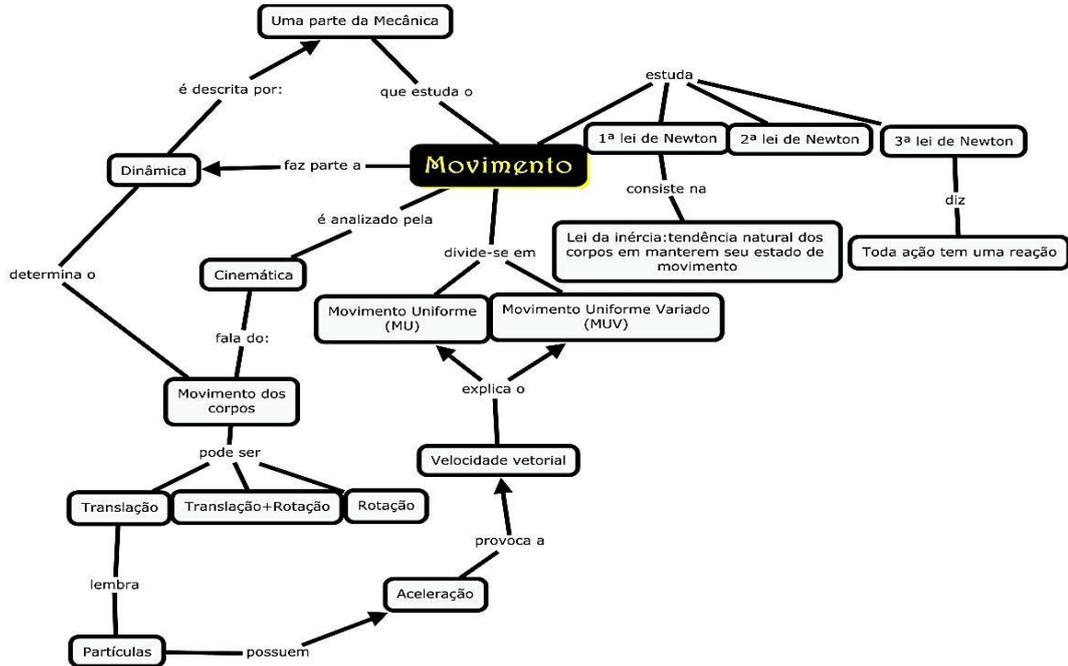
Mapa 26 – Mapa Conceitual Geral – Nível 3.

Para o Nível 4, tivemos 33% dos mapas, ou seja, a maioria.



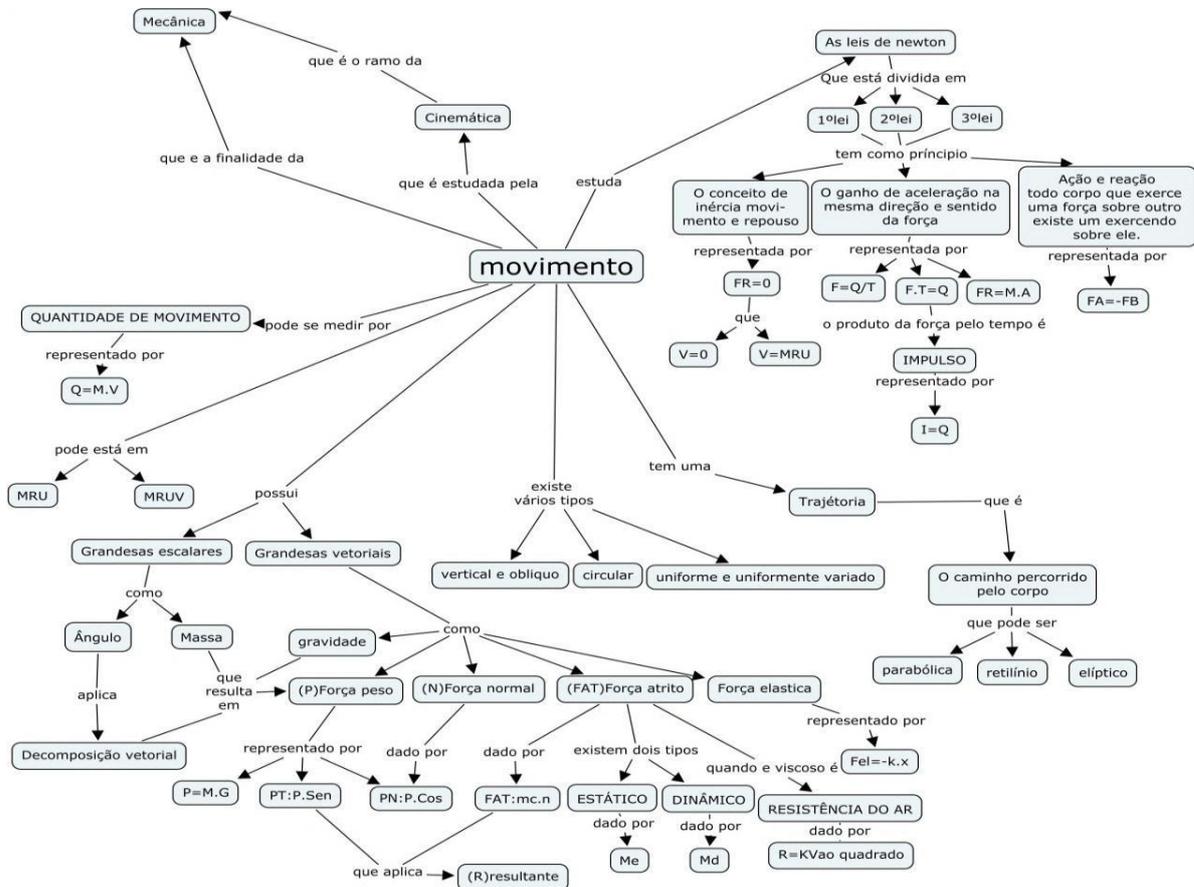
Mapa 27 – Mapa Conceitual Geral – Nível 4.

Para o Nível 5, tivemos 17% dos mapas.



Mapa 28 – Mapa Conceitual Geral – Nível 5.

Para o Nível 6, tivemos também 17% dos mapas.



Mapa 29 – Mapa Conceitual Geral – Nível 6.

Pelos dados mostrados, temos que os mapas conceituais feitos pelos alunos melhoraram em sua estrutura na medida em que foram sendo realizados. Isso mostra que quanto mais os aprendizes se adequam a essa técnica de mapeamento conceitual, mais ganham habilidades na construção dos mapas, melhor conseguem fazê-los. Essa evolução verificada não está ausente de dificuldades, pois elas apareceram e os alunos buscaram tirar suas dúvidas para superá-las. Nesses últimos mapas as maiores dificuldades foram em relação a síntese de definições (leis), pois alguns mapas se mostraram com boa estrutura, porém apresentavam algumas caixas de conceitos com longas explicações.

## 7.2 – Mapas Conceituais – Análise quantitativa

Para esta análise quantitativa foi usada a fórmula proposta no capítulo anterior, que tem por base os critérios de pontuação de Gowin e Alvarez (2005). Para tanto, buscou-se fazer um histograma que mostre a frequência das notas (escores) dos mapas. O histograma foi escolhido, pois o mesmo mostra de forma clara como ocorreu a distribuição de notas e quais delas foram mais frequentes. Ao lado do histograma será mostrada também uma curva de tendência média dos escores dos mapas conceituais.

Os mapas conceituais realizados pelos alunos foram analisados quantitativamente atribuindo-se um escore a tais mapas. Fazendo uso do Excel, este escore é calculado de forma mais automática.

**Tabela 8** – Exemplo do cálculo do escore (nota) do mapa sobre Física.

MAPA CONCEITUAL	NOTA	CATEGORIAS		VÁLIDAS	CATEGORIAS		NÃO VÁLIDAS (-)	Total Pontos Val.
O que é Física?	5,75	Relações:	0	45	Relações	0	0	45
			15			0		
		Ramificações	1	39	Ramificações	0	0	
			3			0		
			2			0		
			7			0		
		Lig. Cruzadas	0	0	Lig. Cruzadas	0	0	
Exemplos	0		Níveis H.	5		25		
<b>Total de Pontos Válidos no Mapa</b>								<b>109</b>

A tabela anterior mostra como é gerada a nota (escore) de um mapa conceitual tendo por base a fórmula mostrada no capítulo anterior. Na tabela temos que o  $P_{Re}$  (pontos das relações entre conceitos) vale 45, o  $P_{Ra}$  (pontos das ramificações no mapa) vale 39, o  $P_{NE}$  (pontos referente ao número de níveis e aos exemplos dados no mapa) vale 25 e o  $P_{LC}$  (pontos das ligações cruzadas) vale 0. Apesar de não constar na tabela, o  $P_{Espec}$  (pontos do mapa do especialista) vale 250 para o mapa sobre Física.

Fazendo a aplicação dos pontos citado na fórmula temos:

$$P_{Mapa} = \frac{(P_{Re} \cdot 0,4 + P_{Ra} \cdot 0,3 + P_{NE} \cdot 0,2 + P_{LC} \cdot 0,1) + (P_{Re} + P_{Ra} + P_{NE} + P_{LC})}{P_{Espec.}} \times 10 \rightarrow$$

$$P_{Mapa} = \frac{(45 \cdot 0,4 + 39 \cdot 0,3 + 25 \cdot 0,2 + 0 \cdot 0,1) + (45 + 39 + 25 + 0)}{250} \times 10 \rightarrow$$

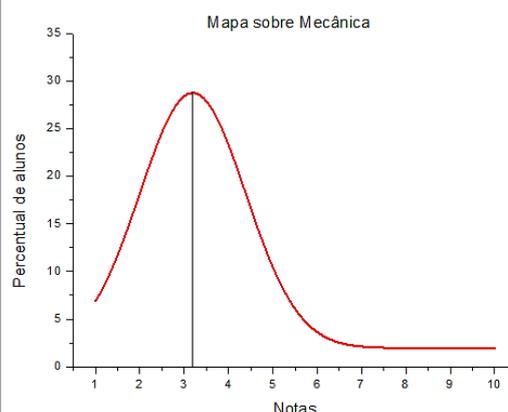
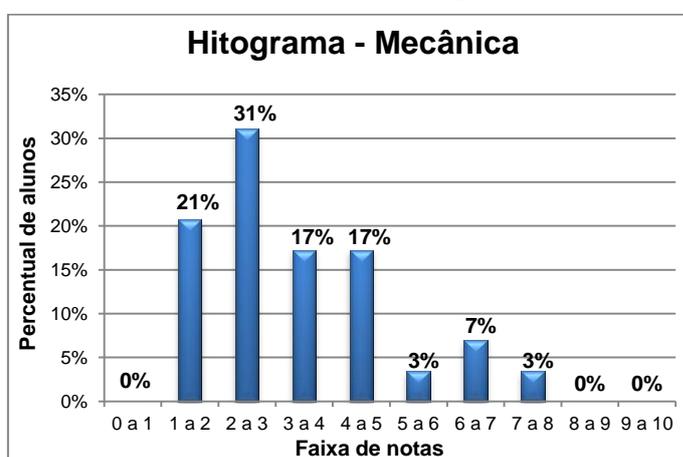
$$P_{Mapa} = \frac{(18 + 11,7 + 5 + 0) + (109)}{250} \times 10 = \frac{34,7 + 109}{250} \times 10 = \frac{143,7}{250} \times 10 \rightarrow$$

$$P_{Mapa} = \frac{1437}{250} \rightarrow \boxed{P_{Mapa} = 5,75}$$

O cálculo acima mostra como foi obtida a nota de um determinado aluno em seu mapa sobre Física; esta nota equivale na fórmula acima ao  $P_{Mapa}$ , que neste caso foi de 5,75. Este mesmo processo foi realizado com os demais mapas conceituais, só que de forma automática pelo Excel.

Serão mostradas a seguir as médias obtidas pelos alunos em seus mapas sobre Mecânica, as quais foram agrupadas, sendo que o histograma abaixo mostra a frequência (em termos percentuais) das notas dos alunos.

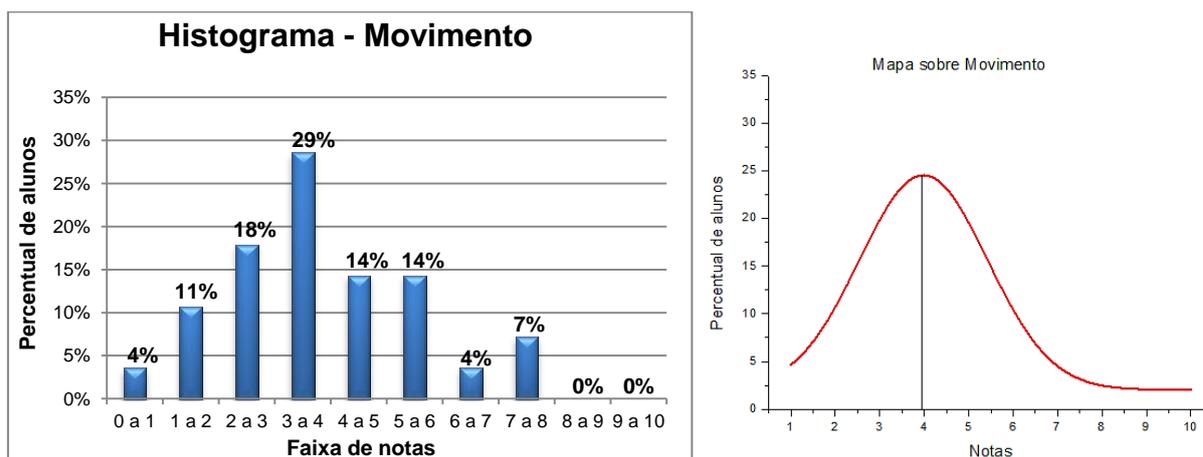
**Gráfico 10 – Histograma de notas para o mapa sobre Mecânica.**



Pelo histograma anterior percebe-se que a maioria (31%) das notas foram entre 2 e 3. Levando-se em consideração a média do colégio (que é 6,0), estes valores encontram-se relativamente distantes desta média. Temos ainda que 10% dos mapas tiveram notas acima da média. Se formos considerar as notas abaixo da média escolar para o mapa sobre Mecânica, o percentual foi de 90%. Porém, pensando-se numa média de cinco (maioria dos colégios), 13% estaria acima da média e 87% abaixo. A tendência, em termos de média (mostrada pela curva), é uma média ligeiramente superior a três, algo que está de acordo com os dados experimentais, que relevam uma média de 3,3.

A seguir serão mostradas as médias obtidas pelos alunos em seus mapas sobre Movimento, as quais foram agrupadas, sendo que o histograma abaixo mostra a frequência (em termos percentuais) das notas dos alunos.

**Gráfico 11 – Histograma de notas para o mapa sobre Movimento.**



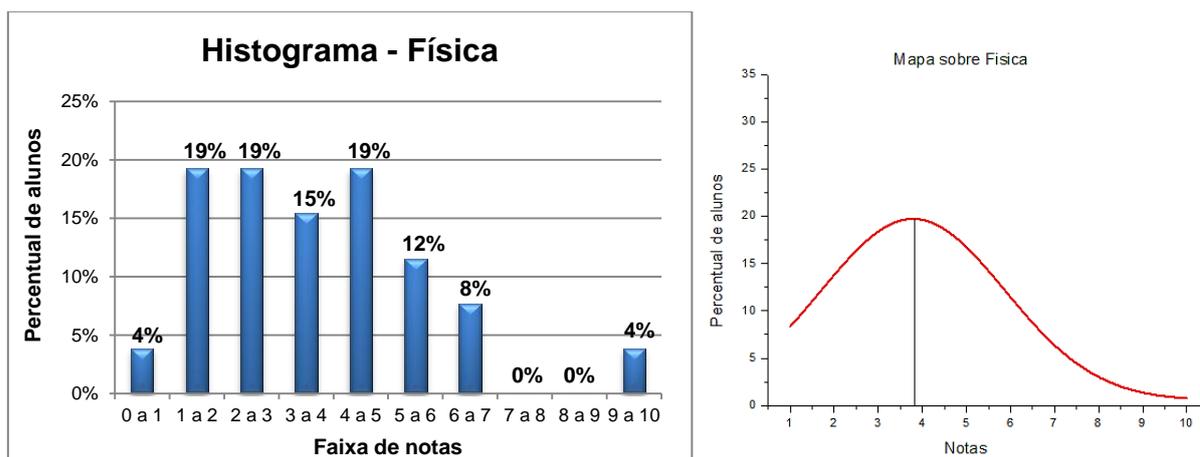
Pelo histograma acima percebe-se que a maioria (29%) das notas foram entre 3 e 4. Temos que 11% dos mapas tiveram notas acima da média. As notas abaixo da média representam 89%. Porém, pensando-se numa média de cinco (maioria dos colégios), 25% estaria acima da média e 75% abaixo, uma mudança considerável do primeiro para o segundo mapa. Outro destaque é o aumento percentual entre as notas 5 a 6, que era de 3% e agora foi de 14%.

Entre o primeiro e o segundo mapa, percebe-se um aumento nas notas dos alunos. Mesmo este aumento não sendo grande ele é significativo e apresenta-se de acordo com os resultados já discutidos sobre a evolução, ou seja, nota-se claramente que esta evolução pode estar indicando uma maior qualidade do mapa.

Complementa-se a isso o fato da média na curva de tendência ter sofrido um aumento, se aproximando muito de quatro.

A seguir serão mostradas as médias obtidas pelos alunos em seus mapas sobre Física, as quais foram agrupadas, sendo que o histograma a seguir mostra a frequência (em termos percentuais) das notas dos alunos.

**Gráfico 12 – Histograma de notas para o mapa sobre Física.**



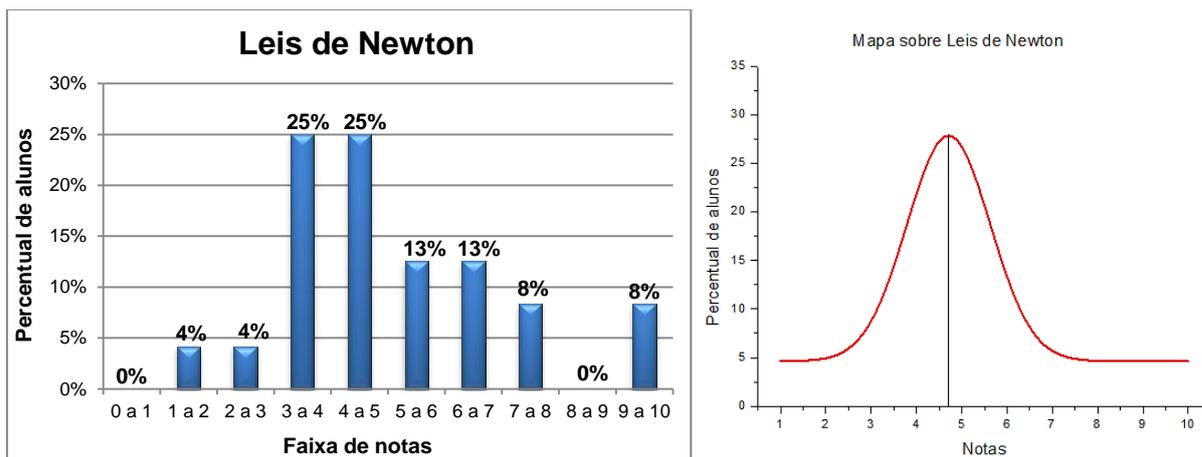
O histograma anterior mostra um equilíbrio maior na distribuição das notas. Percebe-se que as notas compreendidas de 1 a 2, 2 a 3 e 4 a 5, tiveram um percentual de 19%. Comprovando assim o equilíbrio citado. O problema maior nesta distribuição é que muitas notas (53%) estão na faixa de 1 a 4 pontos, ou seja, distantes da média. Temos ainda que 12% dos mapas tiveram notas acima da média. Se formos considerar as notas abaixo da média escolar, estas para o mapa sobre Física tiveram um percentual de 88%. A curva de tendência aparece ligeiramente achatada e mais alargada, isso se refere ao maior equilíbrio das notas.

Se levarmos em consideração as notas dos três mapas, percebemos que os percentuais das que estão acima de seis estão aumentando e das que estão abaixo, diminuindo. Ainda que seja de forma lenta, tal comportamento corrobora a evolução que os alunos vêm apresentando em seus mapas.

O destaque do mapa de Física foi o aluno que obteve nota 10 em seu mapa. Resultado que mais uma vez encontra-se de acordo com a evolução estrutural do mapa deste aluno, mostrada pela taxonomia de Cañas *et al.* (2006). Pela classificação desta taxonomia, este aluno fez seu mapa sobre Física no nível mais alto (Nível 6).

Passamos então a verificar o comportamento das médias dos mapas feitos no segundo bimestre. A seguir serão mostradas as médias obtidas pelos alunos em seus mapas sobre as Leis de Newton; essas médias foram agrupadas, sendo que o histograma a seguir mostra a frequência (em termos percentuais) das notas dos alunos.

