

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

**A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na
aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de
ciências exatas e engenharia.**

Zaqueu Oliveira dos Santos

Itajubá

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

Zaqueu Oliveira dos Santos

**A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na
aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de
ciências exatas e engenharia.**

**Dissertação submetida ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Ciências como parte
dos requisitos para a obtenção do Título de
Mestre em Ensino de Ciências.**

**Área de Concentração: Ensino e aprendizagem
no Ensino de Ciências**

Orientador: Prof. Dr. Agenor Pina da Silva

**Coorientador: Prof. Dr. Newton de Figueiredo
Filho**

Itajubá

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Zaqueu Oliveira dos Santos

A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de ciências exatas e engenharia.

Dissertação aprovada por banca examinadora em 25 de março de 2015, conferindo ao autor o título de **Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências.**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Agenor Pina da Silva (Orientador)

Prof. Dr. Newton de Figueiredo Filho
(Coorientador)

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Júnior

Prof. Dr. Álvaro José Magalhães Neves

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas bênçãos recebidas.

Aos professores e amigos Agenor Pina da Silva e Newton de Figueiredo Filho, o meu muito obrigado pela dedicação, atenção, paciência e ensinamentos durante todo o período de realização deste trabalho. Espero que esta parceria continue por muitos anos.

Agradeço a minha esposa Elaine Élide de Souza Santos pela compreensão e apoio nos momentos de ausência em casa. Nos períodos em que as dificuldades levavam ao desânimo você foi a força que me fez continuar no caminho certo.

Agradeço aos meus pais Anardino dos Santos e Bernardina Maria dos Santos, que me apoiaram desde o início da minha vida escolar e enfrentaram diversos desafios com objetivo garantir aquilo que não puderam fazer enquanto jovens: estudar.

Agradeço aos colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências com os quais foi possível compartilhar angústias e realizações durante este período de convivência.

Ao professor Mikael Frank Rezende Junior que participou da banca de qualificação e contribuiu muito com sugestões enriquecedoras.

À coordenação e demais professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), muito obrigado pelos ensinamentos e desafios propostos durante estes anos de estudos.

À coordenadora atual do Núcleo de Educação a Distância (NEaD), professora Claudia Eliane da Matta, e aos ex-coordenadores, professores Dr. Ricardo Risso Chaves e José Gilberto da Silva pelo apoio e compreensão durante estes anos de estudos.

Aos gestores da Diretoria de Pessoal (DPE) da UNIFEI pelo apoio à finalização deste trabalho.

Ao professor Thiago Costa Caetano pela colaboração em participar da pesquisa e aos alunos da Universidade Federal de Itajubá que contribuíram muito para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos companheiros do NEaD pelo apoio e compreensão durante todos estes anos de estudos e em especial ao amigo Antônio Sérgio da Silva pelo incentivo e companheirismo.

E por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais esta importante etapa em minha vida.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a eficácia da metodologia da Instrução pelos Colegas (IpC) ou *Peer Instruction* em relação à metodologia tradicional. A metodologia IpC tem como objetivo promover a interação entre os alunos em sala de aula por meio da discussão entre os pares sobre as questões conceituais propostas. Nesta metodologia, inicialmente é proposto aos alunos um estudo prévio do conteúdo, posteriormente o tema é abordado em sala de aula por meio de pequenas apresentações orais e aplicadas questões conceituais a fim de possibilitar a discussão e interação entre os alunos. A disciplina escolhida para a aplicação desta metodologia foi uma disciplina introdutória de Física, que aborda tópicos da mecânica newtoniana. A pesquisa foi realizada em dois momentos: pesquisa piloto e pesquisa principal. A pesquisa piloto ocorreu durante o segundo semestre de 2013 e teve como objetivo verificar os ajustes necessários para a pesquisa principal. Foram selecionadas duas turmas, denominadas turmas T1 (metodologia IpC) e T2 (metodologia tradicional). Para comparar as duas metodologias foi utilizado um instrumento de coleta de dados denominado Inventário do Conceito de Força (ICF) composto por 30 questões de múltipla escolha sobre o conceito newtoniano de força. O ICF foi aplicado como pré-teste (início do semestre) e pós-teste (final do semestre) em ambas as turmas e posteriormente foi calculado o ganho normalizado de Hake (g) para cada uma. O ganho normalizado é dado pela razão entre o ganho obtido (diferença entre o percentual médio de aproveitamento no pós-teste e no pré-teste) e o ganho máximo possível (diferença entre 100% e o percentual médio do pré-teste). Os valores obtidos foram $g=0,20$ para a turma T1 e $g=0,06$ para a turma T2, sendo que os valores obtidos por Hake foram $g=0,48$ para metodologias de engajamento interativo, de que a metodologia IpC faz parte, e $g=0,23$ para a metodologia tradicional. A pesquisa principal foi realizada no primeiro semestre de 2014, com a seleção de duas novas turmas denominadas turma T3 (metodologia IpC) e turma T4 (metodologia tradicional) e a repetição dos procedimentos de coleta de dados. Os valores de g obtidos foram 0,17 para a turma T3 e 0,19 para a turma T4. Uma análise considerando o desvio padrão da distribuição das notas no pré-teste, indicou que o ganho da turma T3 foi de um desvio padrão enquanto que na turma T4 o ganho foi da metade do desvio padrão. Além disso, os resultados da aplicação de 32 questões conceituais durante o semestre indicaram que 54% dos alunos da turma T3 acertaram a resposta após a discussão entre pares. A análise do questionário de avaliação da disciplina aplicado na turma T3 no final do semestre letivo mostrou que 70% dos alunos que responderam ao questionário manifestaram-se favoráveis à utilização da metodologia IpC considerando as respostas apresentadas sobre o uso das questões conceituais, de exercícios em grupo e do estudo prévio no ambiente TelEduc.

Palavras-chave: Instrução pelos Colegas, Peer Instruction, Mecânica Newtoniana, Ensino de Física.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the effectiveness of Peer Instruction (PI) compared to traditional teaching methodologies. PI aims to promote interaction among students in the classroom promoting discussion among peers about conceptual questions posed by the instructor. In this methodology, students are exposed to each new content before class and this content is then addressed in the classroom by means of small oral presentations followed by the discussion of a few conceptual questions. The course chosen to apply this methodology was an introductory course in physics that covers topics of Newtonian mechanics. The research was conducted in two phases: a previous research and the main research itself. The previous research took place during the second semester of 2013 and aimed to check and improve the tools to be used during the main research. Two classes were selected, called classes T1 (PI approach) and T2 (traditional methodology). To compare the two methods we have used a standard test called Force Concept Inventory (FCI), which consists of 30 multiple choice questions on the Newtonian concept of force. The FCI was applied as a pre-test (in the beginning of the semester) and a post-test (at the end of the semester) in both classes. The normalized Hake gain (g) was then calculated for each group. The normalized gain is given by the ratio of the absolute gain (the difference between the average grade in the post-test and the pre-test) and the maximum possible gain (the difference between 100% and the average grade of the pre-test). The values obtained were $g = 0.20$ for class T1 and $g = 0.06$ for T2, while the values reported by Hake were $g = 0.48$ for interactive engagement methodologies, among which PI is included, and $g = 0.23$ for the traditional approach. The main research was then performed in the first semester of 2014, with the selection of two new classes called T3 (PI methodology) and T4 (traditional method) and the repetition of the data collection procedure. The normalized gain was $g = 0.17$ for T3 and $g = 0.19$ for T4. An analysis considering the standard deviation of the distribution of the grades showed that the gain of class T3 was approximately one standard deviation of the pre-test distribution, while for class T4 the gain was about half of the pre-test standard deviation. In addition, an analysis of the results of 32 conceptual discussed during the semester indicated that 54% of the students in class T3 chose the correct answer after the discussion among peers. The analysis of an evaluation questionnaire applied in class T3 at the end of the semester showed that 70% of students who completed the questionnaire were in favor of the use of the PI methodology, considering the answers given on the use of conceptual questions, group exercises in class and the previous study in the virtual learning environment TelEduc.

Keywords: Education by colleagues, Peer Instruction, Newtonian Mechanics, Physics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Esquema ilustrativo da metodologia IpC.....	31
Figura 1.2 - Ganho versus Nota do pré-teste referente aos dados de 62 disciplinas de acordo com Hake (1998).	38
Figura 3.1 - Perfil dos alunos da turma T1 que participaram do pré-teste	54
Figura 3.2 - Perfil dos alunos da turma T2 que participaram do pré-teste	54
Figura 3.3 - Composição da turma T1 quanto ao número de repetentes considerando alunos que participaram do pré-teste e do pós-teste	55
Figura 3.4 - Composição da turma T2 quanto ao número de repetentes considerando alunos que participaram do pré-teste e do pós-teste	55
Figura 3.5 - Composição da turma T2 considerando apenas alunos não repetentes que participaram dos dois testes.....	56
Figura 3.6 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T1 no pré-teste e no pós-teste.....	57
Figura 3.7 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T2 no pré-teste e no pós-teste.....	57
Figura 3.8 - Comparativo entre os Ganhos Normalizados (g) de T1 e T2.....	58
Figura 3.9 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T3 no pré-teste e no pós-teste.....	61
Figura 3.10 - Aproveitamento percentual (questões 1 a 15) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do ICF na turma T3.	62
Figura 3.11 - Aproveitamento percentual (questões 16 a 30) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do ICF na turma T3.	62
Figura 3.12 - Ganho Normalizado g por questões do ICF - turma T3.	63
Figura 3.13 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T4 no pré-teste e no pós-teste.....	64

Figura 3.14 - Aproveitamento percentual (questões 1 a 15) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste na turma T4.	65
Figura 3.15 - Aproveitamento percentual (questões 16 a 30) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste na turma T4.....	66
Figura 3.16 - Ganho Normalizado g por questão do ICF - turma T4.....	66
Figura 3.17 - Frequência das notas do pré-teste da turma T3. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.	68
Figura 3.18 - Frequência das notas do pós-teste da turma T3. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.	68
Figura 3.19 - Frequência das notas do pré-teste da turma T4. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.	69
Figura 3.20 - Frequência das notas do pós-teste da turma T4. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.	69
Figura 3.21 - Comparação entre os valores encontrados para os Ganhos Normalizados considerando os trabalhos de Hake (1998) e Barros <i>et al.</i> (2004).....	70
Figura 3.22 - Percentual de ocorrências das situações na aplicação das questões conceituais Q5 a Q36.....	71
Figura 3.23 - Comparação entre o percentual de acertos na votação 1 e na votação 2 das questões conceituais QC5 a QC36.	72
Figura 3.24 - Questões 1 e 2.....	75
Figura 3.25 - – Respostas dos alunos à questão 1, referente à frequência às aulas.	75
Figura 3.26 - Respostas dos alunos à questão 2, referente à frequência no AVA TelEduc	75
Figura 3.27 - Questões 3 e 4.....	76
Figura 3.28 - Respostas dos alunos à questão 3, referente ao uso das questões conceituais em uma próxima oferta da disciplina	76
Figura 3.29 - Questões 5 e 6.....	78

Figura 3.30 - Respostas dos alunos à questão 5, referente à utilização de resolução de exercícios em grupo em uma próxima oferta da disciplina.....	78
Figura 3.31 - Questões 7 e 8.....	80
Figura 3.32 - Respostas dos alunos à questão 7, referente ao uso de atividades de estudo prévio no AVA TelEduc em uma próxima oferta da disciplina.....	80
Figura 3.33 - Questão 9.....	82
Figura 3.34 - Respostas dos alunos a letra a) da questão 9 referente à afirmativa que o aluno não aprendeu nenhum conteúdo novo na disciplina.....	82
Figura 3.35 - Respostas dos alunos a letra b) da questão 9 referente à afirmativa que as atividades realizadas no AVA TelEduc antes das aulas ajudaram o aluno a compreender melhor a aula seguinte.....	83
Figura 3.36 - Respostas dos alunos para a letra c) da questão 9 referente à afirmativa de que as questões de múltipla escolha respondidas em sala e discutidas com os colegas foram essenciais para a compreensão do conteúdo.....	83
Figura 3.37 - Respostas dos alunos para a letra d) da questão 9 referente à afirmativa que as listas de exercícios resolvidas em grupos em sala de aula foram essências para a compreensão do conteúdo.....	84
Figura 3.38 - Impressão geral dos alunos sobre o uso da metodologia IpC.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Dimensões conceituais das concepções newtonianas abordadas no ICF	34
Tabela 1.2 - Concepções não newtonianas investigadas no ICF.....	35
Tabela 2.1 - Relação das aulas e atividades realizadas na disciplina	50
Tabela 3.1 - Resumo dos resultados das turmas T1 e T2.	58
Tabela 3.2 - Dados da turma T3 e da aplicação do ICF.	59
Tabela 3.3 - Dados da turma T4 e da aplicação do ICF	59
Tabela 3.4 - Aproveitamento dos alunos da turma T3 no pré-teste e no Pós-teste do ICF.	60
Tabela 3.5 - Aproveitamento dos alunos da turma T4 no pré-teste e no Pós-teste.	64
Tabela 3.6 - Resumo dos resultados das turmas T3 e T4.	67
Tabela 3.7 - Situações possíveis na resolução de questões conceituais	71
Tabela 3.8 - Pontuação atribuída às respostas da questão 9	84
Tabela 3.9 - Critérios de classificação para o valor total da pontuação	85

LISTA DE ABREVIATURAS, NOMENCLATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
EsM	Ensino sob Medida
ICF	Inventário do Conceito de Força
IpC	Instrução pelos Colegas
JiTt	Just in Time Teaching
G	Ganho normalizado
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MBT	<i>Mechanics Baseline Test</i>
MD	<i>Mechanics Diagnostic Test</i>
N _{pré}	Percentual médio de aproveitamento no pré-teste.
N _{pós}	Percentual médio de aproveitamento no pós-teste.
P1	Professor da turma T1.
P2	Professor da turma T2.
P3	Professor da turma T3.
P4	Professor da turma T4.
T1	Turma em que foi utilizada a metodologia IpC na pesquisa principal.
T2	Turma em que foi utilizada a metodologia tradicional na pesquisa principal.
T3	Turma em que foi utilizada a metodologia IpC na pesquisa principal.
T4	Turma em que foi utilizada a metodologia tradicional na pesquisa principal.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
CAPÍTULO 1 REFERENCIAL TEÓRICO	27
1.1. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação	27
1.2. A disciplina introdutória de Física e a mecânica newtoniana.....	28
1.3. Metodologias Ativas de Aprendizagem.....	29
1.4. Instrução pelos Colegas (IpC) ou <i>Peer Instruction</i> ou Instrução por Pares.....	29
1.5. A Teoria de Vygotsky e a metodologia IpC.	32
1.6. Inventário do Conceito de Força (ICF).....	33
CAPÍTULO 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
2.1. Caracterização da pesquisa	41
2.2. Coleta de Dados	44
2.2.1. Questionários utilizados	46
2.3. A Pesquisa.....	47
2.3.1. Pesquisa Piloto	47
2.3.2. Pesquisa Principal	48
CAPÍTULO 3 ANÁLISE E RESULTADOS	53
3.1. Dados Coletados na Pesquisa Piloto	53
3.2. Dados Coletados na Pesquisa Principal	58
3.2.1. Turma T3.....	59
3.2.2. Turma T4.....	63
3.3. Dados coletados durante a aplicação de questões conceituais nas aulas	70
3.4. Dados Coletados pelo questionário de avaliação da disciplina	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Esclarecido	91
APÊNDICE B - Questões conceituais aplicadas na turma T3.....	93
APÊNDICE C – Produto Educacional	129
REFERÊNCIAS	181

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo investigar a utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas (IpC) nos cursos de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Federal de Itajubá em comparação com a metodologia tradicional.

A metodologia IpC foi desenvolvida por Eric Mazur na Universidade Harvard nos Estados Unidos e tem como objetivo promover a interação entre os alunos em sala de aula por meio da discussão entre os pares sobre as questões conceituais propostas e a partir de tal interação possibilitar a aprendizagem dos envolvidos. O nome original da metodologia é *Peer Instruction* (MAZUR, 1997 e CROUCH e MAZUR, 2001) e a sua tradução literal para o português é Instrução por Pares. Já Araújo e Mazur (2013) a traduziram como Instrução pelos Colegas.

De acordo com Michaelis (2014), a palavra “instrução” possui diversos significados tais como: ação de instruir; ensino, lição, preceito instrutivo; educação intelectual, conhecimentos adquiridos; saber; adestramento; treinamento; exercitar uma ação. Já Barbosa-Lima *et al.* (2006), que conduziram um estudo etimológico sobre as palavras ensinar, formar, educar e instruir, afirmam que o sentido da palavra instruir, que originalmente era semear e indicava um processo pedagógico, passou a assumir o significado de “treinamento de atividades mecânicas e repetitivas”, inclusive atingindo seu ápice, em termos pejorativos, nos anos 1930, com a atribuição do sinônimo adestrar. Os mesmos autores relatam que nos anos 1970 as palavras ensino, instrução, formação e educação passaram a ser utilizadas como sinônimos e nos anos 1980, a palavra instruir passa a ser substituída por construir o conhecimento, onde construir significa semear coletivamente. Deste modo, utilizou-se a palavra instrução para referenciar a metodologia IpC, considerando que de fato, a metodologia busca semear coletivamente o conhecimento, por meio da promoção de interação entre os alunos

A IpC consiste na proposição de um estudo prévio do conteúdo pelos alunos, na abordagem do tema em sala de aula por meio de pequenas apresentações orais e na utilização de questões conceituais que possibilitem a discussão e interação entre os alunos (ARAÚJO e MAZUR, 2013) e é um dos tipos de metodologia ativa de aprendizagem. As metodologias ativas buscam envolver o aluno no processo de aprendizagem favorecendo o desenvolvimento da sua autonomia.

Para a aplicação da metodologia IpC foi escolhida uma disciplina introdutória de física que aborda tópicos da mecânica newtoniana. Tal escolha justifica-se primeiramente pelo fato dos alunos da etapa inicial da graduação nas áreas de ciências exatas e engenharia apresentarem grandes dificuldades de aprendizagem sobre tais conceitos (PEDUZZI *et al.*, 1992). Em segundo lugar, o Inventário do Conceito de Força (ICF), principal instrumento de coleta de dados do trabalho, é um questionário desenvolvido por Hestenes *et al.* (1992) a partir de pesquisas com milhares de alunos de nível médio e superior com a finalidade de verificar a existência ou não de concepções newtonianas de força.

De forma específica, o trabalho tem como objetivos:

a) verificar a eficiência da utilização da metodologia IpC em relação à metodologia tradicional;

b) desenvolver uma proposta de intervenção pedagógica utilizando a metodologia IpC;

A expressão “metodologia tradicional” é usada neste trabalho para se referir às abordagens que têm como principal característica o uso prioritário de aulas expositivas, que reforçam o papel do professor como o único detentor do conhecimento, enquanto os alunos são apenas receptores.

Além desta introdução, este trabalho é constituído por quatro capítulos e três apêndices. O primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o referencial teórico que dá apoio a pesquisa. Os principais assuntos abordados são as metodologias ativas de aprendizagem, a metodologia IpC, os aspectos da teoria de Vygostky associados à pesquisa e o ICF.

O segundo capítulo é dedicado à caracterização da pesquisa, sendo discutidos os aspectos metodológicos, a forma de coleta de dados e como a pesquisa foi dividida entre pesquisa piloto e pesquisa principal.

No terceiro capítulo os dados coletados nas duas etapas da pesquisa são apresentados e analisados. Em relação aos dados da pesquisa piloto, é apresentada uma descrição da composição das turmas, os resultados do aproveitamento de cada turma e seus respectivos ganhos normalizados para fins de comparação entre as metodologias utilizadas em cada uma. Na pesquisa principal são apresentados o aproveitamento por aluno e por questão do ICF, assim como os ganhos normalizados de cada turma. Por fim, são apresentados os dados coletados na aplicação de questões conceituais na turma em que foi utilizada a IpC e apresentados os dados do questionário de avaliação de disciplina aplicado nessa mesma turma.

No último capítulo são feitas as considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida. No Apêndice A é apresentado o Termo de Consentimento Esclarecido utilizado na pesquisa e no Apêndice B são apresentadas as 36 questões conceituais aplicadas na turma em que foi utilizada a IpC na etapa da pesquisa principal.

Finalmente, como todo Mestrado Profissional exige a produção de um produto final optamos pelo desenvolvimento de uma proposta de intervenção pedagógica baseada nos princípios da metodologia IpC sobre os conceitos de trabalho e energia. Tal proposta consiste na elaboração de um banco de questões conceituais e de orientações instrucionais de como o professor poderá utilizá-las em suas aulas e está disponibilizado no Apêndice C.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo busca abordar os principais referenciais teóricos relacionados à pesquisa. Inicialmente são destacados alguns aspectos presentes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação relacionados à pesquisa. Em seguida justificamos a escolha da disciplina introdutória de Física e especificamente dos conceitos newtonianos de força para a aplicação da metodologia ativa pesquisada. Posteriormente abordamos as metodologias ativas de aprendizagem com ênfase na metodologia Instrução pelos Colegas (IpC) e destacamos os aspectos da teoria de Vygotsky associados à metodologia IpC. Por fim, discutimos em detalhes o Inventário do Conceito de Força (ICF), que foi o instrumento de coleta de dados para fazer a comparação entre as metodologias IpC e tradicional.

1.1. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação

A história recente da Educação no Brasil foi marcada por dois momentos importantes: a promulgação da Constituição Federal de 1988 e a aprovação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) em 1996. A Constituição Federal, em seu artigo 22, estabelece que compete privativamente à União legislar sobre as “diretrizes e bases da educação nacional” (BRASIL, 2013, p. 10). Para atender a esta determinação constitucional, em 20 de dezembro de 1996 foi promulgada a lei 9.396, conhecida como a nova LDB, que estabeleceu as diretrizes curriculares adequadas à realidade do país após a Constituição Federal de 1988.

Nesta lei estão elencados os princípios e as finalidades da educação. De acordo com o Art. 1º, “a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” (BRASIL, 2014, p. 9). No artigo seguinte, está definido que a finalidade da educação é “(...) o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (BRASIL, 2014, p. 9).

Os princípios do ensino estão explícitos no Art. 3º, dentre os quais se destacam:

- [...] II – liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III – pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
- IV – respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- [...]
- IX – garantia de padrão de qualidade;
- X – valorização da experiência extraescolar;

XI – vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais. (...) (BRASIL, 2014, p. 9 e 10).

No Art. 21, a educação escolar é dividida em educação básica e educação superior (BRASIL, 2014, p. 17). Em se tratando especificamente sobre educação superior, o Art. 43 estabelece as suas principais finalidades:

Art. 43. A educação superior tem por finalidade:

I – estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;

II – formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;

III – incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;

IV – promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;

V – suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;

VI – estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;

VII – promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição. (BRASIL, 2014, p. 28).

Como esta pesquisa refere-se à utilização da metodologia ativa de aprendizagem IpC no ensino superior, foram destacados alguns princípios presentes na LDB, associados à finalidade da educação que podem ser concretizados com a utilização de tal metodologia.

1.2. A disciplina introdutória de Física e a mecânica newtoniana

Este trabalho apresenta a utilização de uma metodologia ativa de aprendizagem, o IpC, em turmas de alunos ingressantes em cursos de graduação. A disciplina escolhida para a aplicação desta metodologia foi uma disciplina introdutória de Física, que aborda tópicos da mecânica newtoniana, dentre eles os relacionados aos conceitos de força. Tal escolha justifica-se primeiramente pelo fato de os alunos da etapa inicial da graduação apresentarem grandes dificuldades de aprendizagem sobre tais conceitos (PEDUZZI *et al.*, 1992). Para Barbeta e Yamamoto (2002), tais dificuldades são atribuídas à deficiência na manipulação das ferramentas matemáticas e ao domínio dos conceitos básicos de mecânica.

Uma segunda justificativa para a escolha dos conceitos básicos de mecânica newtoniana e em especial os de força refere-se ao uso do Inventário do Conceito de Força

(ICF) para a coleta de dados. O ICF foi um questionário desenvolvido por Hestenes *et al.* (1992), a partir de pesquisas com milhares de alunos de nível médio e superior, para avaliar a compreensão dos estudantes sobre o conceito newtoniano de força.

1.3. Metodologias Ativas de Aprendizagem

As metodologias ativas de aprendizagem são metodologias que procuram estimular o aluno a desempenhar um papel ativo no processo de aprendizagem por meio da promoção do seu envolvimento nas discussões em sala de aula. Segundo Berbel (2011), elas possibilitam o desenvolvimento da curiosidade do aluno, permitem a participação do mesmo nas aulas e favorecem o desenvolvimento do sentimento de engajamento com o grupo.

Para Mitre (2008), nas metodologias ativas o professor deve atuar como o facilitador do processo de ensino-aprendizagem, permitindo, incentivando e valorizando a participação ativa do aluno. Já o aluno deve assumir um papel ativo na aprendizagem e abandonar a postura de um simples receptor de conteúdo. Segundo estes autores, as metodologias ativas possibilitam o desenvolvimento da criatividade, da curiosidade, do pensamento crítico, da prática do trabalho em equipe, da cooperação, da capacidade de argumentação e da autonomia do aluno. Para Gomes *et al.* (2010), nas metodologias ativas as questões devem ser colocadas em lugar das respostas e a reflexão deve ser uma prática cotidiana do processo de aprendizagem.

Pinto *et al.* (2012), relacionam alguns tipos de metodologias ativas: a Aprendizagem Cooperativa, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (ou *Problem Based Learning - PBL*), os métodos de caso, simulações de situações reais e a IpC. Destes tipos de metodologias ativas, a escolhida como objeto de estudo neste trabalho foi a metodologia IpC.

1.4. Instrução pelos Colegas (IpC) ou *Peer Instruction* ou Instrução por Pares

Como dito anteriormente, a metodologia IpC foi desenvolvida por Eric Mazur na Universidade Harvard, nos Estados Unidos, com o objetivo de “promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo” (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 364).

De acordo com estes autores, a metodologia IpC consiste primeiramente no estudo prévio do material disponibilizado pelo professor aos alunos e, posteriormente, a abordagem do tema a partir da apresentação de questões conceituais de múltipla escolha em sala de aula.

Mazur (1997) utilizou o termo *ConcepTest* para referir-se às questões ou testes conceituais utilizados na metodologia IpC.

Neste método, o professor faz pequenas apresentações orais de aproximadamente quinze minutos sobre os conceitos abordados na leitura prévia. Ao final de cada exposição, é apresentada uma questão conceitual de múltipla escolha aos alunos, que têm cerca de dois minutos para escolher uma resposta e elaborar uma justificativa para a escolha. Posteriormente, é aberta uma votação para mapeamento das respostas dos alunos à referida questão. As respostas à questão podem ser apresentadas por meio de qualquer instrumento disponível, como por exemplo, *flashcards* (cartões de resposta), *clickers* (espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor), fichas individuais, dispositivos que utilizem acesso à internet como *notebooks*, *smartphones* e *tablets*, serviços de mensagens por telefone celular denominados SMS (*Short Menssage Service* ou Serviço de Mensagens Curtas).

Lasry (2007) realizou um estudo comparativo entre o uso dos *clickers* e dos *flashcards* e constatou que a aprendizagem conceitual por meio da metodologia IpC independe do tipo de meio de coleta de respostas. Segundo o autor, os *clickers* possibilitam um maior destaque para a metodologia IpC e motivação para a sua utilização, permite a coleta e armazenamento das respostas das questões conceituais para análise e a otimização da interação entre os alunos em virtude da instantaneidade da apuração dos resultados. A desvantagem apresentada pelo autor é o custo elevado da implementação do uso dos *clickers* nas escolas. Independentemente do tipo de instrumento utilizado é essencial que os alunos não vejam as respostas dos seus colegas nesta etapa de votação.

Segundo Araújo e Mazur (2013), a IpC exige que professor registre as respostas e contabilize-as sem divulgar aos alunos a resposta correta. Se mais de 70% dos alunos votarem na resposta correta, o professor reinicia a exposição dialogada e apresenta uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Se o percentual de acertos estiver entre 30% e 70%, o professor deve formar grupos de 3 a 5 alunos de modo que seus integrantes tenham escolhido respostas diferentes e solicitar que discutam entre si a fim de convencerem o colega sobre a resposta correta utilizando as justificativas elaboradas anteriormente. Após os alunos retornarem aos seus lugares, a questão é colocada novamente em votação. Se menos de 30% das respostas estiverem corretas, o professor deve explicar novamente o tópico e uma nova questão conceitual é proposta, reiniciando o processo conforme ilustrado na Figura 1.1.

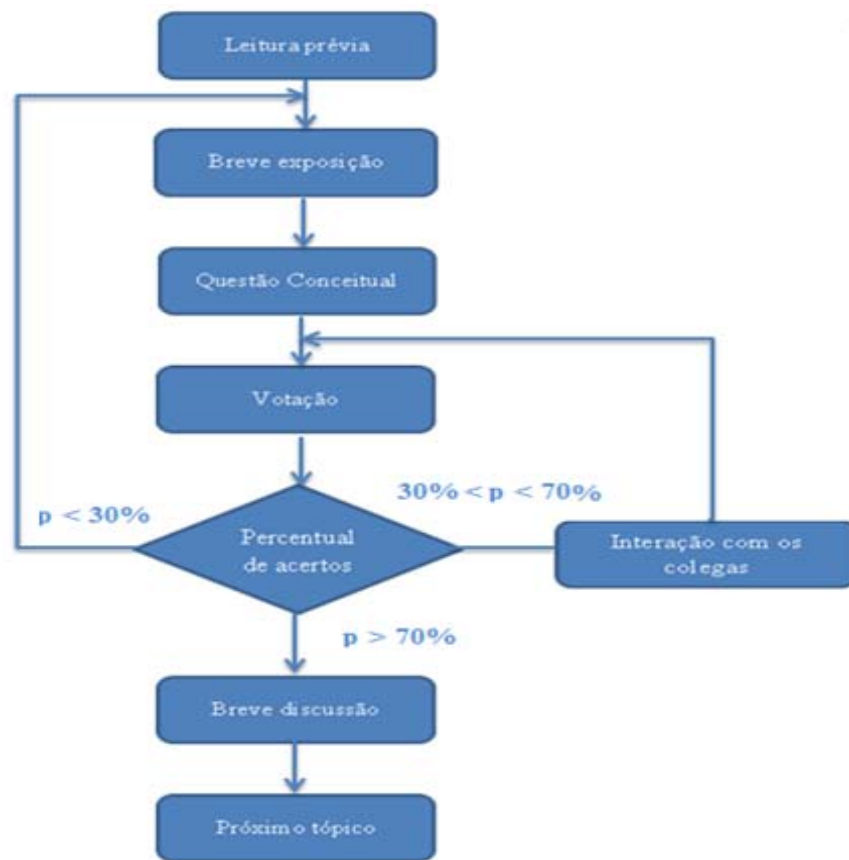


Figura 1.1 - Esquema ilustrativo da metodologia IpC

O estudo prévio na metodologia IpC tem como objetivo possibilitar ao professor a utilização da aula para a promoção da discussão entre os alunos sobre os conceitos estudados previamente. Segundo Mazur e Watkins (2009), o estudo prévio pode ser melhor estruturado utilizando uma outra metodologia ativa denominada *Just in Time Teaching* (JiTT) ou Ensino sob Medida (EsM). O EsM foi desenvolvido por Novak *et al.* (1999) e tem como objetivo possibilitar ao professor o planejamento da aula a partir do mapeamento dos conhecimentos e dificuldades dos alunos a respeito do tema a ser abordado.

A EsM consiste na proposição do estudo prévio sobre um determinado tema, a aplicação de testes ou questões antes da aula sobre o que foi estudado, a análise pelo professor das respostas às questões a fim de mapear as dificuldades dos alunos e planejar a aula considerando tais dificuldades (ARAÚJO E MAZUR, 2013).

Para Mazur e Watkins (2009, p. 41), a qualidade da discussão entre os colegas na metodologia IpC depende da qualidade da questão conceitual utilizada para promover a reflexão e a interação entre os colegas, e o *feedback* que o EsM fornece ao professor em

relação ao estudo prévio do aluno possibilita-lhe realizar a escolha das melhores e mais adequadas questões conceituais a serem utilizadas na aula.

Mazur e Watkins (2009) afirmam que o EsM possibilita uma maior efetividade à IpC, principalmente quanto à sistematização do estudo prévio e à seleção das melhores questões conceituais. Nesse sentido, optamos por incorporar esses dois aspectos do EsM ao aplicar a metodologia IpC neste trabalho.