**Gráfico 13 – Histograma de notas para os sobre as Leis de Newton.**

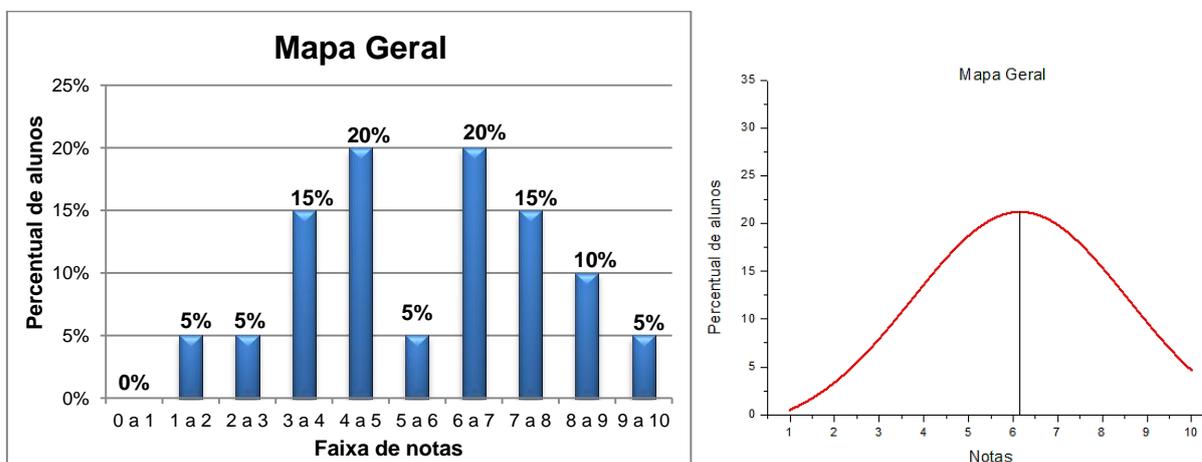


O histograma mostra que a maioria (50%) das notas foram entre 3 a 5. Temos que 29% dos mapas tiveram notas acima da média. As notas abaixo da média representam 71%. Numa média de cinco, 42% estaria acima da média e 58% abaixo, uma melhora considerável tendo em vista a sequência dos mapas feitos.

Na curva de tendência temos um reflexo do aumento nas médias dos alunos. Percebemos que a média geral na curva aumentou bastante.

A seguir serão mostradas as médias obtidas pelos alunos no mapa Geral.

**Gráfico 14 – Histograma de notas para o mapa Geral.**

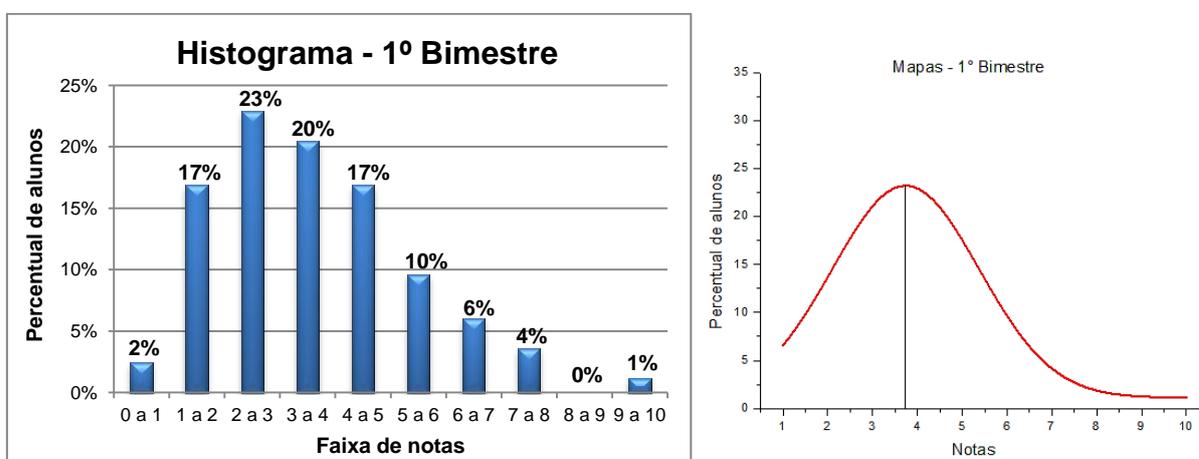


O histograma anterior mostra uma distribuição bastante heterogênea para as notas. Temos que 20% das notas compreenderam duas faixas distintas (4 a 5 e 6 a 7), o mesmo ocorrendo para o percentual de 15% (3 a 4 e 7 a 8). Temos ainda que 50% dos mapas tiveram notas acima da média. Um aumento muito relevante em relação aos mapas anteriores. As notas abaixo da média representam 50%. Numa média de cinco, 55% estaria acima da média e 45% abaixo, algo que também representa uma melhora considerável tendo em vista a sequência dos mapas feitos.

Na curva de tendência podemos perceber também o aumento que foi citado, pois em média, a maioria dos alunos teve em seus mapas uma nota em torno de seis (média geral).

Para completar o entendimento da distribuição das notas nos mapas conceituais feitos pelos alunos, será mostrado a seguir um histograma geral dos três mapas do primeiro bimestre e outro dos dois mapas do segundo bimestre. Assim, teremos um quadro geral das notas mais frequentes.

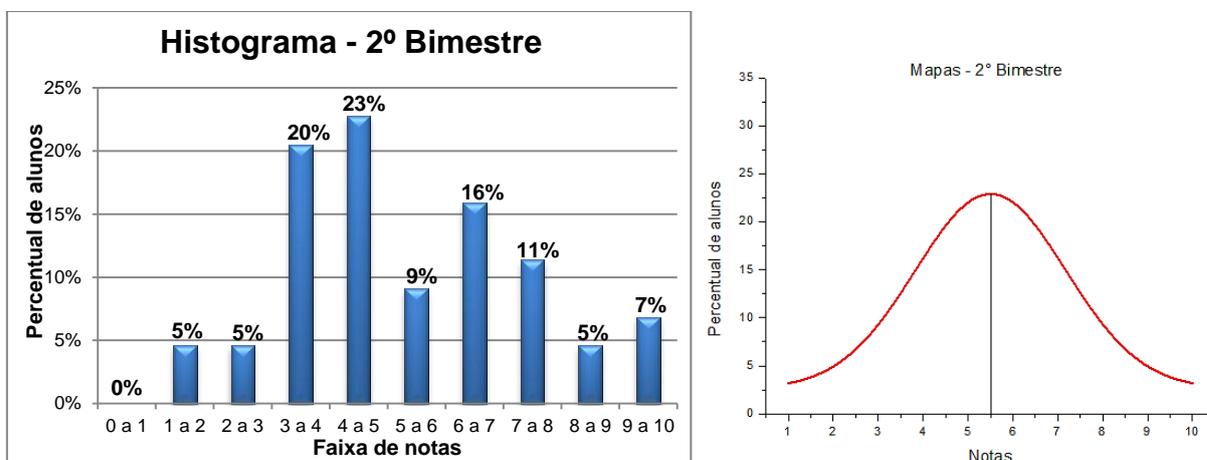
**Gráfico 15 – Histograma de notas do primeiro bimestre.**



Percebe-se pelo histograma anterior que a maior concentração de notas (77%) foi entre os valores que vão de 1 a 5. Pela curva de tendência observamos que a média geral dos mapas encontra-se justamente nessa faixa, algo bem próximo de quatro. Aparentemente ainda são notas baixas, porém é preciso ter em mente que estamos apenas no início de um processo metodológico com aplicação de mapas conceituais. E pelo que foi mostrado, os mapas construídos pelos alunos estão evoluindo enquanto estrutura e também enquanto qualidade. Nota-se ainda que 11% dos mapas estão com nota acima de seis e 89% abaixo.

Para o segundo bimestre temos os seguintes resultados:

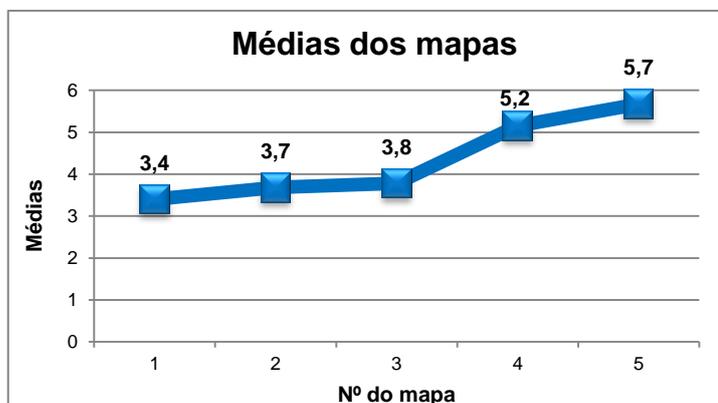
**Gráfico 16 – Histograma de notas do segundo bimestre.**



Percebe-se pelo histograma anterior que a maior concentração de notas (23%) foi entre os valores que vão de 4 a 5. Porém, com uma distribuição bastante heterogênea, inclusive com os valores mais elevados bastante representados. Temos que 39% das notas encontram-se acima de seis e 61% abaixo. Um aumento bastante significativo se comparado ao primeiro bimestre. Ou seja, praticamente ocorreu que mais do triplo das notas aumentaram para acima de seis.

Pela curva de tendência observamos que a média geral dos mapas teve também um aumento significativo, ficando acima de cinco. Para termos uma visão mais ampliada dos resultados mostrados, temos no gráfico a seguir as médias de todos os mapas feitos pelos alunos. Outro dado que comprova a evolução que já foi citada.

**Gráfico 17 – Médias dos cinco mapas.**



Se o comportamento mostrado anteriormente for mantido, provavelmente nos próximos mapas já teríamos médias bem mais elevadas. Nesta perspectiva, tivemos nove alunos (34,6%) que nos três mapas suas notas foram sempre aumentando, seis alunos (23,1%) que nos três mapas suas notas foram diminuindo, e onze alunos (42,3%) com comportamento intermediário. Desses, espera-se que à medida que forem se aperfeiçoando com o mapeamento conceitual, suas notas possam aumentar cada vez mais.

Já nos dois mapas do segundo bimestre, temos que dezenove alunos (95%), conseguiram melhorar suas notas nas sequências dos mapas, enquanto que apenas um aluno (5%) não conseguiu. Não houve comportamento intermediário, tendo em vista que no primeiro bimestre, 26 alunos fizeram os três mapas e no segundo bimestre, 20 alunos fizeram os dois mapas.

Estes últimos dados corroboram tanto com o aumento da qualidade estrutural quanto com o aumento da qualidade em termos das médias dos mapas. Levando-se em conta que o aumento da média está ligado diretamente com o aumento na aprendizagem, infere-se que o fato das notas estarem mais distribuídas em torno da média, quando esta se encontra com valores maiores, é extremamente positivo, indicando assim que mais alunos estão aprendendo. Este comportamento foi explicitado através das curvas de tendência.

As curvas de tendência mostradas neste capítulo referem-se a uma Gaussiana, que vai se caracterizando cada vez mais à medida que os mapas vão sendo construídos. No primeiro percebemos que a gaussiana está inclinada para esquerda, o que indica que a maioria dos alunos encontra-se com notas “baixas”. No segundo e no terceiro mapas temos ainda uma ligeira inclinação para esquerda, porém bem menos relevante que a anterior. Já no quarto e no quinto mapas temos a gaussiana característica.

O comportamento acima está de acordo com a realidade encontrada nesta pesquisa, pois como a tendência de resultados para os mapas se configura numa gaussiana, temos que a minoria dos alunos teria notas muito baixas e notas elevadíssimas, e a grande maioria teriam notas em torno de uma média. Espera-se, porém que esta média coincida ao menos com a média escolar. Outro fator esperado ainda é que a média possa ir aumentando cada vez mais, fazendo assim o pico da gaussiana ter um deslocamento para direita. Fato ocorrido no quinto mapa.

Serão mostrados agora os resultados dos alunos no primeiro bimestre como um todo e em seguida o do segundo bimestre. A nota do bimestre foi composta da seguinte maneira: metade da nota refere-se aos três mapas conceituais mais duas atividades de classe (uma de resolução de exercícios e outra com o auxílio de uma simulação), a outra metade refere-se à prova escrita.

Levando-se em consideração a média do colégio (seis), temos que apenas cinco alunos (16,67%) tiveram nota acima desta média e vinte e cinco alunos (83,33%), tiveram notas abaixo. Esses dados refletem justamente o que os mapas conceituais indicaram. Porém, é preciso saber se os cinco alunos citados, que tiveram médias acima de seis, tiveram também resultados positivos em seus mapas. Esses alunos serão identificados pelos números 1, 2, 3, 4 e 5. A tabela abaixo mostra os resultados desses alunos levando-se em conta seus mapas (na sequência que foram feitos), a atividade de resolução de problemas (Ativ. 1), a atividade que envolveu uma simulação (Ativ. 2), a nota da prova e sua nota geral do bimestre.

**Tabela 9 – Resultados dos alunos acima da média – 1º Bimestre.**

<b>Aluno</b>	<b>Mapa 1</b>	<b>Mapa 2</b>	<b>Mapa 3</b>	<b>Ativ.1</b>	<b>Ativ.2</b>	<b>Prova</b>	<b>Nota</b>
<b>1</b>	3,4	4,6	7,6	6,5	-----	6,3	7,1
<b>2</b>	3,0	4,1	6,5	4,3	9,0	4,8	7,2
<b>3</b>	3,5	4,4	6,1	6,5	8,5	5,9	8,0
<b>4</b>	3,6	3,9	5,1	5,0	7,0	6,6	8,2
<b>5</b>	3,1	6,6	10,0	2,5	8,0	6,8	9,0
<b>Médias</b>	<b>3,3</b>	<b>4,7</b>	<b>7,1</b>	<b>5,0</b>	<b>8,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,9</b>

Pelo que se percebe na tabela acima o resultado progressivo nos mapas conceituais refletiram também bons resultados nas atividades e na prova, e conseqüentemente na nota geral dos alunos. Antes de verificarmos mais a fundo o porquê de tais resultados, vejamos como foram os resultados dos outros 25 alunos. Estes serão identificados com os números de 6 a 30.

**Tabela 10 – Resultados dos alunos abaixo da média – 1º Bimestre.**

<b>Aluno</b>	<b>Mapa 1</b>	<b>Mapa 2</b>	<b>Mapa 3</b>	<b>Ativ.1</b>	<b>Ativ.2</b>	<b>Prova</b>	<b>Nota</b>
<b>6</b>	0,9	1,3	0,3	----	----	0,6	0,9
<b>7</b>	1,5	2,0	2,5	----	----	0,2	1,2
<b>8</b>	----	----	----	5,0	----	1,9	1,7
<b>9</b>	6,2	----	----	----	----	1,0	1,7
<b>10</b>	1,1	2,1	1,2	----	----	2,4	1,9
<b>11</b>	1,8	3,2	1,6	----	----	0,8	2,6
<b>12</b>	2,1	2,5	2,1	----	----	1,2	2,8
<b>13</b>	3,4	4,7	2,5	----	----	0,5	2,8

14	1,1	4,3	----	----	----	1,9	2,9
15	3,4	4,7	1,8	3,8	----	0,9	3,1
16	2,8	2,5	2,0	5,9	----	0,4	3,2
17	3,9	3,2	3,5	----	----	1,1	3,4
18	2,7	3,4	4,7	2,0	----	0,8	3,4
19	1,7	2,7	4,6	4,3	----	2,7	3,4
20	1,9	2,6	5,1	----	----	1,6	3,5
21	1,2	3,4	----	----	----	2,1	3,6
22	2,4	2,6	6,9	----	----	0,6	3,6
23	1,7	4,0	2,9	2,0	----	1,3	3,6
24	2,4	4,4	5,5	----	----	1,1	3,8
25	2,8	3,4	2,1	3,8	----	1,9	3,8
26	7,4	5,1	4,9	----	----	1,5	3,9
27	4,8	7,1	----	----	----	2,3	4,1
28	3,7	6,0	4,9	----	----	3,6	4,5
29	5,3	4,0	3,5	----	----	4,9	5,5
30	4,2	5,3	5,8	5,0	8,0	1,9	5,5
<b>Médias</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,4</b>	<b>4,0</b>	<b>8,0</b>	<b>1,6</b>	<b>3,2</b>

Para se ter uma noção mais precisa destes resultados, será mostrado a seguir uma tabela com as médias dos alunos (1 a 5) que tiveram notas acima da média (Grupo 1) e com os alunos (6 a 30) com notas abaixo da média (Grupo 2).

**Tabela 11 – Médias dos alunos (1 a 5 e de 6 a 30).**

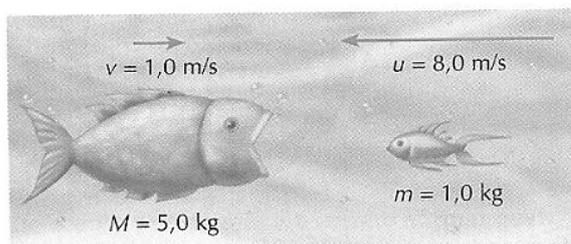
Grupo	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3	Ativ.1	Ativ.2	Prova	Nota
1	3,3	4,7	7,1	5,0	8,1	6,1	7,9
2	2,9	3,7	3,4	4,0	8,0	1,6	3,2

Percebe-se pela tabela anterior que a prova teve um peso considerável na avaliação e a diferença das notas entre os grupos foi bastante relevante. Em relação às médias dos mapas conceituais percebe-se que no Grupo 1 ocorreu uma evolução bastante relevante nas médias. Esse grupo foi daqueles alunos que mais se identificaram com a técnica de mapeamento conceitual; eles buscavam tirar várias dúvidas à medida que iam construindo seus mapas. A evolução citada anteriormente não foi verificada no Grupo 2, pelo contrário, do primeiro para o segundo mapa até que a média aumentou, porém do segundo para o terceiro houve uma queda nas médias. Houve nesse momento, um desinteresse por parte de alguns alunos em fazerem seus mapas. Chegaram a dizer que era “chato” ficar fazendo mapas. Muitos desse grupo não se adaptaram a esta técnica e também não mostraram disposição para superar os desafios que iam surgindo na construção dos mapas. Destaca-se, porém, que isso não ocorreu com todos os alunos do Grupo 2, alguns conseguiram melhorar seus mapas, e mesmo tendo alguma dificuldade estavam achando a técnica interessante.

Outra diferença significativa entre os dois grupos está em relação à atividade de resolução de problemas (Ativ. 1) e da simulação (Ativ. 2). A diferença não está somente nas médias dessas atividades, pois pelo que se percebe da tabela, não é tão gritante assim. Porém, observa-se que os alunos do Grupo 2 em sua maioria não fizeram essas duas atividades. Principalmente a atividade que envolvia a simulação, pois apenas um aluno deste grupo, a fez.

A Atividade 1 (ANEXO K), constou de uma lista de 19 (dezenove) problemas sobre choques mecânicos, e para resolvê-la o aluno precisaria de todo o conteúdo do bimestre. Foram propostos problemas que valorizassem não apenas o aspecto matemático, mas principalmente o raciocínio lógico e o conhecimento físico teórico. Vejamos um destes.

(UFPI) Na figura a seguir, o peixe maior, de massa  $M = 5,0$  kg, nada para a direita a uma velocidade  $v = 1,0$  m/s e o peixe menor, de massa  $m = 1,0$  kg, se aproxima dele a uma velocidade  $u = 8,0$  m/s, para a esquerda.



Despreze qualquer efeito de resistência da água. Após engolir o peixe menor, o peixe maior terá uma velocidade:

- a) de 0,50 m/s, para a esquerda.
- b) de 1,0 m/s, para a esquerda.
- c) nula.
- d) de 0,50 m/s, para a direita.
- e) de 1,0 m/s, para a direita.

**Figura 10** – Problema sobre choque mecânico.

Já a Atividade 2 (ANEXO L), constou de uma lista de seis questões que eram para ser resolvidas com o auxílio de uma simulação. Esta simulação permite que o aluno realize choques elásticos e inelásticos (a critério do aluno). A simulação permite que o aluno entre com os dados sobre massa e velocidades iniciais dos dois corpos que entrarão em choque. Após a colisão o aluno recebe os valores das velocidades finais dos corpos, ou se quiser, ele pode optar para que a simulação mostre os valores dos momentos ou das energias cinéticas. Além disso, é permitido que se reinicie a simulação para que se possa entrar com novos valores e também que se veja a colisão em câmera lenta. Trata-se de uma simulação bem completa que permite uma boa interação com o aluno, fato crucial dentro dos objetivos desta pesquisa.

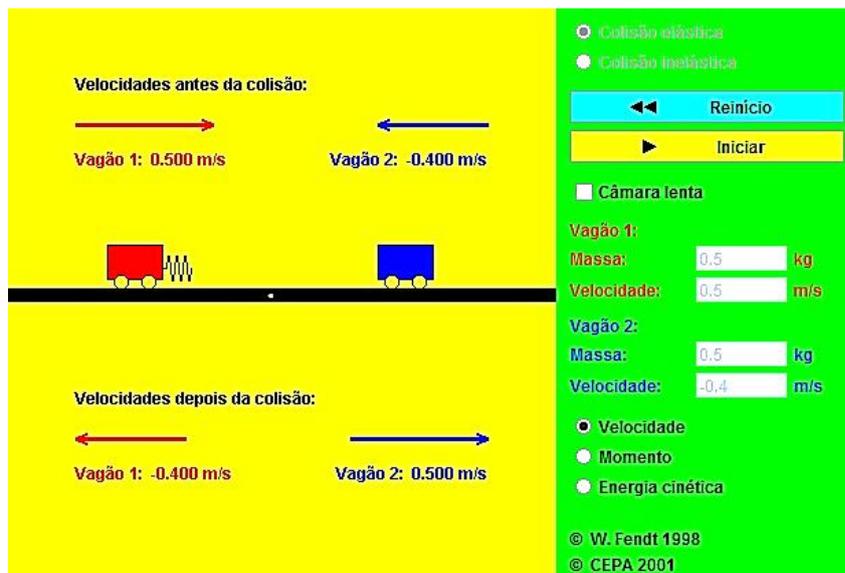


Figura 11 – Simulação sobre colisões elásticas e inelásticas.

Quando observamos a nota da prova, também encontramos uma diferença gritante entre as médias. Esta prova não foi considerada pela maior parte dos alunos como sendo fácil, pelo conceito deles. Era uma prova que exigia bastante transformação do conhecimento adquirido em sala de aula. Isso se fez para buscar evidências de aprendizagem significativa; assim, é preciso propor atividades com esta característica, dentre outras. A prova (ANEXO H) constava de sete questões mais uma que era um desafio. Em tais questões buscou-se ao máximo uma contextualização com a realidade de vida dos alunos e/ou com coisas que eles conheciam.

<p>D Q O Z C X U G I R F Ã P D  Z E Ò A I R Ó T E J A R T D  B Ú S R T U A À U À O Ã S Q  D T I L A W Õ Ã Ô R T M Í L  V F Ã A O L B Í B I C Ô A N  E X Ó H Ã C U Ã L Ç Í I N U  I D N E Û Ã A C B F C Á Á E  Ó Á A F P O Ú M Í N C B Ê T  U L Y D X G Ô H E T J à ò F  Ê M F C I I T R Ô N R B D T  Ò G T I À C E J N D T A M Ô  U S K Q D F O Ç H M E O P P  Ó D Ç N E Ã B L E D Ò ò V C  Ó P Ã R Ç M Ã A E Ô Q U Ê O  O Ã Ô I C Ô K C Ó V H Ó D R  Á Ç S Û M ò M E V H Â K U P  P O A M Ó Z Ã L Ç V Ê Y Û O  P Z D P G S O E O P M E T E  B A J I S E S R F N Û T M X  L X P T C E U A Z U N Ó Q T  Õ Ã Û E Ó L O Ç B Z V V M E  Ò Ç M F C D P Ã É E S Á Y N  V Á W Ç I Z E O L L T Ô Á S  Ô H Ç Ç X Á R H Ú S Z Ó L O  Ô I P Ã X Z O L H Ã K B Ô Ã</p>	<p><b>1ª)</b> (1,5 pts) Usando o caça palavras ao lado vocês identificarão 5 grandezas físicas e depois explicarão o que elas significam.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

29) (1,4 pts) Você está em dificuldades no meio de um rio e vê duas bóias: uma na sua frente, a 18 metros na direção da correnteza e outra a 6 metros atrás. Suponha que sua maior velocidade de nado seja de  $5 \text{ m/s}$  e que a velocidade da correnteza seja de  $3 \text{ m/s}$ . Qual é a melhor opção:

- Nadar para a bóia da frente.
- Nadar para a bóia de trás.
- Tanto faz.

OBSERVAÇÃO: Justifique sua resposta através de cálculos. Suponha as bóias fixas.



69) (1,5 pts) Numa velha brincadeira de “Pense Rápido”, Cascão atira uma bolinha de massa  $50 \text{ g}$  em Mônica. Como Mônica é muito esperta, antes que a bolinha lhe acerte ela coloca seu coelho Sansão em ação, rebatendo a bolinha de volta pro Cascão. Suponha que inicialmente a bolinha estava a  $5 \text{ m/s}$  e que Cascão a lançou com uma força de  $200 \text{ N}$ . Suponha também que o tempo de interação da bolinha com o Sansão seja de  $0,02 \text{ s}$ . Determine com que velocidade a bolinha sai em direção ao Cascão. Determine também o tipo de choque ocorrido.

Copyright © 2000 Maurício de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados. 5291

Figura 12 – Algumas questões da 1ª Prova.

O resultado encontrado em que apenas uma minoria dos alunos esteve acima da média não é o almejado no contexto educacional. Espera-se sempre que o uso de determinadas metodologias, recursos, etc., tragam os melhores resultados possíveis, porém a realidade nem sempre condiz com esta expectativa. Isso porque resultados melhores não se conseguem de forma rápida. Como se trata de uma técnica nova (mapeamento conceitual) para os alunos e também uma proposta de ensino não comum (uso das TIC atrelado a Aprendizagem Significativa), logicamente os “ótimos” resultados não aparecem de início. Ao menos para a maioria não. Porém, é de se destacar estes resultados, mesmo sendo a minoria. Pois os cinco alunos aparentam de início terem aprendido de forma significativa. Pois percebemos que seus mapas conceituais foram melhorando progressivamente, percebemos que estes alunos se dedicaram a enfrentar suas dificuldades, tirando suas dúvidas. Percebemos também que eles se mostraram com uma ótima disposição para aprender, fato crucial para ocorrer aprendizagem significativa.

Completando a reflexão anterior, tem-se que bons resultados veem com empenho e dedicação. Não que os alunos do Grupo 2 tenham obtido resultados abaixo da média apenas por não se dedicarem ou não se empenharem, porém, pelo mostrado na tabela 9, muitos deles não fizeram as atividades propostas. Fato crucial tendo em vista que a avaliação feita aqui levou em consideração o aluno em seu percurso pelo bimestre e não apenas ao final deste. Porém, outro fato que contribuiu para as notas baixas foi o peso de  $50\%$  que a prova teve na nota bimestral. E como muitos não fizeram bem a prova, suas notas caíram.

Serão mostrados agora os resultados dos alunos no segundo bimestre. A nota do bimestre foi composta da seguinte maneira: metade da nota refere-se aos dois mapas conceituais mais uma atividade de classe (resolução de problemas), a outra metade refere-se à prova escrita. Optamos por manter o peso da prova neste segundo bimestre para que se possa ter um melhor parâmetro de comparação.

Levando-se em consideração a média do colégio (seis), temos que nove alunos (32,14%) tiveram nota acima desta média e dezenove (67,85%), tiveram notas abaixo. Tivemos ainda que dois alunos não realizaram nem prova nem atividades.

Esses dados estão de acordo com o que já foi mostrado em relação aos mapas conceituais, pois os alunos que tiveram médias acima de seis tiveram também resultados positivos em seus mapas. A tabela abaixo mostra os resultados dos alunos neste segundo bimestre. A numeração atribuída a cada aluno foi mantida, sendo estes identificados apenas com números que vão de 1 a 30.

**Tabela 12 – Resultados dos alunos acima da média – 2º Bimestre.**

<b>Aluno</b>	<b>Mapa 1</b>	<b>Mapa 2</b>	<b>Ativ.</b>	<b>Prova</b>	<b>Nota</b>
18	2,0	1,5	7,5	5,5	6,0
2	7,6	7,7	8,1	3,0	6,1
21	3,0	4,3	4,8	9,0	6,3
29	9,8	8,3	6,3	7,0	6,6
24	3,6	4,8	3,3	6,2	6,6
25	6,3	8,6	6,7	6,2	6,6
4	6,1	6,5	5,2	9,0	7,6
1	5,8	6,5	6,7	9,2	8,4
5	10,0	10,0	9,6	6,0	8,5
<b>Médias</b>	<b>6,0</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,8</b>	<b>7,0</b>

Pelo que se percebe na tabela acima novos alunos (18, 21, 24, 25 e 29) conseguiram superar a média, outros (1, 2, 4 e 5) mantiveram seus resultados anteriores e apenas um aluno (3) caiu em seu resultado. Vejamos como foram as notas abaixo da média dos alunos no segundo bimestre.

**Tabela 13 – Resultados dos alunos abaixo da média – 2º Bimestre.**

<b>Aluno</b>	<b>Mapa 1</b>	<b>Mapa 2</b>	<b>Ativ.</b>	<b>Prova</b>	<b>Nota</b>
26	----	----	----	----	0,0
6	----	----	7,4	0,0	1,1
7	----	----	6,7	0,8	1,4
22	3,0	2,7	----	1,5	1,7
11	2,7	----	7,8	1,0	1,8
8	3,5	----	7,8	0,4	1,9

16	----	----	4,8	1,5	2,0
10	----	----	----	2,5	2,2
12	4,6	3,7	6,3	1,5	2,4
19	5,4	4,0	6,7	2,5	2,8
27	4,0	----	5,6	2,8	3,1
15	6,9	5,1	3,3	2,3	3,3
23	4,6	3,1	7,4	3,2	3,5
13	4,7	6,3	8,1	1,5	3,8
9	4,2	----	----	3,2	4,1
30	4,4	4,5	6,3	4,0	4,4
3	5,6	8,0	8,1	4,0	4,6
17	4,6	4,3	8,1	4,2	5,0
14	----	----	7,4	5,0	5,5
20	7,9	6,6	8,1	2,8	5,5
28	3,3	7,6	6,3	5,2	5,7
<b>Médias</b>	<b>4,6</b>	<b>5,1</b>	<b>6,8</b>	<b>2,5</b>	<b>3,1</b>

Para se ter uma noção mais precisa destes resultados, será mostrado agora uma tabela com as médias dos alunos que tiveram notas acima da média (Grupo 1) e com os alunos com notas abaixo da média (Grupo 2).

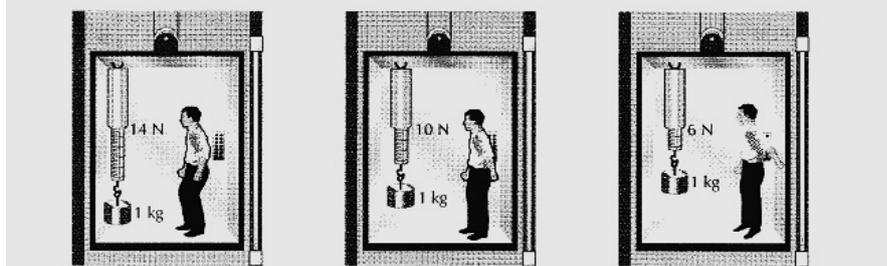
**Tabela 14 – Médias dos alunos (Grupo 1 e Grupo 2).**

Grupo	Mapa 1	Mapa 2	Ativ.	Prova	Nota
1	6,0	6,5	6,5	6,8	7,0
2	4,6	5,1	6,8	2,5	3,1

Percebe-se pela tabela a anterior que existe ainda uma grande diferença entre os resultados dos alunos dos dois grupos. Em relação aos mapas conceituais essa diferença não foi tão gritante assim, isso porque de modo geral, no segundo bimestre, os alunos fizeram melhor seus mapas. Em relação à nota da atividade houve uma inversão nas médias, pois os alunos do Grupo 2 tiveram uma média ligeiramente superior que os alunos do Grupo 1.

A atividade deste bimestre (ANEXO M) constou de uma lista de vinte e sete questões sobre as leis de Newton. Tal lista foi retirada do livro-texto.

Nas figuras abaixo estão indicadas as leituras de um dinamômetro preso ao teto de um elevador que sobe, estando um corpo de massa 1,0 kg pendurado na extremidade do aparelho. Com base nesses dados, responda: como é o movimento de subida do elevador, nas três situações esquematizadas — acelerado, retardado ou uniforme? Justifique. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



**Figura 13 – Problema sobre as Leis de Newton.**

As diferenças mais gritantes são em relação à prova e à nota geral. Fato que consideramos no mínimo estranho, pois se os alunos do Grupo 2 tiveram uma média melhor na atividade (que era uma lista de resolução de problemas), deveriam refletir tal resultado também na prova, o que não ocorreu. Porém, os alunos do Grupo 1, mantiveram o mesmo comportamento da atividade na prova, conseguindo até um ligeiro aumento nesta. Entendemos que o comportamento do Grupo 2, pode ter ocorrido pelo fato de alguns alunos terem apenas copiado a atividade de outros colegas.

A prova (ANEXO I) constou de sete questões em dificuldade crescente mais uma questão extra (desafio), que estava em um nível de dificuldade maior do que as outras questões da prova. Vejamos algumas dessas questões.

1º) (FAFI-MG) As afirmativas abaixo referem-se às leis de Newton.

I - As forças sempre existem aos pares: quando um corpo A exerce uma força  $F_{AB}$  sobre um corpo B, este exerce sobre A uma força igual e oposta.

II - Se nenhuma força resultante atua sobre um corpo, sua aceleração é nula.

III - Quando várias forças atuam sobre um corpo, cada uma produz independentemente sua própria aceleração. A aceleração resultante é a soma vetorial das várias acelerações independentes.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I                      b) apenas I e II                      c) apenas II                      d) apenas II e III                      e) todas as três



3º) (Fuvest-SP) Um veículo de 5 kg descreve uma trajetória retilínea que obedece à seguinte equação horária:

$$S = 3t^2 + 2t + 1$$

onde S é medido em metros e t, em segundos. Determine:

- a) A força resultante que age no veículo;  
b) A velocidade do corpo após 5 s de ação desta força.



### QUESTÃO DESAFIO (1,0 extra)

O bloco da figura, de peso 187 N, move-se com velocidade constante no sentido indicado. Sendo  $\text{sen } 60^\circ = 0,87$  e  $\text{cos } 60^\circ = 0,50$ , determine:

- a) a intensidade da força de atrito que o solo exerce no bloco;  
b) o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o solo.

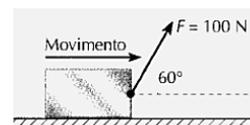


Figura 14 – Algumas questões da 2ª Prova.

Nesta segunda avaliação percebe-se que o resultado foi melhor devido a um número maior de alunos terem alcançado a média, número este que é quase o dobro em relação ao primeiro bimestre. Porém, é de se destacar que este número (nove alunos – um terço da turma) ainda não é o almejado, tendo em vista que pretende-se com que a aprendizagem atinja senão a todos, mas pelo menos a maior parte da turma. Contudo, se esse crescimento for mantido, provavelmente no terceiro bimestre já teríamos a maior parte da turma com notas acima da média, e no quarto bimestre, a grande maioria.

### 7.3 – Materiais Utilizados

Os materiais utilizados foram separados por aula e em seguida obtidos a pontuação desses materiais, tendo em vista os critérios de análise propostos sobre materiais potencialmente significativos (explicitados no capítulo anterior), e em cada aula foi possível identificar o tipo de material utilizado.

A título de exemplo, temos a classificação do material utilizado na Aula 7. Vejamos:

**Tabela 15 – Exemplo de classificação de um MPS.**

CRITÉRIOS	PESO	ESCALA DE LIKERT					Pontos
		1	2	3	4	5	
Uso de recursos	1			X			3
Linguagem do material	2					X	10
Contexto do material	1					X	5
Coerência lógica e conceitual	2				X		8
Situações problemas diferenciadas	3				X		12
Coerência imagem-texto	1				X		4
Princípios da aprendizagem significativa	3					X	15
Explicação de fenômenos do dia-a-dia	2				X		8
Interatividade	3				X		12
<b>TOTAL DE PONTOS DO MATERIAL</b>							<b>77</b>

Na tabela anterior temos inicialmente como cada critério é atendido pelo material, isso é mostrado de acordo com a marcação do critério na escala de Likert. A título de exemplo, temos que o material da Aula 7 obedece em sua totalidade aos princípios da aprendizagem significativa, isso é mostrado devido a este critério ter pontuação 5 na escala de Likert.

Após a marcação na escala de Likert em cada critério, segue-se multiplicando o respectivo peso do critério com o número atribuído a ela na escala de Likert. Ainda como exemplo, temos que os princípios da aprendizagem significativa tiveram pontuação 5 e tem um peso 3, fazendo a multiplicação obtemos a pontuação total de 15 para este critério, conforme é visto na tabela.

O mesmo raciocínio é seguido para os demais critérios e assim é obtida a pontuação total do material em questão, que nesse caso foi de 77. Ou seja, trata-se de um material do tipo E, potencialmente significativo.

Em seguida serão mostrados os resultados dos materiais do primeiro bimestre.

**Tabela 16** – Classificação dos materiais do 1º Bimestre.

<b>Aula</b>	<b>Materiais</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Tipo</b>
1	Slides sobre mapas conceituais e sobre as orientações gerais do curso, além do texto de apoio sobre Física.	59	D
3	Slides sobre Física e Mecânica com foco para movimento, força e equilíbrio. Além de mapas conceituais sobre Mecânica e Movimento.	65	D
4	Simulações sobre Vetores e soma de vetores.	70	D
7	Slides e vídeo sobre Quantidade de Movimento.	77	E
8	Simulação sobre choques mecânicos.	70	D
<b>Média dos materiais do 1º Bimestre</b>		<b>68,2</b>	<b>D</b>

A primeira observação referente à tabela anterior é que em nem todas as aulas ocorreu a análise e classificação dos materiais. Na aula 2 não foi necessário porque os alunos foram para o laboratório de informática onde foram treinados no programa CmapTools, então não foi usado nenhum material específico e sim o próprio programa. Este programa também foi avaliado de acordo com os critérios acima propostos e apresenta uma pontuação de 65 pontos, ou seja, trata-se de um material do tipo D, sendo justificado assim seu uso.

Na aula 5 ocorreu a resolução de exercícios no quadro, também não houve a utilização de nenhum material envolvendo as TIC. A aula 6 foi a entrevista e orientação com os alunos sobre os mapas conceituais realizados por eles, não sendo usado nenhum material. A aula 9 foi semelhante a aula 5, a diferença é que a lista de exercícios era projetado no quadro com o Datashow. A aula 10 foi a prova.

Como é observado pela Tabela 16, os materiais utilizados em sua maioria (aulas 1, 3, 4 e 8) são do tipo D, ou seja, apresentam uma pontuação entre 55 e 72 pontos. Tais materiais podem ser considerados como sendo potencialmente significativos, tendo em vista que os mesmos possibilitam o favorecimento de uma relação entre os conteúdos abordados com os subsunçores relevantes do aprendiz. Cabe destaque ainda para os materiais da aula 7, pois sua pontuação o caracteriza

como sendo tipo E, ou seja, exatamente um MPS. Pois atende de forma satisfatória a quase todos os critérios de análises propostos. Tem, portanto alta potencialidade de relacionamento com os conhecimentos prévios do aprendiz, resultado bastante significativo tendo em vista que nesta aula ocorreu o desenvolvimento do tópico central deste bimestre.

No segundo bimestre não ocorreu uma preparação de materiais como no primeiro. Isso porque buscamos um equilíbrio maior no uso das TIC. Este equilíbrio se deu basicamente com uma mudança de foco no uso das tecnologias. No primeiro bimestre o foco maior do uso das mesmas foi a própria sala de aula. Já no segundo bimestre, usamo-las também na sala de aula, porém optamos por dar uma maior autonomia aos alunos neste uso, buscando indicar para eles sites sobre os conteúdos que iam sendo abordados em sala. Os alunos acessaram bastante o e-mail para buscar materiais que nós enviávamos e viam também os sites que eles iam acessar. Outro recurso utilizado muito foi o e-mail que criamos para tirar dúvidas e o uso da ferramenta de bate papo MSN. Foi bastante positiva a interação dos alunos nestes ambientes.

As três aulas iniciais foram expositivas, onde explanamos os conteúdos referentes às leis de Newton, a partir do conteúdo referente à quantidade de movimento. O intuito de tal abordagem foi o de usar o conteúdo anterior como âncora para esses novos conteúdos. Nestas três aulas, apesar de serem expositivas, os alunos se envolveram bastante, e houve muita participação deles. Nelas usamos o computador e o Datashow para mostrar alguns problemas propostos e também um mapa conceitual sobre as leis de Newton. O uso das TIC de forma diferenciada é visto como natural, tendo em vista que se busca uma maior eficiência desses recursos.

Os resultados mostrados neste capítulo atendem os objetivos propostos nesta pesquisa. São resultados específicos de uma realidade específica, porém, na medida do possível, podem estar refletindo também comportamentos mais gerais do ensino-aprendizagem.

## CAPÍTULO 8

### Conclusões

O questionamento central desta pesquisa é saber como o uso das TIC facilita a aprendizagem significativa no ensino de Física. Além disso, a mesma se propôs também a compreender em como criar um ambiente que seja favorável para que a aprendizagem significativa ocorra, sendo que neste ambiente o uso das TIC se faz presente. Consideramos que para se chegar a tal ambiente é preciso antes mesmo que o professor entre em sala, que este tenha em mente que tipo de aprendizagem almeja que seus alunos consigam.