De acordo com Barros *et al.* (2004), a IpC possibilita aos estudantes uma oportunidade de aprenderem uns com os outros, de articularem verbalmente suas ideias. Para Araújo e Mazur (2013), o ponto fundamental da metodologia IpC é a promoção de um engajamento interativo dos alunos através da prática do diálogo e da interação visando à aprendizagem dos conteúdos.

1.5. A Teoria de Vygotsky e a metodologia IpC.

A interação entre os indivíduos é um dos pontos centrais da teoria de Vygotsky. Segundo Rego (2012, p. 70 e 71), Vygotsky defende que a formação das características humanas somente é possível por meio da interação dialética do homem com o seu meio sociocultural, opondo-se a ideia de que tais características são resultantes da hereditariedade ou simplesmente adquiridas do meio externo. A interação dialética implica em uma interação em que o homem transforma o meio ambiente, assim como é transformado por ele. Para Vygotsky o desenvolvimento psicológico do indivíduo é dependente da sua aprendizagem que, por sua vez, é dependente da interação dos indivíduos no grupo cultural.

Ainda segundo Rego (2012), a teoria de Vygotsky possui algumas implicações educacionais, dentre as quais destaca-se a abordagem sociointeracionista dada a educação, em oposição às abordagens inatista e ambientalista do desenvolvimento humano e que são estendidas à educação. Segundo a mesma autora, a abordagem inatista defende que o homem já nasce com capacidades básicas prontas ou em estágio já determinado aguardando o amadurecimento para se manifestar. A educação na abordagem inatista é incapaz de transformar o que já está determinado biologicamente e o sucesso ou fracasso na aprendizagem é responsabilidade do aluno. Para a abordagem ambientalista, as características humanas são formadas exclusivamente pela influência do ambiente e, deste modo, a escola é responsável por moldar intelectual, moral e culturalmente o aluno (REGO, 2012, p. 85).

As características apresentadas pela abordagem ambientalista remetem às características da metodologia tradicional, visto que para ambas o ensino é centrado no

professor, o processo de aprendizagem é pautado na memorização de conteúdo, usa-se a repetição de exercícios de fixação e aulas expositivas predominantemente verbais, aplicação de avaliações periódicas, a valorização de trabalhos individuais e considera o aluno como um receptáculo de informações, vazio e passivo. Rego (2012, p.89) também afirma que para a abordagem ambientalista “as trocas de informações, os questionamentos, as dúvidas e a comunicação entre os alunos, enfim a interação entre pares são interpretadas como falta de respeito, dispersão, bagunça, indisciplina, e “conversas paralelas”.”

A metodologia IpC, diferentemente da abordagem ambientalista, defende que a sala de aula é o local onde deve-se buscar a promoção da comunicação entre os alunos e a discussão sobre os conceitos abordados. A abordagem sociointeracionista de Vygotsky, que se opõe às abordagens inatista e ambientalista, defende que as características dos indivíduos são formadas a partir de interação com o ambiente e com seus componentes em uma ação de transformação recíproca. Para Rego (2012, p. 110), as interações entre os alunos e entre o professor e os alunos, baseadas no diálogo, na cooperação, na troca de informações, no confronto de ideais divergentes, são condições necessárias para a produção de conhecimento pelos alunos. Segundo a mesma autora, um ambiente escolar que prioriza as interações com as características acima considera o aluno como um sujeito ativo e interativo no seu processo de conhecimento.

Ainda de acordo com Rego (2012, p. 118), as ideias de Vygotsky indicam a necessidade de uma formação de uma escola que favoreça ao diálogo, a discussão de dúvidas e de ideias diferentes, ao questionamento, ao compartilhamento de saberes e a autonomia de professores e alunos para pensar e refletir. É exatamente um ambiente escolar com estas características que a metodologia IpC almeja disseminar entre os educadores.

1.6. Inventário do Conceito de Força (ICF)

O ICF foi desenvolvido por Hestenes *et al.* (1992) a partir de pesquisas que buscavam verificar se o estudante apresentava ou não o conceito newtoniano de força. Dentre tais trabalhos destacam-se as conclusões apontadas em Halloun e Hestenes (1995) de que as crenças do senso comum sobre força e movimento são geralmente incompatíveis com a teoria newtoniana e que tais crenças são muito estáveis, principalmente diante de práticas tradicionais de ensino, que não conseguem modificá-las. Com a finalidade de diagnosticar tais crenças, Hestenes *et al.* (1992) desenvolveram tal questionário.

O ICF é composto por trinta questões conceituais que possuem cinco opções de resposta cada. Apenas uma destas respostas está de acordo com teoria newtoniana e é considerada correta. As outras quatro respostas, denominadas distratores, foram cuidadosamente elaboradas a partir de pesquisas sobre as concepções alternativas e refletem as crenças dos alunos sobre os conceitos newtonianos de força.

Os conceitos newtonianos de força foram decompostos por Hestenes *et al.* (1992, p. 141) em seis dimensões conceituais conforme sintetizadas na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Dimensões conceituais das concepções newtonianas abordadas no ICF

Concepções newtonianas de força no ICF	
0	Cinemática: a) Distinção entre posição e velocidade; b) distinção entre aceleração e velocidade; c) implicações para o caso de aceleração constante (trajetória parabólica; mudança de velocidades); d) Natureza vetorial da velocidade e da aceleração.
1	Primeira Lei de Newton: a) No caso de nenhuma força ser exercida: direção e módulo da velocidade constante; b) no caso de forças que se anulam.
2	Segunda Lei de Newton: a) Força impulsiva; b) força constante implica em aceleração constante.
3	Terceira Lei de Newton: a) para as forças impulsivas; b) para as forças constantes.
4	Princípio da Superposição: a) Soma vetorial de forças; b) Cancelamento de forças.
5	Tipos de força: a) Forças de contato; b) forças em fluidos; c) força gravitacional.

Fonte: Adaptado de Hestenes *et al.* (1992, p. 141)

Do mesmo modo, Hestenes *et al.* (1992, p. 143) também definiram seis categorias relacionadas aos principais distratores verificados pelo ICF, conforme apresentado na Tabela 1.2, que estão relacionadas aos conceitos newtonianos descritos na Tabela 1.1.

Tabela 1.2 - Concepções não newtonianas investigadas no ICF

Concepções não newtonianas verificadas pelo ICF	
0	Cinemática: a) não existe distinção entre posição e velocidade; b) não existe distinção entre velocidade e aceleração; c) a velocidade é uma grandeza escalar.
1	Impetus: a) Um corpo colocado em movimento adquire um “impetus” para mantê-lo em movimento; b) um corpo pode perder ou recuperar o “impetus” original; c) pode ocorrer a perda gradual do “impetus” durante o movimento; d) o corpo pode armazenar o “impetus” necessário para manter seu movimento; e) existe o “impetus” circular responsável pelo movimento circular do corpo.
2	Força ativa: a) - Somente agentes ativos podem causar o movimento, criar o “impetus” e transferi-lo para o objeto; b) o movimento implica em força ativa; c) quando não existe movimento não existe força; d) a velocidade é proporcional à força aplicada; e) aceleração implica em aumento da força; f) força ativa pode se desgastar.
3	Pares de ação/reação: a) A interação é um conflito de forças; b) o corpo que tem maior massa exerce mais força; c) o agente mais ativo exerce mais força.
4	Concatenação de influências: a) Maior força determina o movimento; b) o ajuste das forças determina o movimento; c) a última força atuante é que determina o movimento.
5	Outras influências sobre o movimento: a) Existência da força centrífuga; b) os obstáculos não exercem nenhuma força, apenas ficam no caminho; c) a massa é um tipo de resistência aos esforços dos agentes ativos; d) o movimento ocorre apenas quando a força supera tal resistência; e) gravidade não é necessariamente o mesmo que força gravitacional; f) os objetos mais pesados caem mais rápido; g) - a pressão do ar contribui para a gravidade; h) gravidade aumenta à medida que os objetos caem; i) gravidade age com o desgaste do impetus.

Fonte: Adaptado de Hestenes *et al.* (1992, p. 143).

Halloun e Hestenes (1995, p. 3) discutem a questão da validade do conteúdo do ICF, estimando a probabilidade de ocorrência de falsos negativos e falsos positivos nas respostas apresentadas pelos alunos. Os falsos negativos consistem na escolha de respostas incorretas,

porém com argumentos corretos. A estimativa da probabilidade de ocorrência de falsos negativos no ICF foi realizada por meio da aplicação do questionário em um grupo de professores, assim como a realização de entrevistas com os mesmos. Tal probabilidade foi estimada em menos de 10% (menos de três questões erradas), atribuída apenas ao descuido na escolha ou na marcação da resposta. Já os falsos positivos implicam na escolha da resposta correta sem a garantia de que ela foi escolhida com argumentos corretos. Como cada questão do ICF possui cinco opções de respostas e destas, apenas uma é considerada correta, a probabilidade é matematicamente igual a 20%. Os autores minimizam o efeito de tal probabilidade considerando a existência no ICF de várias questões sobre uma mesma dimensão conceitual que podem compensar distorções na escolha de uma resposta correta sem possuir de fato uma concepção newtoniana. Outro fator para tal minimização refere-se à disponibilização de distratores muito fortes capazes de capturar as concepções não newtonianas dos alunos.

O ICF foi aplicado em mais de 1500 alunos do ensino médio e em mais de 500 alunos do ensino universitário nos Estados Unidos. Hestenes *et al.* (1992) concluíram que o desempenho no ICF não possui relação com os conhecimentos prévios de matemática (os resultados em turmas avançadas são próximos dos resultados das turmas iniciantes), com o nível socioeconômico da escola ou com o uso de recursos tecnológicos. Concluíram ainda que o desempenho no ensino tradicional não está relacionado com o professor, pois os resultados foram semelhantes para 7 professores diferentes com dados coletados em mais de 1000 alunos (HESTENES *et al.*, 1992, p. 151).

Além da aplicação do ICF, foram realizadas entrevistas que, comparadas com os resultados do teste, possibilitaram estabelecer níveis de desempenho para o pensamento newtoniano apresentado pelos alunos: inferiores a 60% implicariam em um pensamento não newtoniano, entre 60% e 85% implicariam em um pensamento newtoniano coerente e acima de 85% representam um pensamento newtoniano sólido e completo.

Segundo Remold *et al.* (2004), além das entrevistas, o ICF foi validado por Hestenes por meio da aplicação do questionário em aproximadamente 20 mil alunos e o cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach (coeficiente α). Segundo Rocha e Ricardo (2014), o coeficiente Alfa de Cronbach, desenvolvido em 1951 por Lee J. Cronbach, é uma ferramenta estatística que mede a consistência interna de um instrumento ou questionário. De acordo com Almeida *et al.* (2010), o cálculo do coeficiente α é realizado a partir da variância das respostas de cada questão e da variância da soma das respostas de cada respondente. O valor mínimo aceitável

para se considerar um questionário confiável é 0,7. Para Remold *et al.* (2004), o valor do coeficiente α encontrado para o ICF foi de 0,8 para alunos com bom desempenho e 0,7 para alunos com mau desempenho, confirmando, segundo o autor, o ICF como um bom detector de pensamentos newtonianos.

De acordo com Hestenes *et al.* (1992, p. 153), o ICF pode ser utilizado como: uma ferramenta para diagnosticar as concepções do senso comum quanto ao conceito newtoniano de força; um instrumento de avaliação de método de instrução; um instrumento de classificação de alunos quanto à compreensão da física para a encaminhamento a um nível avançado (neste caso os autores ressaltam a necessidade de associação a outros instrumentos de avaliação e não recomendam a aplicação no ensino médio).

Neste trabalho, o ICF foi utilizado para avaliar a metodologia IpC em comparação à metodologia tradicional. Segundo Halloun e Hestenes (1995, p. 7), a pontuação total do ICF provou ser uma medida útil para comparar diferentes cursos e métodos de ensino, e a grande base de dados existente possibilita a realização de comparações, além de se mostrar um índice confiável para averiguar a compreensão pelo aluno, pois mede a coerência em todas as dimensões do conceito newtoniano de força. De acordo com Silva *et al.* (2009, p. 3), o ICF tornou-se um “instrumento de avaliação de inovações metodológicas nas aulas de física introdutória e de levantamento das concepções de força dos estudantes”. Segundo Remold *et al.* (2004), a metodologia mais comum para o uso do ICF como instrumento de avaliação de método de instrução é a aplicação do teste antes do início da instrução e ao final da instrução.

Um exemplo de pesquisa relacionada à avaliação de metodologias de ensino está relatado no artigo de Hake (1998), que conseguiu reunir dados coletados por outros pesquisadores referentes à aplicação de três testes: o ICF, o *Mechanics Diagnostic Test* (MD) e o *Mechanics Baseline Test* (MBT). Esses testes foram aplicados em 62 disciplinas de física, totalizando 6542 alunos de diversas instituições de ensino superior e médio dos Estados Unidos. O MD, desenvolvido por Hallow e Hestenes (1985), é o antecessor do ICF e, assim como seu sucessor, tem como objetivo investigar o nível de compreensão conceitual dos alunos sobre o conceito newtoniano de força. Já o MBT, desenvolvido por Hestenes e Wells (1992), exige um conhecimento básico de mecânica para ser respondido e possui 26 questões das quais 7 solicitam algum tipo de cálculo matemático.

As 62 disciplinas foram divididas por Hake (1998) em dois grupos: aquelas em que foi utilizada a metodologia tradicional (T), formada por 14 disciplinas com 2084 alunos, e as disciplinas em que foram utilizados métodos de Engajamento Interativo (EI), formado por 48

disciplinas com 4458 alunos. A partir dos dados disponíveis, Hake (1998) construiu um gráfico (Figura 1.2), utilizando no eixo horizontal o percentual médio de aproveitamento no pré-teste ($N_{pré}$) e no eixo vertical o percentual médio de ganho para cada turma. Considerando que cada ponto do gráfico corresponde a uma turma, as turmas com um conhecimento elevado dos conceitos newtonianos no início e com um ganho de aprendizagem pequeno localizam-se próximas ao eixo horizontal e mais distantes da origem. Já as turmas que inicialmente não apresentaram conhecimentos dos conceitos newtonianos e não obtiveram um ganho de aprendizagem localizam-se mais próximas da origem. Já uma turma localizada próxima ao eixo vertical no ponto mais alto apresentou um nível conceitual inicial baixo e obteve um ganho de aprendizagem desejável.

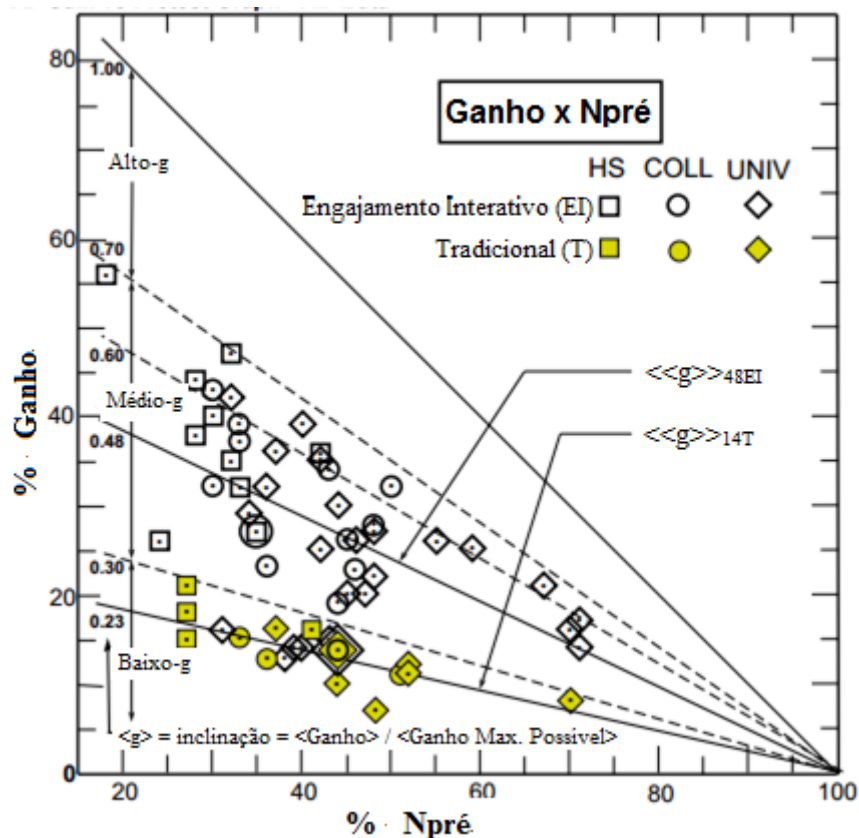


Figura 1.2 - Ganho versus Nota do pré-teste referente aos dados de 62 disciplinas de acordo com Hake (1998). Nesse gráfico, a sigla HS significa *High Schools* (Ensino Médio), COLL significa *Colleges* (Faculdades) e UNIV significa *University* (Universidades).

Hake (1998) estudou uma forma de normalizar os dados e propôs uma expressão para determinar o ganho médio normalizado em que é possível comparar o percentual médio de ganho de uma turma com o percentual de ganho máximo possível por ela. Sendo $N_{pós}$ o percentual médio de aproveitamento no pós-teste, $N_{pré}$ o percentual médio de aproveitamento

no pré-teste e $(100 - N_{pré})$ o percentual de ganho máximo, o valor do ganho médio normalizado g (ou ganho normalizado de Hake) é dado por:

$$g = \frac{N_{pós} - N_{pré}}{100 - N_{pré}} \quad (1.1)$$

Hake (1998, p. 65) definiu ainda que uma disciplina poderia ser classificada em:

- 1) "Alto-g" para disciplinas com $g \geq 0,7$;
- 2) "Medio-g" para disciplinas com $0,3 \leq g < 0,7$
- 3) "Baixo-g" para disciplinas com $g < 0,3$.

No caso da pesquisa de Hake (1998), o valor do ganho normalizado g para as 14 disciplinas em que foi utilizado o ensino tradicional foi de 0,23, com desvio padrão de 0,04. Já para as demais 48 disciplinas, em que foi utilizado o engajamento interativo, foi encontrado 0,48, com desvio padrão de 0,14. O autor concluiu que os métodos de engajamento interativo são mais eficientes que os de ensino tradicional em estudos sobre os conceitos newtonianos de força.

Considerando a importância do trabalho de Hake e os resultados obtidos quanto da comparação entre diferentes metodologias de ensino, utilizamos nesta pesquisa o cálculo do ganho normalizado de Hake para avaliar a eficiência da metodologia IpC em relação à metodologia tradicional, principalmente para que possamos comparar com outros resultados: Hake (1998) e Barros *et al.* (2004).

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho. São discutidos os conceitos de pesquisa quantitativa e qualitativa, que serão utilizados na análise dos dados. Além disso, são descritos como os dados foram coletados e os instrumentos de coleta utilizados, que neste caso foram três questionários: o ICF, as questões ou testes conceituais aplicados e o questionário de avaliação da disciplina. Por fim, são apresentados os dois momentos nos quais este trabalho foi desenvolvido, denominados pesquisa piloto e pesquisa principal com destaque às turmas utilizadas em cada momento: aquela em que foi utilizada a metodologia IpC e aquela em que foi utilizada a metodologia tradicional.

2.1. Caracterização da pesquisa

De acordo com Lakatos e Marconi (2003, p. 155), a pesquisa é um “procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. Para Gil (2002) e Prodanov e Freitas (2013), ela é o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo criar um conjunto de ações que possibilitam encontrar a solução para problemas propostos.

Menezes e Silva (2005), Prodanov e Freitas (2013), Gil (2002), Dalfovo *et al.* (2008), Gerhardt e Silveira (2009), Sampieri *et al.* (2006) e Martins (2010) afirmam que existem duas formas de abordagens em uma pesquisa: quantitativa e qualitativa. Existe também uma terceira possibilidade que consiste na utilização dos dois tipos de abordagem na mesma pesquisa. Sampieri *et al.* (2006) a denominam modelo multimodal ou triangulação, enquanto Martins (2010) e Creswell e Clark (2007) utilizam o termo abordagem combinada.

Em relação à abordagem quantitativa, Prodanov e Freitas (2013) afirmam que ela está associada à tradução em números de todas as informações coletadas para posterior análise. Já para Dalfovo *et al.* (2008), a coleta de dados na pesquisa quantitativa enfatiza números ou informações conversíveis em números a fim de verificar ou não a ocorrência de consequências deduzidas da hipótese formulada, para então aceitar ou não tal hipótese.

Para Sampieri *et al.* (2006), a pesquisa quantitativa utiliza a coleta de dados para testar hipóteses com base na medição numérica e na análise estatística para estabelecer padrões de comportamento. Esses mesmos autores ressaltam que a pesquisa quantitativa se associa a

experimentos, ao uso de questões fechadas e aos estudos em que se empregam instrumentos de medida padronizados.

De acordo com Richardson (1989, p. 29), as pesquisas quantitativas são frequentemente usadas em estudos descritivos em que se busca descobrir e classificar a relação entre variáveis, assim como investigar a relação de causalidade entre determinados fenômenos. O objeto de estudo pode ser uma situação específica, um grupo ou indivíduo.

Para Martins (2010, p. 47), na abordagem quantitativa recorre-se a uma teoria para deduzir hipóteses sobre o problema proposto na pesquisa. Para testar as hipóteses é necessária a definição de variáveis que sejam mensuráveis. Após as variáveis terem sido definidas, é possível mensurá-las por meio da coleta de dados e realizar a análise dos mesmos utilizando métodos estatísticos. Os resultados da análise são interpretados pelo pesquisador e utilizados como base para induzir uma modificação ou corroboração na teoria.

Deste modo, a mensurabilidade é uma das principais preocupações da abordagem quantitativa. Segundo Martins (2010), outras preocupações importantes da abordagem quantitativa são a causalidade (estabelecer uma relação de causa e efeito entre as variáveis dependentes e independentes), a generalização (possibilidade de generalizar os resultados obtidos para além dos limites da pesquisa) e a replicação (possibilidade de repetição da pesquisa por outro pesquisador e aferição dos resultados).

Já em relação à pesquisa qualitativa, Richardson (1985) afirma que ela se caracteriza por não utilizar recursos estatísticos como a única forma de analisar um problema. Para Dalfovo (2008), neste tipo de pesquisa a informação coletada não é expressa em números, ou então os números e as conclusões neles baseadas desempenham um papel de menor relevância na análise.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), os dados coletados na pesquisa qualitativa são descritivos e procuram retratar o maior número possível de elementos existentes no problema estudado. Já para Sampieri *et al.* (2006), a pesquisa qualitativa geralmente utiliza métodos de coleta de dados sem medição numérica e procura deixar que as questões de pesquisa e as respectivas hipóteses sejam formuladas durante o estudo.

Para Menezes e Silva (2005), o processo de pesquisa qualitativa tem como aspectos básicos a interpretação e a atribuição de significados aos fenômenos em estudo. Já Richardson (1985) afirma que a pesquisa qualitativa possibilita descrever a complexidade de determinados problemas, analisar a interação das variáveis presentes e entender o

comportamento dos indivíduos.

Gerhardt e Silveira (2009) afirmam que a pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados e apontam alguns de seus riscos e limitações, tais como a excessiva confiança no investigador como instrumento de coleta de dados, a certeza do próprio pesquisador em relação aos seus dados e o envolvimento do pesquisador na situação pesquisada ou com os sujeitos pesquisados.

Estes mesmos autores apontam que a pesquisa qualitativa possui as seguintes características:

(...) objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 32).

Em relação ao modelo multimodal, Sampieri *et al.* (2006) afirmam que a fusão das pesquisas qualitativas e quantitativas é uma tendência e que esta integração quanti-quali, possibilita uma maior profundidade na pesquisa. Os autores afirmam que este tipo de abordagem pode ocorrer por meio de três modelos distintos: modelo de duas etapas; modelo de enfoque dominante; modelo misto. O modelo de duas etapas consiste na utilização, de forma independente, de um tipo de abordagem na primeira etapa e de um segundo tipo de abordagem na etapa posterior da pesquisa. Já o modelo de enfoque dominante consiste na realização da pesquisa utilizando predominantemente um tipo de abordagem, porém os elementos do outro tipo de abordagem são mantidos na pesquisa. Já o modelo misto consiste na integração dos dois tipos de abordagens de forma intensa e durante todo o processo de pesquisa.

Martins (2010) refere-se à fusão entre as abordagens quantitativa e qualitativa pelo nome de abordagem combinada. O autor afirma que a combinação de tais abordagens permite: a compensação das desvantagens apresentadas por um tipo de abordagem pelas vantagens apresentadas pela outra; coletar e analisar um maior número de evidências e consequentemente responder as questões da pesquisa de forma mais ampla. Para Creswell e Clark (2007) existem quatro tipos de estudos que utilizam a abordagem combinada e todos são correspondentes aos modelos definidos em Sampieri *et al.* (2006): a) triangulação, que corresponde ao modelo misto; b) estudo incorporado, que corresponde ao modelo de enfoque dominante; c) explanatório (abordagem quantitativa utilizada antes da qualitativa) e

exploratório (abordagem qualitativa utilizada antes da quantitativa, que corresponde ao modelo de duas etapas).

Considerando o exposto até o momento, torna-se necessário avaliar qual o tipo de abordagem foi utilizado nesta pesquisa. Primeiramente, a pesquisa principal, que será detalhada na Seção 2.3.2, ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa do trabalho utilizou-se um questionário padronizado denominado ICF, descrito no Capítulo 1, cujos dados fornecem informações quantitativas, necessárias para comparar a eficiência da metodologia IpC com as metodologias tradicionais, que fazem uso exclusivo de aulas expositivas. Em um segundo momento foi aplicado na turma em que se utilizou a metodologia IpC um questionário composto por questões abertas e fechadas com a finalidade de analisar a percepção dos alunos quanto à utilização desta metodologia. Durante toda a aplicação da metodologia IpC na pesquisa principal, o pesquisador acompanhou as aulas com a finalidade de coletar dados referentes às questões aplicadas em sala de aula.

Deste modo, primeiramente o enfoque utilizado é quantitativo em relação aos dados do ICF e posteriormente é utilizado o enfoque qualitativo, tanto na análise dos dados do questionário de avaliação da disciplina como na análise geral de todas as informações geradas pela pesquisa. Assim, esta pesquisa possui características do modelo de duas etapas (SAMPIERI *et al.*, 2006) ou de abordagem combinada do tipo explanatório (CRESWELL e CLARK, 2007), pois foi abordado quantitativamente e a seguir qualitativamente. A definição do tipo de abordagem em cada etapa foi realizada a partir dos instrumentos de coleta de dados utilizados e da natureza das informações fornecidas por estes instrumentos.

2.2. Coleta de Dados

Richardson (1989) afirma que um dos instrumentos de coleta de dados mais utilizados em pesquisas quantitativas são os questionários. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), o questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Para Severino (2007), o objetivo do questionário é levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), Lakatos e Marconi (2003), Menezes e Silva (2005) e Sampieri *et al.* (2006), as questões de um questionário podem ser abertas, fechadas

dicotômicas (com apenas duas alternativas de resposta) ou fechadas com múltiplas alternativas de respostas. Ainda segundo Lakatos e Marconi (2003), as questões abertas permitem respostas livres e possibilitam investigações mais profundas, porém o processo de tabulação, o tratamento estatístico, a interpretação e a análise são mais difíceis. Quanto às questões fechadas dicotômicas, Prodanov e Freitas (2013) afirmam que são indicadas em problemas claros e a respeito dos quais existem opiniões definidas e facilitam a tabulação das respostas. Um questionário com questões fechadas de múltipla-escolha permite que suas respostas sejam facilmente tabuláveis e proporciona uma exploração em profundidade quase tão boa quanto a de perguntas abertas (LAKATOS e MARCONI, 2003). Já as vantagens do uso de questionários são o grande número de dados coletados que podem abranger um maior número de pessoas simultaneamente; coleta de respostas mais rápidas e mais precisas; existência de maior liberdade nas respostas; menor possibilidade de distorção, pela não influência do pesquisador; e maior uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento. Já as desvantagens do questionário são o grande número de perguntas sem respostas; a impossibilidade de ser aplicado a pessoas analfabetas; a dificuldade de compreensão por parte dos informantes, que leva a uma uniformidade aparente; a possibilidade da leitura das perguntas influenciarem a escolha das respostas.

Uma das possibilidades de uso dos questionários é avaliar o nível de satisfação quanto a um determinado assunto ou prática. Para isto utilizam-se alguns tipos de escalas nas respostas, dentre elas a denominada escala do tipo Likert. De acordo com Sampieri *et al.* (2006, p. 306), a escala Likert consiste em um conjunto de itens apresentados em forma de afirmações a respeito das quais o respondente deve externar sua opinião escolhendo um dos pontos da escala. A questão pode possuir uma escala com três, cinco ou até sete pontos. A cada ponto da escala é atribuído um valor numérico, possibilitando obter uma pontuação para cada afirmativa e uma pontuação total para todo o teste.

Dentre as alternativas ou pontos que são utilizados na escala Likert, uma das possibilidades é Concordo Totalmente, Concordo Parcialmente, Concordo, Discordo Parcialmente, Discordo Totalmente. Quanto à pontuação das alternativas, no caso de utilização de uma escala de cinco pontos, geralmente utiliza os números 1, 2, 3, 4 e 5 para cada item.

A escolha do valor de cada alternativa dependerá do direcionamento apontado pela afirmação. Se a afirmação possuir um direcionamento favorável ou positivo, ou seja, se o objeto de estudo é qualificado favoravelmente pela afirmação, a relação entre pontuação e

alternativa deve ser: (5) Concordo Totalmente; (4) Concordo Parcialmente; (3) Neutro; (2) Discordo Parcialmente; (1) Discordo Totalmente. Se a afirmação possuir um direcionamento desfavorável ou negativo, ou seja, se o objeto de estudo é qualificado desfavoravelmente pela afirmação, a relação entre pontuação e a alternativa deve ser a inversa da atribuída no caso de afirmações positivas, ou seja: (1) Concordo Totalmente; (2) Concordo Parcialmente; (3) Neutro; (4) Discordo Parcialmente; (5) Discordo Totalmente.

Segundo Sampieri *et al.* (2006), uma das formas de calcular as pontuações dos questionários que fazem uso da escala Likert é somar os valores assinalados pelo aluno em cada afirmação. A representatividade da pontuação dependerá do número de afirmações ou itens. Deste modo, a pontuação mínima e a pontuação máxima são obtidas multiplicando a respectiva pontuação da afirmação pelo número de afirmações do questionário. Por exemplo, no caso de cinco afirmações negativas, teremos a pontuação mínima igual a 5 (5×1) que refere-se a “Concordo Totalmente” e a pontuação máxima será 25 (5×5) que refere-se a “Discordo Totalmente”.

Segundo estes mesmos autores, a escala Likert pode ser aplicada por meio de questionários entregues ao próprio respondente que assinala as suas respostas, ou por meio de entrevistas, em que o pesquisador lê as afirmações e alternativas para o respondente e registra as opções escolhidas.

2.2.1. Questionários utilizados

Durante toda a pesquisa foram utilizados três questionários: o ICF, os testes ou questões conceituais e o questionário de avaliação da disciplina. O ICF, já descrito na seção 1.6, era composto por 30 questões sobre as leis de Newton e foi utilizado, como pré-teste e como pós-teste, tanto na etapa da pesquisa piloto como na etapa da pesquisa principal com a finalidade de comparar a efetividade das metodologias tradicional e a IpC.

As questões conceituais, um dos principais elementos da metodologia IpC, foram aplicadas tanto na pesquisa piloto como na pesquisa principal, porém apenas foram registrados os dados coletados na pesquisa principal. Na turma em que foi utilizada a metodologia IpC foram aplicadas 36 questões conceituais, denominadas QC1, QC2, ..., QC36, relativas aos conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia, conforme disponíveis no Apêndice A.

Já o questionário de avaliação da disciplina foi aplicado apenas na pesquisa principal e na turma em que foi utilizada a metodologia IpC. Tal questionário foi respondido anonimamente

por 21 alunos e teve como objetivo investigar a impressão dos mesmos quanto à aplicação da metodologia IpC. O questionário era composto por nove questões, nas quais procurou-se investigar as impressões dos alunos a respeito de quatro aspectos: o uso de questões conceituais, o estudo prévio do tema a ser discutido na aula, as atividades em grupo na sala de aula e o nível de satisfação dos alunos.