Outro fato importante para se atingir o ambiente citado, está na existência de uma boa relação entre professor e aluno. É preciso que esta relação seja positiva e agradável para ambos, caso contrário o aluno pode criar certa antipatia e isso pode acabar interferindo em sua disposição para aprender determinado conteúdo. Destaca-se aqui que para facilitar esta boa relação com os nossos alunos usamos o pseudônimo “Jack” para nos dirigirmos aos alunos e eles a nós. Tal pseudônimo surgiu de uma brincadeira em sala de aula (não esta sala, nem nesta escola) com um aluno que tinha bom desempenho na disciplina, ao chama-lo de Jack por causa de um seriado americano, intitulado 24 horas, em que o ator principal, muito inteligente chama-se Jack Bauer. Confesso que essa simples forma de tratamento (usando o pseudônimo) gerou um ambiente muito agradável em sala de aula.

Pensando nas TIC como fator central neste ambiente de sala de aula, percebemos que o uso das mesmas precisa estar atrelado à própria aula expositiva, a questionamentos e incitação dos alunos à medida que os conteúdos forem desenvolvidos, a mescla de recursos de áudio, vídeo, animações, simulações, etc. Pois percebemos que se determinado recurso apenas for utilizado exaustivamente o ambiente cai em termos do favorecimento esperado.

Buscou-se com o uso das TIC facilitar a aprendizagem significativa no ensino de Física. Este uso foi diferente nos dois bimestres em que esta pesquisa foi realizada. No primeiro bimestre os recursos TIC foram utilizados mais como ferramenta de ensino, onde as aulas foram dadas com bastante uso do computador. Já no segundo bimestre houve um equilíbrio maior no uso de recursos em sala de

aula, onde buscamos que os alunos utilizassem mais os recursos TIC com uma maior autonomia. Assim, indicamos vários sites de Física onde haviam animações e simulações para que eles mesmos buscassem utilizar tais recursos. Então o foco maior do uso das tecnologias no segundo bimestre não foi necessariamente a sala de aula, mas o próprio contexto de vida dos alunos. Tal mudança no foco do uso das TIC se deu ao próprio processo de pesquisa, onde os conhecimentos obtidos no primeiro bimestre foram aplicados para o planejamento do segundo bimestre.

Pensando nos materiais que foram utilizados em sala de aula, temos que uma das condições para que se aprenda significativamente, é que o material seja potencialmente significativo. Sendo assim, como foi visto no tópico anterior, foram usados materiais apenas dos tipos D e E, ou seja, materiais que podem ser classificados como sendo um MPS. Como é de se observar, nestes materiais as TIC estão presentes de forma predominante e certamente foram decisivas para a classificação dos mesmos.

Cabe destaque aqui para a classificação de um material instrucional como sendo potencialmente significativo. A classificação e caracterização que propomos neste trabalho é fruto de intensa leitura e compreensão da Teoria da Aprendizagem Significativa, atrelada à leituras de vários trabalhos nesta área, os quais nos deram as bases fundamentais para propor os critérios mostrados na fundamentação teórica deste trabalho, na parte que trata dos MPS. Para tanto foram elaborados nove critérios de análise (uso de recursos, linguagem do material, contexto do material, coerência lógica e conceitual, situações problemas diferenciadas, coerência imagem-texto, princípios da aprendizagem significativa, explicação de fenômenos do dia-a-dia e interatividade). Tal classificação pode contribuir decisivamente para a avaliação dos vários objetos virtuais de aprendizagem que estão disponíveis na internet atualmente e também na construção de novos materiais ou objetos de aprendizagem. Avaliação esta que é indispensável quando se busca realizar um ensino que tenha como foco a aprendizagem significativa.

Uma observação importante se faz em relação ao tempo de uso do material em sala de aula. Por mais potencialmente significativo que seja um material instrucional, este apresentou um tempo “ótimo” de uso. Esse tempo é aquele em que percebemos que houve maior interação dos alunos em relação a mim e também ao próprio material. Percebi isso porque a turma em que a pesquisa foi realizada tinha

três aulas de Física seguidas. Assim, notei que quando chegava à terceira aula a interação e participação dos alunos caía significativamente. Foi notório que sendo os recursos usados por um tempo longo demais, o desempenho dos alunos em relação a este recurso cai. Durante este tempo notamos que a interação e atenção dos alunos foi bastante considerável. Porém, após este tempo “ótimo”, estes aspectos foram reduzidos, levando-nos a avaliar e utilizar melhor os materiais que seriam usados numa aula posterior. Algo normal dentro da metodologia da pesquisa-ação.

O fato acima justifica também a forma diferente de como as TIC foram utilizadas no segundo bimestre. Compreendemos que recursos tecnológicos funcionam melhor sendo atrelados à própria aula expositiva, e possivelmente a outras atividades, como o uso de laboratórios didáticos.

Um dos objetivos desta pesquisa foi o de buscar compreender como os mapas conceituais podem auxiliar na identificação da aprendizagem significativa. Portanto, os mapas conceituais feitos pelos alunos foram analisados qualitativamente e quantitativamente, sendo os resultados destas análises discutidos no capítulo anterior. Como vimos, a análise qualitativa foi feita a partir dos níveis taxonômicos de Cañas *et al.* (2006). Os resultados mostram que na medida em que os alunos conseguem dominar mais a técnica de mapeamento conceitual, mais estruturados são seus mapas. Porém, para ter este domínio é preciso disposição e dedicação, além de uma boa familiaridade com o computador, tendo em vista que eles utilizaram o CmapTools para confeccionarem seus mapas.

Ao trabalhar com mapas conceituais na sala de aula, percebemos que muitos alunos aderiram de forma agradável à nova técnica que estavam aprendendo. Porém nem todos foram favoráveis e consideraram, em certo momento, a atividade de construir o mapa conceitual, como sendo chata. Assim, é de fundamental importância a manutenção motivacional dos alunos perante a nova ferramenta, buscando melhorar sua disposição por aprender. Muitos apresentaram dificuldades em relação a encontrar determinadas palavras para ligar conceitos e também em sintetizar algumas definições. Tal dificuldade pode estar relacionada ao não hábito de leitura apresentado por muitos. Pois o aluno que lê mais, aumenta seu vocabulário, e certamente terá mais opções em palavras para ligar os conceitos. Além também do próprio conhecimento adquirido pelo aluno em relação a um determinado conteúdo.

Para a análise quantitativa usou-se a pontuação sugerida por Gowin e Alvarez (2005) além da criação de uma fórmula que levasse em conta os principais aspectos avaliados no mapa, como relações entre conceitos, ramificações, ligações cruzadas, níveis hierárquicos e exemplos. A fórmula leva em conta também o mapa feito pelo professor (especialista) que serve de comparação para os mapas dos alunos. A fórmula citada é mais uma importante contribuição desta pesquisa, pois a mesma permite de forma simples, obter um escore de um mapa conceitual. Tal escore é importante, tendo em vista que em um ambiente de sala de aula o professor pode utilizar os mapas conceituais dos alunos em sua avaliação (caso em que ocorreu aqui). Além do mais, ele é constituído levando-se em conta também atributos qualitativos. Ou seja, mapas com escores mais elevados, indicam mais nível de aprendizagem do aluno em relação ao conteúdo em específico.

Os resultados mostraram que a média das notas (escores) da turma foi melhorando progressivamente. Este resultado está de acordo com a análise estrutural dos mapas conceituais. Um fato observado, é que alguns alunos criam expectativa em relação à nota que tirou no mapa. Isso foi evidenciado pelo comportamento de alguns deles que ao tirarem determinada nota, já projetavam que no mapa seguinte iam buscar melhorar a nota. Buscando cada vez mais que seu mapa, esteja num mesmo nível que o mapa do especialista.

Em relação aos mapas conceituais consideramos que atrelando análise qualitativa com quantitativa, é possível inferir se um determinado aluno está ou não aprendendo de forma significativa. Para tanto, a taxonomia de Cañas *et al.* (2006), a pontuação sugerida por Gowin e Alvarez (2005) e utilizando-se da fórmula proposta aqui, se mostram eficazes e eficientes na identificação de aprendizagem significativa. No entanto, para melhor compreensão desta aprendizagem, buscamos também fazer a comparação dos resultados obtidos com os mapas conceituais com outras atividades (resolução de problemas com e sem o auxílio de um recurso TIC e a própria prova).

Comparando os resultados, notamos que os alunos que foram melhores nas atividades e na prova como um todo, conseguiram também ótimos resultados na construção de seus mapas. Foram os que construíram mapas com maiores níveis taxonômicos e com melhores escores. Observamos, porém, que estes bons resultados não foram gerados unicamente pelo tipo de ensino que propomos, pelos

mapas conceituais, pela utilização de recursos TIC, etc. Tais fatores contribuíram sim, mas o fator primordial para o melhor desempenho dos alunos é seu próprio empenho e dedicação por aprender. Defendemos isto, pois percebemos que os alunos que iam se dedicando mais, que buscavam tirar suas dúvidas, superar suas dificuldades, seja na construção dos mapas, seja nas atividades, conseguiram resultados mais elevados. Além do mais, estes se mostraram mais dispostos a aprender. Este resultado está de acordo com a teoria da aprendizagem significativa, que coloca como uma condição indispensável para que se aprenda de forma significativa a disposição do aluno para aprender. Também estão de acordo com o trabalho realizado por Costa (2009) em que utilizou mapas conceituais e TIC no trabalho com pré-adolescentes em situação de recuperação.

Com esta pesquisa, a partir dos resultados que obtivemos, pudemos compreender melhor como as TIC podem facilitar a aprendizagem significativa no ensino de Física. Tal compreensão pode ser sintetizada nas seguintes orientações para quem pretende trabalhar nesta direção:

- 1) Ao se trabalhar com um recurso TIC no ensino, é preciso anteriormente ter em mente o tipo de aprendizagem que se busca alcançar;
- 2) É preciso adotar um modelo de ensino com o uso das TIC atrelado à uma determinada teoria de aprendizagem. Isso é necessário para se ter uma direção de trabalho mais sistemática.
- 3) É preciso existir uma consonância entre o modelo de ensino proposto, o tipo de aprendizagem que se espera (teoria de aprendizagem) e uma teoria de educação que seja à base disso tudo;
- 4) Faz-se necessário equilibrar o uso de recursos TIC com outros recursos educacionais, que não sejam necessariamente tecnológicos, pois o uso exaustivo de uma TIC pode diminuir sua eficiência para facilitar a aprendizagem;
- 5) Os mapas conceituais são ótimos instrumentos para verificar indícios de aprendizagem significativa. Para tanto, é preciso fazer uma análise mais completa possível de tais mapas (quali e quantitativa);
- 6) As TIC, especificamente o *software* CmapTools, se mostram facilitadoras também na construção dos mapas conceituais. Tal facilidade pode melhorar a disposição dos alunos para construir seus mapas;

- 7) Um material instrucional que tem por base as TIC (animação, simulação, vídeo, etc.), precisa ser considerado como sendo potencialmente significativo. Pois isso, não é qualquer recurso TIC que pode ser usado em um ensino que almeje a aprendizagem significativa;
- 8) O ambiente de ensino precisa também favorecer o uso das TIC, o que está ligado diretamente à relação do professor com o aluno e destes com as TIC. Quanto melhor for esta relação, mais propício o ambiente se torna para contribuir com a eficácia das TIC para a aprendizagem;
- 9) O bom planejamento do ensino é fundamental para o sucesso de uma proposta pedagógica, pois é preciso equilibrar os diferentes recursos, diferentes atividades, que serão usadas neste ensino;
- 10) Por mais que um recurso favoreça o entusiasmo do aluno em seu uso, o professor precisa constantemente motivar o aluno em seu desenvolvimento intelectual, tendo em vista que isso melhora sua disposição por aprender;

Com esta pesquisa pudemos perceber que a metodologia da pesquisa-ação é bastante favorável à pesquisa em ensino de Física, pois permite ao professor conhecer mais sobre sua própria prática e sobre a pesquisa em sua área de ensino. Isso permite que avanços significativos possam ser feitos na prática e também na pesquisa. Defendemos que o professor hoje em dia precisa ser pesquisador de sua própria prática e precisa acompanhar, na medida do possível, o desenvolvimento das pesquisas em sua área de ensino. Porém, reconheço que essa tarefa não é simples, tendo em vista as condições de trabalho que a maioria dos professores enfrentam.

Apesar da pesquisa-ação ter como princípio fornecer resultados de uma realidade em específico, e não resultados generalizados, acreditamos que muitos resultados aqui apresentados podem ter um caráter mais geral, principalmente os que se referem ao uso de recurso TIC. Esperamos que esta pesquisa possa contribuir de forma significativa para a pesquisa em ensino de Física e também para o próprio ensino. Esperamos que possa contribuir também para professores e pesquisadores, pois para nós a contribuição foi a melhor possível, por me permitir avançar na pesquisa em nossa área de atuação e por nos capacitar a melhorar a minha prática em sala de aula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, K. T. C. L. Interação e interatividade: uma abordagem conceitual. **Anais do III Fórum de Gestão, Pesquisa, Ensino e Extensão – Unimontes, Montes Claros – MG, 2009.** Disponível em: <<http://www.fepeg.unimontes.br/evento2009/index.php/fepeg/fepeg2009/paper/viewFile/828/65>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

ALTHAUS, N.; ENDLER, G. M.; QUARTIERI, M. T.; HAETINGER, C.; EIDELWEIN, G. M.; DULLIUS, M. M. Construção de material instrucional para a inserção de recursos computacionais nas aulas de matemática. **Anais X Salão de Iniciação Científica – PUCRS, 2009.** Disponível em: <[http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaolC/Ciencias Exatas e da Terra/Matematica/70385-NEIVAALTHAUS.pdf](http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaolC/Ciencias%20Exatas%20e%20da%20Terra/Matematica/70385-NEIVAALTHAUS.pdf)>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

AMANTES, A.; BORGES, O. Identificando fatores que influenciam a aprendizagem a partir da análise do contexto de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n2: p.273-296, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p273/19078>> Acesso em: 26 Fev. 2012.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. 1. Ed., Lisboa-PT, Plátano Edições Técnicas, 2003. 219p.

BENITO, J. V. S.; GRAS-MARTI, A.; SOLER-SELVA, V. F. Recursos para la enseñanza del péndulo simple: imágenes, mediciones, simulaciones y guías didácticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n2: p.165-189, ago. 2005. Disponível em: <<http://agm.cat/recerca-divulgacio/pendulo-CadBrasileiroEnsFis.pdf>> Acesso em: 26 Fev. 2012.

BORCELLI, A. F.; COSTA, S. S. C. Animação interativa: um material potencialmente Significativo para a aprendizagem de conceitos em Física. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba, 2008.** Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0169-1.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; MILLER, M. L.; COLLADO, C.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping, vol. 1(p. 153-161). San Jose: Universidad de Costa Rica, 2006. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p233.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

CAPELARI, R. O.; BARROS, D. M. V. Interação e interatividade na educação a distância. **Revista SER: Saber, Educação e Reflexão**, Agudos/SP. ISSN 1983-2591 - v.1, n.2, Jul. - Dez./ 2008. Disponível em: <[http://www.revistafaag.br-web.com/revistas/index.php/ser/article/viewFile/72/pdf\\_47](http://www.revistafaag.br-web.com/revistas/index.php/ser/article/viewFile/72/pdf_47)>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Estudo do lançamento horizontal utilizando o computador para aquisição e análise de dados. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n3: p.276-287, dez. 1997. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6986/6467>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. CAETANO, A. S. C.; SILVA, E. Proposta de um Laboratório Didático em Microescala Assistido por Computador para o estudo de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, no. 1, Março, 1999. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21\\_127.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_127.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

\_\_\_\_\_; PIFFER, A.; NAKAMURA, P. O uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, no. 1, Março, 2001. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23\\_108.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_108.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

CLEBSCH, A. B.; MORS, P. M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de fluidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, p. 323 - 333, 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/040602.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

COSTA, S. A. **Mapas conceituais: um caminho para a aprendizagem significativa**. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo-SP, 2009. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=140393](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=140393)> Acesso em: 27 Fev. 2012.

CUNHA, L. M. A. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Lisboa-PT, 2007. Disponível em: <[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1229/1/18914\\_ULFC072532\\_TM.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1229/1/18914_ULFC072532_TM.pdf)> Acesso em: 27 Fev. 2012.

DIAS, R. A.; LEITE, L. S. Um estudo sobre interação e interatividade em cursos online. **Anais do 13º Congresso Internacional de Educação a Distância**, Curitiba-PR, 2007. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/52200733404PM.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/050704.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte II – circuitos RLC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 3308 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/303308.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Revista Educar**, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=155018222013>> Acesso em: 23 Jan. 2012.

FERRACIOLI, L. O 'V' epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. **Cardernos do Model@b**. n. 12, 2002. Disponível em: <[http://www.miniwebcursos.com.br/curso\\_aprender/modulos/aula\\_4/artigos/CadMod eLab12Gowin.pdf](http://www.miniwebcursos.com.br/curso_aprender/modulos/aula_4/artigos/CadMod eLab12Gowin.pdf)>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

FERRANCE, E. **Themes in education: action research**. Providence – EUA: LAB at Brown University, 2000. Disponível em: <[http://www.lab.brown.edu/pubs/themes\\_ed/act\\_research.pdf](http://www.lab.brown.edu/pubs/themes_ed/act_research.pdf)> Acesso em: 22 Jan. 2012.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_259.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf)> Acesso em: 07 Mar. 2012.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a11v31n3.pdf>> Acesso em: 23 Jan. 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª Edição, São Paulo: Atlas, 2006.

GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. **The art of educating with V diagrams**. New York: Cambridge University Press, 2005.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060608.pdf>> Acesso em: 07 Mar. 2012.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. **The action researcher planner**. Geelong: Deakin University Press, 1990.

LEMOS, E. S. (Re)Situando a teoria da aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.3, p.38-51, 2005. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V5N3/v5n3a3.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

LONGHINI, M. D.; MENEZES, L. D. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de astronomia: algumas situações problema propostas a partir do software stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, n3: p.433-448, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p433/17169>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060401.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

MACHADO, D. I.; SANTOS, P. L. V. A. C. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**, v.10, n1, p.75-100, 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/06.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

MAGALHÃES, M. G. M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M.; MAREGA JR., E. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_97.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_97.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no Ensino das Ciências Naturais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n.2, 2009. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8\\_Vol8\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf)>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

MARTINS, É. Uma perspectiva histórica do Ensino das Ciências Experimentais. **Revista Performar**, Ed. 13, 2006.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_77.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_77.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

MEES, A. A. **ASTRONOMIA**: Motivação para o ensino de física na 8ª série. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5385>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. Sísifo - **Revista de Ciências da Educação**, 03, pp. 41-50, 2007. Disponível em: <<http://sisifo.fpce.ul.pt/pdfs/sisifo03PT03.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

MOREIRA, A. F.; BORGES, O. Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 7, nº 1, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/rab/ambienteaprendizagemde.artigo.completo.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

MOREIRA, M. A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa. Porto Alegre-RS, 2009a. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Mapas Conceituais, Diagramas V e Organizadores Prévios. Porto Alegre-RS, 2009b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_. A Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In: MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: condições de ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. 1. Ed. São Paulo: Vetor, 2008. Cap. 1.

\_\_\_\_\_. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília – UNB, 2006. 186 p.

\_\_\_\_\_. Linguagem e aprendizagem significativa. In: II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição, 2003. Belo Horizonte, MG. **Mesa-redonda: Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. In: \_\_\_\_\_. **Teorias da Aprendizagem**. 1. Ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária – EPU, 1999. Cap. 10.

MOSSMANN, V. L. F.; CATELLI, K. B. M. F.; LIBARDI, H.; DAMO, I. S. Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_146.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_146.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

MUJICA, V. M.; MEDEROS, M. J. A. A. Algunos metodos activos para el uso del video en la enseñanza de la física. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, V1(3), pp.233-240, 1996. Disponível em: <<http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/114.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, no. 4, Dezembro, 2000. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22\\_517.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_517.pdf)>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa-PT, Plátano Edições Técnicas, 2000. 252 p.

\_\_\_\_\_; CAÑAS, A. J. La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos, **Reporte Técnico IHMC CmapTools 2006-01**, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006, disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Revista Educação e Pesquisa**, São

Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a13v31n3.pdf>>. Acesso em: 23 Jan. 2012.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 241 - 248, 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/050903.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

PRAIA, J. F. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: MOREIRA, M. A. *et al.* (Org.). **Teoria da Aprendizagem Significativa**: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Peniche, 2000. p. 121-134.