2.3. A Pesquisa

O objetivo deste trabalho foi de investigar a utilização da metodologia IpC nos cursos de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Federal de Itajubá a fim de compará-la com a metodologia tradicional.

Para que tal objetivo fosse atingido, foram escolhidas duas turmas de primeiro ano de cursos de Ciências Exatas e Engenharia e selecionada uma disciplina em que os conceitos de mecânica newtoniana fazem parte do currículo. Os conceitos como cinemática, leis de Newton, trabalho e energia foram abordados em uma turma utilizando a metodologia tradicional e a outra utilizou a metodologia IpC discutida no Capítulo 1. O estudo comparativo da eficiência de tais metodologias foi feito com a aplicação do questionário ICF, o cálculo do ganho normalizado e a comparação com dados de pesquisas já publicados.

A pesquisa foi realizada em dois momentos. Primeiramente foi realizada na forma de uma pesquisa piloto durante o segundo semestre de 2013, cujos resultados indicaram a necessidade de realização de alguns ajustes metodológicos para a próxima coleta de dados, tais como o acompanhamento de todas as aulas em que foi utilizada a metodologia IpC com o objetivo de registrar os resultados da aplicação das questões conceituais. Deste modo, no primeiro semestre de 2014, foi realizada uma nova coleta de dados que foi denominada pesquisa principal. Ambos os momentos da pesquisa são detalhados nas seções seguintes.

2.3.1. Pesquisa piloto

De acordo com Lakatos e Marconi (2003, p. 228), as finalidades de uma pesquisa piloto são testar os instrumentos de coleta de dados, verificar a adequação do tipo de amostragem escolhido e a obtenção de uma estimativa sobre os futuros resultados, podendo, inclusive, alterar hipóteses, modificar variáveis e a relação entre elas, possibilitando maior segurança e precisão na execução da pesquisa.

A pesquisa piloto realizada objetivou a verificação da amostra e a obtenção de dados

preliminares que possibilitassem o aperfeiçoamento dos procedimentos de pesquisa e de coletas de dados e um melhor delineamento das próximas etapas do trabalho, visto que o instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário padronizado e já validado.

Na pesquisa piloto foram selecionadas duas turmas de disciplinas introdutórias de Física da Universidade Federal de Itajubá, denominadas turmas T1 e T2. A turma T1 possuía 77 alunos matriculados, dos quais 75 pertenciam a um mesmo curso. Já a turma T2 possuía 73 alunos matriculados que pertenciam a dez cursos distintos (SANTOS *et al*, 2013).

As aulas da turma T1 ocorreram no turno matutino e as da turma T2 no noturno. O critério de escolha de tais turmas foi a disponibilidade dos professores P1 e P2, responsáveis pela disciplina introdutória de Física nas turmas T1 e T2, respectivamente, em colaborar na pesquisa.

Durante o semestre letivo, foram abordados os conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia, utilizando em cada turma metodologias diferentes: o professor P1, adotou a metodologia IpC na turma T1, enquanto o professor P2 trabalhou com a metodologia tradicional na turma T2.

No primeiro dia de aula foi aplicado nas duas turmas um pré-teste utilizando o ICF a fim de verificar o estágio de cada turma em relação à noção sobre os conceitos de força. Participaram do pré-teste 31 alunos da turma T1 e 57 alunos da turma T2.

Após o término da abordagem das leis de Newton, o teste ICF foi aplicado novamente às respectivas turmas, caracterizando o que foi denominado pós-teste. A etapa seguinte foi calcular o ganho normalizado (HAKE, 1998) para verificar se houve alguma diferença no ganho de aprendizagem entre a turma em que foi aplicada a metodologia IpC e a turma em que foi usada a metodologia tradicional. Participaram do pós-teste 22 alunos da turma T1 e 35 alunos da turma T2.

O ganho normalizado de ambas as turmas e os resultados da pesquisa principal indicaram que a compreensão dos conceitos de força na turma em que foi utilizada a IpC foi superior ao da turma que utilizou a metodologia tradicional conforme é mostrado no Capítulo 3. Após concluir esta etapa, teve início o planejamento da pesquisa principal.

2.3.2. Pesquisa principal

A pesquisa principal ocorreu no primeiro semestre de 2014 e caracterizou-se pela seleção de duas novas turmas denominadas T3 e T4. Além dos procedimentos adotados na

pesquisa piloto, na pesquisa principal todas as aulas da turma T3 foram acompanhadas pelo pesquisador com a finalidade de registrar as respostas dos alunos às questões conceituais aplicadas durante o semestre letivo. Além disso, ao final do semestre aplicou-se nessa mesma turma um questionário avaliativo a fim de identificar as impressões dos alunos em relação ao trabalho realizado. Todos os alunos da turma T3 assinaram o Termo de Consentimento Esclarecido (Apêndice A).

Na turma T3 foi utilizada a metodologia IpC, pelo professor P3, enquanto na turma T4, o professor P4 utilizou a metodologia tradicional. As aulas dessas turmas ocorreram no período noturno. O professor que atuou na turma T3 foi o mesmo que atuou na turma T2.

A turma T3 possuía 33 alunos matriculados, dos quais 32 pertenciam ao curso de licenciatura em Física. Destes alunos, 30 eram ingressantes no primeiro semestre de 2014. A turma T4 possuía 32 alunos matriculados e todos pertenciam ao bacharelado em Física. Destes alunos, 30 eram ingressantes no primeiro semestre de 2014.

No primeiro dia de aula foi aplicado nas duas turmas um pré-teste utilizando o ICF a fim de verificar o estágio de cada turma em relação à noção sobre os conceitos de força. Participaram do pré-teste 32 alunos da turma T3 e 28 alunos da turma T4.

Durante o semestre letivo, foram trabalhados os conteúdos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia em ambas as turmas. Após o encerramento da abordagem das leis de Newton, foi aplicado um pós-teste repetindo o ICF em cada turma. Participaram do pós-teste 28 alunos da turma T3 e 17 alunos da turma T4. Considerando como dados válidos apenas os fornecidos pelos alunos ingressantes em 2014 e que participaram também do pré-teste, temos 24 alunos na turma T3 e 14 alunos na turma T4.

O diferencial na pesquisa principal foi o acompanhamento pelo pesquisador de todas as aulas realizadas na turma T3 com o objetivo de registrar os resultados da aplicação das questões conceituais, que são um dos pontos importantes da metodologia IpC. Na pesquisa piloto, as questões conceituais foram aplicadas na turma em que foi utilizada a metodologia IpC, porém, em virtude do não acompanhamento pelo pesquisador das aulas os seus resultados não foram registrados, impossibilitando uma análise mais profunda da aplicação da metodologia IpC.

2.3.2.1. Descrição das atividades realizadas na turma T3

Na turma T3 foram utilizadas 32 aulas, de 1h40min cada, para trabalhar os assuntos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia, com duas aulas semanais realizadas às terças-

feiras e quintas-feiras. A relação das aulas e das atividades realizadas está mostrada na Tabela

2.1. Foram utilizados três tipos de atividades:

- 1) Exercícios em grupo na sala de aula;
- 2) Atividades no Ambiente Virtual de Aprendizagem TelEduc (AVA TelEduc);
- 3) Aplicação de questões conceituais.

Tabela 2.1 - Relação das aulas e atividades realizadas na disciplina

Tipo de Atividade	Aulas
Exercícios em grupo na sala de aula	8, 12, 15, 22, 27
Atividades de estudo prévio no AVA TelEduc	11, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 30 e 32
Aplicação de questões conceituais	2, 4, 5, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 28, 29, 30 e 31

Nos exercícios em grupo a sala foi dividida em equipes de três alunos. Os exercícios propostos tinham como objetivos finalizar o assunto que estava sendo estudado e também serviam para avaliar os alunos. Durante o semestre letivo foram realizadas 5 atividades de resolução de exercícios em grupo em sala de aula.

As atividades no AVA TelEduc foram propostas para serem realizadas antes da aula de terça-feira. Elas consistiam basicamente em leitura de textos, visualização de vídeos, manipulação de *applets* interativos que simulam experimentos de Física do projeto PhET¹, elaboração de resumos e resolução de questões conceituais. Essas atividades eram propostas todas as sextas-feiras e o aluno deveria realiza-la até segunda-feira, para que o professor pudesse preparar as aulas da semana a partir do mapeamento das dificuldades apresentadas pelos alunos na realização das atividades propostas. O objetivo de tais atividades no AVA TelEduc era incentivar a realização do estudo prévio do conteúdo. Durante o semestre letivo foram realizadas 15 atividades no AVA TelEduc.

Já as questões conceituais foram utilizadas como o elemento central da metodologia IpC, visto que a interação entre os alunos era estimulada a partir da busca pela solução de tais questões. Ao longo do semestre foram aplicadas 36 questões conceituais relativas aos conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia na turma T3. De modo geral, após uma breve explanação do assunto pelo professor, era proposta uma questão conceitual a ser

¹ Aplicativos interativos distribuídos gratuitamente pela internet e disponíveis sob uma licença CC-BYem <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

respondida pelo aluno em dois momentos: de forma individual, denominada votação 1, e outra após a interação e discussão entre os colegas, denominada votação 2. Em ambos os momentos, os alunos escreviam a resposta escolhida em fichas, que eram recolhidas e contabilizadas pelo pesquisador.

Como o uso de fichas não permite que o resultado da votação seja conhecido de forma imediata, optou-se por fazer duas votações em todas as questões, independentemente do resultado da primeira votação. Assim, a etapa de discussão entre os alunos ocorria enquanto o pesquisador contabilizava o resultado da primeira votação.

As fichas referentes às questões QC1, QC2, QC3 e QC4 não foram identificadas. Para essas questões, foi possível apenas determinar o índice geral de acertos entre as duas votações. Para que fosse possível determinar os índices de ocorrência ou não de mudanças nas respostas entre as duas votações, a partir da questão QC5 foi solicitada a identificação do aluno nas fichas de resposta com o número de matrícula. A partir disso, foi possível determinar: a quantidade de alunos que acertaram na votação 1 e erraram na votação 2 (situação 1); a quantidade de alunos que erraram nas duas votações (situação 2); a quantidade de alunos que erraram na votação 1 e acertaram na votação 2 (situação 3); e a quantidade de alunos que acertaram na votação 1 e acertaram na votação 2 (situação 4).

Das 36 questões conceituais aplicadas, as questões QC1 a QC13 abordaram os conceitos de cinemática, as questões QC14 a QC24 discutiram os conceitos relativos às leis de Newton, as questões QC25 a QC30, discutiram os conceitos de trabalho e as questões QC31 a QC36, discutiram os conceitos de energia. As questões sobre trabalho e energia são partes integrantes de uma proposta de intervenção pedagógica fundamentada na metodologia da IpC que será disponibilizada aos professores de ensino médio e de ensino superior e constitui o produto educacional desta dissertação.

Além dos dados coletados utilizando o ICF e as questões conceituais em sala de aula, foi aplicado na turma T3 um questionário de avaliação da disciplina, composto por nove questões, divididas em cinco grupos. O primeiro grupo, composto pelas questões fechadas 1 e 2, refere-se à autoavaliação do aluno quanto a sua frequência nas aulas presenciais e no AVA TelEduc, respectivamente. O segundo grupo refere-se à investigação sobre o uso das questões conceituais em sala de aula. Este grupo era composto pela questão 3 (fechada) e 4 (aberta). O terceiro grupo de questões, formado pelas questões 5 (fechada) e 6 (aberta), teve como objetivo avaliar o uso de exercícios em grupo na sala de aula. Já as questões 7 (fechada) e 8 (aberta), que compõem o quarto grupo, objetivam avaliar o uso de atividades no AVA

TelEduc antes das aulas. Já a questão 9, que utilizou a escala Likert, era composta por 4 outras questões denominadas 9a, 9b, 9c e 9d. O objetivo desta questão era avaliar se, na visão do aluno, a metodologia IpC contribuiu para a compreensão do conteúdo estudado. O questionário foi respondido anonimamente por 21 alunos denominados C1, C2, ..., C21, visto que não é possível relacioná-los aos alunos que responderam o ICF.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os dados coletados na pesquisa. A primeira parte refere-se à pesquisa piloto realizada no segundo semestre de 2013. É apresentada uma descrição da composição das turmas, os resultados do aproveitamento de cada turma e seus respectivos ganhos normalizados para fins de comparar a metodologia de IpC com a metodologia tradicional.

A segunda parte refere-se aos dados coletados na pesquisa principal, tais como a descrição das turmas, o aproveitamento por aluno e o aproveitamento por questão do ICF, assim como os ganhos normalizados de cada turma. Na terceira parte são apresentados os dados coletados na aplicação de questões conceituais na turma T3, em que foi utilizada a metodologia de IpC. E por fim, são apresentados os dados do questionário de avaliação de disciplina aplicado na turma T3.

3.1. Dados coletados na pesquisa piloto

Conforme descrito na Seção 2.3.1, a pesquisa piloto foi realizada em duas turmas de disciplinas introdutórias de Física da Universidade Federal de Itajubá, denominadas T1 e T2, no segundo semestre de 2013. Em ambas as turmas foi aplicado o questionário ICF em dois momentos: no início do semestre letivo, denominado pré-teste, e após o encerramento da abordagem das leis de Newton, denominado pós-teste.

O pré-teste foi aplicado em 31 alunos da turma T1 e 57 alunos da turma T2. A análise inicial destas turmas revelou que T1 era composta por alunos de dois cursos de engenharia, enquanto a turma T2 era composta por alunos de 14 cursos distintos, conforme mostrado nas Figuras 3.1 e 3.2.

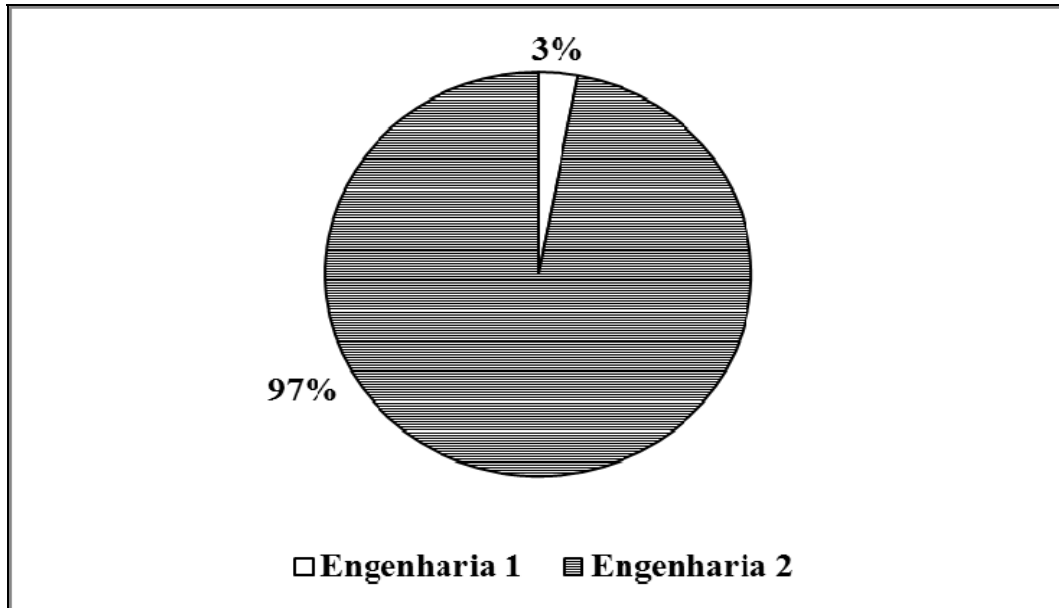


Figura 3.1 - Perfil dos alunos da turma T1 que participaram do pré-teste

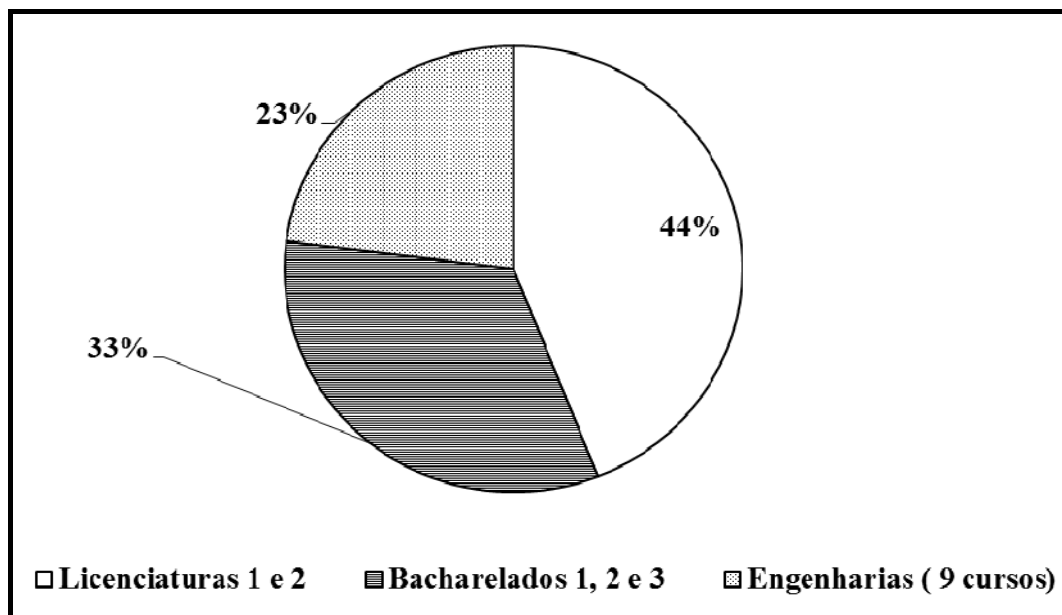


Figura 3.2 - Perfil dos alunos da turma T2 que participaram do pré-teste

Já no pós-teste, 22 alunos da turma T1 responderam às questões do ICF, dentre os quais apenas um aluno era repetente na disciplina. Já em relação à turma T2, apenas 35 alunos fizeram o pós-teste, dos quais 15 eram repetentes, conforme as Figuras 3.3 e 3.4.

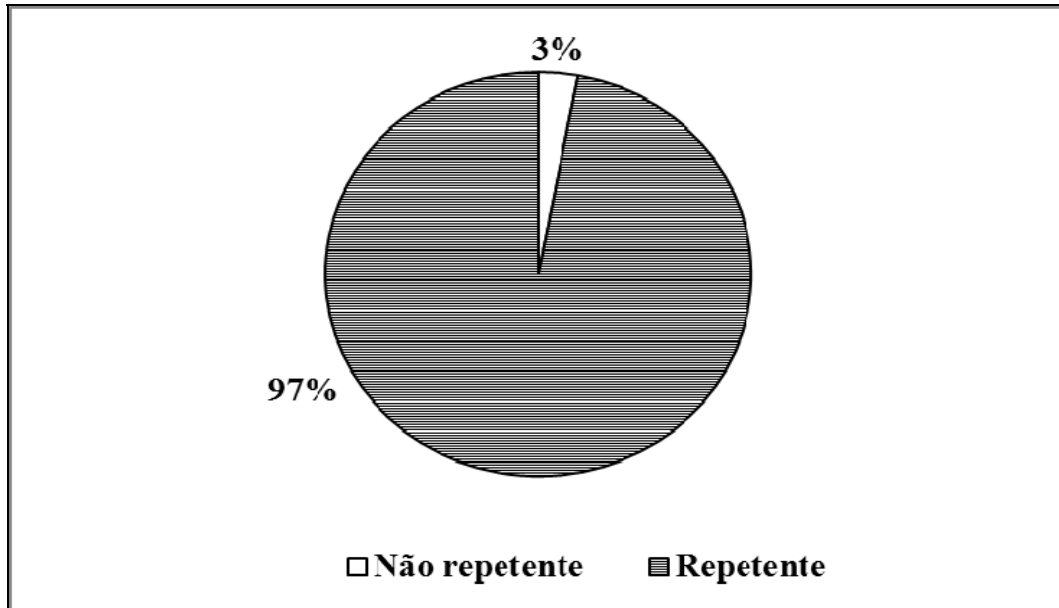


Figura 3.3 - Composição da turma T1 quanto ao número de repetentes considerando alunos que participaram do pré-teste e do pós-teste

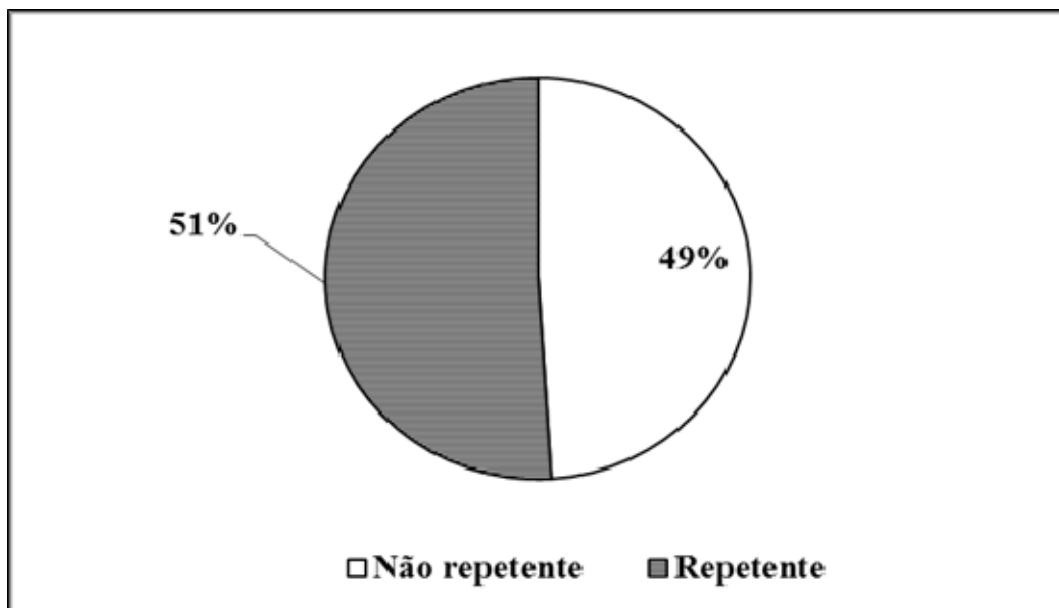


Figura 3.4 - Composição da turma T2 quanto ao número de repetentes considerando alunos que participaram do pré-teste e do pós-teste

Considerando que os alunos repetentes já tiveram contato com os conceitos de mecânica newtoniana no ensino superior, decidiu-se utilizar apenas os dados referentes aos alunos não repetentes, a fim de propiciar isonomia nas condições iniciais. Desse modo, a amostra ficou com 21 alunos na turma T1, todos pertencentes a um mesmo curso, e 20 alunos na turma T2, cuja composição pode ser visualizada na Figura 3.5.

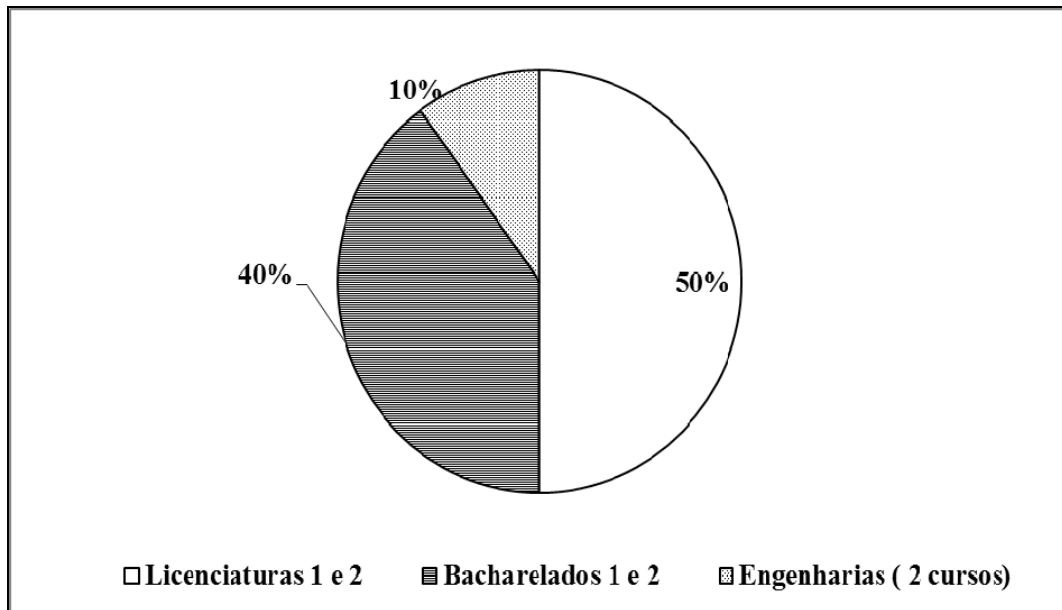


Figura 3.5 - Composição da turma T2 considerando apenas alunos não repetentes que participaram dos dois testes

Para cada aluno foi calculada a porcentagem de aproveitamento geral em cada teste. De acordo com Figura 3.6, que apresenta um comparativo entre o aproveitamento dos alunos da turma T1 no pré-teste e no pós-teste, verifica-se que não houve alunos com aproveitamento inferior a 40% no pós-teste, enquanto que a quantidade de alunos com aproveitamento igual ou superior a 60% aumentou de 6 para 10 alunos no pós-teste. O aproveitamento médio da turma T1 no pré-teste foi de 51%, enquanto que no pós-teste foi de 61%.

A Figura 3.7, por sua vez, apresenta o aproveitamento dos alunos da turma T2 no pré-teste e no pós-teste. Verifica-se que a quantidade de alunos que obtiveram aproveitamento inferior a 40% reduziu de 13 para 9 alunos no pós-teste. Quanto à quantidade de alunos com aproveitamento igual ou superior a 60%, houve um aumento de 2 para 5 alunos. O aproveitamento médio da turma T2 no pré-teste foi de 40%, enquanto no pós-teste foi de 44%.

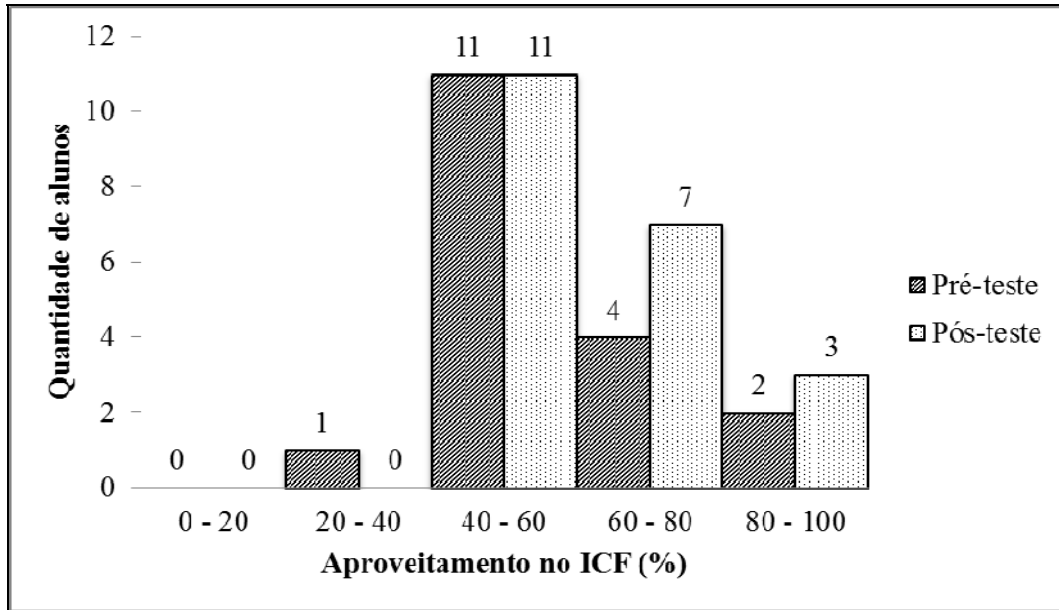


Figura 3.6 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T1 no pré-teste e no pós-teste.

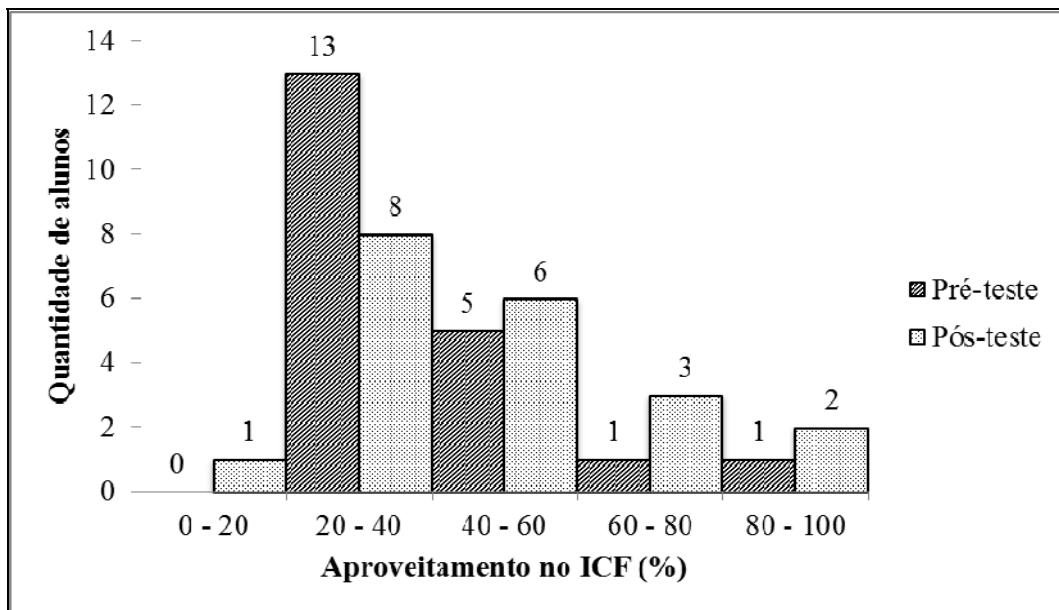


Figura 3.7 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T2 no pré-teste e no pós-teste.

Comparando as Figuras 3.6 e 3.7 e também o aproveitamento médio no pré-teste, verifica-se que a turma T1 possui um nível inicial em relação ao domínio dos conceitos de mecânica newtoniana maior que a turma T2. Enquanto na turma T1 apenas 4 alunos apresentaram aproveitamento inferior a 40%, a turma T2 apresentou 13 alunos nesta situação.

Os valores do aproveitamento médio no pré-teste ($N_{pré}$) e no pós-teste ($N_{pós}$), o desvio padrão e o ganho normalizado para cada turma constam na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Resumo dos resultados das turmas T1 e T2.

Turma	Metodologia	Npré (%)	Desvio padrão Npré (%)	Npós (%)	Desvio padrão Npós (%)	Ganho g
T1	IpC	51	18	61	17	0,20
T2	Tradicional	40	16	44	20	0,06

Considerando os dados da Tabela 3.1, verifica-se que mesmo com esta diferença inicial existente entre as turmas T1 e T2, o ganho normalizado g para a turma T1, em que foi utilizada a metodologia de IpC, foi mais de 3 vezes maior do que na turma T2, em que foi utilizada a metodologia tradicional, conforme pode ser visualizado na Figura 3.8.

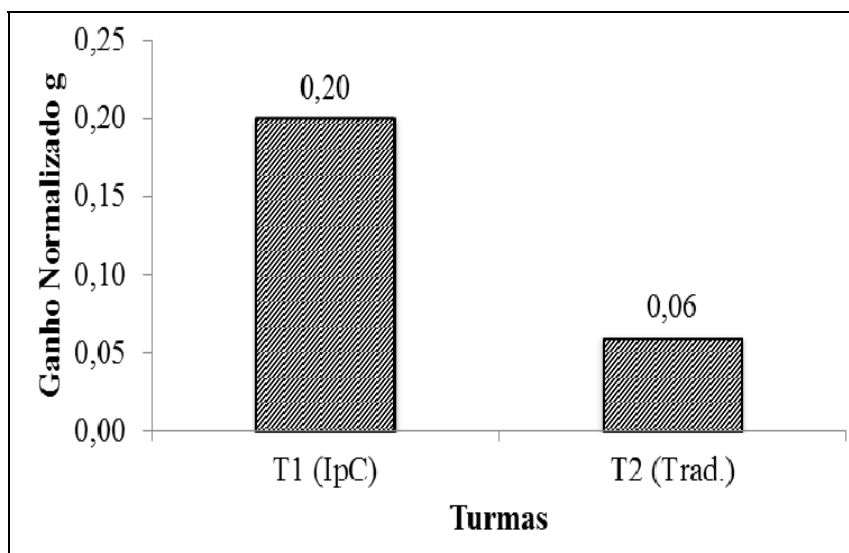


Figura 3.8 - Comparativo entre os Ganhos Normalizados (g) de T1 e T2.

Os resultados do ganho normalizado para as duas turmas indicam que a compreensão dos conceitos de força na turma em que foi utilizada a metodologia IpC foi superior ao da turma que utilizou a metodologia tradicional.

3.2. Dados coletados na pesquisa principal

Considerando as conclusões apontadas pela pesquisa piloto e conforme já descrito no Capítulo 2, a pesquisa principal foi realizada no primeiro semestre de 2014 e consistiu na escolha de duas novas turmas com características semelhantes, que denominamos turma T3 e T4. Na turma T3 o professor P3 utilizou a metodologia IpC, enquanto que na turma T4, o professor P4 utilizou a metodologia tradicional.

Os dados da turma T3 podem ser visualizados na Tabela 3.2. Dos alunos desta turma,

apenas um pertencia a um curso diferente dos demais. Considerando apenas os alunos não repetentes, conforme já justificado anteriormente, a amostra ficou constituída por 24 alunos.

Tabela 3.2 - Dados da turma T3 e da aplicação do ICF.

Dados da turma T3			Dados da aplicação do ICF		
Ingressantes em 2014	Alunos repetentes	Total de matriculados	Responderam ao pré-teste	Responderam ao pós-teste	Alunos válidos
30	3	33	32	27	24

Tabela 3.3 - Dados da turma T4 e da aplicação do ICF

Dados da turma T4			Dados da aplicação do ICF		
Ingressantes em 2014	Alunos repetentes	Total de matriculados	Responderam ao pré-teste	Responderam ao pós-teste	Alunos válidos
30	2	32	28	17	14

Já os dados da turma T4, em que foi utilizada a metodologia tradicional, estão disponíveis na Tabela 3.3. Foram considerados como alunos válidos apenas 14 alunos, ou seja, alunos que participaram dos dois testes e que ingressaram no ano de 2014.

3.2.1. Turma T3

Conforme já relatado, os dados coletados na aplicação do ICF referem-se a 24 alunos ingressantes em 2014 que participaram tanto do pré-teste como do pós-teste. Tais alunos foram denominados A1, A2, A3 até A24 e o desempenho dos mesmos pode ser visualizado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Aproveitamento dos alunos da turma T3 no pré-teste e no Pós-teste do ICF.

ALUNO	Pré-teste		Pós-teste		Diferença entre o aproveitamento no pré-teste e no pós-teste (%)
	Nº acertos	Aproveitamento (%)	Nº acertos	Aproveitamento (%)	
A1	19	63	21	70	7
A2	13	43	18	60	17
A3	6	20	20	67	47
A4	14	47	18	60	13
A5	12	40	12	40	0
A6	10	33	12	40	7
A7	8	27	15	50	23
A8	11	37	19	63	26
A9	7	23	10	33	10
A10	8	27	7	23	-3
A11	11	37	16	53	16
A12	7	23	11	37	14
A13	10	33	12	40	7
A14	5	17	9	30	13
A15	11	37	14	47	10
A16	6	20	9	30	10
A17	6	20	18	60	40
A18	8	27	6	20	-7
A19	6	20	7	23	3
A20	6	20	7	23	3
A21	4	13	7	23	10
A22	7	23	10	33	10
A23	9	30	10	33	3
A24	7	23	9	30	7
Média		29	Média	41	12
Desvio Padrão		11	Desvio Padrão	16	12

Considerando os dados acima, o valor médio de aproveitamento no pré-teste ($N_{pré}$) e no Pós-teste ($N_{pós}$) foi possível obter o valor do ganho normalizado 0,17 para a turma T3.

A Figura 3.9 possibilita uma comparação entre o aproveitamento dos alunos da turma T3 no pré-teste e no pós-teste.

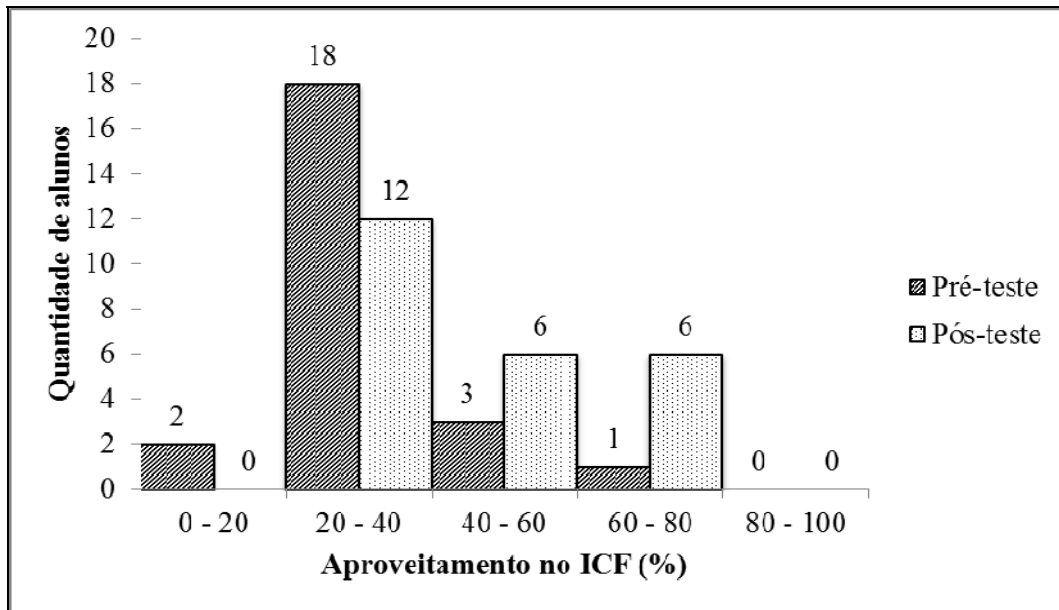


Figura 3.9 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T3 no pré-teste e no pós-teste

Hestenes *et al.* (1992) consideraram em suas pesquisas que 60% era o valor mínimo de aproveitamento para alunos que dominam os conceitos de mecânica newtoniana. Verifica-se na Figura 3.9 que o número de alunos da turma T3 com aproveitamento inferior a 60 % reduziu de 23 para 18 alunos entre o pré-teste e o pós-teste. Já a quantidade de alunos com aproveitamento igual ou superior a 60% aumentou de um aluno para seis. Apesar deste avanço nenhum aluno obteve média superior a 85%, o que qualificaria o mesmo como um aluno com conhecimentos sólidos em mecânica newtoniana, de acordo com Hestenes *et al.* (1992).

Apesar de visualizarmos uma melhoria na aprendizagem dos conceitos de mecânica newtoniana, o resultado do ganho normalizado g para a turma T3, está abaixo dos valores estimados por Hake (1998) que eram de 0,23 para metodologias de ensino tradicional e 0,48 para as metodologias de ensino interativo. Como a metodologia IpC é uma metodologia de engajamento interativo, o valor de g encontrado é inferior ao esperado.

A análise do desempenho dos alunos em cada questão e os conceitos newtonianos que foram melhor compreendidos após a aplicação da metodologia IpC podem ser visualizadas nas Figuras 3.10 e 3.11.

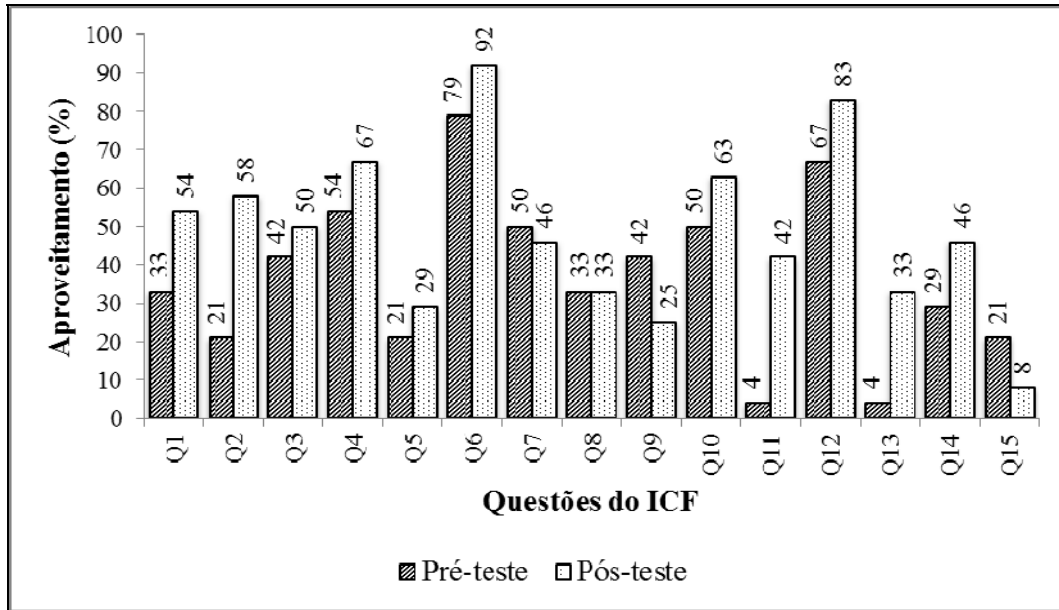


Figura 3.10 - Aproveitamento percentual (questões 1 a 15) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do ICF na turma T3.

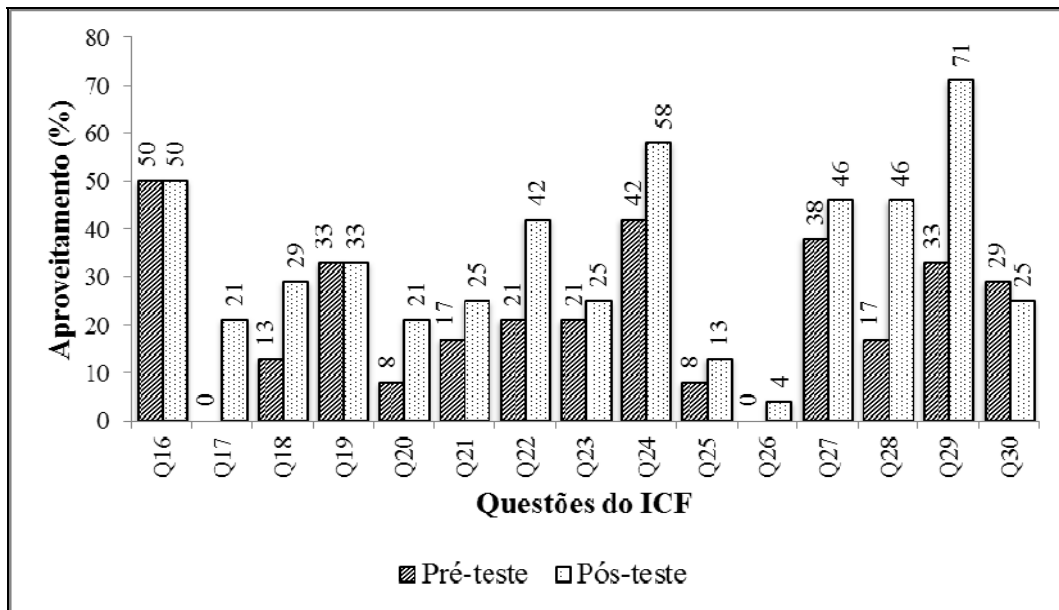


Figura 3.11 - Aproveitamento percentual (questões 16 a 30) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do ICF na turma T3.

O cálculo do ganho normalizado por questão foi realizado utilizando a mesma expressão descrita na Seção 1.6, em que se utilizou a média de aproveitamento no pré-teste e a média de aproveitamento no pós-teste de cada questão (Figura 3.12).

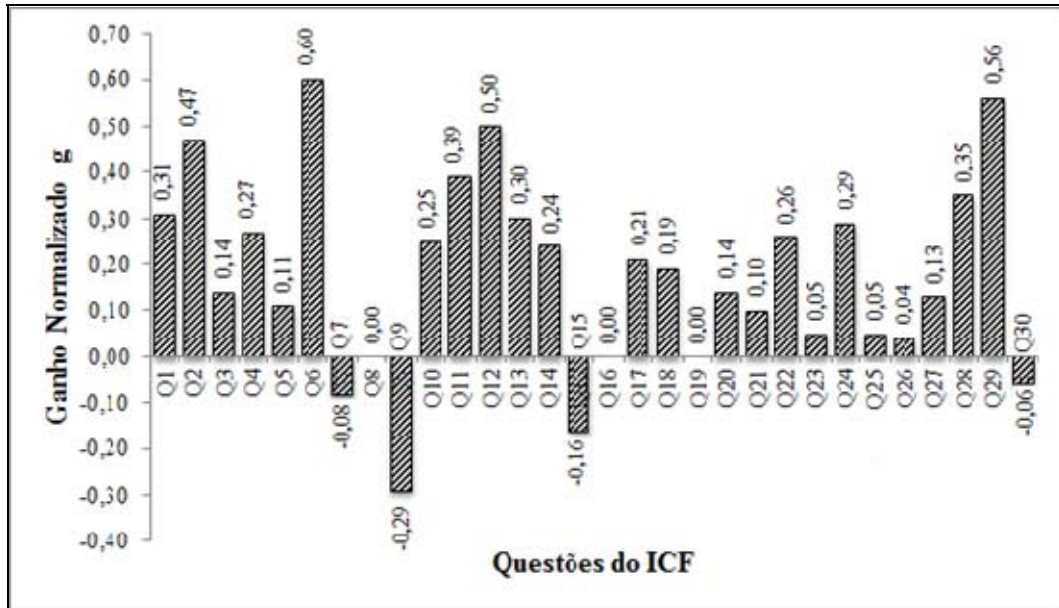


Figura 3.12 - Ganho Normalizado g por questões do ICF - turma T3.

Aplicando-se o cálculo do ganho normalizado para as 30 questões do ICF, verifica-se que em 23 questões, ocorreu uma melhoria no ganho de aprendizagem do conceito abordado. Em outras sete questões não houve ganho de aprendizagem. As questões que apresentaram maior ganho normalizado após a utilização da metodologia IpC foram a 6, 29 e 12. A questão 6 versa sobre a trajetória de uma bola após efetuar um movimento circular dentro de uma calha e sair na outra extremidade. A questão 12 refere-se ao movimento de projéteis, considerando um canhão localizado sobre um precipício que dispara horizontalmente. Já a questão 29 avalia o reconhecimento de forças atuando em um corpo.

3.2.2. Turma T4

Os dados coletados na aplicação do ICF na turma T4 referem-se a 14 alunos ingressantes em 2014 que participaram tanto do pré-teste como do pós-teste. Denominando estes alunos de B1, B2, B3 até B14, apresentamos seu desempenho na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Aproveitamento dos alunos da turma T4 no pré-teste e no Pós-teste.

Aluno	Pré-teste		Pós-teste	
	Nº acertos	Aproveitamento (%)	Nº acertos	Aproveitamento (%)
B4	13	43	23	77
B5	20	67	21	70
B7	15	50	24	80
B8	24	80	23	77
B10	8	27	10	33
B12	22	73	17	57
B17	8	27	15	50
B18	13	43	14	47
B19	12	40	16	53
B21	4	13	7	23
B23	3	10	5	17
B24	7	23	11	37
B26	17	57	24	80
B27	9	30	11	36

O valor médio de aproveitamento no pré-teste ($N_{pré}$) e no Pós-teste ($N_{pós}$) para a turma T4, em que foi utilizada a metodologia tradicional, foi respectivamente igual a $N_{pré} = 42\%$ com desvio padrão de 22% e $N_{pós} = 53\%$ com desvio padrão de 22%. Deste modo, o ganho normalizado, já discutido no Capítulo 2, foi igual a 0,19.

A Figura 3.13 possibilita uma comparação entre o aproveitamento dos alunos da turma T4 no pré-teste e no pós-teste.

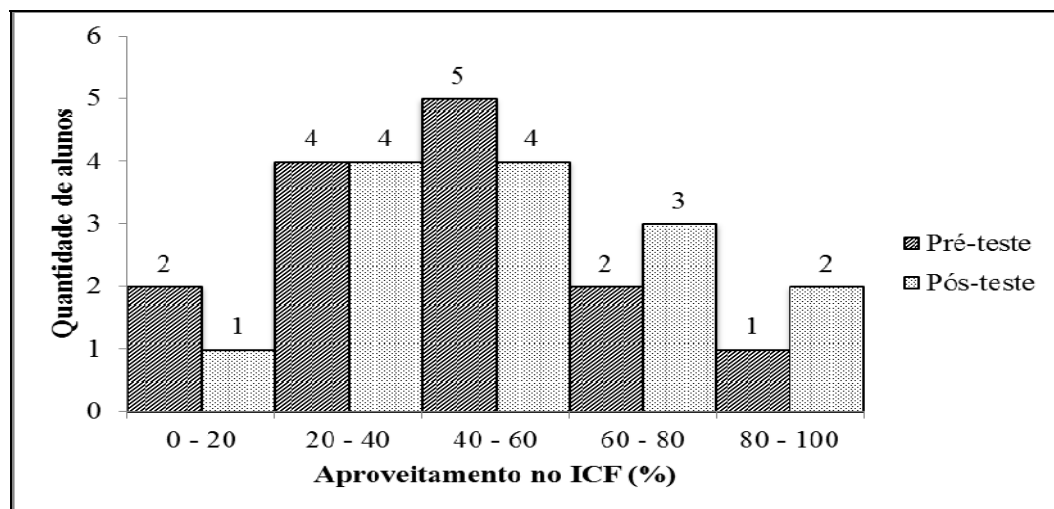


Figura 3.13 - Comparativo entre o percentual de aproveitamento na turma T4 no pré-teste e no pós-teste.

Considerando que para Hestenes *et al.* (1992), um aproveitamento no ICF inferior a 60% indica que a falta de domínio dos conceitos de mecânica newtoniana, verifica-se que a turma T4 apresentou uma redução de 11 para nove alunos nesta faixa de aproveitamento. A quantidade de alunos com aproveitamento igual ou superior a 60% aumentou de três para cinco alunos. Apesar deste avanço, nenhum aluno obteve aproveitamento superior a 85% que qualificaria o mesmo como um aluno com conhecimentos sólidos em mecânica newtoniana, mas dois alunos apresentaram aproveitamento de 80%.

O resultado do ganho normalizado g para a turma T4 foi próximo do encontrado por Hake (1998) para o ensino tradicional que é de 0,23.

Analogamente ao realizado com os dados da turma T3 é possível analisar o desempenho dos alunos da turma T4 em cada questão e verificar quais os conceitos de mecânica newtoniana ficaram mais claros utilizando a metodologia tradicional. As Figuras 3.14 e 3.15 mostram o aproveitamento da turma T4 em cada questão do ICF no pré-teste e no pós-teste.

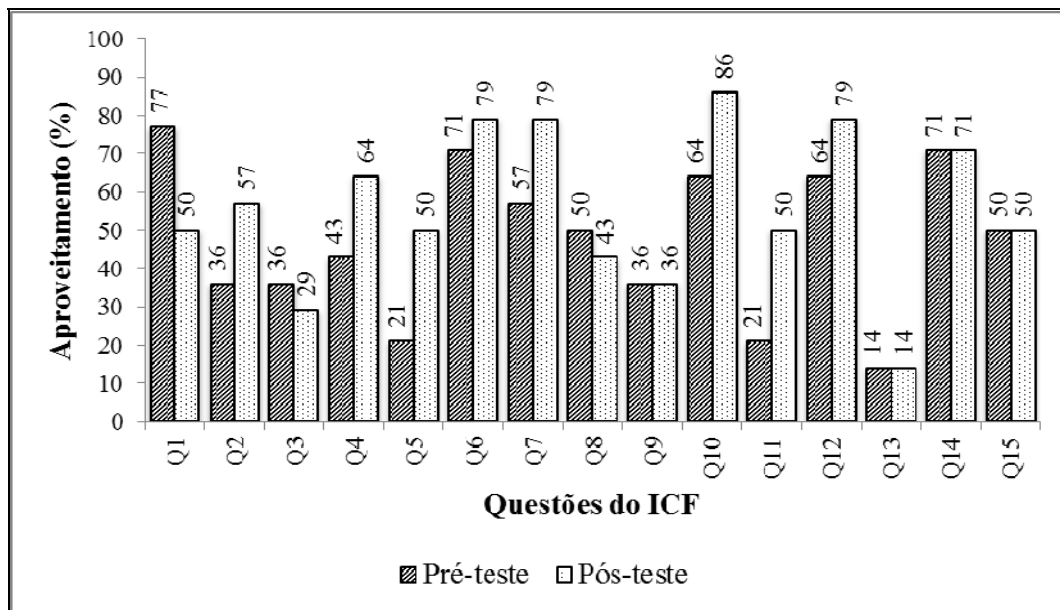


Figura 3.14 - Aproveitamento percentual (questões 1 a 15) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste na turma T4.

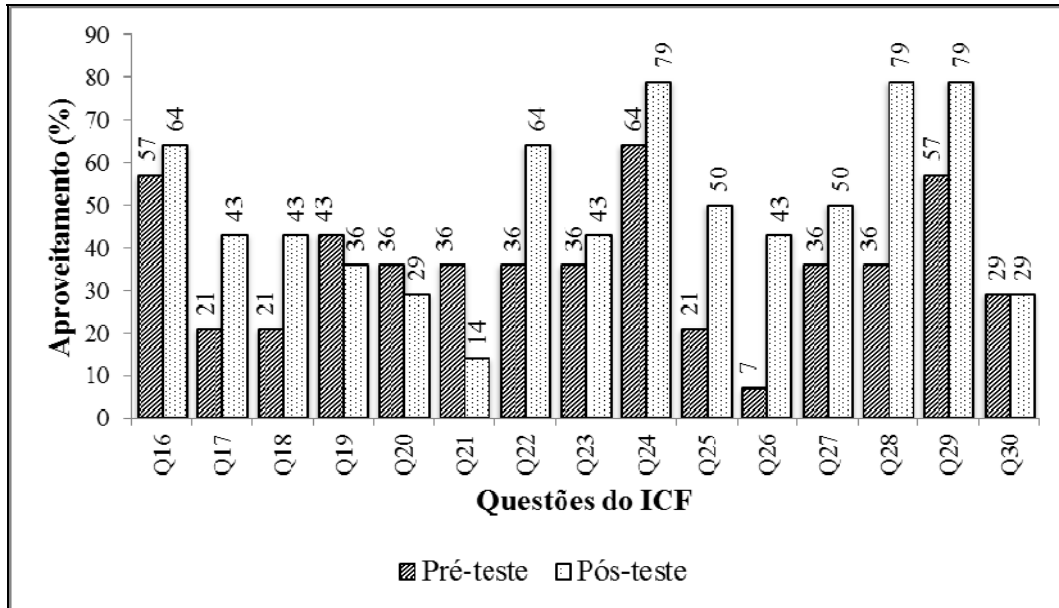


Figura 3.15 - Aproveitamento percentual (questões 16 a 30) obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste na turma T4.

A Figura 3.16 indica que as questões 10, 28 e 29 apresentaram maior ganho normalizado após a utilização da metodologia tradicional.

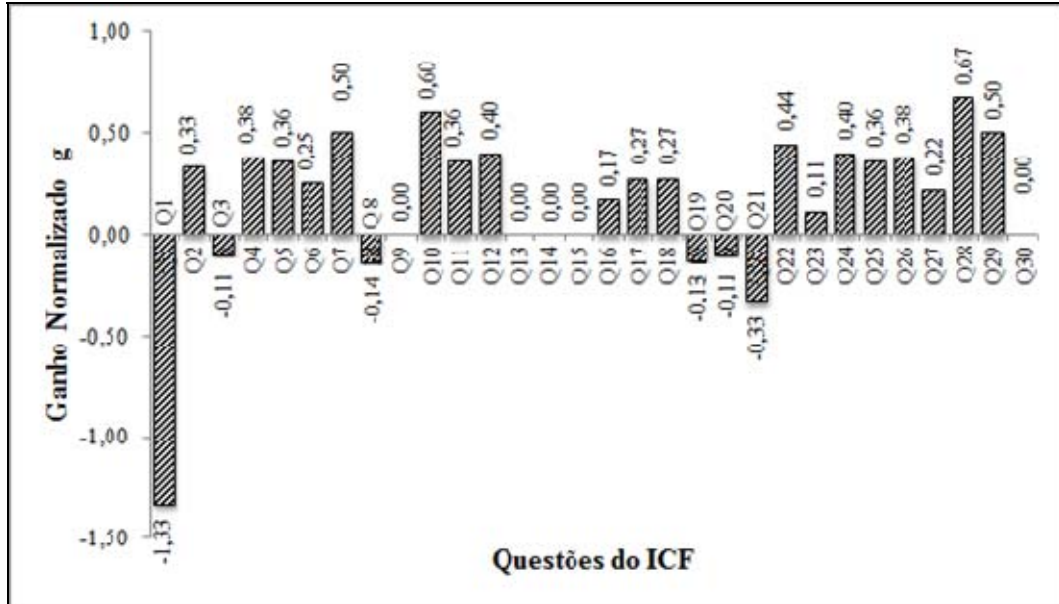


Figura 3.16 - Ganho Normalizado g por questão do ICF - turma T4.

3.2.3. Comparação entre os resultados dos ganhos normalizados

A Tabela 3.6 permite comparar os resultados das duas turmas. É possível verificar que o ganho normalizado da turma T3, em que foi utilizada a metodologia IpC, é pouco menor que a da turma T4, em que foi utilizada a metodologia tradicional.

Tabela 3.6 - Resumo dos resultados das turmas T3 e T4.

Turma	Metodologia	Npré (%)	Desvio padrão Npré (%)	Npós (%)	Desvio padrão Npós (%)	Ganho g
T3	IpC	29	11	41	16	0,17
T4	Tradicional	42	22	53	22	0,19

O próximo passo foi comparar os resultados obtidos nas turmas T3 e T4. As Figuras 3.17 e 3.18 e a Tabela 3.6 indicam que a turma T3 apresentou aproveitamento médio de 29% no pré-teste e de 41% no pós-teste. Percebe-se que a variação do aproveitamento médio entre os dois testes foi de 12 pontos percentuais, ou seja, aproximadamente um desvio padrão da distribuição das notas do pré-teste.

Já as Figuras 3.19 e 3.20 e a Tabela 3.6 indicam que a turma T4 apresentou aproveitamento médio de 42% no pré-teste e 53% no pós-teste com desvio padrão de 22%, em ambos os testes. A variação do aproveitamento médio entre os dois testes foi de 11 pontos percentuais, ou seja, aproximadamente metade do desvio padrão da distribuição das notas do pré-teste.

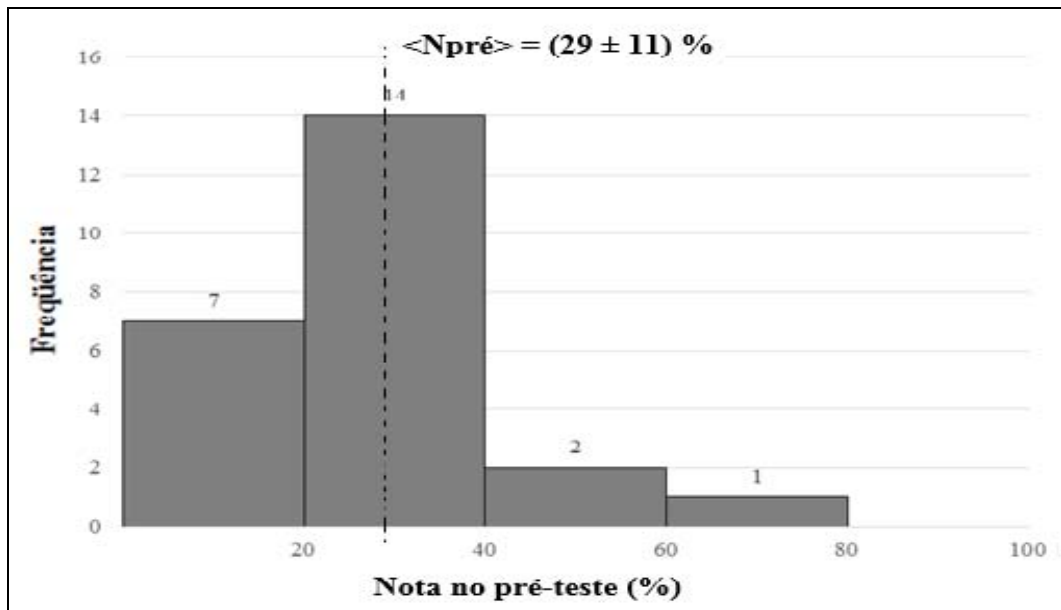


Figura 3.17 - Frequência das notas do pré-teste da turma T3. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.

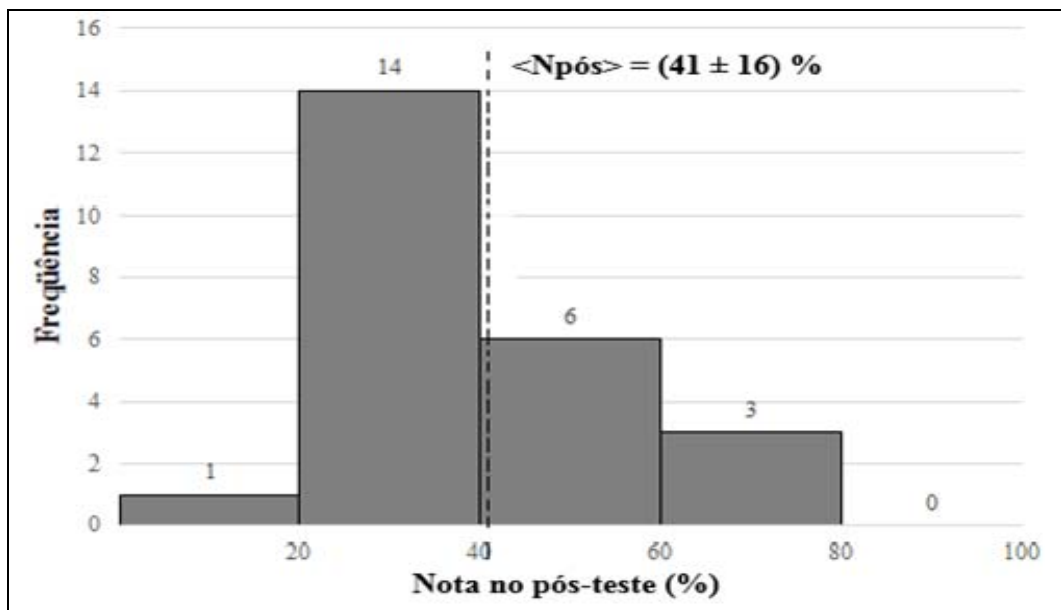


Figura 3.18 - Frequência das notas do pós-teste da turma T3. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.

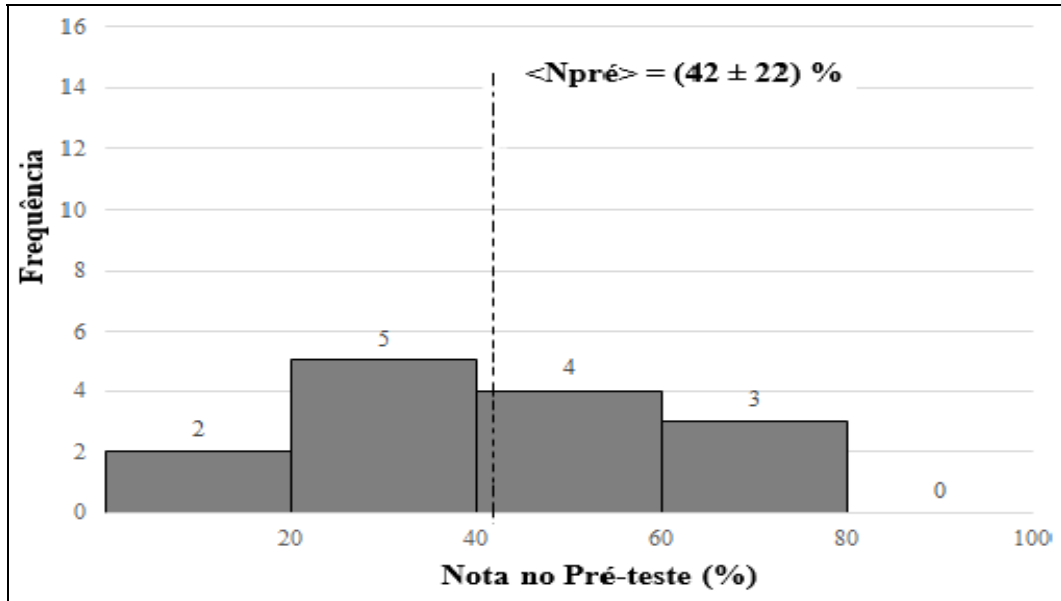


Figura 3.19 - Frequência das notas do pré-teste da turma T4. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.