REZENDE, F.; COLA, C. S. D. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 6, nº 2, 2004. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/81/128>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; JUNIOR, M. F. R. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n1/a20v29n1.pdf>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_; 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. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060908.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1: p. 33-49, abr. 2000. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/17-1/artpdf/a4.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

SÁNCHEZ SOTO, I.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO SAHELICES, C. Implementación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo en Física I. *Latin American Journal of Physics Education*, Vol. 5, No. 2, June 2011. Disponível em: <[http://journal.lapen.org.mx/june11/26\\_LAJPE\\_521\\_Ivan\\_Sanchez\\_preprint\\_corr\\_f.pdf](http://journal.lapen.org.mx/june11/26_LAJPE_521_Ivan_Sanchez_preprint_corr_f.pdf)>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

SANTOS, I. Á.; ANZORENA, D. I.; CAMPELO, G.; SOUZA, F. WENDT, I. B. N.; SCHROEDER, E. A articulação de tecnologias educacionais à luz da Aprendizagem significativa na educação de jovens e Adultos: uma experiência no ensino de matemática. **Anais do IX Congresso Nacional de Educação-EDUCERE e do III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, PUCPR, Paraná-PR, 2009. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2588\\_1625.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2588_1625.pdf)>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

SANTOS, G.; OTERO, M. R.; FANARO, M. L. A. Cómo usar software de simulación en clases de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n1: p.50-66, Abr. 2000. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6785/6250>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

SENA DOS ANJOS, A. J. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n3: p.569-600, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9107/8449>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

SEPÉ, C. P. Interatividade ou interação? Reflexões acerca do sentido terminológico para a compreensão de um objeto de estudo emergente. **UNirevista** - Vol. 1, n° 3, 2006. Disponível em: <[http://www.unirevista.unisinos.br/pdf/UNIrev\\_Presser.PDF](http://www.unirevista.unisinos.br/pdf/UNIrev_Presser.PDF)>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; SILVA, D. D. P. S.; SILVA, C. D. P. S. Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n1: p.103-110, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6441/5957>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; SILVA, C. D. P. S.; SOARES, I. B.; SILVA, D. D. P. S. Apresentação do Software Educacional “Vest21 Mecânica”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_221.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_221.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; FERREIRA, T. V.; ROCHA, J. S.; SILVA, D. D. P. S.; SILVA, C. D. P. S. Velocidade do Som no Ar: Um Experimento Caseiro com Microcomputador e Balde D’água. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 1, Março, 2003. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_74.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_74.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P. Um ambiente multimídia e a resolução de problemas de física. **Revista Ciência & Educação**, vol.12 no.3, Bauru, Sept./Dec. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132006000300006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132006000300006)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n.3, p. 795-810, set./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v36n3/v36n3a10.pdf>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

STEUER, J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. **Journal of Communication**, 42(4), p. 73-93, 1992. Disponível em: <[http://www-bcf.usc.edu/~kwanminl/courses/comm631/readings/Steuer%281992%29\\_Defining\\_Virtual\\_Reality\\_JOC.pdf](http://www-bcf.usc.edu/~kwanminl/courses/comm631/readings/Steuer%281992%29_Defining_Virtual_Reality_JOC.pdf)>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Revista Ciências & Cognição**, Vol 12, p.72-85, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

UIBSON, J.; VIANNA, C. J. O Estado da Arte sobre TIC e Aprendizagem Significativa nas Revistas Nacionais de Ensino de Física (2005-2010). In: IV Colóquio Internacional - Educação e Contemporaneidade (EDUCON), 2010, São Cristóvão-SE. **CD de Anais**, 2010. Disponível em: <[http://www.educonufs.com.br/IVcoloquio/cdcoloquio/eixo\\_05/E5-30a.pdf](http://www.educonufs.com.br/IVcoloquio/cdcoloquio/eixo_05/E5-30a.pdf)> Acesso em: 26 Fev. 2012.

VALERIO, A.; LEAKE, D. B.; CAÑAS, A. J. Automatic Classification Of Concept Maps Based On A Topological Taxonomy And Its Application To Studying Features Of Human-Built Maps. Proc. Of The Third Int. **Conference On Concept Mapping**, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 2008. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p121.pdf>>. Acesso em: 27 Fev. 2012.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_87.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_87.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

VERGARA, D. A.; BUCHWEITZ, B. O uso de um vídeo no estudo do fenômeno de refração da luz. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, V. 1, nº 3, p. 39-50, 2001. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/188/173>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

VIANNA, C. J.; ALVARENGA, K. B. O uso das mídias no ensino de física sob a perspectiva de artigos em revistas especializadas. In: **Anais** do II Seminário de Educação Comunicação, Inclusão e Interculturalidade, São Cristóvão-SE, 2009.

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C.; COELHO, A. A. O uso do cinema para o ensino de física no ensino médio. **Revista Experiências em Ensino de Ciências** – V5(2), pp. 93-106, 2010. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID111/v5\\_n2\\_a2010.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID111/v5_n2_a2010.pdf)>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

ZANOTTA, D. C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M. T. O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/332313.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301503.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2012.

## **ANEXO A – Diagramas Vê**

O “V epistemológico” ou diagrama V é uma ferramenta heurística (busca descobrir, entender) para analisar o processo de conhecimento. Foi criado na Universidade de Cornell em 1977, por David Bob Gowin e desde então seu uso foi disseminado em todo o mundo, em várias áreas de pesquisa e também no ensino.

Gowin defende que o uso do diagrama V

Ajuda os alunos a reconhecer a complexidade e também a simplicidade básica do processo de construção do conhecimento. Diagramas V, em um primeiro momento, ajudam os alunos a verem que o conhecimento tem estrutura. A partir das primeiras experiências de aprendizagem através de todos os graus e níveis de aprendizagem, o conhecimento tem estrutura. Observando que o conhecimento tem uma estrutura ajuda muito na antecipação de novos eventos. (GOWIN e ALVAREZ, 2005, p. 3).

O diagrama V foi desenvolvido com o intuito de auxiliar o entendimento de relações significativas entre os eventos, processos ou objetos. (GOWIN E ALVAREZ, 2005). Trata-se de uma ferramenta que contribui na observação da interação entre o que se sabe e o que precisa ser conhecido ou compreendido. De forma geral o diagrama V atende a três propósitos: “(1) planejamento de um projeto de pesquisa, (2) analisar um artigo de pesquisa ou documento, e (3) atuando como uma ferramenta de ensino / aprendizagem”. (Ibid. p. 35). No caso específico desta pesquisa, o diagrama V foi utilizado de acordo com o primeiro propósito.

De acordo com Gowin, o processo de investigação científica representa uma construção de uma estrutura de significados a partir de elementos básicos. Estes elementos são eventos, fatos e conceitos. Sendo assim,

A partir da observação de um evento que ocorre na natureza ou é provocado pelo observador, o procedimento de pesquisa estabelece conexões específicas entre os registros deste evento, os julgamentos factuais derivados do estudo desses registros, as regularidades evidenciadas por esse julgamento e os conceitos e sistemas conceituais utilizados para interpretar esses julgamentos a fim de se chegar à explicação deste evento. (FERRACIOLI, 2002, p. 1-2).

O processo citado acima compreende a essência do diagrama V, revelando as etapas de construção do conhecimento sobre um determinado objeto de estudo. A estrutura, assim como os elementos do V de Gowin podem ser vistos na figura a seguir.

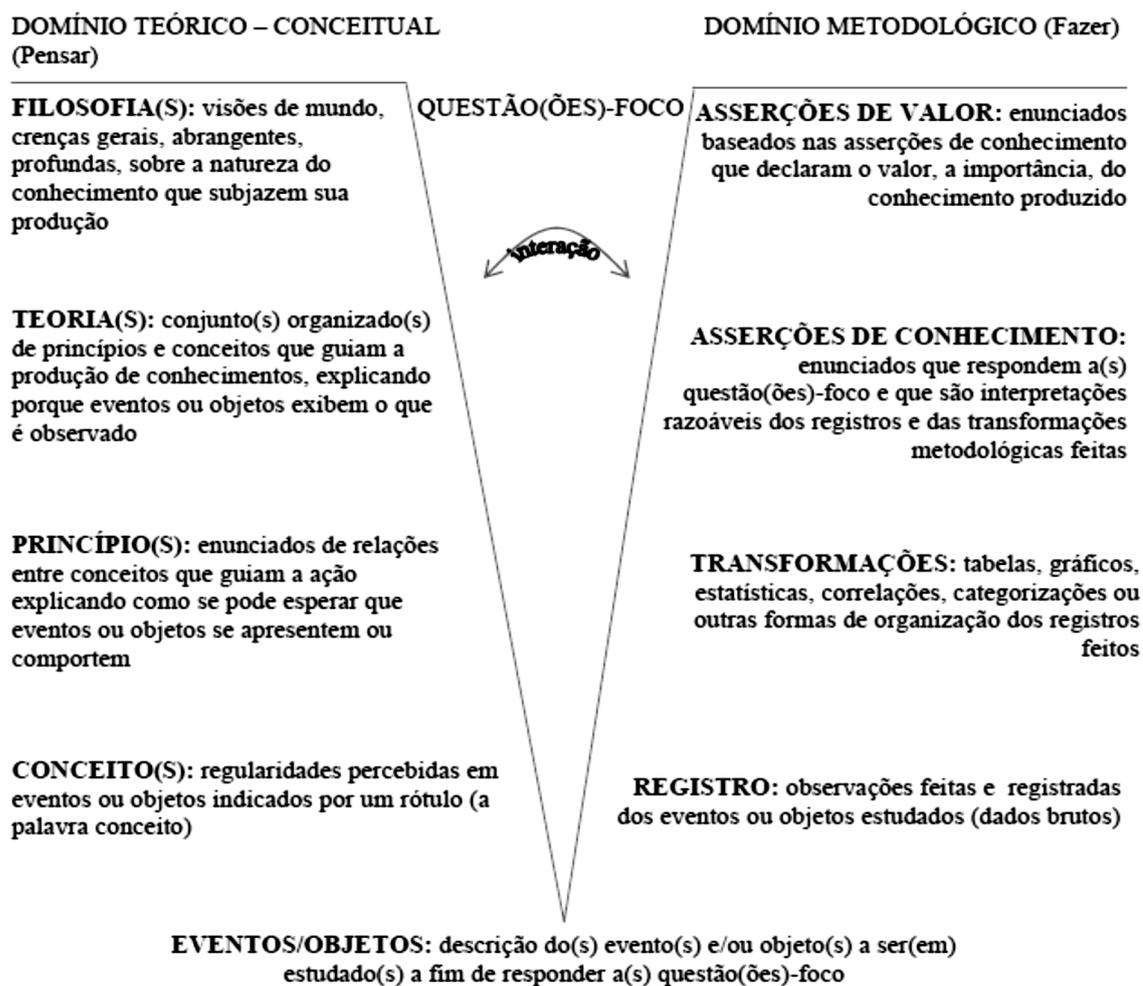


Figura 15 – Estrutura do V de Gowin. (MOREIRA, 2009b, p. 19).

O lado esquerdo do diagrama V acima corresponde ao “pensar” do processo de investigação, é o domínio teórico deste processo, trata-se elemento conceitual. É aí que encontram-se “os conceitos, propriamente ditos, com os quais podem ser gerados princípios e leis que, por sua vez, podem ser organizados em teorias que têm sistemas de crenças, ou filosofias, subjacentes”. (Ibid. p. 19).

O elemento relacionado aos eventos constitui a base do diagrama V. Aí estão “objetos a serem estudados ou eventos que acontecem naturalmente ou que se faz acontecer a fim de fazer registros através dos quais os fenômenos de interesse possam ser estudados.” (Ibid. p. 19). Esta parte liga-se a questão focal do V, que é definida como sendo a “questão que organiza e dirige o pensamento que dá sentido ao que está sendo feito.” (Ibid. p. 20).

O que será investigado terá um método. Este método é representado pelo lado direito do V, que se inicia com os registros. É a partir daí que

Chega-se a dados, através de transformações como atribuição de parâmetros, índices, coeficientes; os dados sofrem novas transformações metodológicas, como gráficos, correlações, categorizações, que servem de base para a formulação de asserções de conhecimento, ou seja, o conhecimento produzido em resposta à(s) questão(ões)-foco. (MOREIRA, 2009b, p. 18-19)

O fazer do processo investigativo da ciência, encontra-se no lado direito. É de se observar ainda que os dois lados interagem entre si, assim como seus elementos centrais. Isso porque tudo que é feito, é feito com um determinado olhar teórico. É feito a partir de fundamentos conceituais bem definidos, e não simplesmente num vácuo cognitivo. É uma relação recíproca e complementar, tendo em vista que novas asserções do conhecimento podem gerar novos conceitos, e estes podem guiar a um novo fazer que leve a um novo conhecimento.

A partir dos elementos apresentados acima com relação ao V de Gowin, observa-se que o “conhecimento humano é *produzido, construído*, no interagir do pensar e do fazer, na busca de respostas a questões-foco sobre os mais diversos fenômenos de interesse.” (Ibid. p. 20, grifo do autor). É isto que torna esta ferramenta fundamental e potencialmente significativa para se trabalhar num ensino que almeje a aprendizagem significativa.

Para Moreira (2009b) não basta apenas que o aluno aprenda significativamente, é preciso que o mesmo entenda que o conhecimento por ele, partilhado, negociado, adquirido... é construção humana. Uma construção em busca de dar respostas a várias questões. Que parte da observação de fenômenos naturais ou criados. Que esta observação ocorre com um pensar teórico. Pensar que guia um fazer. E que este fazer pode levar as respostas tão desejadas.

O aluno entendendo mais o processo de aquisição do conhecimento perceberá que ele mesmo pode também ser um construtor deste conhecimento. Tal evidência clarifica seu papel de sujeito no processo de ensino-aprendizagem. Esta percepção aliada com boa orientação por parte do professor pode levar o estudante a uma responsabilidade maior em seu processo de aquisição de conhecimento. Pode contribuir decisivamente para que o mesmo demonstre mais disponibilidade para aprender, fato essencial na aprendizagem significativa.

Destaca-se aqui mais uma vez a importância e contribuição das TIC. Já foi visto que mapas conceituais podem ser construídos utilizando-se o software CmapTools. Este software pode ser utilizado também para construir o V de Gowin.

Outro programa que pode também ser útil é o V Diagram Tool. Porém, o mesmo é em inglês.

Abaixo segue o diagrama em Vê que representa a estrutura da pesquisa aqui realizada. O mesmo foi feito no CmapTools.

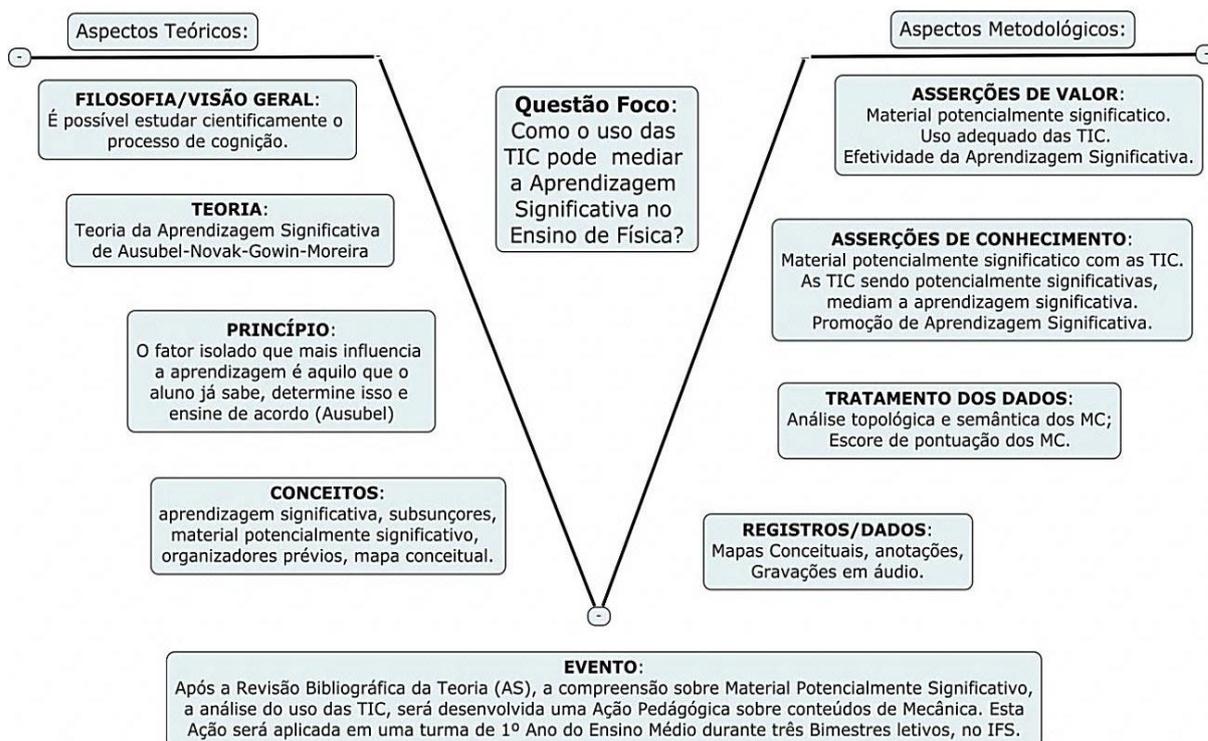


Figura 16 – Diagrama V desta pesquisa.

Até o presente momento foi exposto basicamente todo o lado esquerdo do V de Gowin desta pesquisa. Ou seja, toda a parte que compreende o domínio teórico. Cabe agora compreender melhor como foi realizado o evento que busca responder a questão focal, quais os registros obtidos, como os dados foram tratados, e o que esse tratamento revelou. Trata-se de entender o domínio metodológico deste processo de investigação. Tal processo teve como fundamento teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa e em termos técnicos, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação foi frequente em todo decurso do ensino.

## ANEXO B – Questionário Perfil



Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe

**Curso Integrado em Eletromecânica (B)**

**Disciplina: Física I**

**Prof.: José Uibson**

### QUESTIONÁRIO - PERFIL

1) Sexo :

- Masculino  
 Feminino

2) Idade: \_\_\_\_\_ anos

3) Estudou o Ensino Fundamental em: (considerando tempo maior de permanência)

- Escola Pública  
 Escola Particular

4) Você Trabalha (empregado ou estágio)?

- Sim (horas por dia: \_\_\_\_\_)  
 Não

5) Que meio de Transporte você usa para ir à Escola?

- Vou a pé  
 Bicicleta  
 Moto/Mobilete  
 Ônibus Escolar  
 Ônibus Particular  
 Carro  
 Outro. Qual? \_\_\_\_\_

6) Você considera importante aprender Ciência?

- Sim  
 Não

7) Você acredita ser possível aprender Ciência fora do ambiente escolar?

- Sim  
 Não

8) Você acredita ser possível aprender Ciência sem a presença do Professor?

- Sim  
 Não

9) Você acredita ser possível produzir conhecimento científico na sala de aula?

- Sim  
 Não

10) Você já havia estudado Física no Ensino Fundamental?

- Sim  
 Não

Caso SIM, como foi para você a Física estudada no Ensino Fundamental?

\_\_\_\_\_

11) Quantas horas em média por SEMANA você dedica aos estudos (fora da escola)?

- menos de 2h  
 entre 2h e 4h  
 entre 4h e 6h  
 mais de 6h

12) Considerando as ferramentas (recursos) utilizados pelo professor, marque o(s) recurso(s) didático(s) através do(s) qual(is) você considera que mais contribui pro seu aprendizado.

- Observação de aula expositiva no quadro  
 Multimídias (Datashow, PC, vídeos)  
 Livro didático e Leituras  
 Atividades em Grupo  
 Recursos da Internet (sites de Física)  
 Laboratório de Física  
 Laboratório de informática

13) Que tipo de equipamento eletrônico você tem contato (ou usa) com frequência?

- |                                                |                                               |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> DVD/CD Player         | <input type="checkbox"/> Pendrive             |
| <input type="checkbox"/> MP3/MP4               | <input type="checkbox"/> Câmera Digital       |
| <input type="checkbox"/> Computador            | <input type="checkbox"/> Filmadora            |
| <input type="checkbox"/> Celular               | <input type="checkbox"/> Home Theater         |
| <input type="checkbox"/> Smartphone            | <input type="checkbox"/> Micro System         |
| <input type="checkbox"/> NetBook/iPad          | <input type="checkbox"/> Impressora (Multif.) |
| <input type="checkbox"/> Rádio                 | <input type="checkbox"/> Scanner              |
| <input type="checkbox"/> Vídeo Game            | <input type="checkbox"/> Internet em casa     |
| <input type="checkbox"/> TV (LED, Plasma, LCD) | <input type="checkbox"/> TV a cabo            |

14) Você usa a Tecnologia em prol de seu aprendizado?

- Sim  
 Não

15) Como você usa ou pretende usar?

\_\_\_\_\_

## **ANEXO C – Texto de apoio sobre Física**

### **O QUE É FÍSICA?**

A Física é o ramo do conhecimento voltado para o entendimento da estrutura da matéria e das leis que regem as interações das partes que a compõem.

Hoje entendemos que a matéria é constituída, em última análise, a partir de corpúsculos conhecidos como partículas elementares (o elétron, o fóton, os quarks etc.). Estes objetos se constituem nos "tijolinhos" básicos, a partir dos quais a matéria é constituída. Em particular, os átomos. Toda matéria que existe no Universo é o resultado da aglomeração destes átomos.

Assim, o objetivo da Física é entender os constituintes últimos da matéria bem como de todos os aglomerados desses constituintes (os possíveis aglomerados, suas propriedades e suas interações).