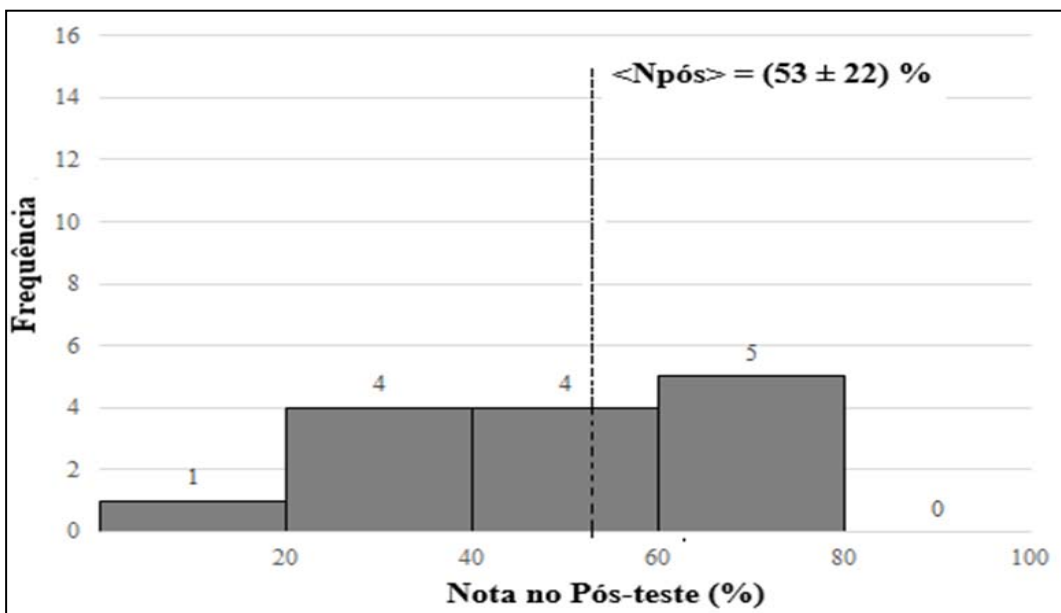


Figura 3.20 - Frequência das notas do pós-teste da turma T4. A linha tracejada representa o aproveitamento médio da turma.

A Figura 3.21 mostra a comparação entre os resultados deste trabalho com os de Hake (1998) e Barros *et al.* (2004). Verifica-se que o valor de g igual a 0,17 encontrado para a turma T3 em que foi utilizado a IpC é abaixo dos valores encontrados por Hake (1998) e por Barros *et al.* (2004). A pesquisa de Hake (1998), já descrita na Seção 1.6, encontrou os valores de ganho normalizado de 0,48 para métodos de engajamento interativo e 0,23 para o método tradicional. Já Barros *et al.* (2004) procurou estudar a utilização do engajamento interativo na disciplina de Física I na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e

encontrou os valores para g de 0,35 e 0,38, referentes aos anos de 2001 e 2002 respectivamente. Estes autores utilizaram como metodologia de engajamento interativo, a associação entre a metodologia IpC e os Mini relatórios (MR), que consistem na produção pelo aluno durante a aula de um pequeno parágrafo em que conste a opinião do mesmo quanto ao principal ponto tratado na aula e o que ainda não ficou claro.

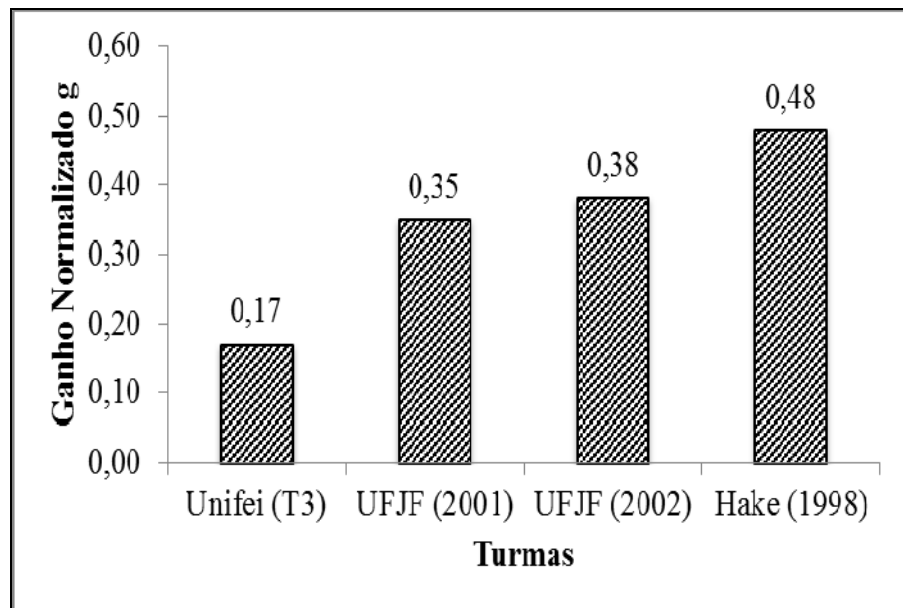


Figura 3.21 - Comparação entre os valores encontrados para os Ganhos Normalizados considerando os trabalhos de Hake (1998) e Barros *et al.* (2004).

Os resultados deste trabalho divergem dos encontrados nos trabalhos citados acima. No entanto, Fraser *et al.* (2014) citam o estudo de Caballero (2011) em que o ganho g nas turmas em que foi aplicada a metodologia IpC é menor do que nas turmas nas quais foi usada a metodologia tradicional. Ainda para Fraser *et al.* (2014), a publicação de resultados positivos e negativos contribui para a formação de uma visão mais ampla sobre a metodologia de ensino estudada.

3.3. Dados coletados durante a aplicação de questões conceituais nas aulas

Conforme já relatado no Capítulo 2, o pesquisador acompanhou todas as aulas na turma T3 com o objetivo de registrar os resultados da aplicação das questões conceituais relativas aos conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia. Das 36 questões aplicadas, apenas as respostas das questões Q5 a Q36 foram registradas com a identificação do aluno nos cartões. Isto possibilitou determinar os índices de ocorrência ou não de mudanças nas respostas entre a votação 1 (antes da discussão entre pares) e a votação 2 (após

a discussão entre pares), conforme as quatro possíveis situações (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Situações possíveis na resolução de questões conceituais

Situação	Característica
1	O aluno acerta a resposta na votação 1 e erra na votação 2;
2	O aluno erra a resposta na votação 1 e erra na votação 2;
3	O aluno erra a resposta na votação 1 e acerta na votação 2;
4	O aluno acerta a resposta na votação 1 e acerta na votação 2;

A Figura 3.22 mostra os resultados obtidos na aplicação das questões conceituais QC5 a QC36 considerando as situações relacionadas na Tabela 3.7. Verifica-se que uma pequena minoria (4%) acertou a resposta na primeira votação e errou na segunda. Já a maioria (73%) manteve sua resposta na segunda votação ou de acerto ou de erro, enquanto 23% melhoraram suas respostas entre a votação 1 e votação 2.

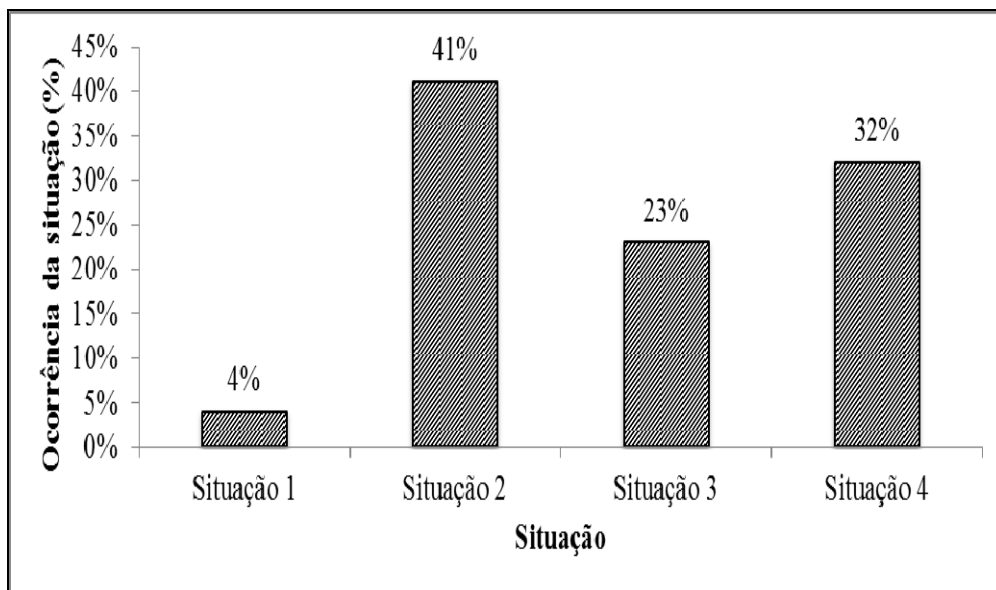


Figura 3.22 - Percentual de ocorrências das situações listadas na Tabela 3.7 na aplicação das questões conceituais Q5 a Q36

A Figura 3.23 mostra um comparativo entre o percentual de acertos na votação 1 e na votação 2 para as 32 questões (QC5 a QC36) de acordo com os dados apresentados no Apêndice B.

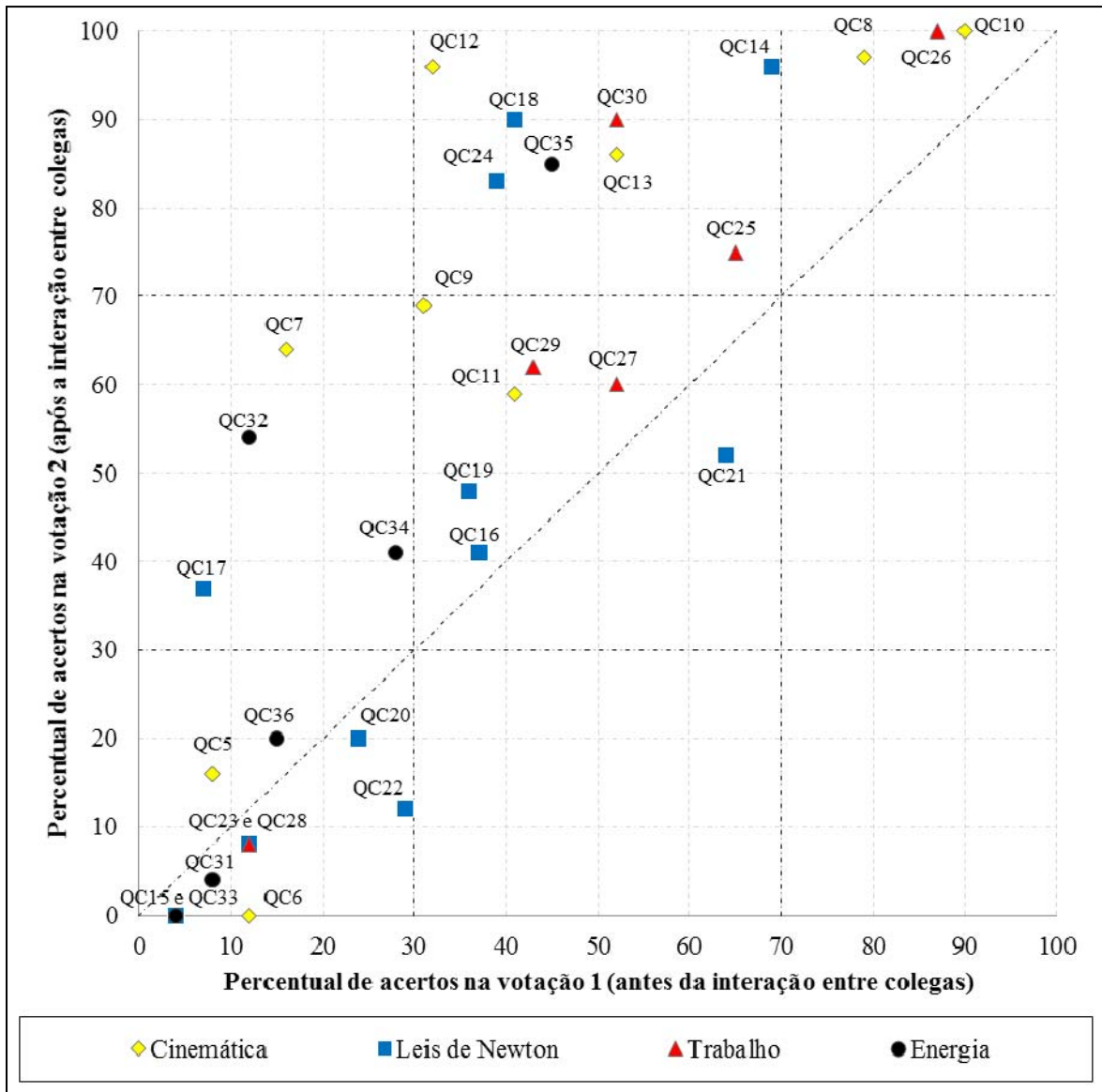


Figura 3.23 - Comparação entre o percentual de acertos na votação 1 e na votação 2 das questões conceituais QC5 a QC36.

Na Figura 3.23 cada ponto do gráfico representa os valores referentes a uma determinada questão. Como as questões QC23 e QC28 e também as questões QC15 e QC33 apresentaram os mesmos índices de acertos na votação 1 e na votação 2, os pontos foram sobrepostos. A linha diagonal representa o limite entre o melhor ou o pior desempenho na votação 2 para cada questão: os pontos localizados acima desta linha indicam que a referida questão apresentou um melhor índice de acertos na votação 2 enquanto os pontos localizados abaixo da linha indicam que a questão apresentou um pior resultado na votação 2. Já as linhas horizontais e verticais delimitam faixas de percentagem de acertos nas votações 1 e 2

respectivamente. Considerando os percentuais estipulados por Mazur (2007), as faixas de percentuais foram divididas em 0% a 30%, 30% a 70% e 70% a 100%.

Considerando a linha diagonal como referência, verifica-se que as 9 questões que apresentaram índices piores de acertos na votação 2 foram QC6, QC15, QC20, QC21, QC22, QC23, QC28, QC31 e QC33. Para estas questões, a interação entre os colegas influenciou negativamente no resultado. Uma das hipóteses para explicar este fato pode ser que a quantidade de alunos que optaram pela resposta correta na primeira votação era muito pequena e, portanto, insuficiente para convencer os colegas a mudarem para a resposta correta na segunda votação. A única questão que contradiz esta hipótese é a questão QC21 cujo índice de acertos passou de 64% para 52%. Outra hipótese é de que tais questões apresentaram um nível de dificuldade elevado e os conceitos abordados não ficaram claros para todos os alunos. Neste caso, das 9 questões, uma delas tratava do tema cinemática, 5 questões abordavam conceitos relacionados às leis de Newton, enquanto duas eram sobre o tema trabalho e uma questão versava sobre o tema energia. Uma maneira de verificar se esta última hipótese é verdadeira, é aplicarmos tais questões novamente em outra turma e averiguarmos se de fato tais resultados se repetem.

As demais 23 questões que apresentaram melhores índices de acertos na votação 2 em relação à votação 1 podem ser analisadas considerando as regiões delimitadas pelas linhas horizontais e verticais. As questões QC5 e QC36, localizadas inicialmente na faixa de 0 a 30% para a votação 1 permaneceram na mesma faixa na votação 2 e a melhoria do índice de acertos foi pequena, visto que os pontos estão próximos da linha diagonal. Isto sugere que tais questões eram difíceis e que os conceitos avaliados em tais questões permaneceram incompreendidos pela maioria dos alunos. As questões QC7, QC17, QC32 e QC34, cujos índices de acertos melhoraram da faixa de 0% a 30% para a faixa de acertos de 30% a 70%, podem ser reformuladas com o objetivo de se obter um resultado melhor na primeira votação. Já as questões QC9, QC11, QC16, QC19, QC27 e QC29 apresentaram uma pequena melhora no índice de acertos na votação 2 e mantiveram-se na faixa de 30% a 70% de acertos. As questões QC8, QC10 e QC26 apresentaram índice de acerto superior a 70% já na primeira votação e aumentaram os seus índices na votação 2. Tais questões podem ser qualificadas como fáceis e devem ser substituídas nas próximas turmas. As questões QC12, QC13, QC14, QC24, QC25, QC30 e QC35 melhoraram seus índices de acertos, passando da faixa de 30% a 70% para a faixa de 70% a 100%. Tais questões deverão ser mantidas para uma nova oferta

pois comprovaram que a interação entre os colegas contribuiu para uma melhor compreensão conceitual.

Em resumo, das 32 questões conceituais, 14 tiveram índice de acerto inferior a 30% na primeira votação (grupo 1), 15 ficaram na faixa de 30% a 70% (grupo 2) e apenas 3 ficaram acima de 70% (grupo 3). Das questões do primeiro grupo nenhuma ultrapassou o índice de 70% na segunda votação. Este resultado pode ser justificado pelo pequeno número de alunos que acertaram na primeira votação, o que foi insuficiente para convencer os colegas a mudarem para a resposta correta. No segundo grupo, mais da metade das questões atenderam às expectativas da metodologia IpC, pois para elas o índice de acerto na segunda votação foi superior a 70%. Finalmente o terceiro grupo foi constituído por questões que apresentaram um alto índice de acertos já na primeira votação, o que dispensaria uma segunda votação.

Os resultados apresentados podem contribuir para uma análise das questões que devem ser mantidas e as que devem ser substituídas ou revisadas numa próxima aplicação da metodologia IpC em outras turmas. É bom destacar que independentemente dos resultados entre as duas votações, todos os conceitos avaliados foram discutidos coletivamente com a turma, de modo que tais questões desempenharam um papel formativo importante nos estudos dos conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia.

3.4. Dados Coletados pelo questionário de avaliação da disciplina

O questionário de avaliação da disciplina foi aplicado em 21 alunos da turma T3, que o responderam anonimamente e foram denominados C1, C2, ..., C21. Ele era composto por nove questões divididas em cinco grupos. O primeiro grupo, composto pelas questões fechadas 1 e 2, refere-se à autoavaliação do aluno quanto a sua frequência nas aulas presenciais e nas atividades propostas no AVA TelEduc, respectivamente, e podem ser visualizadas na Figuras 3.24. Já os resultados para estas questões podem ser visualizados nas Figuras 3.25 e 3.26.

- 1) Sua frequência às aulas foi:
- maior do que 80% entre 60% e 80% entre 40% e 60% entre 20% e 40% menor do que 20%
- 2) Sua frequência às atividades no ambiente TelEduc foi:
- maior do que 80% entre 60% e 80% entre 40% e 60% entre 20% e 40% menor do que 20%

Figura 3.24 - Questões 1 e 2

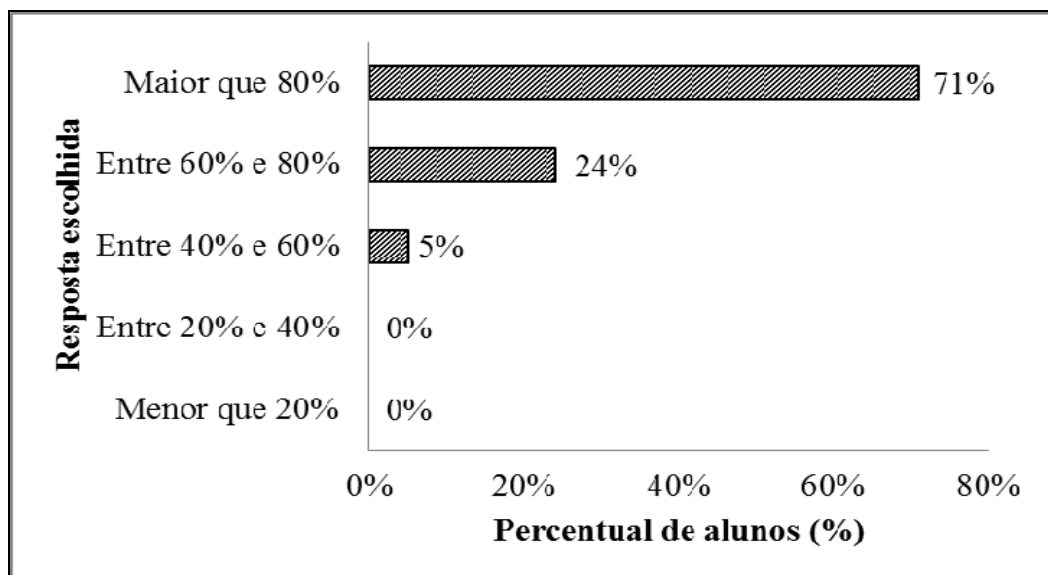


Figura 3.25 - Respostas dos alunos à questão 1, referente à frequência às aulas.

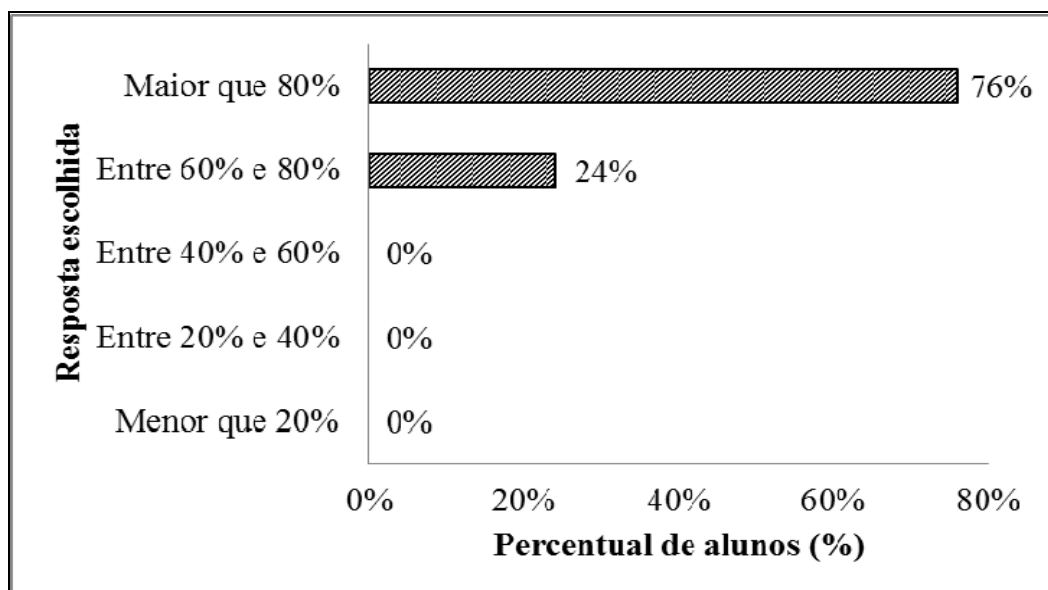


Figura 3.26 - Respostas dos alunos à questão 2, referente à frequência no AVA TelEduc

Já o segundo grupo, formado pelas questões 3 e 4, pode ser visualizado na Figura 3.27. As respostas da questão 3 indicaram que a maioria manifestou-se favorável à utilização de mais questões conceituais em uma próxima oferta da disciplina, conforme pode ser visto na Figura 3.28.

3) Ao longo deste semestre você teve a oportunidade de responder questões de múltipla escolha em sala e discuti-las com seus colegas. Caso essa mesma estratégia venha a ser usada em uma disciplina do próximo semestre, você gostaria que:

- houvesse mais questões desse tipo para serem respondidas e discutidas em sala;
- houvesse menos questões desse tipo para serem respondidas e discutidas em sala;
- não houvesse questões desse tipo para serem respondidas e discutidas em sala.

4) Justifique a resposta dada na questão anterior (continue no verso, se necessário).

Figura 3.27 - Questões 3 e 4

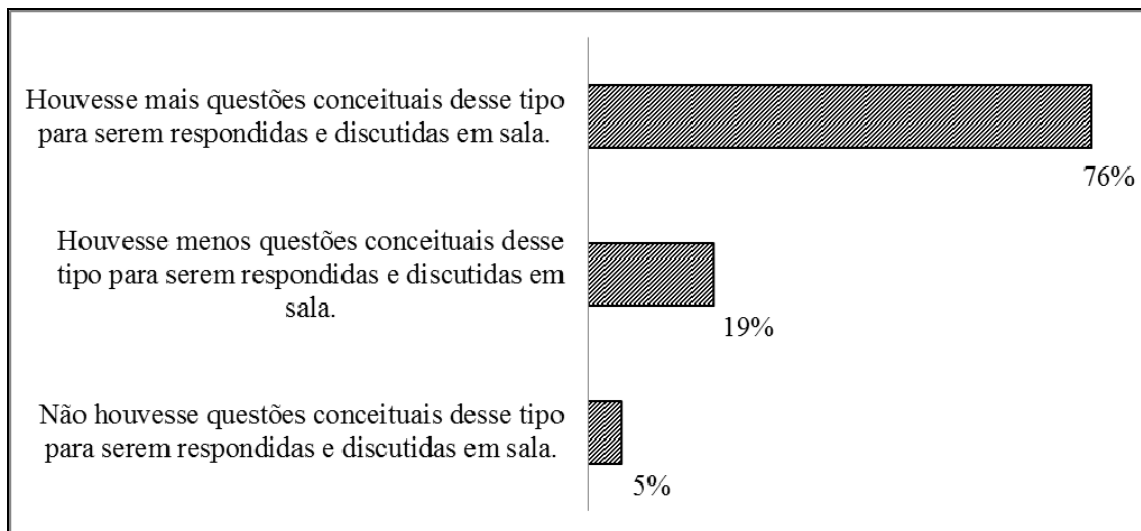


Figura 3.28 - Respostas dos alunos à questão 3, referente ao uso das questões conceituais em uma próxima oferta da disciplina

Quanto à questão 4, que solicitava ao aluno justificar a resposta escolhida na questão 3, foram selecionadas apenas as respostas que evidenciavam a interação entre os alunos em sala de aula, visto que a interação é um fator importante na metodologia IpC e fundamental no processo de aprendizagem. Dos 21 alunos que responderam o questionário, 13 evidenciaram espontaneamente que um dos pontos positivos do uso da metodologia IpC é que isso favorece a interação entre os colegas, que, por sua vez, implica um melhor entendimento do conteúdo e uma melhor aprendizagem. Na questão 4, as frases que apresentaram as sentenças “discussão entre os alunos”, “interessante discutir com os colegas”, “compartilhar com o colega”, “interagir com o colega”, “ajuda do colega” e “troca de conhecimento com os colegas” foram classificadas na categoria interação.

Para seis alunos da turma T3, a interação entre os colegas para a discussão das questões conceituais possibilita ao estudante aprender mais e construir o seu conhecimento, visto que favorece uma melhor fixação e entendimento do conteúdo por meio do confronto de ideias e do desenvolvimento da capacidade de argumentação para o convencimento do colega, conforme pode ser ilustrado pelo excerto transcrito abaixo.

Porque é um ótimo método de aprendizado, em minha opinião muito mais eficaz do que os métodos convencionais de aula, pois mostra durante a discussão entre os alunos os diferentes tipos de soluções e modos de resolver um problema para a mesma questão, e ajuda muito mais a fixar o conteúdo, pois força o aluno a interagir com o conteúdo pelo debate e troca de ideias em geral. (C1).

Já em outros seis excertos, além de mencionarem a interação entre os colegas, os alunos destacam que o uso das questões conceituais lhes ajuda a pensar mais sobre o conteúdo, estimula o aprendizado, ajuda a desenvolver a capacidade de interpretação e proporciona a discussão de dúvidas e interação entre os colegas, que é mencionado como um fator positivo da metodologia. Por exemplo, temos o excerto do aluno C10:

Com os exercícios em grupo, temos a oportunidade de interagir com os colegas, se houver dúvidas do conteúdo, pode-se contar com a ajuda do colega que tem mais afinidade com o assunto, tirando dúvidas que às vezes temos receio de perguntar ao professor.

Já o aluno C18, que foi favorável ao uso de menos questões conceituais em uma próxima oferta da disciplina, elogiou a metodologia de transformar a sala em um ambiente de discussão entre alunos, porém externou a preocupação com o tempo excessivo de realização das atividades, conforme está descrito no excerto abaixo:

O espaço para a discussão é extremamente interessante e construtor, por outro lado perde-se muito tempo na aula, que poderia ser utilizado para o professor aprofundar no assunto tratado, para que a discussão sobre uma questão seja mais produtiva e aprofundada. (C18).

Já o aluno C19, que manifestou desfavorável sobre o uso das questões conceituais em sala de aula, argumentou na questão 4 que a falta de conhecimento sobre o assunto abordado na questão dificultou sua participação nas discussões entre os colegas:

Porque tem algumas questões que não sei responder então não tem como convencer algum colega com a minha resposta. (C19).

O terceiro grupo de questões, composto pelas questões 5 e 6, pode ser visualizado na Figura 3.29.

5) Ao longo deste semestre você teve a oportunidade de resolver listas de exercícios em sala em grupos de três alunos. Caso essa mesma estratégia venha a ser usada em uma disciplina do próximo semestre, você gostaria que:

- houvesse mais listas desse tipo para serem resolvidas em sala;
- houvesse menos listas desse tipo para serem resolvidas em sala;
- não houvesse listas desse tipo para serem resolvidas em sala.

6) Justifique a resposta dada na questão anterior (continue no verso, se necessário).

Figura 3.29 - Questões 5 e 6

As respostas da questão 5 indicaram que a maioria manifestou-se favorável à utilização de mais exercícios em grupo na sala de aula em uma próxima oferta da disciplina, conforme pode ser visto na Figura 3.30. Os exercícios em grupo também é uma forma de possibilitar a interação entre os colegas e estimular a discussão de ideias para a solução do exercício proposto.

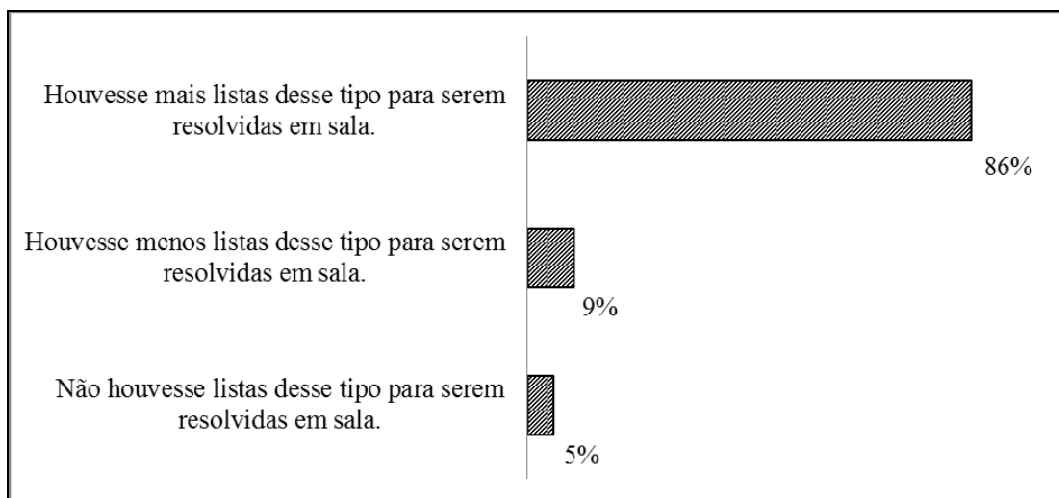


Figura 3.30 - Respostas dos alunos à questão 5, referente à utilização de resolução de exercícios em grupo em uma próxima oferta da disciplina.