Percebe-se, assim, que a Física cobre uma gama muito grande de interesses, uma vez que ela se preocupa com o estudo dos fenômenos que ocorrem no Universo, desde aqueles no nível atômico até os que ocorrem numa escala de distância maior (como estrelas e galáxias) e, finalmente, do Universo como um todo (a Cosmologia).

Num curso de Física do Ensino Médio, procuramos apresentar alguns conceitos e leis empíricas que regem o comportamento da matéria, sem fazer referência à sua estrutura. Tais leis surgem da observação de inúmeros fenômenos. Com o intuito de apresentar as leis físicas de uma forma concisa e, ao mesmo tempo, com precisão, a Física lança mão do instrumental fornecido pela matemática. Isso torna o uso da matemática essencial na Física.

Finalmente, é importante salientar que quase todo o conhecimento aqui apresentado corresponde a uma parte da Física tal qual era conhecida até o final do século XIX (Física Clássica). No século XX, com o advento da teoria quântica e da teoria da relatividade, houve uma revolução na Física e essa nova física passou a ser conhecida como FÍSICA MODERNA.

Seguindo uma lógica ditada pelos fenômenos que se pretende estudar, a Física Clássica é dividida em áreas do conhecimento, algumas delas bastante familiares. Por seu interesse no Ensino Médio, destacamos a Óptica (que estuda a luz), o Eletromagnetismo (que se ocupa de entender os fenômenos elétricos e magnéticos), a Mecânica (onde se estudam os movimentos), a Hidrodinâmica (cujo interesse é o estudo dos fluidos), a Termodinâmica (onde se estuda o calor) e a Física Ondulatória (que estuda as ondas).

Conquanto a Física do Ensino Médio possa parecer uma física desatualizada por ser baseada em descobertas um séculos atrás, o estudante precisa valorizar o seu estudo levando em conta três aspectos fundamentais. Em primeiro lugar a Física Clássica descreve muito bem os fenômenos naturais do cotidiano. Em segundo lugar, a Física Clássica estabelece os fundamentos da Física Moderna. Assim, não é possível entender a física moderna sem compreender (e muito bem) a física clássica. Finalmente, é importante ressaltar que algumas áreas da física clássica são objeto de intensa investigação ainda hoje. Por essas razões, a física clássica nunca perde sua atualidade.

FONTE: <http://cepa.if.usp.br/content/o-que-e-fisica> Acessado em: 29/02/2012.

## **ANEXO D – Texto de apoio sobre Mecânica.**

### **O QUE É A MECÂNICA?**

Mecânica é a parte da física que estuda os movimentos dos corpos, tanto em movimento quanto em repouso. Não é de hoje que o homem procura explicações para os fenômenos ocorridos na natureza, essa busca vem desde a Antiguidade, principalmente no que diz respeito à explicação para os movimentos que os corpos executam. Talvez seja por isso que a mecânica é o ramo de estudo mais antigo da física. Homens famosos como Aristóteles, Galileu, Ptolomeu foram alguns dos muitos cientistas que estiveram na busca por explicações sobre os movimentos, além de serem os responsáveis por estabelecer muitas das leis que hoje conhecemos.

A mecânica em si estuda os seguintes movimentos:

- \* Movimento uniforme e uniformemente variado;
- \* Movimento circular;
- \* Lançamento vertical e oblíquo.

Ela, além de estudar esses movimentos que acontecem diariamente, busca a explicação para as suas ocorrências, fazendo análises das forças que atuam sobre os corpos em repouso ou em movimento. Essa é a Dinâmica, uma parte da Mecânica que tem como principal estudo a explicação de como um corpo em repouso é capaz de entrar em movimento e como é possível alterar o estado de movimento de um corpo.

Para o desenvolvimento do estudo da mecânica, bem como o de todas as outras áreas de estudo, é necessário ter o domínio dos conceitos de vetor e suas características (módulo, direção e sentido) e a compreensão e diferenciação entre grandezas escalares e vetoriais.

Por Marco Aurélio da Silva  
Equipe Brasil Escola.

FONTE: <http://www.brasilecola.com/fisica/mecanica.htm> Acessado em: 29/02/2012.

## ANEXO E – Texto de apoio sobre Movimento.

### O QUE É O MOVIMENTO?

#### 1. MECÂNICA

A mecânica tem por finalidade o estudo dos movimentos e das condições de equilíbrio dos corpos. A **Mecânica** interessa-se pelos movimentos de sólidos, líquidos e gases. Nesta etapa do curso daremos atenção especial à Cinemática.

#### 2. CINEMÁTICA

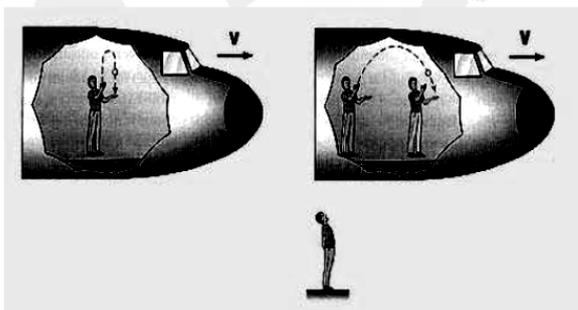
A **Cinemática** é a parte da Mecânica que estuda o movimento dos corpos sem se preocupar com suas causas.

#### 3. DEFINIÇÕES PRELIMINARES

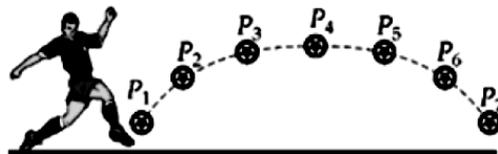
- **Móvel:** De um modo geral, dá-se o nome de móvel a qualquer corpo em movimento.



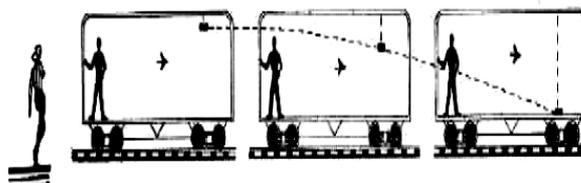
- **Partícula:** é qualquer corpo cujas dimensões geométricas sejam desprezíveis em face da sua trajetória, isto é, da linha que ela descreve no espaço. Em seu movimento em torno do Sol, a Terra é uma partícula. Em problemas de física a partícula muitas vezes é chamada de ponto material.
- **Referencial:** Para definir a posição de uma partícula, precisamos de um sistema de referência, ou, como também se diz de maneira mais cômoda, de um referencial. O referencial pode ser a Terra, o Sol, um corpo, um sistema de eixos etc.



- **Repouso:** A posição da partícula permanece invariável em relação ao referencial.
- **Movimento:** A posição da partícula é variável com o tempo, em relação ao referencial.
- **Trajétória:** é o lugar geométrico das posições ocupadas pelo ponto no decorrer do tempo. A trajetória pode ser retilínea ou curvilínea, dependendo do referencial considerado.



#### Observação:



*Um vagão está se movendo, relativamente à Terra, com movimento retilíneo e uniforme. Num determinado instante um parafuso desprende-se do teto e cai. Um passageiro, no vagão, vê o parafuso cair verticalmente, descrevendo uma reta, enquanto que uma outra pessoa, parada junto aos trilhos, vê o parafuso cair descrevendo uma parábola. Qual a trajetória realmente seguida pelo parafuso: uma reta ou uma parábola? Esta pergunta não tem significado físico, ou melhor, o realmente, no caso, não tem significado físico: a trajetória do parafuso é uma reta; relativamente ao vagão; é uma parábola, relativamente a Terra.*

- **Espaço:** Orientando-se a trajetória e escolhendo-se um ponto que sirva como origem para marcarmos (medirmos) distâncias, podemos definir a **posição** do corpo na trajetória pela distância à **origem**, acompanhada por um sinal que se relaciona com o sentido escolhido.

Acompanhe o exemplo:

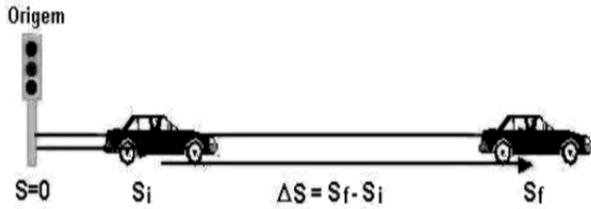


$$S_A = + 10 \text{ m}$$

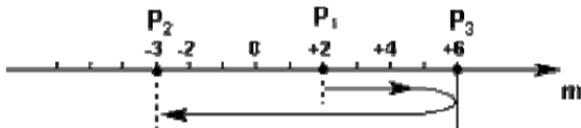
$$S_B = - 14 \text{ m}$$

*Este número (+ 10 m ou -14 m) é chamado **ESPAÇO** - note que o sinal do espaço não depende do sentido do movimento do corpo. Ele está relacionado com o sentido da trajetória e evidentemente, com a posição que o corpo ocupa na trajetória.*

- **Deslocamento:** Quando o móvel muda de posição ele sofre um deslocamento escalar, definido como a diferença entre os espaços final e inicial no intervalo de tempo considerado para a variação da posição.



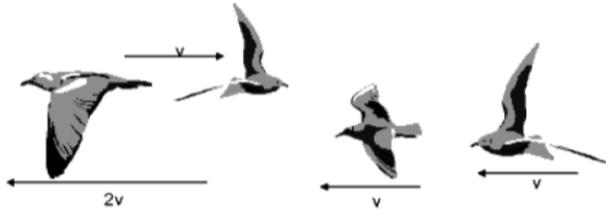
- **Distância percorrida:** É uma grandeza que informa quanto à partícula efetivamente percorreu entre dois instantes.



**Obs.:** Tanto o espaço quanto o deslocamento escalar, pode ser negativa já a distância efetivamente percorrida será sempre positiva.

### EXERCÍCIOS

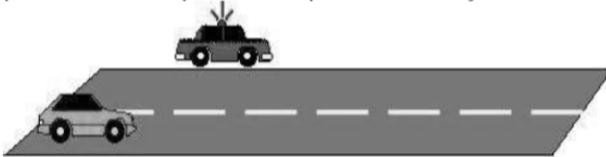
01. Observe os pássaros abaixo.



- a) Qual a velocidade do primeiro pássaro em relação ao segundo?  
 b) E do terceiro pássaro em relação ao quarto?

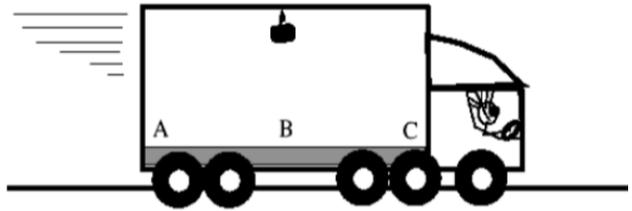
**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

02. Se dois carros movem-se sempre um ao lado do outro, pode-se afirmar que um está parado em relação ao outro?



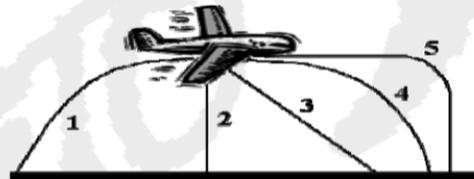
**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

03. O caminhão movimentar-se pela estrada com velocidade constante. Um pacote se desprende do topo do caminhão e cai no chão da carroceria. Em que ponto, provavelmente ele irá cair?



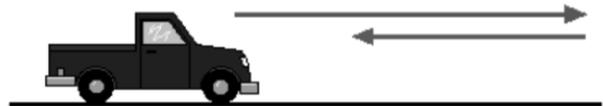
**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

04. Um avião em vôo horizontal abandona um objeto. Qual é a provável trajetória desse objeto em relação a um observador na Terra?



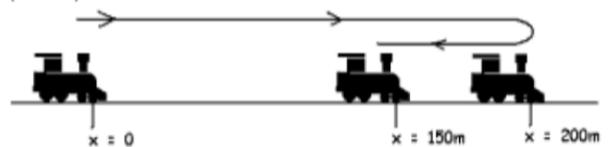
**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

05. Um caminhão fez uma viagem a partir do km 30 de uma rodovia até o km 120 da mesma. Depois retorna ao km 10. Qual foi o deslocamento do caminhão e a distância percorrida?



**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

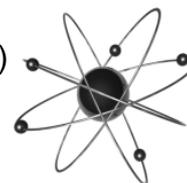
06. Determine o deslocamento e a distância percorrida quando o trem vai da posição zero até a posição final (150m).



**RESP.** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fonte:

<http://www.educacional.com.br/upload/dados/materialapoio/58500001/7127257/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Cinem%C3%A1tica.pdf> Acesso em: 29/02/2012.



# Entrevista com um mecânico

Empregando como guia as ideias da classificação da Mecânica, você pode fazer uma pesquisa sobre o automóvel. Para conseguir as informações você pode entrevistar um Mecânico ou procurá-las em livros ou internet.

## Movimentos



Velocidade:

**1** Quais são os fatores que determinam a velocidade de um automóvel?

Rotação do motor:

**2** Como é feita a transmissão da rotação do motor para o movimento das rodas?

**3** Qual a ligação entre a velocidade giro do motor (rpm) e a potência e velocidade do carro?

## Forças



Produção do movimento:

**4** Como a queima do combustível produz o movimento do motor?



Controle do movimento e ampliação de forças:

**5** Como funciona o sistema de direção de um carro?

**6** Existem sistemas de direção que exigem menor força? Como eles funcionam?

**7** Como funciona o sistema de freios de um carro?

**8** Existem sistemas de freios que exigem menor força? Como eles funcionam?

## Equilíbrio



Equilíbrio e estabilidade do veículo:

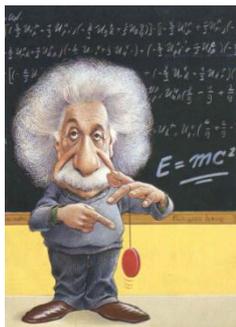
**9** Quais são os fatores que determinam a estabilidade de um automóvel? Como eles funcionam?

## ANEXO G – Física – Matemática.

### 1 – O que é Física?

A física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza, por isso, é chamada de ciência natural. Tudo o que acontece na natureza é denominado fenômeno natural. A física não é só interessante para aqueles que gostam ou para os que vão encaminhar para as ciências exatas, ela é importante para todo ser humano, pois explica muitos aspectos do Universo em que vivemos.

Como ciência, faz uso do método científico. Baseia-se essencialmente na matemática e na lógica quando da formulação de seus conceitos.



#### 1.1 – O método da Física

O **Método Científico** é um conjunto de regras básicas para um cientista desenvolver uma experiência controlada para o bem da ciência.

O método científico consiste das seguintes fases:

- Observação de um fato
- Formulação de um problema
- Proposta de uma hipótese
- Realização de uma experiência controlada, para testar a validade da hipótese
- Análise dos resultados
- Conclusão

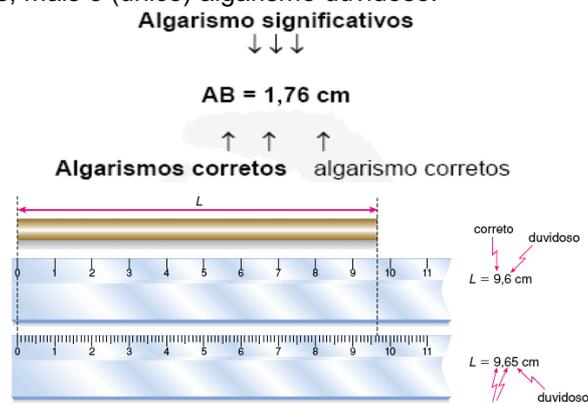
#### 1.2 – Ramos da Física

Como outras ciências, a Física é dividida de acordo com diversos critérios. Mas a divisão mais tradicional é aquela feita de acordo com as propriedades mais estudadas nos fenômenos. Daí temos a Mecânica, quando se estudam objetos a partir de seu movimento ou ausência de movimento, e também as condições que provocam esse movimento; a Termodinâmica, quando se estudam o (calor), o trabalho, as propriedades das substâncias, os processos que as envolvem e as transformações de uma forma de energia em outra; o Eletromagnetismo quando se analisam as propriedades elétricas, aquelas que existem em função do fluxo de elétrons nos corpos; a Ondulatória, que estuda a propagação de energia pelo espaço; a Óptica, que estuda os objetos a partir de suas impressões visuais; a Acústica, que estuda os objetos a partir das impressões sonoras; e mais algumas outras divisões menores.



### 2 – Algarismos Significativos

Chamamos de algarismos significativos de uma medida ao conjunto constituído por todos os seus algarismos corretos, mais o (único) algarismo duvidoso.



#### 2.1 – Operações com Algarismos Significativos

##### Soma e subtração:

♣ Arredondar todas as parcelas para a quantidade de casas decimais da parcela que tiver menor número de casas decimais.

Exemplo:

Somar:  $27,8 + 1,324 + 0,66 = 29,7$

Subtrair:  $32,33 - 2,0003 = 30,33$

##### Multiplicação:

♣ Arredondar o resultado para a quantidade de casas decimais da parcela que tiver menor número de casas decimais.

Exemplo:

Multiplicar:  $8,34 \times 6,475 = 54,00$

##### Divisão:

♣ Efetuar a operação, continuando a divisão até obter uma casa decimal a mais do que a parcela que tem menor número de casas decimais.

♣ Arredondar o resultado para o número de casas decimais da parcela que tem menor número de casas decimais.

Exemplo:

Dividir:  $5,2 / 2,000 = 2,6$

### 3 – Notação Científica

A **notação científica** é uma forma concisa de representar números, em especial muito grandes (10000000000) ou muito pequenos (0,0000000001).

Iremos representar esses números muito grandes e esses números muito pequenos através de uma potência de 10.

$$N \cdot 10^n$$

Onde:

**N** – é um número compreendido entre 1 e 10.

**n** – é o expoente

Exemplos:

$1,6 \cdot 10^{-19}$  C – carga elementar

$1,99 \times 10^{30}$  Kg – massa do Sol

$5,97 \times 10^{24}$  Kg – massa da Terra

$9,11 \times 10^{-31}$  Kg – massa do elétron

#### 4 – Ordem de Grandeza (OG)

A ordem de grandeza de uma medida consiste na potência de 10 mais próxima do valor encontrado para a grandeza.

$$N \geq 3,16 \Rightarrow \text{ordem de grandeza: } 10^{n+1}$$

$$N < 3,16 \Rightarrow \text{ordem de grandeza: } 10^n$$

Exemplos:

$10^{-19}$  C – OG da carga elementar

$10^{25}$  Kg – OG da massa da Terra

#### 5 – Grandezas físicas

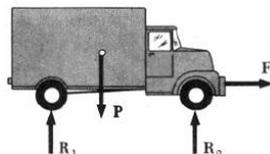
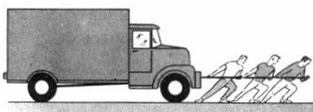
Grandeza escalar: é a grandeza física que se caracteriza tendo somente um valor numérico e uma unidade de medida.

EX: massa, tempo, temperatura, carga elétrica, etc.



Grandeza vetorial: é a grandeza física que fica perfeitamente caracterizada somente com um **módulo**, **uma direção** e **um sentido**. Além, claro, da unidade de medida.

EX: velocidade, força, campo gravitacional, etc.



#### 6 – Vetores

É um objeto geométrico que possui módulo, direção e sentido, usado na representação das grandezas vetoriais.

##### 6.1 – Operação com Vetores

OBS.: Vetor resultante ou vetor soma, de dois ou mais vetores, é o vetor único que produz o mesmo efeito que os vetores somados.

##### Adição

Regra do Polígono: (rabo-cabeça-rabo-cabeça...)

Sejam os dois vetores representados abaixo.



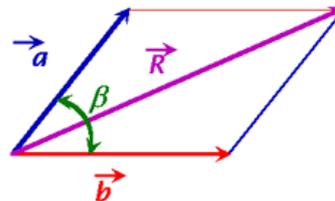
A regra do polígono diz que devemos unir o final (cabeça) do 1º vetor com o início (rabo) do 2º vetor, e assim por diante.

O vetor soma sai do início (rabo) do 1º vetor até o final (cabeça) do último, está representado na figura acima por S.

OBS.: se o polígono fechar o vetor soma será nulo

Regra do Paralelogramo: o vetor soma será a diagonal do paralelogramo.

Regra do Paralelogramo:



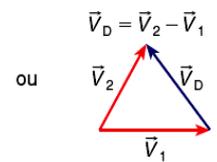
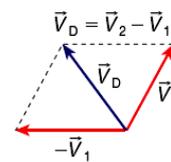
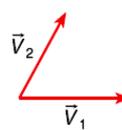
Quando  $\beta = 90^\circ$   
teremos  
 $R^2 = a^2 + b^2$

$$R^2 = a^2 + b^2 + 2.a.b.\cos\beta$$

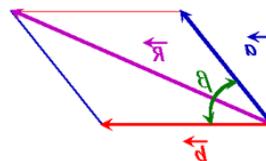
#### Subtração

Subtrair vetores é o mesmo que somar um vetor com o oposto do outro.

$$\vec{V}_D = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$



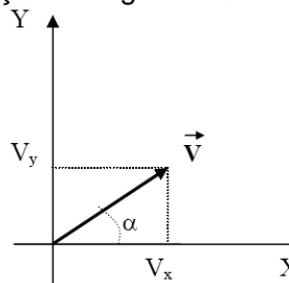
Se for utilizada a regra do paralelogramo para subtrair vetores, será alterado o sinal antes do cos e a direção e sentido do vetor diferença.



$$R^2 = a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos\beta$$

#### Método das componentes vetoriais:

Para determinar as componentes do vetor, adota-se um sistema de eixos cartesianos. As componentes do vetor **a**, segundo as direções x e y, são as projeções ortogonais do vetor nas duas direções.



$$V_x = V \cos \alpha$$

$$V_y = V \operatorname{sen} \alpha$$

#### 7 – EXERCÍCIOS

##### QUESTÃO 01

(Vunesp) O intervalo de tempo de 2,4 minutos, no Sistema Internacional de Unidades, corresponde a quantos segundos?