Quanto à questão 6, que solicitava ao aluno justificar a resposta escolhida na questão 5, foram selecionadas apenas as respostas que também evidenciavam a interação entre os alunos em sala de aula. Dos alunos que responderam ao questionário, 12 deles mencionaram espontaneamente que a possibilidade de interação entre os colegas foi um fator positivo durante a aplicação das listas de exercícios. Na questão 6, as frases que apresentaram as sentenças “ajuda dos nossos amigos”, “tirar dúvidas com os colegas”, “sanar duvida do colega”, “interação com os colegas”, “auxilio dos colegas”, “ensinarem uns aos outros”, “discussão”, “trabalho em grupo”, “um auxilia o outro” foram classificadas na categoria interação.

Para onze alunos, os exercícios em grupo utilizados em sala de aula favoreceram a interação entre os colegas por meio do trabalho em equipe e possibilitaram o ensino e a aprendizagem entre os colegas por meio da discussão de ideias diferentes e das dúvidas durante a resolução dos exercícios propostos. Como exemplo, temos os excertos dos alunos C5 e C13:

Gostei desse tipo de atividade porque é possível, através do trabalho em grupo, que cada um traga o seu modo de olhar para o problema. Cada um pode sanar alguma dúvida do colega. (C5).

O trabalho em grupo é importante, pois instiga os integrantes do grupo a se unirem e ensinarem uns aos outros fazendo o aprendizado ser mais rígido e eficaz já que podemos trocar opiniões e entender outros pontos de vista a respeito de como fazer a questão. (C13).

O quarto grupo de questões, composto pelas questões 7 e 8, pode ser visualizado na Figura 3.31

7) Ao longo do semestre você teve a oportunidade de realizar atividades no ambiente TelEduc antes das aulas. Caso essa mesma estratégia venha a ser usada em uma disciplina do próximo semestre, você gostaria que:

- houvesse mais atividades desse tipo no TelEduc;
- houvesse menos atividades desse tipo no TelEduc;
- não houvesse atividades desse tipo no TelEduc.

8) Justifique a resposta dada na questão anterior (continue no final desta página, se necessário).

Figura 3.31 - Questões 7 e 8

De acordo com a Figura 3.32, a maioria dos alunos manifestaram-se favoráveis à utilização de menos atividades no AVA TelEduc antes das aulas.

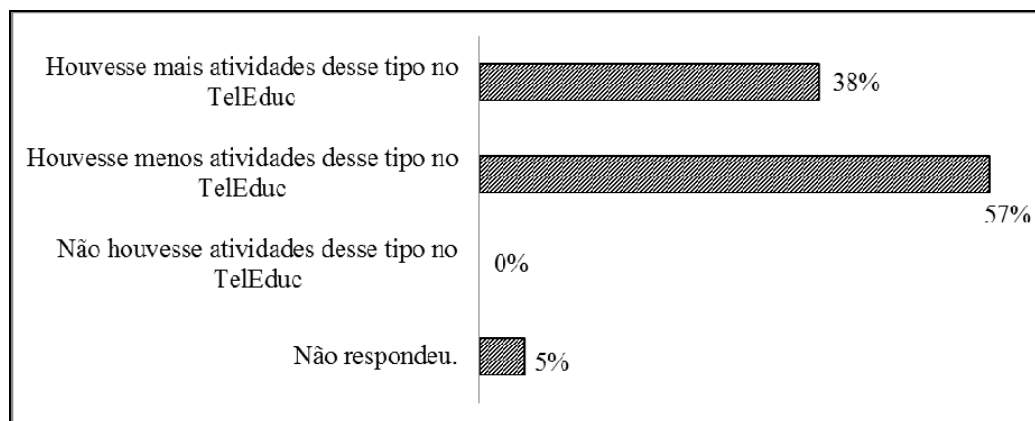


Figura 3.32 - Respostas dos alunos à questão 7, referente ao uso de atividades de estudo prévio no AVA TelEduc em uma próxima oferta da disciplina.

A questão 8 permitia o aluno justificar a resposta apresentada na questão anterior e, como se tratava de uma questão aberta, decidiu-se evidenciar as respostas que continham a ideia de estudo prévio, ou seja, respostas que evidenciavam como positiva a possibilidade de estudar ou pesquisar sobre a matéria antes das aulas. Como dito anteriormente, o contato prévio do aluno com o assunto a ser estudado é uma etapa essencial da metodologia EsM que foi incorporada neste trabalho à metodologia IpC.

Em relação aos resultados, oito alunos mencionaram como positiva a realização de atividades antes das aulas. De forma geral estes alunos afirmaram que o estudo prévio utilizando o TelEduc possibilitou uma melhor preparação para a aula seguinte, incentivou a pesquisa e o estudo do conteúdo com antecedência e facilitou o aprendizado e a compreensão

dos assuntos abordados nas aulas. Os excertos abaixo mostram as respostas de dois destes alunos:

O TelEduc nos ajudou a correr atrás do conteúdo e estar melhor preparado para a próxima aula, portanto de extrema importância para o aprendizado. (C6).

Acho que um TelEduc por semana está ótimo, é bom pois força o aluno a pesquisar sobre o assunto da matéria, não tendo muita dificuldade para entender a aula presencial. (C7).

Os demais alunos que não mencionaram o contato prévio como algo positivo evidenciaram algumas críticas como: frequência semanal destas atividades, prazo curto de realização das atividades, encaminhamento de atividades que necessitariam de utilizar os períodos de fins de semana, falta de tempo disponível para realizar as atividades e as dificuldades com a interface do AVA TelEduc. Os excertos abaixo contemplam as críticas de alguns destes alunos.

As atividades do TelEduc são muito interessantes, só os prazos de entrega, por geralmente serem entre os finais de semana, acabam sendo esquecidos, os prazos de entrega das atividades poderiam ser do intervalo de uma aula até a outra. (C10)

O sistema é muito complicado e pouco prático, não me motiva a fazer devido a interface do site. (C13)

O quinto grupo de questões é composto pela questão 9, que foi utilizada quatro afirmações a), b), c) e d) conforme pode ser visualizado na figura 3.33.

9) Para cada uma das afirmações a seguir, assinale uma alternativa apenas. A alternativa 1 significa "concordo totalmente" e a alternativa 5 significa "discordo totalmente".

a. Não aprendi nenhum conteúdo novo na disciplina Prática de Ensino I.
 1 2 3 4 5

b. As atividades que fiz no TelEduc me ajudaram a compreender melhor a aula seguinte.
 1 2 3 4 5

c. As questões de múltipla escolha que respondi em sala e discuti com os colegas foram essenciais para que eu pudesse compreender a matéria.
 1 2 3 4 5

d. As listas de exercícios que resolvi em sala em grupos de três alunos foram essenciais para que eu pudesse compreender a matéria.
 1 2 3 4 5

Figura 3.33 - Questão 9

Na questão 9 utilizou-se a escala Likert. As alternativas para que o aluno pudesse avaliar e emitir sua avaliação eram: (1) Concordo Totalmente; (2) Concordo Parcialmente; (3) Neutro; (4) Discordo Parcialmente; (5) Discordo Totalmente para todas as questões.

A afirmação (a) era direcionada negativamente ou desfavoravelmente à IpC pois afirmava que o aluno não havia aprendido nenhum conteúdo novo na disciplina. De acordo com a Figura 3.34, que apresenta os resultados da letra (a) da questão 9, a 62% dos alunos discordam da afirmação de que não tenha aprendido nenhum conteúdo novo na disciplina.

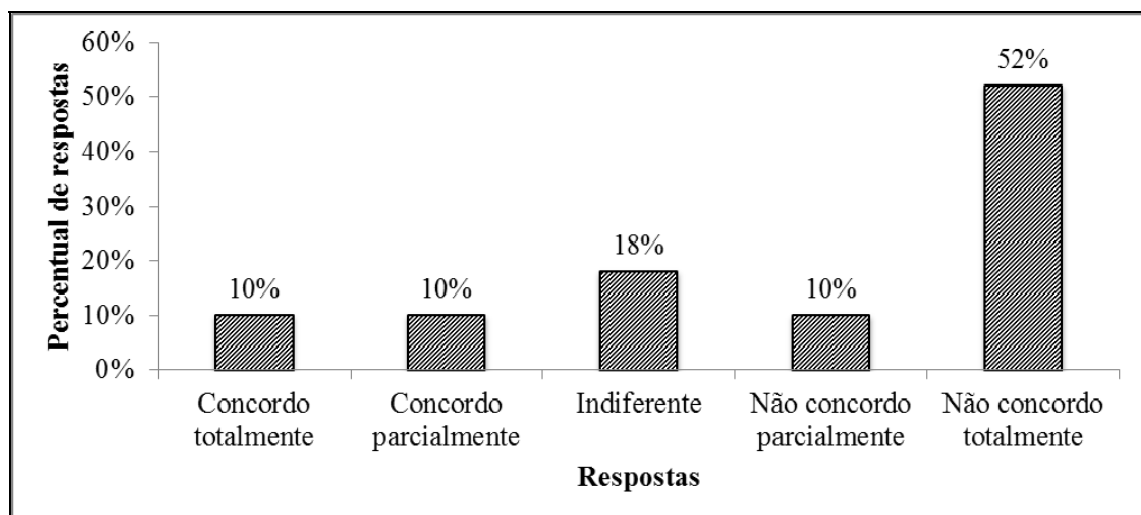


Figura 3.34 - Respostas dos alunos a letra (a) da questão 9 referente à afirmativa que o aluno não aprendeu nenhum conteúdo novo na disciplina

Já as afirmações denominadas (b), (c) e (d) eram direcionadas positivamente ou favoravelmente à metodologia IpC. A (b) afirmava que as atividades realizadas no TelEduc ajudaram o aluno a compreender melhor a aula seguinte, ou seja, indica que a utilização da

leitura ou estudo prévio favoreceu a aprendizagem. De acordo com a Figura 3.35, 67% dos alunos afirmaram que as atividades realizadas no TelEduc antes das aulas (estudo prévio) auxiliaram na compreensão da aula seguinte.

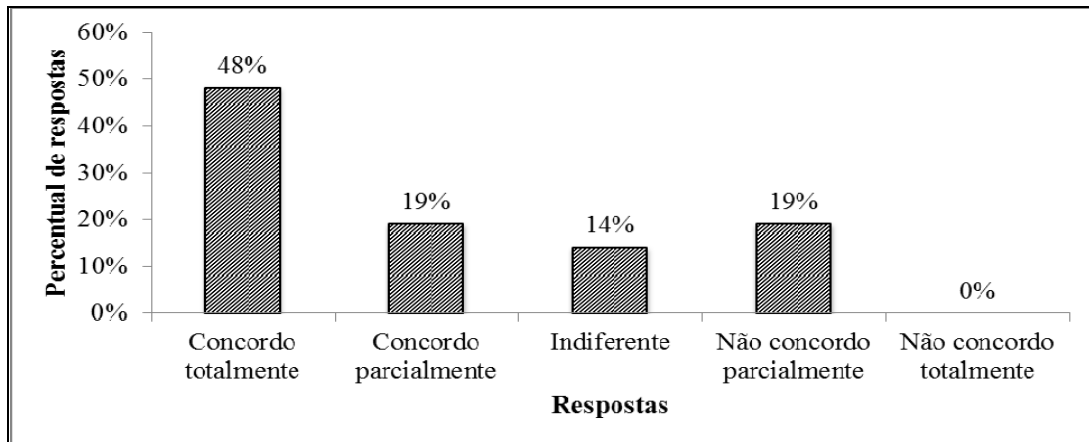


Figura 3.35 - Respostas dos alunos a letra (b) da questão 9 referente à afirmativa que as atividades realizadas no AVA TelEduc antes das aulas ajudaram o aluno a compreender melhor a aula seguinte.

Já (c) afirmativa que as questões de múltipla escolha respondidas em sala e discutidas com os colegas foram essenciais para a compreensão da matéria. O objetivo desta afirmação é verificar se o uso das questões conceituais e também da interação entre os colegas favoreceu a aprendizagem. Os resultados apresentados na Figura 3.36, mostram que para 81% dos alunos o uso das questões conceituais na sala de aula e a discussão entre os colegas favoreceu a compreensão do conteúdo.

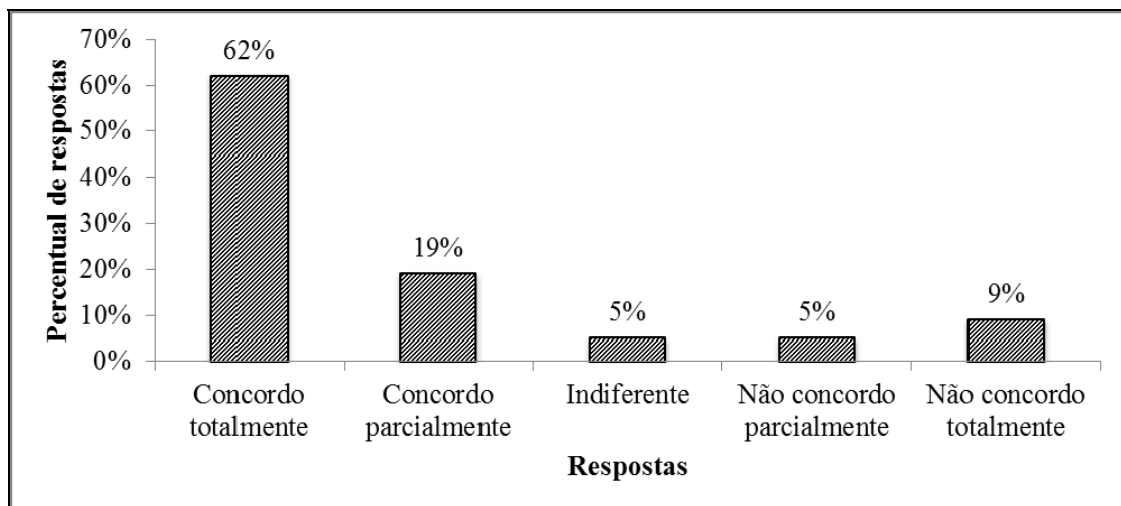


Figura 3.36 - Respostas dos alunos para a letra (c) da questão 9 referente à afirmativa de que as questões de múltipla escolha respondidas em sala e discutidas com os colegas foram essenciais para a compreensão do conteúdo.

Já a (d) indica que o uso das listas de exercícios em sala de aula para resolução em

grupo foi essencial para a compreensão da matéria. O objetivo desta questão foi avaliar se esta outra forma de estimular a interação entre os alunos foi favorável à aprendizagem. Para esta questão, 76% dos alunos manifestaram-se favoráveis à afirmativa, ou seja, a utilização de listas de exercício em grupo favoreceu a compreensão do conteúdo, conforme pode ser visualizado na Figura 3.37.

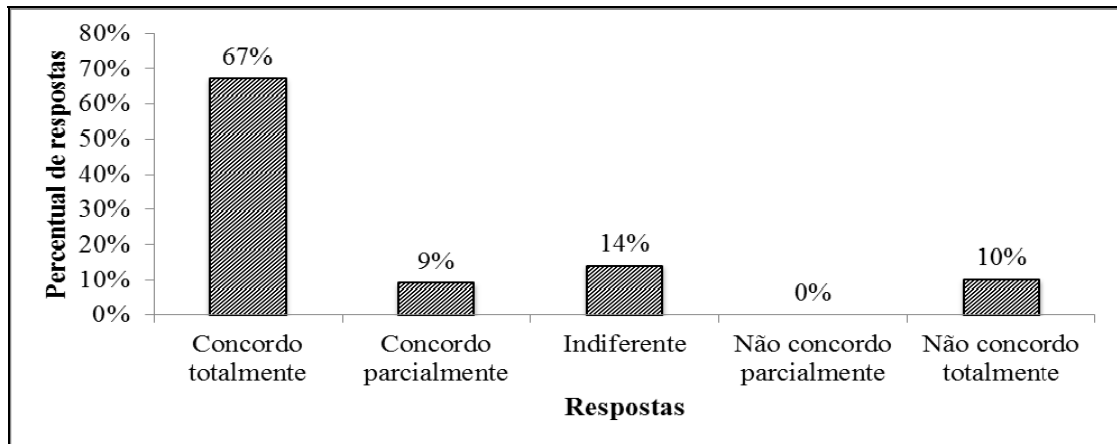


Figura 3.37 - Respostas dos alunos para a letra (d) da questão 9 referente à afirmativa que as listas de exercícios resolvidas em grupos em sala de aula foram essenciais para a compreensão do conteúdo.

Para avaliar de forma geral se os alunos foram favoráveis ou desfavoráveis à utilização da metodologia IpC foi necessário atribuir uma pontuação de 1 a 5 para cada resposta conforme a Tabela 3.8:

Tabela 3.8 - Pontuação atribuída às respostas da questão 9

Opção de resposta	Letra a) que é uma afirmação negativa	Letra b), c) e d) que são afirmativas positivas
Concordo totalmente	1	5
Concordo parcialmente	2	4
Indiferente	3	3
Não concordo parcialmente	4	2
Não concordo totalmente	5	1

Ao somar as pontuações em cada questão para cada aluno e considerando os critérios de classificação para valor total conforme a Tabela 3.9, foi possível estabelecer se a impressão geral dos alunos foi favorável ou desfavorável ao uso da metodologia IpC, conforme consta na Figura 3.38.

Tabela 3.9 - Critérios de classificação para o valor total da pontuação

Impressão sobre o IpC	Faixa de pontuação total
Muito favorável	20
Favorável	16 a 20
Indiferente	12 a 16
Desfavorável	8 a 12
Muito desfavorável	4 a 8

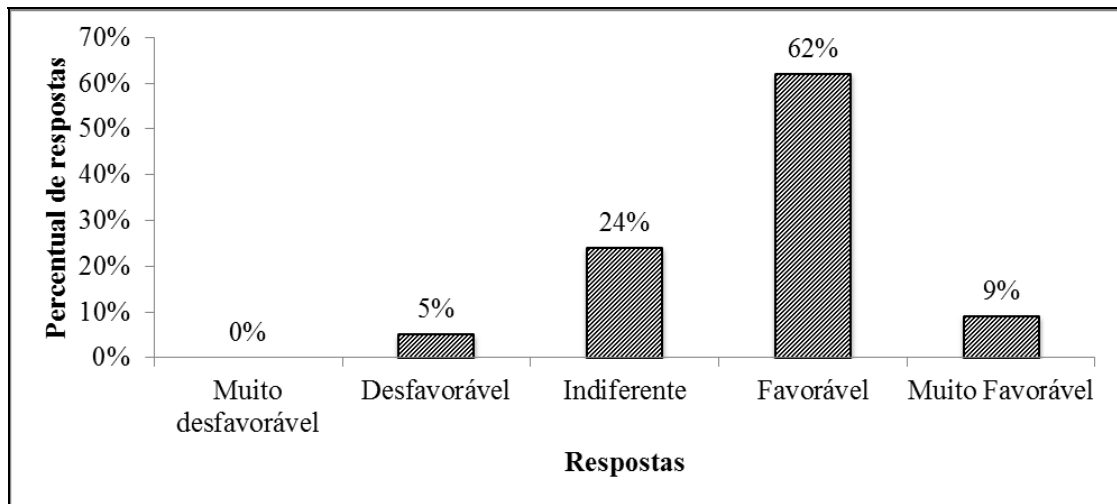


Figura 3.38 - Impressão geral dos alunos sobre o uso da metodologia IpC

A figura 3.38, mostra que 71% dos alunos que responderam ao questionário da disciplina manifestaram-se favoráveis ou muito favoráveis à utilização da metodologia IpC considerando as respostas apresentadas sobre o uso das questões conceituais, de exercícios em grupo e do estudo prévio no ambiente TelEduc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa descrita neste trabalho teve como objetivo investigar a utilização da metodologia IpC em relação a metodologia tradicional nos cursos de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Federal de Itajubá. Foi definido que tal estudo seria realizado em uma disciplina introdutória de Física que aborda os conceitos newtonianos de força, que são os conceitos avaliados no questionário adotado para comparar as metodologias, o ICF (HESTENES, *et. al.*, 1992).

Os resultados foram obtidos aplicando-se o questionário ICF no início do (pré-teste) e no fim (pós-teste) do semestre letivo nas turmas nos quais este trabalho foi desenvolvido. Em seguida foi calculado o ganho normalizado (g) de Hake (HAKE, 1998) para efetuar a comparação das metodologias. A escolha do ICF como instrumento de coleta de dados justifica-se primeiramente por ser um questionário já validado, o que permitiu a sua utilização imediata sem a necessidade de aplicação e validação prévia, além de possuir como uma das funções comparar diferentes metodologias de ensino que é o propósito desta pesquisa. Já a escolha da utilização do ganho normalizado (g) de Hake, como o índice de comparação, justifica-se pela intenção da pesquisa de, além de comparar internamente as metodologias em estudo, comparar também os resultados da utilização da metodologia IpC com os resultados obtidos em outros trabalhos que utilizaram este mesmo índice, como por exemplo, Hake (1998) e Barros *et al.* (2004).

Na pesquisa piloto, a turma em que foi utilizada a metodologia IpC apresentou um valor de g três vezes maior do que a turma em que foi utilizada a metodologia tradicional.

A pesquisa principal foi realizada em duas novas turmas. Na turma em que foi utilizada a metodologia IpC foram registradas as respostas de 32 questões conceituais e foi aplicado um questionário com a finalidade de avaliar a impressão dos alunos em relação à utilização da metodologia IpC. Os resultados obtidos para o ganho normalizado g foi de 0,17 para a turma em que foi utilizada a metodologia IpC e 0,18 para a turma em que foi utilizada a metodologia tradicional. A semelhança entre tais índices indica que o uso da metodologia IpC não representou avanços significativos na aprendizagem dos conceitos newtonianos de força em relação à metodologia tradicional. Além disso, o valor de g obtido na turma em que foi utilizada a metodologia IpC é inferior a 0,48, obtido por Hake (2008) e aos valores obtidos por Barros *et al.* (2004) de 0,35 e 0,38.

Apesar dos resultados obtidos indicaram que o ganho normalizado da turma em que foi utilizada a metodologia IpC foi inferior ao ganho normalizado obtido pela turma em que foi utilizada a metodologia tradicional e inferior aos resultados disponíveis na literatura, eles não devem ser ignorados. Fraser *et. al.* (2014) mostram que a publicação dos resultados positivos e dos resultados negativos em relação à investigação de uma metodologia contribuem para uma formação de uma visão mais ampla sobre a metodologia de ensino estudada.

Ao compararmos a distribuição de frequência do aproveitamento médio das turmas no pré-teste e no pós-teste, foi possível verificar que a turma em que foi utilizada a metodologia IpC apresentou uma variação de aproveitamento médio entre os dois testes de 12 pontos percentuais, o que equivale a aproximadamente um desvio padrão da distribuição, que foi de 11%. Já na turma em que foi utilizada a metodologia tradicional, a variação do aproveitamento médio foi de 11 pontos percentuais, que equivalem à metade do valor do desvio padrão da distribuição, que foi de 22%.

Além do estudo comparativo entre a utilização da metodologia IpC e a metodologia tradicional também foram coletados dados referentes à aplicação de 32 questões conceituais na turma em que foi utilizada a metodologia IpC na etapa da pesquisa principal. A questão conceitual é o elemento central da metodologia IpC, visto que é a partir da busca de sua solução que o professor promove a interação entre os alunos e a discussão conceitual. O objetivo da coleta de tais dados foi verificar em cada aula se de fato a discussão e a interação entre os colegas possibilita uma melhoria dos índices de acertos das respostas. Verificou-se que, em média, 23% dos alunos melhoraram suas respostas na votação 2 enquanto 32% mantiveram-se convictos na resposta correta. Também verificou-se que em 23 questões o índice de acertos melhorou. Em 8 destas questões, o índice de acertos passou da faixa de 30% a 70% para 70%.

Também procuramos investigar qual a percepção dos alunos sobre a utilização da metodologia IpC por meio da aplicação de questionário de avaliação da disciplina. Neste questionário foram abordados três elementos: questões conceituais, exercícios em grupo e estudo prévio. A maioria dos alunos manifestou-se favorável à utilização de mais atividades que envolvessem questões conceituais e exercícios em grupos. Nas questões abertas sobre estes dois tipos de atividades, diversas respostas mencionavam como principal ponto positivo do uso destes tipos de atividades a promoção da interação entre os alunos. Além disso, a interação entre os alunos foi associada a um maior aprendizado, à construção do

conhecimento, à fixação e entendimento do conteúdo e ao desenvolvimento da capacidade de argumentação para o convencimento do colega. Para Mazur (1997), a interação entre os colegas possibilita um melhor aprendizado e para Rego (2012) tais interações entre os alunos e entre o professor e os alunos são capazes de promover produção de conhecimento pelos alunos.

Quanto à questão sobre o estudo prévio, a maioria dos alunos manifestaram-se desfavoráveis à utilização deste tipo de atividade e destacaram alguns aspectos negativos como a frequência de proposição das atividades extraclasse, o curto prazo para sua realização e o período de realização das mesmas, que era concentrado nos fins de semana. Outra crítica apresentada foi sobre as dificuldades encontradas na utilização do AVA TelEduc em que as atividades eram disponibilizadas. Outras respostas destacaram alguns pontos positivos para o estudo prévio como a melhor preparação para as aulas e o incentivo à pesquisa e ao estudo do conteúdo. Tais alunos associaram o estudo prévio a um melhor aprendizado e a uma melhor compreensão dos assuntos abordados nas aulas. Ficou claro nesta questão que a proposição do estudo prévio foi aceita pelos alunos, porém a forma de proposição e a frequência das mesmas devem ser aprimoradas.

Por fim, procuramos avaliar por meio do questionário de avaliação da disciplina se os alunos apresentaram um conceito favorável à utilização da metodologia. Utilizou-se da escala Likert para avaliar a impressão dos alunos relativas à aprendizagem de novos conceitos, à realização de atividades no AVA TelEduc, à resolução de questões conceituais e ao uso de listas de exercícios em grupo na sala de aula. A composição das respostas das quatro questões permitiu constatar que 70% dos alunos mostraram-se favoráveis à utilização da metodologia.

Em síntese, embora o resultado do ganho normalizado referente à utilização da metodologia IpC na pesquisa principal foi semelhante ao encontrado para a metodologia tradicional nesta universidade e foi inferior aos resultados disponíveis na literatura, considerando a comparação da distribuição de frequência do aproveitamento médio das turmas no pré-teste e no pós-teste, indicou que a metodologia IpC apresentou melhores resultados de aprendizagem que a metodologia tradicional. Os demais dados coletados indicaram também que a interação entre os alunos possibilitou uma avaliação das questões conceituais propostas mais corretas e de forma geral, a maioria dos alunos manifestaram-se favoráveis à utilização desta metodologia em sala de aula.

Esta pesquisa procurou promover uma reflexão das práticas pedagógicas e evidenciar a existência de novas iniciativas metodológicas capazes de tornar a sala de aula um local mais

agradável e participativo. A proposta da pesquisa não é supervalorizar metodologias como a IpC, mas mostrar que é possível, com práticas simples, inverter a sala de aula e tornar o aluno o personagem principal do processo, ou seja, permitir que ele desenvolva habilidades superiores às promovidas em salas de aulas tradicionais com a memorização e a repetição de resolução de exercícios. A metodologia IpC permite a promoção do espírito de trabalho em equipe, a capacidade de argumentar, de discutir, de refletir, de questionar e de interagir e de compreender o que jamais será esquecido: o conceito. Tais habilidades são importantíssimas, tanto na vida acadêmica como na vida profissional.

É compreensível que as mudanças de hábitos e práticas não seja algo fácil de aceitar. Os próprios alunos, condicionados desde o início de sua vida escolar, estranham práticas divergentes das tradicionais, mas quando começamos a reeducá-los e instigá-los a novas práticas, é perceptível que a maioria quer algo novo que permita evidenciar que eles fazem parte do processo. A resistência dos professores também é compreensível, pois mudar dá muito trabalho e causa insegurança. Mesmo os professores em início de carreira tendem a repetir as práticas educacionais que conheceram enquanto alunos. Mas as mudanças são inevitáveis diante do perfil dos alunos nos dias atuais.

Mudanças gradativas na nossa prática educativa são salutares. As metodologias como a IpC podem ser utilizadas em uma fração de um curso ou para um determinado assunto específico da disciplina. Se o professor adotar uma prática metodológica semelhante à IpC durante todo um curso pode torná-lo maçante e desinteressante ao longo de sua implementação. Penso que o ideal é mesclar metodologias diferentes desde que a essência seja a promoção da participação ativa dos alunos na sala de aula.

Esta pesquisa possibilitou colocar em evidência a metodologia IpC para a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Itajubá por meio da apresentação dos resultados parciais em dois eventos relativos às metodologias ativas e em um minicurso aplicado a professores e alunos. Ao disponibilizar a pesquisa ao olhar externo, temos a possibilidade de receber sugestões e questionamentos que podem agregar na própria pesquisa ou a pesquisas futuras sobre o tema. Em síntese, destacamos algumas destas propostas para trabalhos futuros referentes aos dados coletados na turma em que foi utilizada a metodologia IpC na pesquisa principal: a) Analisar o desempenho dos alunos por questão do ICF discutindo cada conceito abordado e estudar os avanços conceituais entre o pré-teste e pós-teste; b) Estudar possíveis relações entre o desempenho no ICF e o desempenho nas questões conceituais; c) Estudar possíveis relações entre o desempenho dos alunos no ICF e a nota no ENEM.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Esclarecido

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa como voluntário(a). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento (duas páginas), que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra dos pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Concepções da Noção de Força em Alunos do Primeiro Ano do Ensino Superior de Cursos da Área de Ciências Exatas

Pesquisador Responsável: Prof. Newton de Figueiredo Filho – Instituto de Física e Química/UNIFEI

Contato: newton@unifei.edu.br

Pesquisador participante: Zaqueu Oliveira dos Santos – Mestrando do Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências

Contato: zaqueuead@gmail.com

Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.º196/96)

Os objetivos desta pesquisa são (i) investigar quais são as concepções que estudantes do primeiro ano de cursos de ciências exatas apresentam em relação ao conceito de força no contexto da mecânica newtoniana; (ii) analisar a eficácia das metodologias de Instrução pelos Colegas e de Ensino sob Medida na construção do conceito de força nesses alunos e (iii) elaborar uma proposta de intervenção pedagógica utilizando essas metodologias. As atividades serão realizadas ao longo do semestre letivo no horário normal de aula. Os alunos participarão da pesquisa da seguinte forma: (i) atividades individuais e em equipe realizadas na sala de aula e (ii) atividades no ambiente virtual de aprendizagem (AVA). As aulas serão gravadas em áudio e vídeo. Os dados referentes às atividades no AVA serão registrados no próprio ambiente.

IMPORTANTE: Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa. Portanto, nenhuma imagem ou voz será divulgada. Apenas os pesquisadores terão acesso ao material. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa.

Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes, entretanto, pelo fato de envolver gravações em áudio e vídeo, podem gerar desconfortos associados a esses meios. Por esse motivo, será garantida a liberdade do participante, de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo algum. Após análise, a essência do material constituirá a dissertação de mestrado do pesquisador Zaqueu Oliveira dos Santos, que se compromete a trazer nesse trabalho contribuições concretas ao Ensino de Física e a formação de alunos de forma geral. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso sejam necessárias mais explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

Newton de Figueiredo Filho
Pesquisador Responsável

Zaqueu Oliveira dos Santos
Pesquisador Participante

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

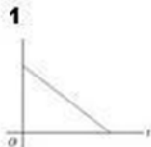
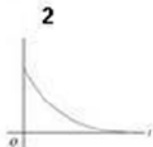

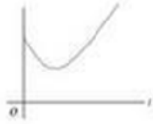

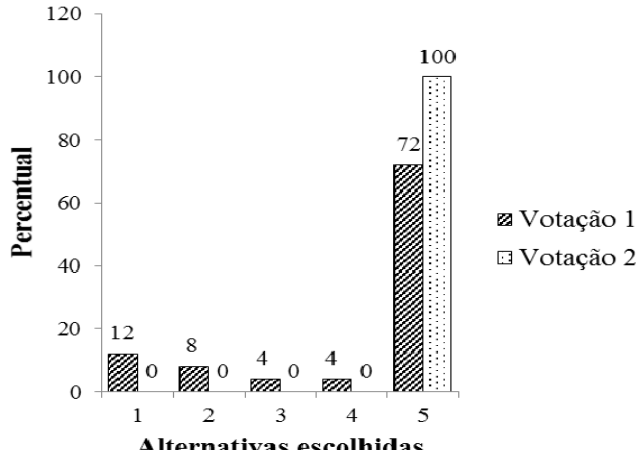
Eu, _____, aluno da Universidade Federal de Itajubá, matriculado sob o número _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Concepções da Noção de Força em Alunos do Primeiro Ano do Ensino Superior de Cursos da Área de Ciências Exatas*. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador Newton de Figueiredo Filho e por meio desse termo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

_____, ____ de _____ de 2014.

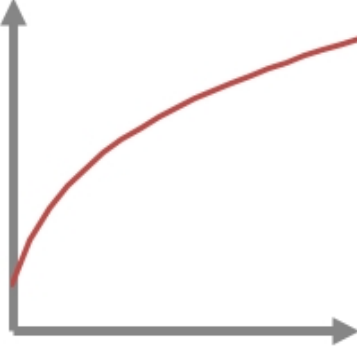
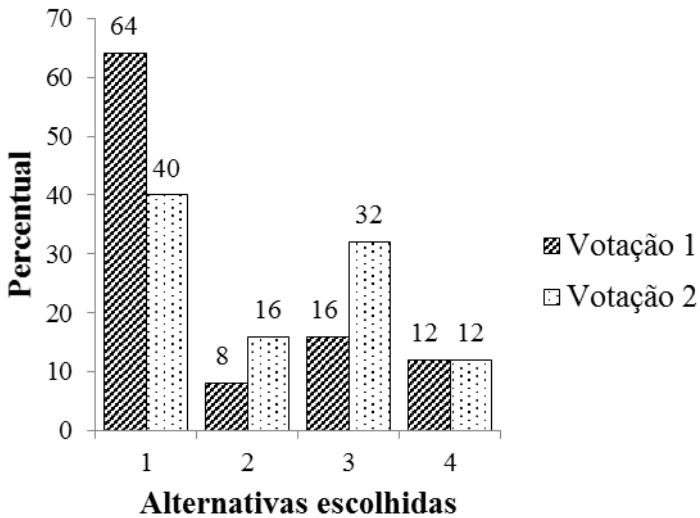
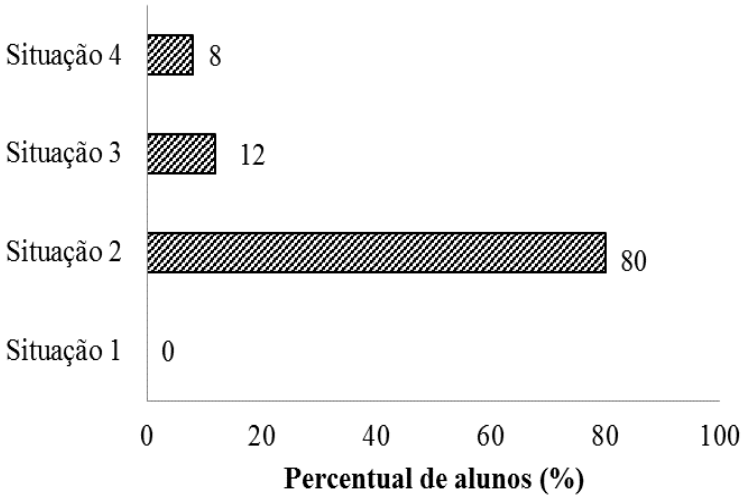
APÊNDICE B - Questões conceituais aplicadas na turma T3

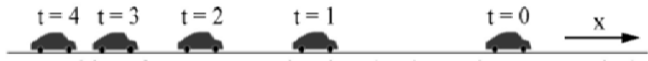
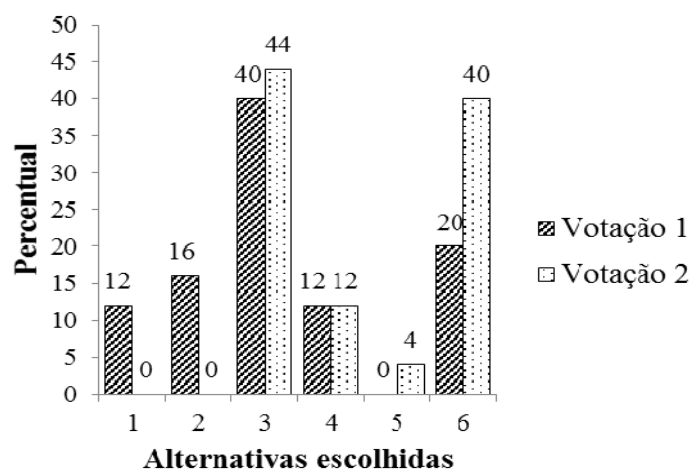
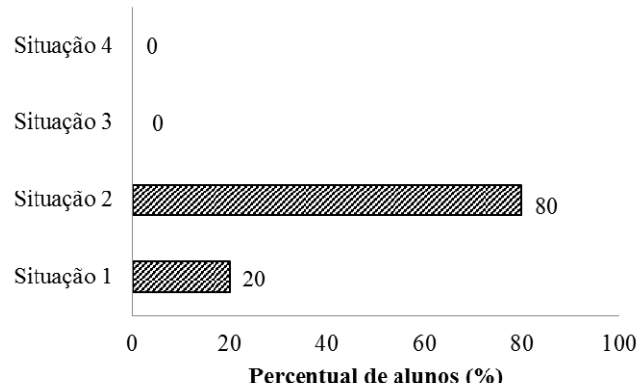
QC1 - Questão Conceitual 1																
Data de aplicação	27-02-2014															
Assunto:	Cinemática															
<p>Uma bola é arremessada verticalmente para cima. Quando ela está no ponto mais alto da trajetória é correto afirmar que:</p> <p>1) $v = 0$ e $a = 0$; 2) $v = 0$ e $a \neq 0$; 3) $v \neq 0$ e $a = 0$; 4) $v \neq 0$ e $a \neq 0$.</p>																
Resposta correta	1															
Resultados	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Resultados das Votações</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>71</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	71	79	2	17	21	3	8	0	4	4	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	71	79														
2	17	21														
3	8	0														
4	4	0														
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

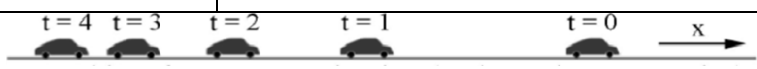
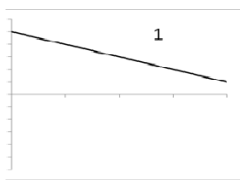
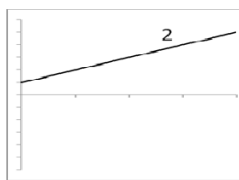
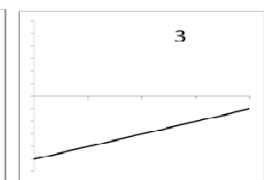
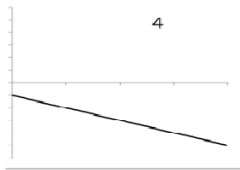
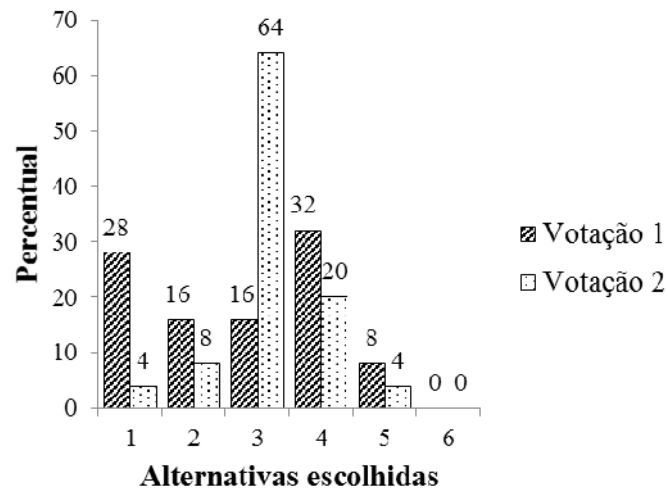
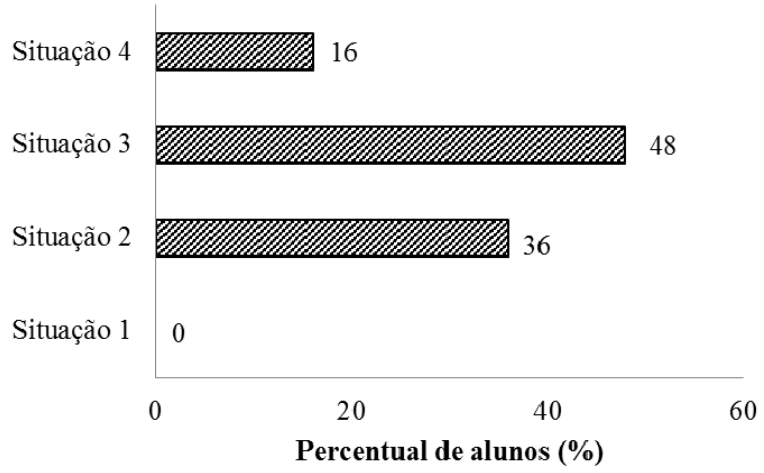
QC2 – Questão Conceitual 2													
Data de aplicação	11-03-2014												
Assunto abordado:	Cinemática												
<p>Um objeto cai a partir do repouso com uma aceleração de $9,8 \text{ m/s}^2$. Se em vez de cair a partir do repouso esse objeto for arremessado para baixo, sua aceleração será:</p> <p>1) menor do que $9,8 \text{ m/s}^2$; 2) igual a $9,8 \text{ m/s}^2$; 3) maior do que $9,8 \text{ m/s}^2$.</p>													
Resposta correta	2												
Resultado	<table border="1"> <caption>Percentual de acertos por alternativa e votação</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>67</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	3	0	2	67	90	3	30	10
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	3	0											
2	67	90											
3	30	10											
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

QC3 – Questão Conceitual 3																			
Data de aplicação	13-03-2014																		
Assunto:	Cinemática																		
<p>Um objeto é arremessado verticalmente para cima. Ele sobe até atingir uma certa altura e depois desce. O gráfico que melhor descreve sua posição em função do tempo é:</p>																			
<p>1  2 </p> <p>3  4 </p> <p>5 </p>																			
Resposta correta	5																		
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>72</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	12	0	2	8	0	3	4	0	4	4	0	5	72	100
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	12	0																	
2	8	0																	
3	4	0																	
4	4	0																	
5	72	100																	
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC4 – Questão Conceitual 4																			
Data de aplicação	13-03-2014																		
Assunto:	Cinemática																		
<p>Um objeto é arremessado verticalmente para cima. O gráfico que melhor descreve sua velocidade em função do tempo, enquanto o objeto sobe, é:</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>1</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>2</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>3</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>4</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>5</p> </div> </div>																			
Resposta correta	1																		
Resultado	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>42</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>29</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>13</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	42	46	2	29	38	3	8	8	4	8	0	5	13	8
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	42	46																	
2	29	38																	
3	8	8																	
4	8	0																	
5	13	8																	
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC5 – Questão Conceitual 5																
Data de aplicação	03-04-2014															
Assunto:	Cinemática															
<p>Questão conceitual 2.3 – Movimento retilíneo</p> <p>O gráfico ao lado mostra a posição em função do tempo de um objeto que descreve um movimento retilíneo. A respeito desse objeto, é correto afirmar que:</p> <p>a) ele acelera o tempo todo; b) ele freia o tempo todo; c) ele acelera em uma parte do tempo e freia em outra parte; d) ele se move com velocidade constante.</p>																
																
Resposta correta	b ou 2															
Resultado	 <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>64</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>16</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	64	40	2	8	16	3	16	32	4	12	12
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	64	40														
2	8	16														
3	16	32														
4	12	12														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	8	Situação 3	12	Situação 2	80	Situação 1	0					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 4	8															
Situação 3	12															
Situação 2	80															
Situação 1	0															
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

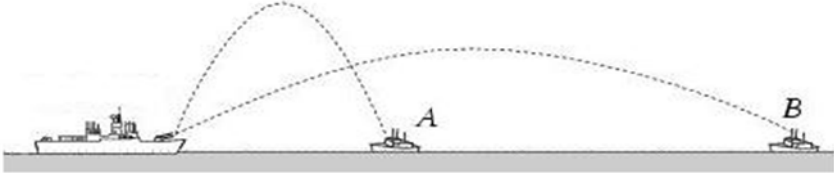
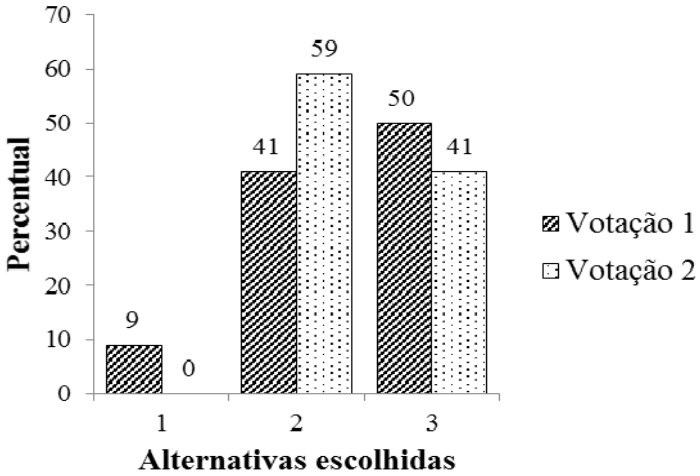
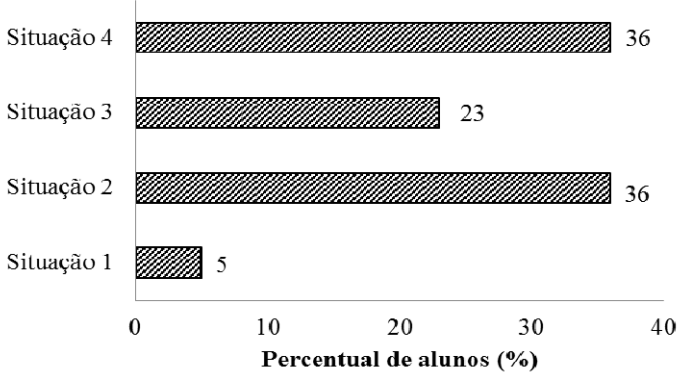
QC6 – Questão Conceitual 6																						
Data de aplicação	03-04-2014																					
Assunto:	Cinemática																					
 <p>A figura acima mostra a posição de um carro nos instantes $t=0$, $t=1$ s, $t=2$ s, $t=3$ s e $t=4$ s. Qual gráfico melhor representa a posição do carro em função do tempo?</p>																						
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">5 Nenhum gráfico está correto.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">6 Há pelo menos dois gráficos corretos.</div> </div>																						
Resposta correta	1																					
Resultado	 <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Resultado das Votações</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>12</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>16</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>40</td><td>44</td></tr> <tr><td>4</td><td>12</td><td>12</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>20</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	12	0	2	16	0	3	40	44	4	12	12	5	0	4	6	20	40
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																				
1	12	0																				
2	16	0																				
3	40	44																				
4	12	12																				
5	0	4																				
6	20	40																				
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Fluxo de Mudança de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Porcentagem de Alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>20</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>80</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>0</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Porcentagem de Alunos (%)	Situação 1	20	Situação 2	80	Situação 3	0	Situação 4	0											
Situação	Porcentagem de Alunos (%)																					
Situação 1	20																					
Situação 2	80																					
Situação 3	0																					
Situação 4	0																					
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																					

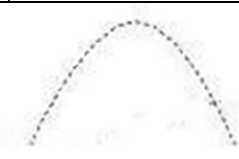
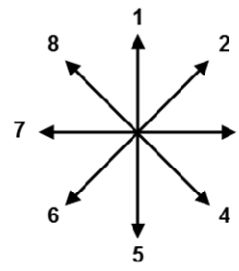
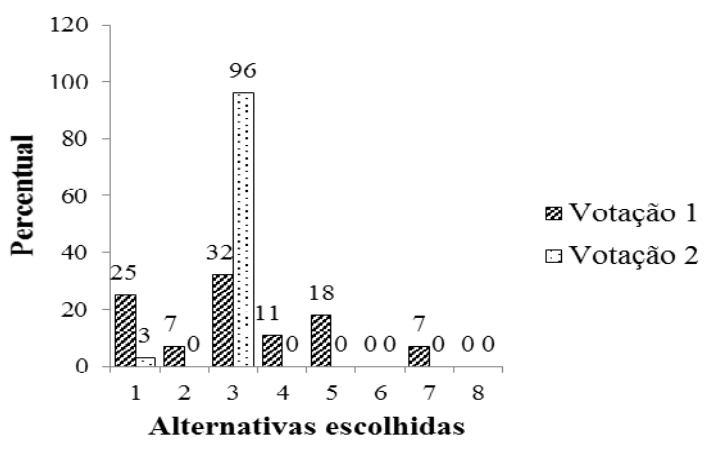
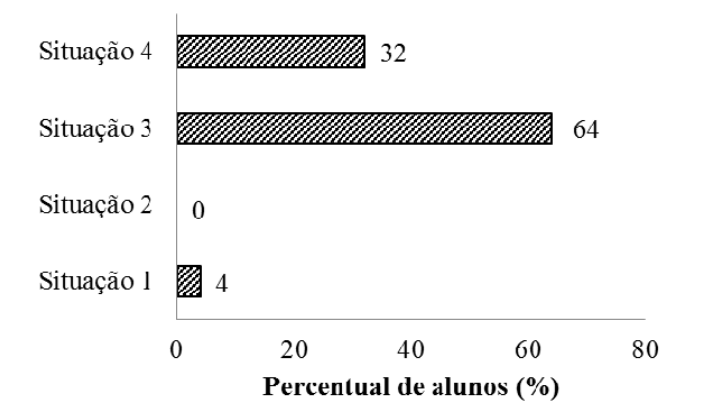
QC7 – Questão Conceitual 7																						
Data de aplicação	03-04-2014																					
Assunto:	Cinemática																					
<div style="text-align: center;">  <p>A figura acima mostra a posição de um carro nos instantes $t = 0$, $t = 1$ s, $t = 2$ s, $t = 3$ s e $t = 4$ s. Qual gráfico melhor representa a velocidade do carro em função do tempo?</p> </div> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>3</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>4</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> <p>5</p> <p>Nenhum gráfico está correto.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> <p>6</p> <p>Há pelo menos dois gráficos corretos.</p> </div> </div>																						
Resposta correta	3																					
Resultado	 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Resultado da Votação</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>28</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>3</td><td>16</td><td>64</td></tr> <tr><td>4</td><td>32</td><td>20</td></tr> <tr><td>5</td><td>8</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	28	4	2	16	8	3	16	64	4	32	20	5	8	4	6	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																				
1	28	4																				
2	16	8																				
3	16	64																				
4	32	20																				
5	8	4																				
6	0	0																				
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Fluxo de Mudança de Resposta</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de Alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>0</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>36</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>48</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>16</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de Alunos (%)	Situação 1	0	Situação 2	36	Situação 3	48	Situação 4	16											
Situação	Percentual de Alunos (%)																					
Situação 1	0																					
Situação 2	36																					
Situação 3	48																					
Situação 4	16																					
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																					


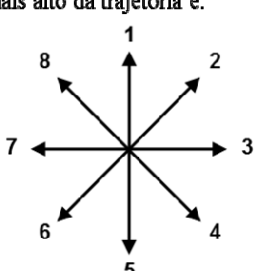
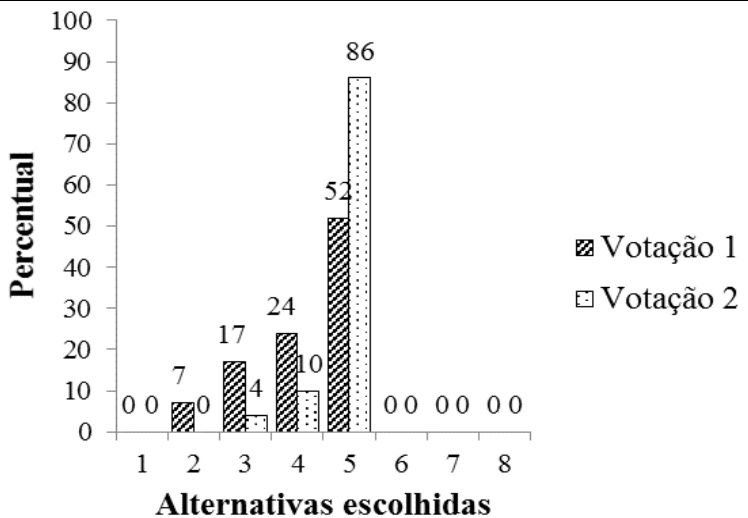
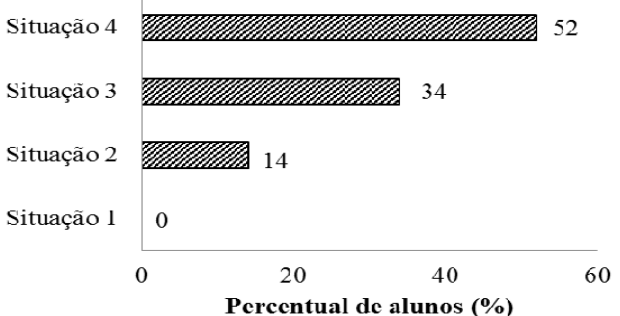
QC8 – Questão Conceitual 8													
Data de aplicação	08-04-2014												
Assunto:	Cinemática												
<p>O módulo da aceleração de um objeto que cai a partir do repouso é $9,8 \text{ m/s}^2$ quando a resistência do ar pode ser desprezada. Quando, porém, o ar exerce uma força significativa sobre o objeto, o valor absoluto de sua aceleração é:</p> <p>1) menor do que $9,8 \text{ m/s}^2$; 2) igual a $9,8 \text{ m/s}^2$; 3) maior do que $9,8 \text{ m/s}^2$.</p>													
Resposta correta	1												
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado das Votações</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>79</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	79	97	2	17	3	3	4	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	79	97											
2	17	3											
3	4	0											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Fluxo da Mudança das Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de Alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de Alunos (%)	Situação 4	79	Situação 3	17	Situação 2	4	Situação 1	0		
Situação	Percentual de Alunos (%)												
Situação 4	79												
Situação 3	17												
Situação 2	4												
Situação 1	0												
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												


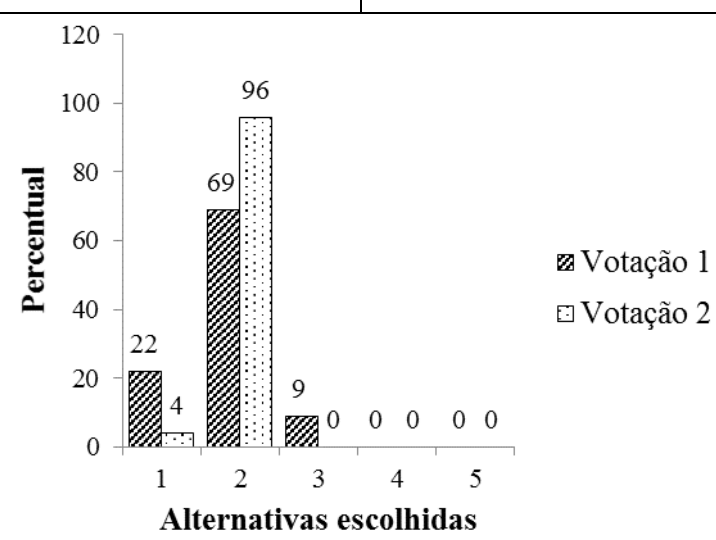
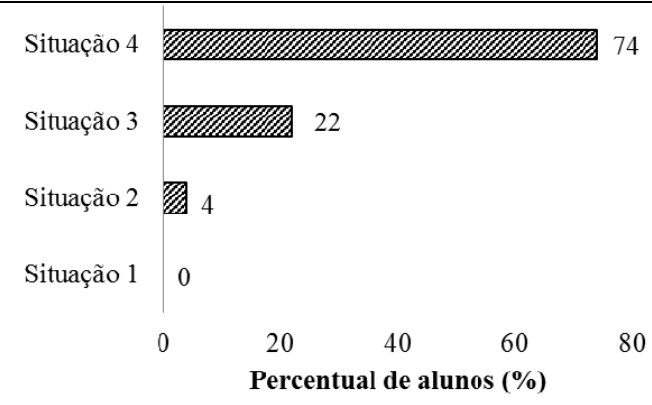
QC9 – Questão Conceitual 9													
Data de aplicação	08-04-2014												
Assunto:	Cinemática												
<p>Uma bola é arremessada verticalmente para cima. Caso a resistência do ar possa ser desprezada, o módulo de sua aceleração é $9,8 \text{ m/s}^2$. Se, no entanto, o efeito do ar for significativo, o valor absoluto da aceleração será:</p> <p>1) menor do que $9,8 \text{ m/s}^2$; 2) igual a $9,8 \text{ m/s}^2$; 3) maior do que $9,8 \text{ m/s}^2$.</p>													
Resposta correta	3												
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado das alternativas escolhidas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>66</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>31</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	66	31	2	3	0	3	31	69
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	66	31											
2	3	0											
3	31	69											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	3	Situação 2	28	Situação 3	41	Situação 4	28		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 1	3												
Situação 2	28												
Situação 3	41												
Situação 4	28												
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												


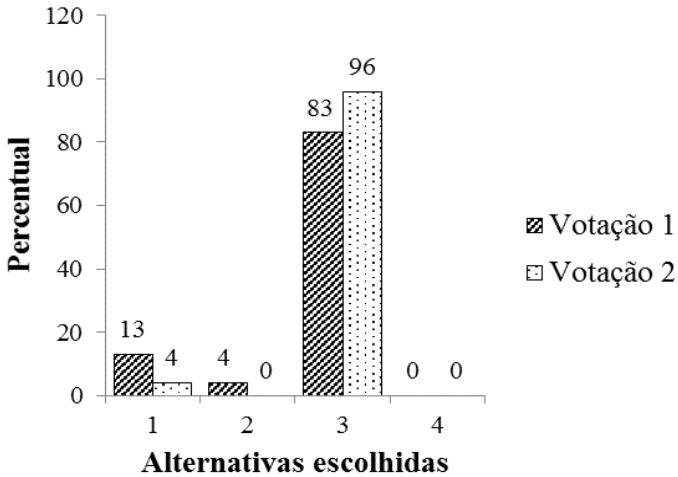
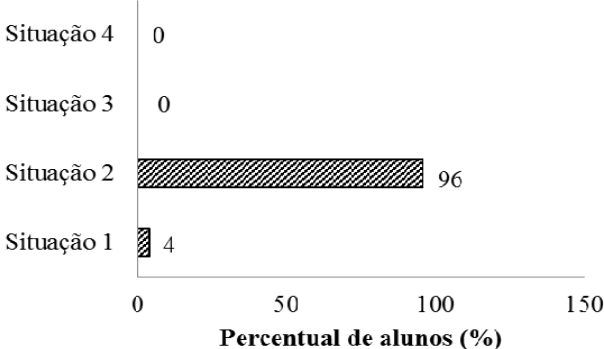
QC10 – Questão Conceitual 10													
Data de aplicação	15-04-2014												
Assunto:	Cinemática												
<p>Duas esferas idênticas rolam sem deslizar ao longo de uma mesa horizontal com velocidade constante. A velocidade da esfera A é 1,0 m/s, enquanto que a velocidade da esfera B é 1,5 m/s. Supondo que as duas esferas cheguem à borda da mesa no mesmo instante e que a resistência do ar possa ser desprezada, é correto afirmar que:</p> <p>1) A esfera A toca o solo antes da esfera B. 2) A esfera B toca o solo antes da esfera A. 3) Ambas tocam o solo no mesmo instante.</p>													
Resposta correta	3												
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado da votação</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>90</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	5	0	2	5	0	3	90	100
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	5	0											
2	5	0											
3	90	100											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	90	Situação 3	10	Situação 2	0	Situação 1	0		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 4	90												
Situação 3	10												
Situação 2	0												
Situação 1	0												
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

QC11 – Questão Conceitual 11													
Data de aplicação	15-04-2014												
Assunto:	Cinemática												
 <p>A figura mostra a trajetória descrita por dois projéteis disparados simultaneamente por um navio de guerra em direção aos navios A e B. Considerando que a resistência do ar possa ser desprezada, é correto afirmar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) O navio A é atingido antes do navio B. 2) O navio B é atingido antes do navio A. 3) Ambos são atingidos no mesmo instante. 													
Resposta correta	2												
Resultado	 <table border="1"> <caption>Resultado das Votações</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>41</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50</td> <td>41</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	9	0	2	41	59	3	50	41
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	9	0											
2	41	59											
3	50	41											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Resultado do Fluxo da Mudança das Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	5	Situação 2	36	Situação 3	23	Situação 4	36		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 1	5												
Situação 2	36												
Situação 3	23												
Situação 4	36												
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

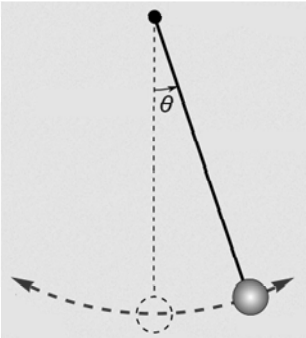
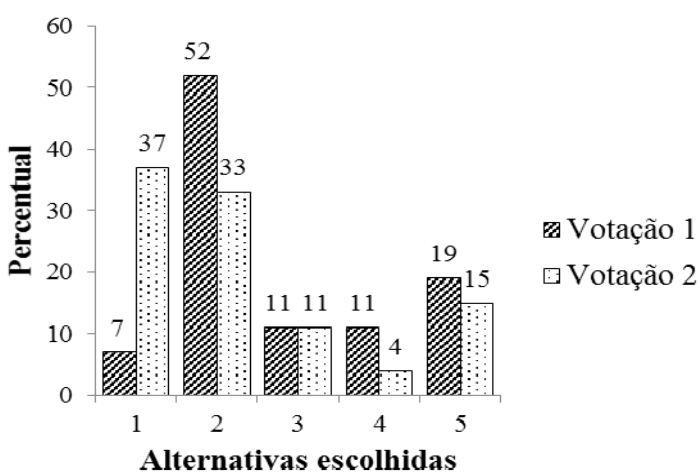
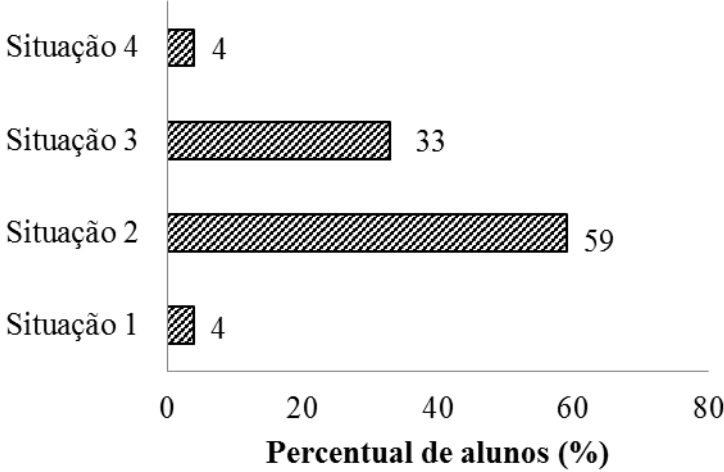
QC12 – Questão Conceitual 12																												
Data de aplicação	22-04-2014																											
Assunto:	Cinemática																											
 <p>A figura mostra a trajetória descrita por um projétil que viaja da esquerda para a direita. Considerando que a resistência do ar possa ser desprezada, a flecha que melhor representa a velocidade do projétil no ponto mais alto da trajetória é:</p> 																												
Resposta correta	3																											
Resultado	 <p>Gráfico de barras mostrando o percentual de votos para cada alternativa em duas votações. O eixo Y representa o Percentual (0 a 120) e o eixo X representa as Alternativas escolhidas (1 a 8). A legenda indica que as barras hachuradas representam a Votação 1 e as barras brancas representam a Votação 2.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>25</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>32</td><td>96</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>18</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	25	3	2	7	0	3	32	96	4	11	0	5	18	0	6	0	0	7	7	0	8	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																										
1	25	3																										
2	7	0																										
3	32	96																										
4	11	0																										
5	18	0																										
6	0	0																										
7	7	0																										
8	0	0																										
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <p>Gráfico de barras horizontais mostrando o fluxo de mudança das respostas entre as duas votações. O eixo Y representa as Situações (1 a 4) e o eixo X representa o Percentual de alunos (%).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>4</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>0</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>64</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>32</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	4	Situação 2	0	Situação 3	64	Situação 4	32																	
Situação	Percentual de alunos (%)																											
Situação 1	4																											
Situação 2	0																											
Situação 3	64																											
Situação 4	32																											
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																											