##### QUESTÃO 02

(Unitau-SP) Os cigarros fumados por um fumante que consumisse sistematicamente 20 cigarros de 10 cm cada por dia, durante 10 anos, se colocados em seguida um do outro, cobriria uma distância em metros, igual a:

- a)  $5,7 \cdot 10^3$     b)  $7,3 \cdot 10^3$     c)  $8,2 \cdot 10^3$     d)  $9,6 \cdot 10^3$     e)  $1,5 \cdot 10^3$

### QUESTÃO 03

O número de algarismos significativos de 0,00073 km é:

- a) 2      b) 3      c) 4      d) 5      e) 6

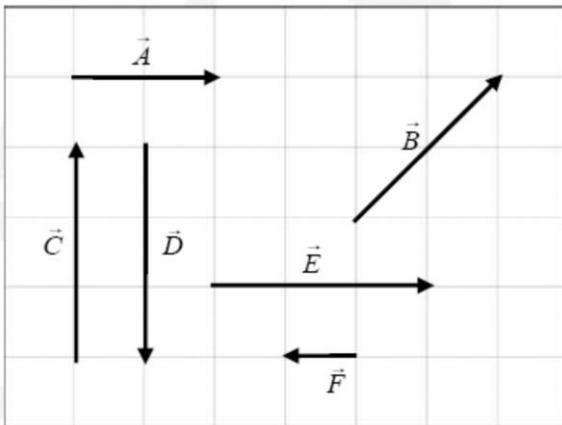
### QUESTÃO 04

(UFPE) Em um hotel com 500 apartamentos, o consumo médio de água por apartamento é de cerca de 170 litros por dia. Qual a ordem de grandeza do volume que deve ter o reservatório do hotel, em metros cúbicos, para abastecer todos os apartamentos num dia que falte água?

### QUESTÃO 05

Utilizando a regra da linha poligonal, Some os vetores da grade 1, de acordo com o que se pede e desenhe-os na grade 2:

#### Grade 1



- a)  $\vec{S}_1 = \vec{A} + \vec{E}$       d)  $\vec{S}_4 = \vec{C} + \vec{D}$   
 b)  $\vec{S}_2 = \vec{A} + \vec{F}$       e)  $\vec{S}_5 = \vec{A} + \vec{B}$   
 c)  $\vec{S}_3 = \vec{E} + \vec{F}$       f)  $\vec{S}_6 = \vec{D} + \vec{E}$

#### Grade 2

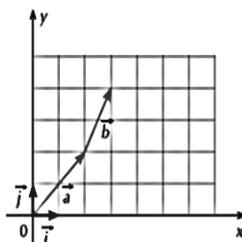


### QUESTÃO 06

Na figura representamos os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , assim como os versores  $\vec{i}$  e  $\vec{j}$ .

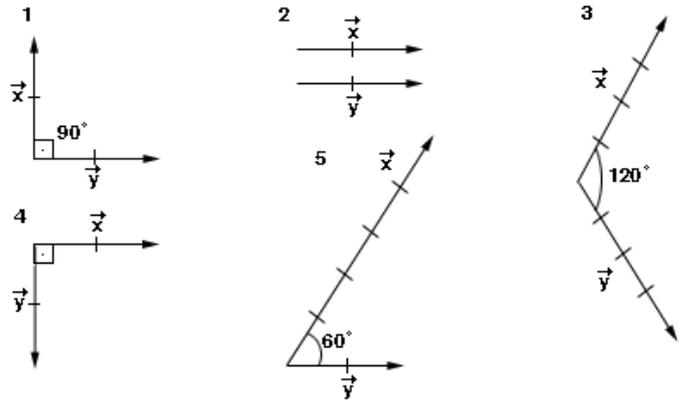
Pode-se afirmar que:

- a)  $\vec{a} = \vec{i} + 2\vec{j}$       d)  $\vec{a} - \vec{b} = \vec{i}$   
 b)  $\vec{b} = 2\vec{i} + 2\vec{j}$       e)  $|\vec{a} + \vec{b}| = 7$   
 c)  $\vec{a} + \vec{b} = 3\vec{i} + 3\vec{j}$



### QUESTÃO 07

(PUC-BA) Nas figuras seguintes estão representados pares de vetores  $\vec{x}$  e  $\vec{y}$  nos quais cada segmento orientado está subdividido em segmentos unitários.



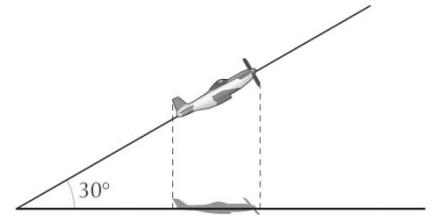
Quais destes pares têm a mesma resultante?

- a) 1 e 5.      b) 2 e 4.      c) 3 e 5.  
 d) 2 e 3.      e) 2 e 5.

### QUESTÃO 08

(AFA-SP) Durante uma decolagem, ao perder o contato com pista, um avião mantém velocidade constante em direção que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a pista horizontal. A razão entre a velocidade do avião e a velocidade de sua sombra sobre a pista:

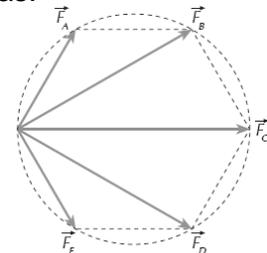
- a)  $\frac{1}{2}$   
 b) 2  
 c)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$   
 d)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$



### QUESTÃO 09

(Mackenzie-SP) A figura mostra 5 forças representadas por vetores de origem comum, dirigindo-se aos vértices de um hexágono regular. Sendo 10N o módulo da força  $\vec{F}_C$ , a intensidade da resultante dessas 5 forças:

- a) 50 N  
 b) 45 N  
 c) 40 N  
 d) 35 N  
 e) 30 N



**ANEXO H – 1ª Prova de Física**



**1ª PROVA DE FÍSICA**

Turma: 1º IELTM-B

Prof.: José Uibson (Jack)

Nome: \_\_\_\_\_ Data: 28/04/2011

D Q O Z C X U G I R F ã P D  
 Z E ò A I R Ó T E J A R T D  
 B Ú S R T U A à U à O à S Q  
 D T I L A W Õ ã Ô R T M Í L  
 V F ã A O L B Í B I C Õ A N  
 E X Ó H ã C U ã L Ç Í I N U  
 I D N E Û ã A C B F C á á E  
 Ó á A F P O Ú M Í N C B Ê T  
 U L Y D X G Ô H E T J à ò F  
 Ê M F C I I T R Ô N R B D T  
 ò G T I à C E J N D T A M Ô  
 U S K Q D F O Ç H M E O P P  
 Ó D Ç N E ã B L E D ò ò V C  
 Ó P ã R Ç M ã A E Ô Q U Ê O  
 O ã Õ I C Õ K C Ó V H Ó D R  
 á Ç S Û M ò M E V H ã K U P  
 P O A M Ó Z ã L Ç V Ê Y Û O  
 P Z D P G S O E O P M E T E  
 B A J I S E S R F N Û T M X  
 L X P T C E U A Z U N Ó Q T  
 Ò ã Ü E Ô L O Ç B Z V V M E  
 ò Ç M F C D P ã É E S á Y N  
 V á W Ç I Z E O L L T Ô á S  
 Ô H Ç Ç X á R H Ú S Z Ó L O  
 Ô I P ã X Z O L H ã K B Ô ã

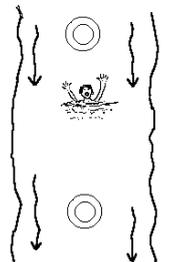
**1ª) (1,5 pts) Usando o caça palavras ao lado vocês identificarão 5 grandezas físicas e depois explicarão o que.**

<input type="text"/>	<input type="text"/>

**2ª) (1,4 pts) Você está em dificuldades no meio de um rio e vê duas bóias: uma na sua frente, a 18 metros na direção da correnteza e outra a 6 metros atrás. Suponha que sua maior velocidade de nado seja de 5 m/s e que a velocidade da correnteza seja de 3 m/s. Qual é a melhor opção:**

- a) Nadar para a bóia da frente.
- b) Nadar para a bóia de trás.
- c) Tanto faz.

**OBSERVAÇÃO:** Justifique sua resposta através de cálculos. Suponha as bóias fixas.



**3ª) (1,4 pts) (Fgv 2006) Em plena feira, enfurecida com a cantada que havia recebido, a mocinha, armada com um tomate de 120 g, lança-o em direção ao atrevido feirante, atingindo-lhe a cabeça com velocidade de 6 m/s. Se o choque do tomate foi perfeitamente inelástico e a interação trocada pelo tomate e a cabeça do rapaz demorou 0,01 s, a intensidade da força média associada à interação foi de**

- a) 20 N.
- b) 36 N.
- c) 48 N.
- d) 72 N.
- e) 94 N.

**4ª) (1,4 pts) Durante a preparação para uma competição de patinação no gelo, um casal de patinadores pretendia realizar uma acrobacia que exigia uma colisão entre eles. Para tanto, eles resolveram executar a seguinte sequência de movimentos: inicialmente, o patinador ficaria em repouso, enquanto sua companheira se deslocaria em linha reta, em sua direção, com velocidade constante igual 10 m/s e, em um dado instante, ela colidiria com ele, que a tomaria nos braços e os dois passariam a se deslocar juntos com determinada velocidade, como previsto pela Lei de Conservação da Quantidade de Movimento. A**

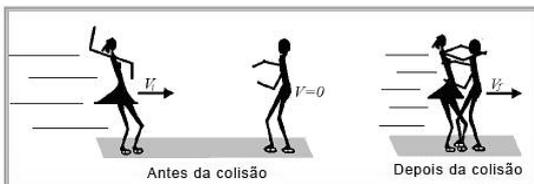


Figura seguinte ilustra as situações descritas no texto.

Considere que a massa do patinador é igual a 60 kg e a da patinadora é igual a 40 kg e que, para executar a acrobacia planejada, após a colisão eles deveriam atingir uma velocidade de 5,0 m/s.

Considere ainda que o atrito entre os patins e a pista de patinação é desprezível.

Dado: Quantidade de movimento de um corpo:  $Q = mv$ , onde  $m$  é a massa do corpo e  $v$  sua velocidade.

Diante do exposto:

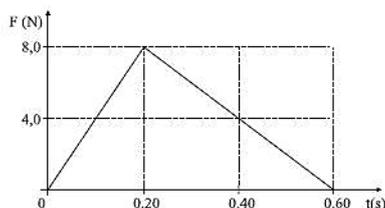
**A)** Identifique qual o tipo de colisão que ocorre entre o casal de patinadores e justifique sua resposta.

**B)** A partir do cálculo da velocidade do casal após a colisão, explique se é ou não possível a realização da acrobacia planejada por eles.

**5º)** (1,4 pts) Um brinquedo muito simples de construir, e que vai ao encontro dos ideais de redução, reutilização e reciclagem de lixo, é retratado na figura.



A brincadeira, em dupla, consiste em mandar o bólido de 100 g, feito de garrafas plásticas, um para o outro. Quem recebe o bólido, mantém suas mãos juntas, tornando os fios paralelos, enquanto que aquele que o manda abre com vigor os braços, imprimindo uma força variável, conforme o gráfico.



Considere que:

- a resistência ao movimento causada pelo ar e o atrito entre as garrafas com os fios sejam desprezíveis;
- o tempo que o bólido necessita para deslocar-se de um extremo ao outro do brinquedo seja igual ou superior a 0,60 s.

Dessa forma, iniciando a brincadeira com o bólido em um dos extremos do brinquedo, com velocidade nula, a velocidade de chegada do bólido ao outro extremo, em m/s, é de

- (A) 16.                      (B) 20.                      (C) 24.                      (D) 28.                      (E) 32.



**6º)** (1,5 pts) Numa velha brincadeira de “Pense Rápido”, Cascão atira uma bolinha de massa 50 g em Mônica. Como Mônica é muito esperta, antes que a bolinha lhe acerte ela coloca seu coelho Sansão em ação, rebatendo a bolinha de volta pro Cascão. Suponha que inicialmente a bolinha estava a 5 m/s e que Cascão a lançou com uma força de 200 N. Suponha também que o tempo de interação da bolinha com o Sansão seja de 0,02 s. Determine com que velocidade a bolinha sai em direção ao Cascão. Determine também o tipo de choque ocorrido.

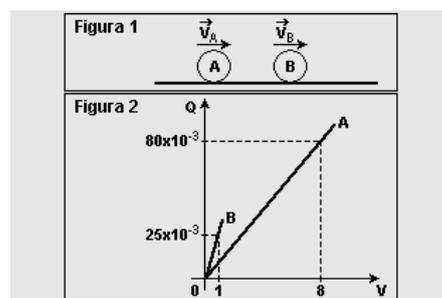
**7º)** (1,4 pts) (Uerj 2006) Duas esferas, A e B, deslocam-se sobre uma mesa conforme mostra a figura 1.

Quando as esferas A e B atingem velocidades de 8 m/s e 1 m/s, respectivamente, ocorre uma colisão perfeitamente inelástica entre ambas.

O gráfico na figura 2 relaciona o momento linear  $Q$ , em  $\text{kg} \times \text{m/s}$ , e a velocidade, em m/s, de cada esfera antes da colisão.

Após a colisão, as esferas adquirem a velocidade, em m/s, equivalente a:

- a) 8,8                      b) 6,2                      c) 3,0                      d) 2,1



### QUESTÃO DESAFIO (1,0 extra)

(AFA-2000 - modificada) Uma série de  $n$  projéteis, de 10 g cada um, é disparada com velocidade  $v = 503$  m/s sobre um bloco amortecedor, de massa  $M = 15$  kg, que os absorve integralmente. Imediatamente após, o bloco desliza sobre um plano horizontal com velocidade  $V = 3$  m/s. Determine quantos projéteis foram disparados.

*"Um homem nunca sabe aquilo de que é capaz até que o tenta fazer." (Charles Dickens)*

## ANEXO I – 2ª Prova de Física.



### 2ª PROVA DE FÍSICA

Turma: 1º \_\_\_\_\_

Prof.: José Uibson (Jack)

Nome: \_\_\_\_\_ Data: 30/06/2011

1º) (FAFI-MG) As afirmativas abaixo referem-se às leis de Newton.

I - As forças sempre existem aos pares: quando um corpo A exerce uma força  $F_{AB}$  sobre um corpo B, este exerce sobre A uma força igual e oposta.

II - Se nenhuma força resultante atua sobre um corpo, sua aceleração é nula.

III - Quando várias forças atuam sobre um corpo, cada uma produz independentemente sua própria aceleração. A aceleração resultante é a soma vetorial das várias acelerações independentes.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I                      b) apenas I e II                      c) apenas II                      d) apenas II e III  
e) todas as três



2º) Julgue os itens:

0 0 - Todo corpo, por inércia, tende a manter sua aceleração constante.

1 1 - O uso de cintos de segurança em automóveis é uma consequência da 1ª lei de Newton, a Lei da inércia.

2 2 - Um corpo que está sobre uma mesa e se mantém em repouso, tem aplicado sobre ele duas forças: o peso e a força normal. Essas forças constituem um par ação e reação, pois estão sendo aplicadas num mesmo corpo.

3 3 - Se há forças aplicadas num corpo, certamente ele apresenta uma aceleração não-nula.

4 4 - O peso de um corpo não é característica sua, pois varia de uma região para outra, proporcionalmente ao valor da gravidade local. Isto significa que, se a gravidade for n vezes maior, o peso de um dado corpo também será n vezes maior.

3º) (Fuvest-SP) Um veículo de 5 kg descreve uma trajetória retilínea que obedece à seguinte equação horária:

$$S = 3t^2 + 2t + 1$$

onde S é medido em metros e t, em segundos. Determine:

- a) A força resultante que age no veículo;  
b) A velocidade do corpo após 5 s de ação desta força.

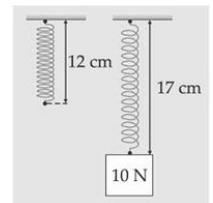


4º) (G1 - CFTMG 2007) Um paraquedista, com seu equipamento, possui massa de 100 kg e encontra-se em queda na atmosfera. No instante em que a força de resistência do ar sobre o conjunto vale 800 N, sua aceleração, em  $m/s^2$ , será igual a

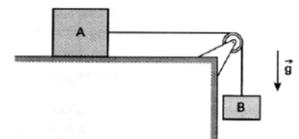
- a) zero.                      b) 2,0.                      c) 8,0.                      d) 10.  
e) 4

5º) A mola ideal da figura varia seu comprimento de 12 cm para 17 cm quando penduramos em sua extremidade um corpo A (em repouso) de peso 10 N.

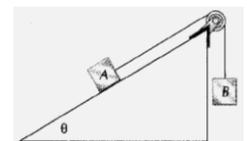
- a) Qual a constante elástica da mola, em N/m ?  
b) Qual o comprimento dessa mola, quando ela sustentar em equilíbrio um corpo B de peso 35 N ?



6º) Dois corpos A e B, de massas iguais a 10 kg, estão ligados por um fio de peso desprezível, que passa por uma polia sem atrito, como indica na figura. Entre A e o apoio existe atrito de coeficiente  $\mu_D = 0,6$ . Determine a aceleração dos corpos e a tração do fio ( $g = 10 m/s^2$ )



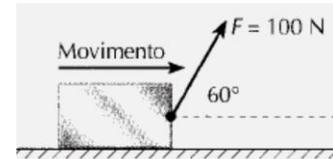
7º) O bloco A de massa  $m = 8 kg$  está apoiado num plano inclinado que forma um ângulo  $\theta$  em relação à horizontal. O bloco A está na iminência de escorregar para baixo. Determine, nessas condições, a massa de B. O coeficiente de atrito estático entre o bloco A e o plano é  $\mu = 0,5$ . (Dados:  $\sin \theta = 0,6$ ;  $\cos \theta = 0,8$ ;  $g = 10 m/s^2$ )



### QUESTÃO DESAFIO (1,0 extra)

O bloco da figura, de peso 187 N, move-se com velocidade constante no sentido indicado. Sendo  $\sin 60^\circ = 0,87$  e  $\cos 60^\circ = 0,50$ , determine:

- a) a intensidade da força de atrito que o solo exerce no bloco;  
b) o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o solo.

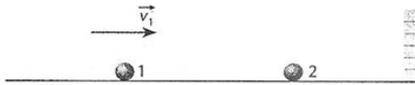




## ANEXO K – Atividade: Quantidade de Movimento.

### EXERCÍCIOS PROPOSTOS

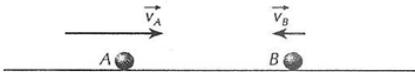
**P.401** Uma bola é lançada com velocidade  $v_1$  sobre outra, parada, idêntica e que está próxima a uma parede. Os choques são perfeitamente elásticos e frontais e ocorrem num plano horizontal, sem atrito.



- Quantos choques ocorrem no fenômeno? Descreva-os.
- Quais são, após os choques, as velocidades das bolas? Justifique fisicamente.

**P.402** Um corpo de massa  $m$  choca-se frontalmente com outro de massa  $4m$ , que está em repouso num plano horizontal sem atrito. O choque é perfeitamente elástico e a velocidade do primeiro corpo no instante da colisão é  $10 \text{ m/s}$ . Determine as velocidades dos corpos após a colisão.

**P.403** A esfera A possui massa  $m_A = 0,5 \text{ kg}$  e a esfera B possui  $m_B = 3,0 \text{ kg}$ . A velocidade de A, no instante da colisão, é  $v_A = 12 \text{ m/s}$ , e a de B, no mesmo instante, é  $v_B = 1 \text{ m/s}$  em sentido contrário, como se indica na figura. A superfície de apoio é horizontal e sem atrito. O choque é frontal e perfeitamente elástico. Determine as novas velocidades de A e de B após o choque.



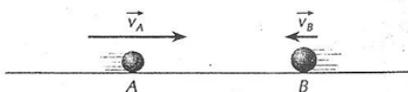
**P.404** Um vagão de 10 toneladas desloca-se a  $0,90 \text{ m/s}$  sobre trilhos horizontais, chocando-se com outro vagão carregado e de 20 toneladas, em repouso e com o freio solto. Se os dois carros engatam, determine sua velocidade após o choque e o decréscimo de energia resultante da colisão. *Perda máxima*



**P.405** Como indica a figura, um corpo A de massa  $6,0 \text{ kg}$  e velocidade  $10 \text{ m/s}$  choca-se com um corpo B de massa  $8,0 \text{ kg}$  inicialmente em repouso. Sendo  $e = 0,50$  o coeficiente de restituição do choque, determine as velocidades dos corpos A e B após a colisão.



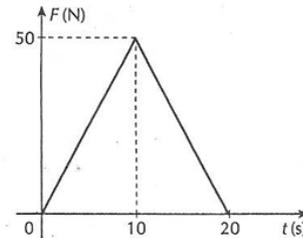
**P.406** Os corpos A e B esquematizados apresentam, nesse momento, velocidades  $8,0 \text{ m/s}$  e  $4,0 \text{ m/s}$ , respectivamente. As massas de A e B valem, respectivamente,  $5,0 \text{ kg}$  e  $8,0 \text{ kg}$ . Sendo  $e = 0,40$  o coeficiente de restituição, determine as velocidades de A e B e o sentido de seus movimentos após a colisão.



**P.407** Uma bola de  $0,50 \text{ kg}$  aproxima-se de uma parede com uma velocidade de  $10 \text{ m/s}$  e, após um choque com a parede, retorna, na mesma direção, sem alterar o módulo de sua velocidade. Determine:

- a intensidade do impulso recebido pela bola na interação com a parede;
- a intensidade da força média com que a parede atuou sobre a bola, supondo que a interação tenha durado  $0,02 \text{ s}$ ;
- o tipo de choque ocorrido entre a bola e a parede. Justifique.

**T.321** (UCSal-BA) Sobre um carrinho de supermercado de massa  $20 \text{ kg}$ , inicialmente em repouso, atua uma força resultante horizontal variável com o tempo, de acordo com o gráfico abaixo.



O módulo da velocidade máxima adquirida pelo carrinho é, em  $\text{m/s}$ :

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25

**T.325** (Uesb-BA) Um projétil de massa  $20 \text{ g}$  é disparado perpendicularmente contra uma porta de madeira, de  $8,0 \text{ cm}$  de espessura. O projétil atinge a porta com velocidade de  $250 \text{ m/s}$  e a abandona com  $150 \text{ m/s}$ . O módulo de impulso que o projétil recebeu ao atravessar a porta, em  $\text{N} \cdot \text{s}$ , foi de:

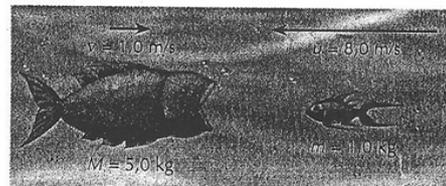
- 2,0
- 10
- 20
- 100
- 200

**T.325** (Fatec-SP) Uma bola de massa  $0,50 \text{ kg}$  foi chutada diretamente para o gol, chegando ao goleiro com velocidade de  $40 \text{ m/s}$ . Este consegue espalmá-la para a lateral e a bola deixa as mãos do goleiro com velocidade de  $30 \text{ m/s}$ , perpendicularmente à direção inicial de seu movimento.

O impulso que o goleiro imprime à bola tem módulo, em unidades do Sistema Internacional:

- 50
- 25
- 20
- 15
- 10

**T.327** (UFPI) Na figura a seguir, o peixe maior, de massa  $M = 5,0 \text{ kg}$ , nada para a direita a uma velocidade  $v = 1,0 \text{ m/s}$  e o peixe menor, de massa  $m = 1,0 \text{ kg}$ , se aproxima dele a uma velocidade  $u = 8,0 \text{ m/s}$ , para a esquerda.



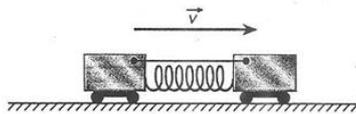
Despreze qualquer efeito de resistência da água. Após engolir o peixe menor, o peixe maior terá uma velocidade:

- de  $0,50 \text{ m/s}$ , para a esquerda.
- de  $1,0 \text{ m/s}$ , para a esquerda.
- nula.
- de  $0,50 \text{ m/s}$ , para a direita.
- de  $1,0 \text{ m/s}$ , para a direita.

**P. 416** (Vunesp) Durante um jogo de futebol, uma bola atingiu acidentalmente a cabeça de um policial, em pé e imóvel, nas proximidades do campo. A bola, com massa de 400 g e velocidade de 8 m/s, bateu e voltou na mesma direção, porém com velocidade de 7 m/s.

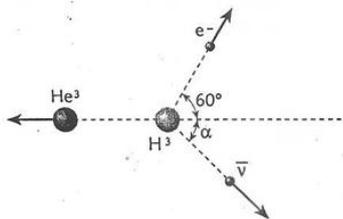
- Qual foi o impulso da força exercida pela cabeça do policial na bola?
- Pode-se afirmar que ocorreu transferência de momento linear (quantidade de movimento) da bola para o policial durante o choque? Justifique.

**P. 418** (Fuvest-SP) Dois carrinhos iguais, com 1 kg de massa cada um, estão unidos por um barbante e se deslocam com velocidade de 3 m/s. Entre os carrinhos há uma mola comprimida, cuja massa pode ser desprezada. Num determinado instante o barbante se rompe, a mola se desprende e um dos carrinhos para imediatamente.



- Qual é a quantidade de movimento inicial do conjunto?
- Qual é a velocidade do carrinho que continua em movimento?

**P. 419** (Unicamp-SP) A existência do neutrino e do antineutrino foi proposta em 1930 por Wolfgang Pauli, que aplicou as leis de conservação de quantidade de movimento e energia ao processo de desintegração  $\beta$ . O esquema abaixo ilustra esse processo para um núcleo de trítio,  $H^3$  (um isótopo do hidrogênio), que se transforma em um núcleo de hélio,  $He^3$ , mais um elétron,  $e^-$ , e um antineutrino,  $\bar{\nu}$ . O núcleo de trítio encontra-se inicialmente em repouso. Após a desintegração, o núcleo de hélio possui uma quantidade de movimento com módulo de  $12 \cdot 10^{-24}$  kg · m/s e o elétron sai em uma trajetória fazendo um ângulo de  $60^\circ$  com o eixo horizontal e uma quantidade de movimento de módulo  $6,0 \cdot 10^{-24}$  kg · m/s.

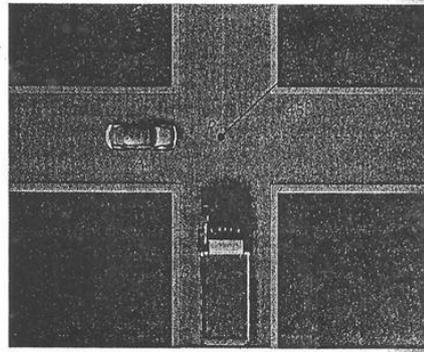


- O ângulo  $\alpha$  que a trajetória do antineutrino faz com o eixo horizontal é de  $30^\circ$ . Determine o módulo da quantidade de movimento do antineutrino.
- Qual é a velocidade do núcleo de hélio após a desintegração? A massa do núcleo de hélio é  $5,0 \cdot 10^{-27}$  kg.

**P. 421** (Unicamp-SP) No episódio II do filme *Guerra nas Estrelas*, um personagem mergulha em queda livre, caindo em uma nave que se deslocava horizontalmente a 100 m/s com os motores desligados. O personagem resgatado chegou à nave com uma velocidade de 6 m/s na vertical. Considere que a massa da nave é de 650 kg, a do personagem resgatado de 80 kg e a do piloto de 70 kg.

- Quais as componentes horizontal e vertical da velocidade da nave imediatamente após o resgate?

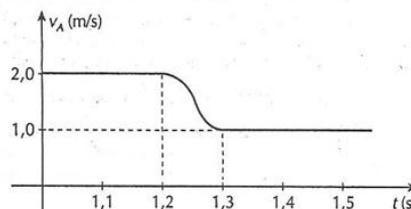
**P. 420** (IME-RJ) O carro A foi abalroado pelo caminhão B de massa igual ao triplo da massa do carro. O caminhão desloca-se com velocidade 36 km/h. Após o choque, que se deu no ponto P, os dois veículos unidos, deslocaram-se em linha reta até o ponto Q. O motorista do carro declarou que sua velocidade no instante do choque era inferior à máxima permitida, que é de 80 km/h. Diga, justificando, se essa declaração é falsa ou verdadeira.



**P. 422** (Vunesp) Uma criança empurra um carrinho de supermercado de 10 kg, contendo 15 kg de mercadorias, com uma velocidade constante de 0,1 m/s, num piso plano e horizontal. Ela abandona o carrinho por alguns instantes, mas, como o atrito é desprezível, ele se mantém em movimento com a mesma velocidade constante. Sua mãe, preocupada, retira do carrinho um pacote de açúcar de 5 kg, verticalmente, em relação ao carrinho, sem exercer qualquer ação sobre o carrinho.

- Qual é a quantidade de movimento do carrinho com as mercadorias, quando abandonado pela criança?
- Quando a mãe retira o pacote de açúcar, a velocidade do carrinho varia? Justifique.

**P. 423** (Ufes) Um patinador A de massa  $m_A = 40$  kg persegue um patinador B de massa  $m_B = 30$  kg. Ambos se deslocam inicialmente em movimento retilíneo uniforme com velocidades  $v_A = 2,0$  m/s e  $v_B = 1,0$  m/s no mesmo sentido. A variação da velocidade do patinador A, devido ao choque com B, é medida experimentalmente em função do tempo, cujo resultado é mostrado no gráfico abaixo.



Considerando desprezíveis as forças de atrito, determine:

- a velocidade do patinador B após o choque com o patinador A;
- a intensidade da força média de contato entre A e B, durante o choque.

**T. 320** (UFRN) Na cobrança de uma penalidade máxima em um jogo de futebol, a bola, que está inicialmente parada na marca do pênalti, sai com velocidade de 20 m/s, imediatamente após ser chutada pelo jogador. A massa da bola é 0,45 kg, e o tempo de contato entre o pé do jogador e a bola é 0,25 s. A força média que o pé do jogador aplica sobre a bola, nessa cobrança, é:

- a) 23 N    b) 2,3 N    c) 3,6 N    d) 36 N

## ANEXO L – Atividade: Choques Mecânicos.

### Colisões ou Choques Mecânicos

Fique atento às simulações e responda as questões.

1) O que acontece com as velocidades dos corpos numa colisão frontal elástica entre corpos de **mesma massa**? Se achar necessário, use o simulador para conferir o que acontece.

.....  
 .....

2) O que acontece com as velocidades de dois corpos numa colisão frontal perfeitamente inelástica entre corpos de mesma massa? Os valores finais se apresentam de uma maneira muito particular. Como?

.....  
 .....

3) O que acontece com corpos de mesma massa quando sofrem uma colisão inelástica frontal unidimensional com velocidades de mesmo módulo e sentidos contrários?

.....  
 .....

4) Quando a colisão é elástica com um corpo de menor massa colidindo atrás de outro de maior massa que está em repouso, o que acontece com o sentido da velocidade?

.....  
 .....

5) Numa colisão perfeitamente inelástica frontal, qual o sentido do movimento que prevalece? Qual a grandeza física que determina isto?

.....  
 .....

6) Use o simulador para determinar a velocidade final ( $v'$ ) dos carrinhos vermelho e azul, numa colisão inelástica e numa elástica, de acordo com os valores apresentados na página de instruções.

Elástica	Inelástica
$v'_{\text{VERM}} = \dots\dots\dots$ $v'_{\text{AZUL}} = \dots\dots\dots$ $= \dots\dots\dots$	$v'_{\text{VERM}} = \dots\dots\dots$ $v'_{\text{AZUL}} = \dots\dots\dots$ $= \dots\dots\dots$

### **INSTRUÇÕES**

Para responder as questões da página seguinte, siga a tabela.

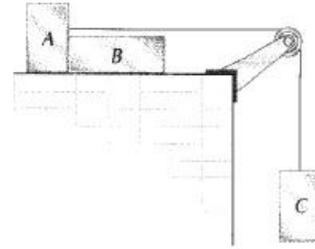
Inicial do 1º nome	Massa do vermelho( $m_v$ )	Massa do azul( $m_a$ )	Velocidade do vermelho( $m_v$ )	Velocidade do azul( $m_a$ )
A – D	0,1 kg	0,8 kg	0,5 m/s	-0,1 m/s
E – H	0,2 kg	0,6 kg	0,4 m/s	-0,5 m/s
I-L	0,9 kg	0,6 kg	0,5 m/s	0,3 m/s
M-Q	0,6 kg	0,4 kg	0,2 m/s	-0,4 m/s
R-T	0,8 kg	0,4 kg	0,2 m/s	-0,5 m/s
U-Z	1,0 kg	0,4 kg	0,3 m/s	-0,5 m/s

Acesse um destes endereços para usar o simulador:  
[http://www.walter-fendt.de/ph14br/collision\\_br.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14br/collision_br.htm)

## ANEXO M – Atividade: Leis de Newton.

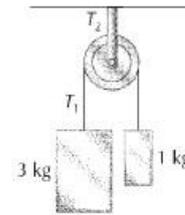
**P.247** Os corpos  $A$  e  $B$  têm massas  $m_A = 1 \text{ kg}$  e  $m_B = 3 \text{ kg}$ . O corpo  $C$ , pendurado pelo fio, tem massa  $m_C = 1 \text{ kg}$ . O fio é inextensível e tem massa desprezível. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e suponha que  $A$  e  $B$  deslizem sem atrito sobre o plano horizontal. Calcule:

- a aceleração do corpo  $C$ ;
- a intensidade da força que o corpo  $B$  exerce em  $A$ .

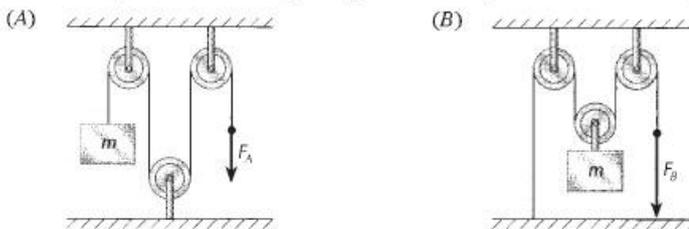


**P.248** No arranjo experimental da figura os fios e a polia têm massas desprezíveis. O fio é inextensível e passa sem atrito pela polia. Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a aceleração dos corpos;
- as trações  $T_1$  e  $T_2$ .



**P.249** (Fuvest-SP) As figuras mostram dois arranjos ( $A$  e  $B$ ) de polias, construídos para erguer um corpo de massa  $m = 8 \text{ kg}$ . Despreze as massas das polias e da corda, bem como os atritos. Calcule as forças  $F_A$  e  $F_B$ , em newtons, necessárias para manter o corpo suspenso e em repouso nos dois casos (use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).



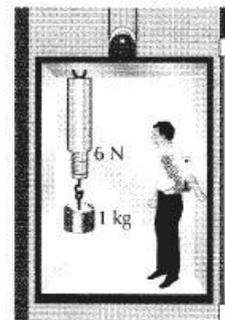
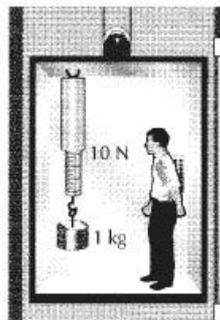
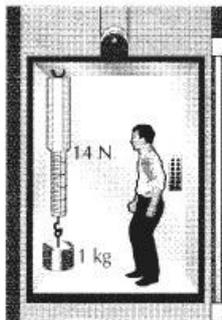
**P.250** Num elevador de massa  $m = 1.000 \text{ kg}$  atua unicamente a força de sustentação do cabo e o peso. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e determine a intensidade da força de sustentação do cabo quando o elevador:

- sobe em movimento uniforme;
- sobe uniformemente acelerado com  $a = 2 \text{ m/s}^2$ ;
- sobe uniformemente retardado com  $a = 2 \text{ m/s}^2$ .

**P.251** (Olimpiada Paulista de Física) Um homem de  $70 \text{ kg}$  está em cima de uma balança dentro de um elevador. Determine qual é a indicação da balança, nas seguintes situações:

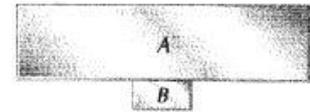
- O elevador subindo acelerado com aceleração de  $3 \text{ m/s}^2$ .
  - O elevador subindo com velocidade constante de  $2 \text{ m/s}$ .
  - O elevador descendo acelerado com aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ .
  - O elevador caindo em queda livre.
- Considere a balança graduada em newtons e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**P.252** Nas figuras abaixo estão indicadas as leituras de um dinamômetro preso ao teto de um elevador que sobe, estando um corpo de massa  $1,0 \text{ kg}$  pendurado na extremidade do aparelho. Com base nesses dados, responda: como é o movimento de subida do elevador, nas três situações esquematizadas — acelerado, retardado ou uniforme? Justifique. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



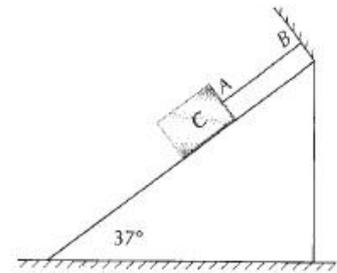
**P.253** Deixam-se cair simultaneamente, no vácuo, dois corpos *A* e *B* de massas  $m_A = 100 \text{ kg}$  e  $m_B = 1 \text{ kg}$ .

- Qual é a aceleração de cada um deles?
- Qual dos blocos exerce força sobre o outro?



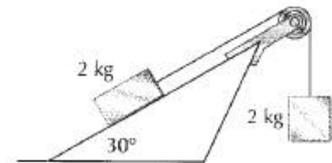
**P.254** (Efoa-MG) No esquema representado na figura ao lado, o bloco *C* tem massa  $0,5 \text{ kg}$  e está em repouso sobre o plano inclinado de  $37^\circ$  com a horizontal, preso pelo fio *AB*. Não há atrito entre o bloco e o plano.

- Qual é a tração exercida pelo fio?
- Cortando-se o fio, qual é a aceleração adquirida pelo bloco? (Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$ ;  $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$ )



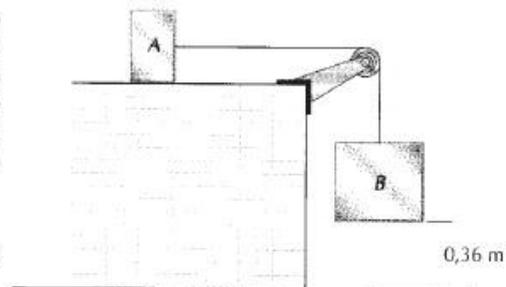
**P.255** (UFPR) Um corpo de massa igual a  $5 \text{ kg}$  parte, do repouso, da base de um plano inclinado — este com ângulo igual a  $30^\circ$  e comprimento  $5 \text{ m}$  — e atinge sua extremidade superior em  $10 \text{ s}$ . Qual é a intensidade da força externa paralela ao plano inclinado que foi aplicada ao corpo? (Use  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .) Despreze os atritos.

**P.256** Determine a aceleração dos corpos na situação esquematizada ao lado. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . O fio e a polia têm massa desprezível. Não há atrito (dado:  $\sin 30^\circ = 0,5$ ).



**P.257** (Unirio-RJ) Um corpo *A*, de  $10 \text{ kg}$ , é colocado num plano horizontal sem atrito. Uma corda ideal de peso desprezível liga o corpo *A* a um corpo *B*, de  $40 \text{ kg}$ , passando por uma polia de massa desprezível e também sem atrito. O corpo *B*, inicialmente em repouso, está a uma altura de  $0,36 \text{ m}$ , como mostra a figura. Sendo a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- o módulo da tração na corda;
- o intervalo de tempo necessário para que o corpo *B* chegue ao solo.

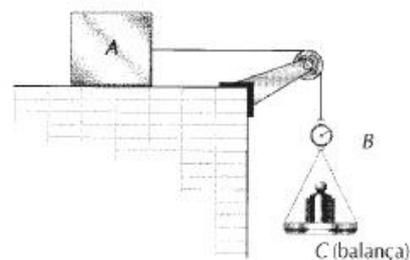


**P.258** (UFRJ) Um operário usa uma empilhadeira de massa total igual a uma tonelada para levantar verticalmente uma caixa de massa igual a meia tonelada, com uma aceleração inicial de  $0,5 \text{ m/s}^2$ , que se mantém constante durante um curto intervalo de tempo. Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e calcule, nesse intervalo de tempo:

- a intensidade da força que a empilhadeira exerce sobre a caixa;
- a intensidade da força que o chão exerce sobre a empilhadeira (despreze a massa das partes móveis da empilhadeira).



**P.259** No arranjo experimental da figura os fios e a polia têm massas desprezíveis. Despreze atritos e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Os corpos têm massas  $m_A = 5 \text{ kg}$ ,  $m_B = 4 \text{ kg}$  e  $m_C = 1 \text{ kg}$ . O corpo *C* é uma balança graduada em newtons. Determine a indicação da balança.



FONTE: RAMALHO JÚNIO, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física volume 1**. 10ª Ed., São Paulo: Moderna, 2009.