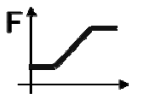
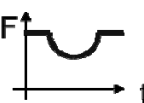


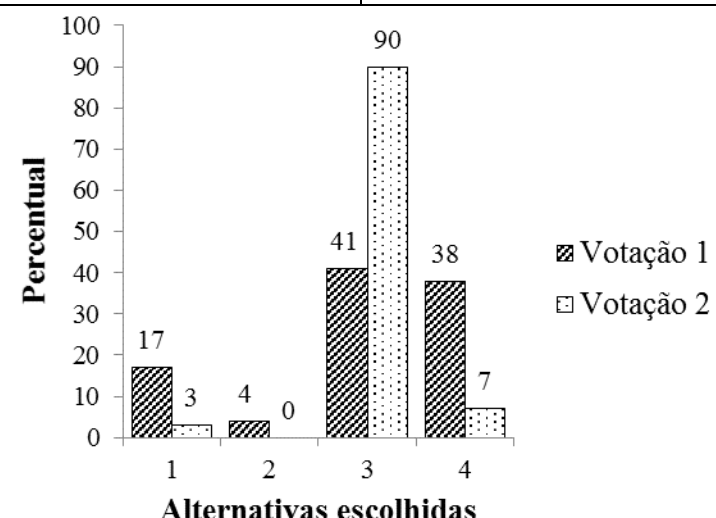
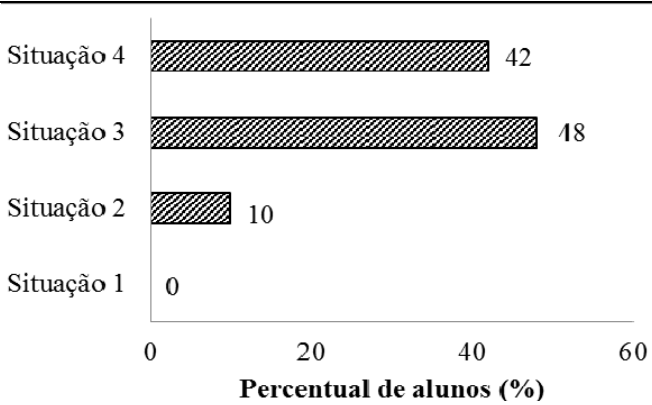
QC13 – Questão Conceitual 13																												
Data de aplicação	22-04-2014																											
Assunto:	Cinemática																											
 <p>A figura mostra a trajetória descrita por um projétil que viaja da esquerda para a direita. Considerando que a resistência do ar possa ser desprezada, a flecha que melhor representa a aceleração do projétil no ponto mais alto da trajetória é:</p> 																												
Resposta correta	5																											
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>17</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>24</td><td>10</td></tr> <tr><td>5</td><td>52</td><td>86</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	0	0	2	7	0	3	17	4	4	24	10	5	52	86	6	0	0	7	0	0	8	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																										
1	0	0																										
2	7	0																										
3	17	4																										
4	24	10																										
5	52	86																										
6	0	0																										
7	0	0																										
8	0	0																										
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>0</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>14</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>34</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>52</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	0	Situação 2	14	Situação 3	34	Situação 4	52																	
Situação	Percentual de alunos (%)																											
Situação 1	0																											
Situação 2	14																											
Situação 3	34																											
Situação 4	52																											
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																											

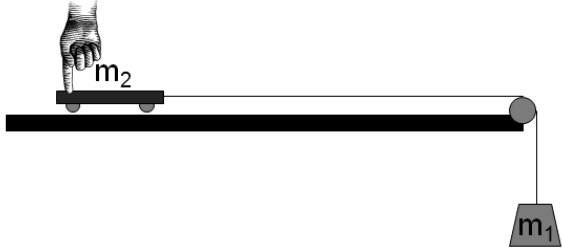
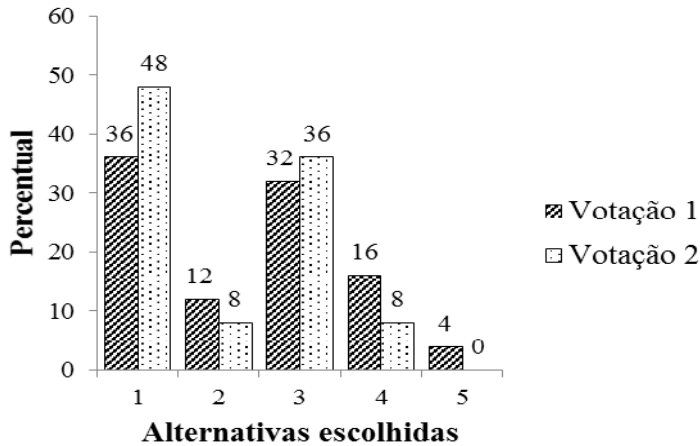
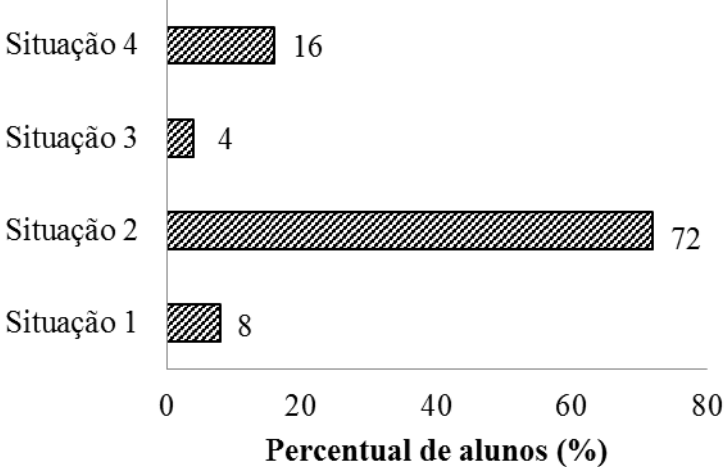
QC14 – Questão Conceitual 14																			
Data de aplicação	29-04-2014																		
Assunto:	Leis de Newton																		
 <p>Uma força constante é aplicada a um bloco de massa m, inicialmente em repouso, que desliza sem atrito sobre uma superfície horizontal. Essa força atua durante um breve intervalo de tempo t, o que faz com que o bloco atinja uma velocidade v. Caso o módulo da força fosse a metade de F, por quanto tempo ela deveria ser aplicada para que o bloco adquirisse a mesma velocidade v?</p> <p>1) o quádruplo de t. 2) o dobro de t. 3) igual a t. 4) a metade de t. 5) a quarta parte de t.</p>																			
Resposta correta	2																		
Resultado	 <p>Gráfico de barras mostrando o Percentual (Y-axis, 0 a 120) versus Alternativas escolhidas (X-axis, 1 a 5). O gráfico compara duas votações: Votação 1 (hachurado) e Votação 2 (pontilhado).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>22</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>69</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	22	4	2	69	96	3	9	0	4	0	0	5	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	22	4																	
2	69	96																	
3	9	0																	
4	0	0																	
5	0	0																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <p>Gráfico de barras horizontais mostrando o Percentual de alunos (%) (X-axis, 0 a 80) versus Situação (Y-axis). Situação 1: 0%; Situação 2: 4%; Situação 3: 22%; Situação 4: 74%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>74</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	0	Situação 2	4	Situação 3	22	Situação 4	74								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 1	0																		
Situação 2	4																		
Situação 3	22																		
Situação 4	74																		
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC15 – Questão Conceitual 15																
Data de aplicação	29-04-2014															
Assunto:	Leis de Newton															
 <p>Um bloco de massa m está em repouso sobre uma mesa horizontal. Nessa situação duas forças atuam sobre o bloco: a força da gravidade e a força normal que a mesa exerce sobre ele. Podemos concluir que essas duas forças têm o mesmo módulo porque:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) essas duas forças formam um par de ação e reação; 2) a força resultante sobre o objeto é nula; 3) as alternativas 1 e 2 estão corretas; 4) as alternativas 1 e 2 estão erradas. 																
Resposta correta	2															
Resultado	 <p>Gráfico de barras mostrando o percentual de respostas para as alternativas 1, 2, 3 e 4 em duas votações. O eixo Y representa o Percentual (0 a 120) e o eixo X representa as Alternativas escolhidas (1, 2, 3, 4). A legenda indica Votação 1 (hachurado) e Votação 2 (pontilhado).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>83</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	13	4	2	4	0	3	83	96	4	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	13	4														
2	4	0														
3	83	96														
4	0	0														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <p>Gráfico de barras horizontais mostrando o percentual de alunos em quatro situações de mudança de resposta. O eixo Y representa as Situações (1, 2, 3, 4) e o eixo X representa o Percentual de alunos (%). A barra para Situação 2 é hachurada.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	0	Situação 3	0	Situação 2	96	Situação 1	4					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 4	0															
Situação 3	0															
Situação 2	96															
Situação 1	4															
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

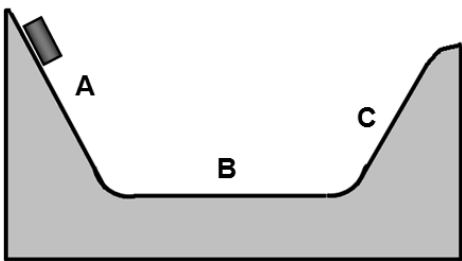
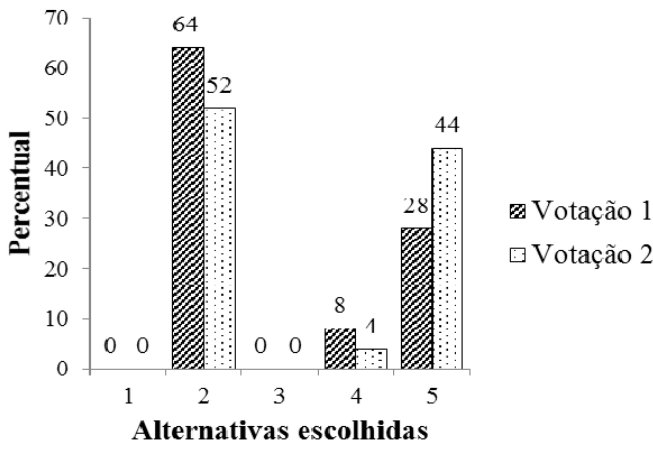
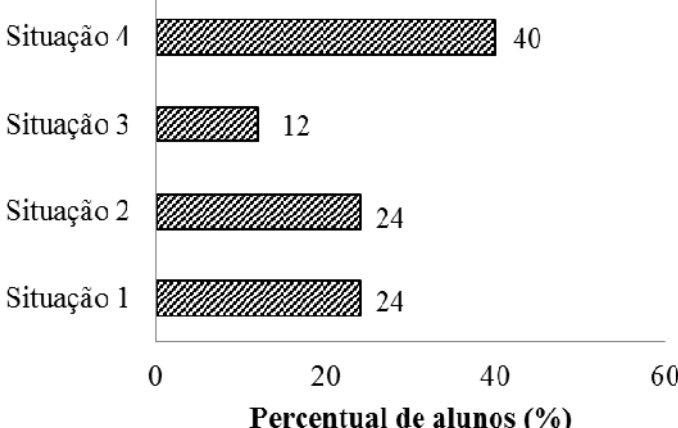
QC16 – Questão Conceitual 16													
Data de aplicação	06-05-2014												
Assunto:	Leis de Newton												
<p>Uma pessoa encontra-se dentro de um elevador que se move com aceleração constante para cima. A força normal que o piso do elevador exerce sobre a pessoa é:</p> <p>1) maior do que o peso da pessoa; 2) igual ao peso da pessoa; 3) menor do que o peso da pessoa.</p>													
Resposta correta	1												
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado da votação</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>37</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>59</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	37	41	2	59	59	3	4	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	37	41											
2	59	59											
3	4	0											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	4	Situação 2	88	Situação 3	0	Situação 4	8		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 1	4												
Situação 2	88												
Situação 3	0												
Situação 4	8												
Comentários:	<p>Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.</p>												

QC17 – Questão Conceitual 17																			
Data de aplicação	06-05-2014																		
Assunto:	Leis de Newton																		
<p>Um pêndulo simples é constituído de uma massa M presa à extremidade de um fio inextensível de comprimento L. Considerando que o pêndulo oscile livremente e sem atrito, a aceleração da massa M no ponto mais baixo da trajetória é:</p> <p>1) Nula. 2) Horizontal, com sentido igual ao do movimento. 3) Horizontal, com sentido contrário ao do movimento. 4) Vertical, com sentido para cima. 5) Vertical, com sentido para baixo.</p> 																			
Resposta correta	1																		
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>7</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>52</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>11</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>19</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	7	37	2	52	33	3	11	11	4	11	4	5	19	15
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	7	37																	
2	52	33																	
3	11	11																	
4	11	4																	
5	19	15																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Mudança</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	4	Situação 2	59	Situação 3	33	Situação 4	4								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 1	4																		
Situação 2	59																		
Situação 3	33																		
Situação 4	4																		
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC18 – Questão Conceitual 18																
Data de aplicação	08-05-2014															
Assunto:	Leis de Newton															
<p>Uma pessoa encontra-se de pé sobre uma balança no interior de um elevador, inicialmente em repouso no primeiro andar de um edifício. O elevador acelera até passar pelo segundo andar e, a partir daí, passa a se mover com velocidade constante até passar pelo quinto andar. Nesse ponto ele começa a reduzir sua velocidade até parar no sexto andar. O gráfico que melhor representa a leitura na balança em função do tempo é:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>(1)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(2)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(3)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(4)</p> </div> </div>																
Resposta correta	3															
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>17</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>41</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>38</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	17	3	2	4	0	3	41	90	4	38	7
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	17	3														
2	4	0														
3	41	90														
4	38	7														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Mudança</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	42	Situação 3	48	Situação 2	10	Situação 1	0					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 4	42															
Situação 3	48															
Situação 2	10															
Situação 1	0															
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

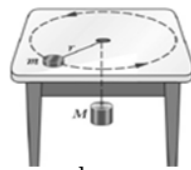
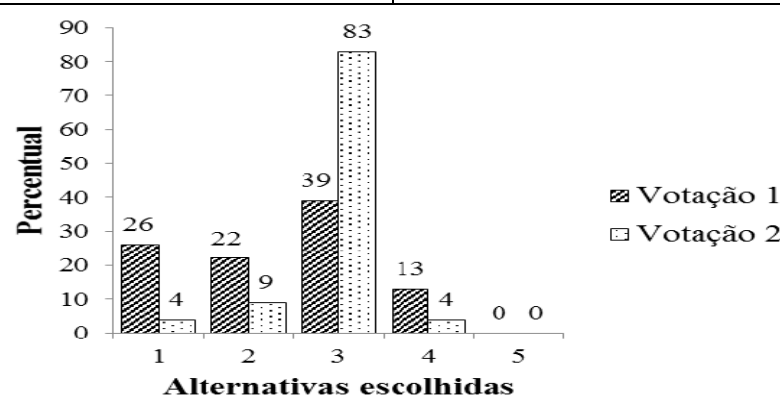
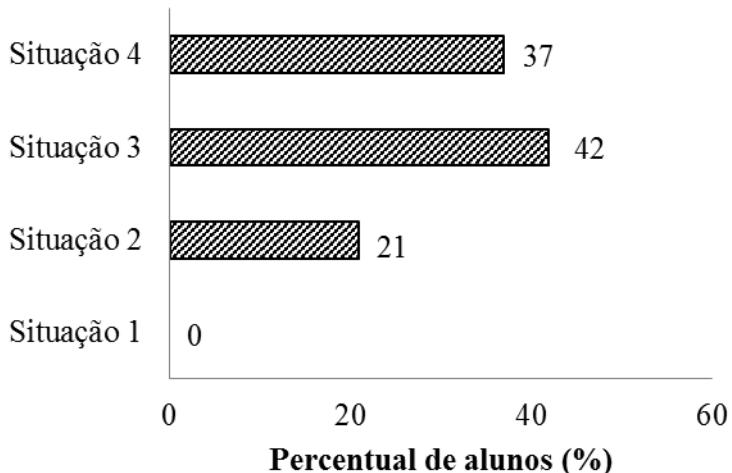
QC19 – Questão Conceitual 19																			
Data de aplicação	13-05-2014																		
Assunto:	Leis de Newton																		
<p>Um fio inextensível conecta a massa m_1 ao carrinho de massa m_2, passando por uma polia sem atrito, como mostra a figura. Quando o conjunto está em repouso, a tração no fio é:</p>  <p>1) m_1g 2) m_2g 3) $(m_1+m_2)g$ 4) $(m_1-m_2)g$ 5) Não é possível determinar</p>																			
Resposta correta	1																		
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>36</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>32</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	36	48	2	12	8	3	32	36	4	16	8	5	4	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	36	48																	
2	12	8																	
3	32	36																	
4	16	8																	
5	4	0																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	16	Situação 3	4	Situação 2	72	Situação 1	8								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 4	16																		
Situação 3	4																		
Situação 2	72																		
Situação 1	8																		
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos.																		

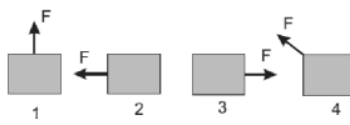
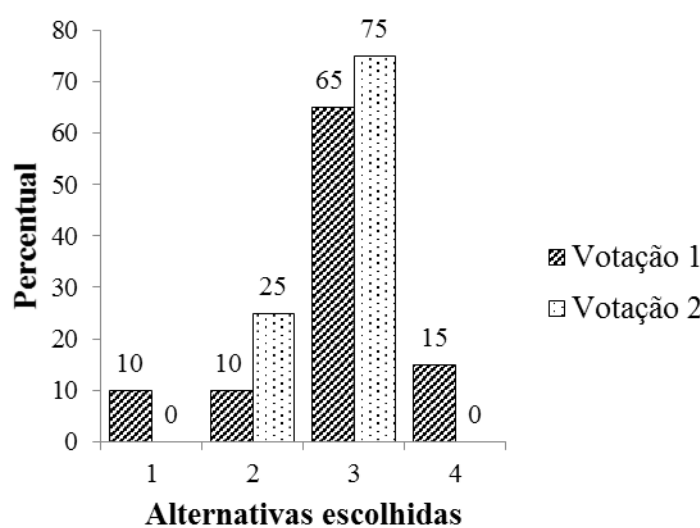
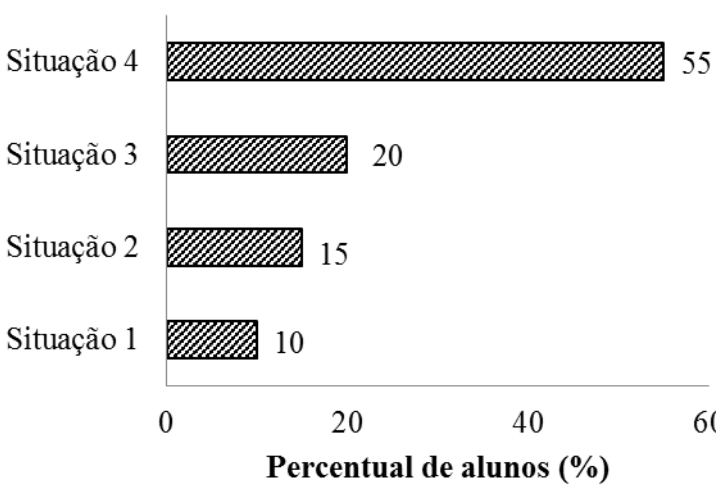
QC20 – Questão Conceitual 20																
Data de aplicação	13-05-2014															
Assunto:	Leis de Newton															
<p>Um fio inextensível conecta o bloco de massa m_1 ao carrinho de massa m_2, passando por uma polia sem atrito, como mostra a figura. O conjunto está inicialmente em repouso. Quando o sistema é liberado, a tração no fio:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>1) Aumenta. 2) Diminui. 3) Permanece a mesma. 4) Não é possível responder.</p>																
Resposta correta	2															
Resultado	<table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>40</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	40	64	2	24	20	3	20	12	4	16	4
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	40	64														
2	24	20														
3	20	12														
4	16	4														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Mudança</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	8	Situação 2	72	Situação 3	4	Situação 4	16					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 1	8															
Situação 2	72															
Situação 3	4															
Situação 4	16															
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

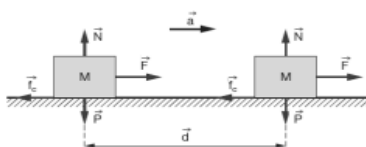
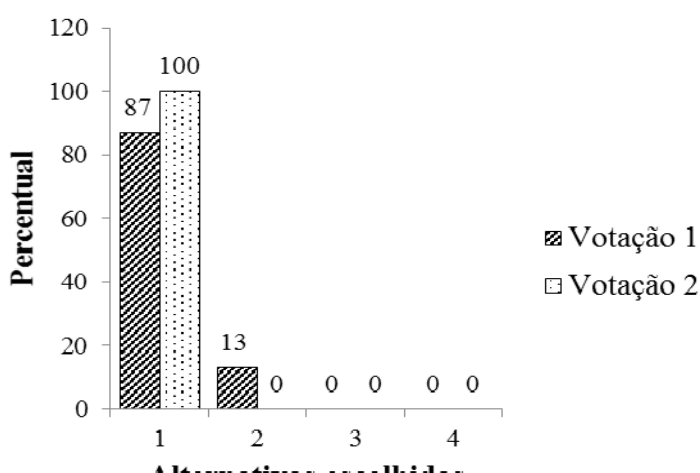
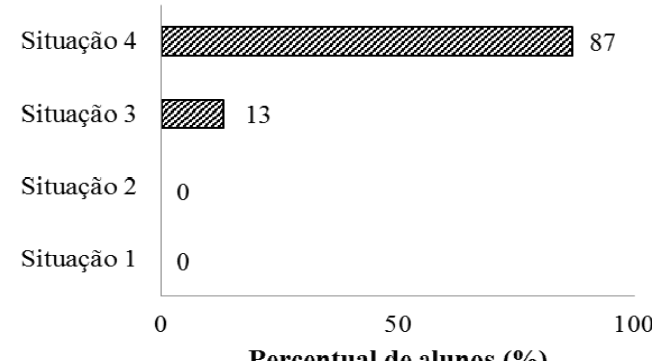
QC21 – Questão Conceitual 21																			
Data de aplicação	15-05-2014																		
Assunto:	Leis de Newton																		
<p>Um bloco desliza por uma rampa, passando pelos pontos A, B e C. Após esse ponto ele é projetado para fora da rampa e passa pelo ponto D. Em que ponto da trajetória a força resultante sobre o bloco é nula? Obs.: Não existe atrito.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>1) A</p> <p>2) B</p> <p>3) C</p> <p>4) D</p> <p>5) Nenhum deles.</p> </div>  </div>																			
Resposta correta	2																		
Resultado	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Percentual de votos por alternativa</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>64</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>28</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	0	0	2	64	52	3	0	0	4	8	1	5	28	44
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	0	0																	
2	64	52																	
3	0	0																	
4	8	1																	
5	28	44																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Percentual de alunos que mudaram de resposta</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	24	Situação 2	24	Situação 3	12	Situação 4	40								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 1	24																		
Situação 2	24																		
Situação 3	12																		
Situação 4	40																		
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		


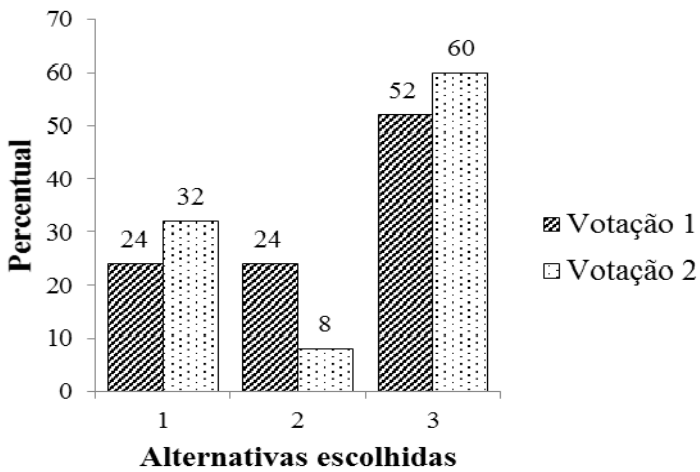
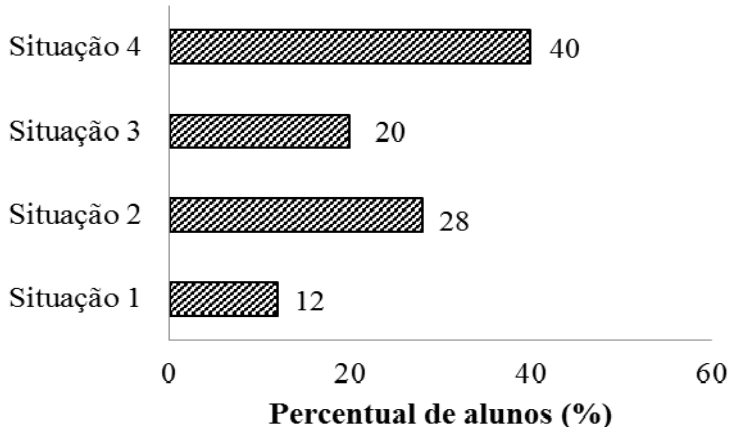
QC22 – Questão Conceitual 22																
Data de aplicação	29-05-2014															
Assunto:	Leis de Newton															
<p>Dois automóveis de massa M e $2M$ deslocam-se com a mesma velocidade v em um trecho reto e horizontal de uma estrada. Os dois motoristas pisam no freio no mesmo instante, fazendo as rodas travarem, de modo que as rodas dos dois veículos passem a deslizar. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético μ_c é o mesmo para os dois carros, <u>qual deles para primeiro?</u></p> <p>1) O que tem maior massa. 2) O que tem menor massa. 3) Ambos param no mesmo instante. 4) Faltam informações para responder essa pergunta.</p>																
Resposta correta	3															
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado das Votações</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>33</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>38</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>29</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	33	67	2	38	21	3	29	12	4	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	33	67														
2	38	21														
3	29	12														
4	0	0														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Fluxo da Mudança das Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de Alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de Alunos (%)	Situação 1	17	Situação 2	71	Situação 3	0	Situação 4	12					
Situação	Percentual de Alunos (%)															
Situação 1	17															
Situação 2	71															
Situação 3	0															
Situação 4	12															
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

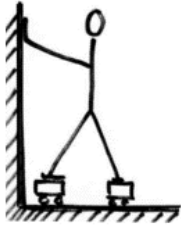
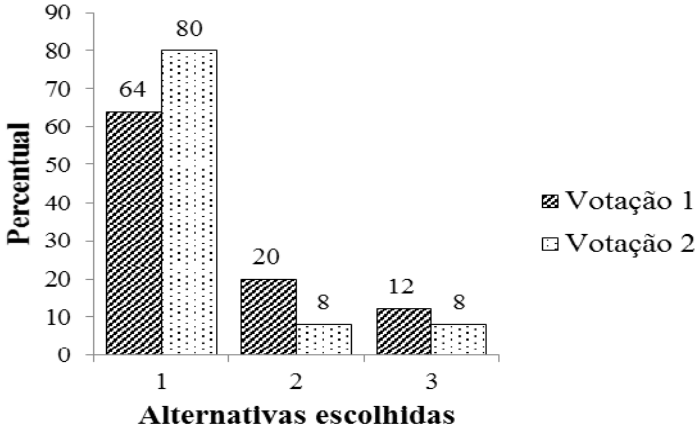
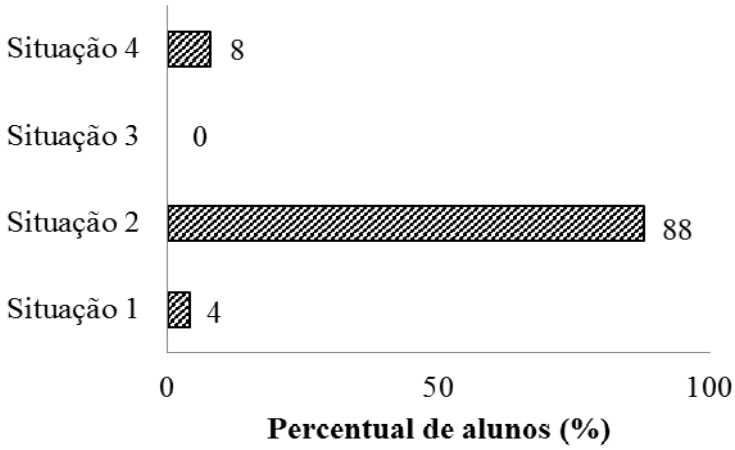
QC23 – Questão Conceitual 23													
Data de aplicação	29-05-2014												
Assunto:	Leis de Newton												
<p>Dois automóveis de massa M e $2M$ deslocam-se com a mesma velocidade v em um trecho reto e horizontal de uma estrada. Os dois motoristas pisam no freio no mesmo instante, fazendo as rodas travarem, de modo que as rodas dos dois veículos passem a deslizar. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético μ_c é o mesmo para os dois carros, <u>qual deles vai mais longe?</u></p> <p>1) O que tem maior massa. 2) O que tem menor massa. 3) Ambos percorrem a mesma distância. 4) Faltam informações para responder essa pergunta.</p>													
Resposta correta	3												
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado das alternativas escolhidas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>64</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	64	80	2	20	8	3	12	8
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	64	80											
2	20	8											
3	12	8											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	54	Situação 3	38	Situação 2	8	Situação 1	0		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 4	54												
Situação 3	38												
Situação 2	8												
Situação 1	0												
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

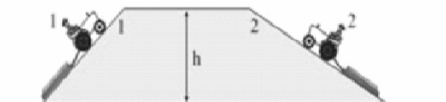
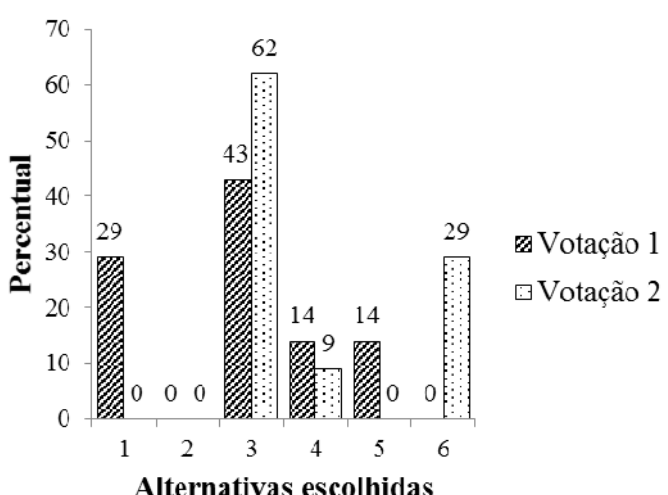
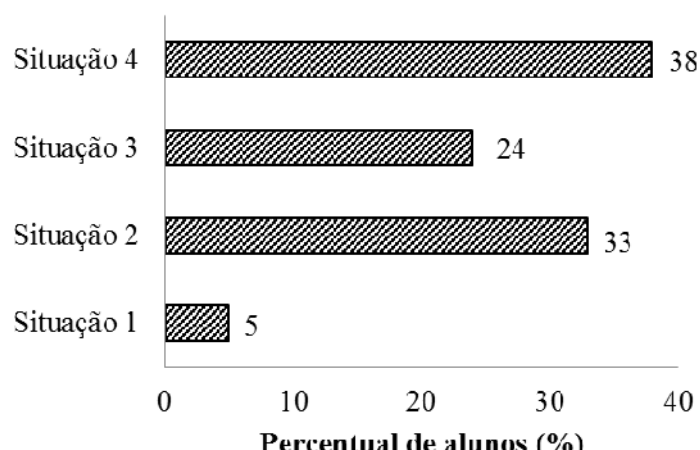
QC24 – Questão Conceitual 24	
Data de aplicação	29-05-2014
Assunto:	Leis de Newton
<p>Um disco de massa m descreve uma trajetória circular sobre uma mesa horizontal sem atrito. O disco está preso a uma esfera de massa M por meio de um fio inextensível que passa por um orifício no centro da mesa, de tal maneira que a metade do fio está sobre a mesa e a outra metade está abaixo dela. Supondo que o módulo da velocidade do disco seja constante, qual é o módulo da aceleração do disco?</p> <p>1) Zero. 2) Menor do que g. 3) Igual a g. 4) Maior do que g. 5) Faltam informações para responder essa pergunta.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
Resposta correta	3
Resultado	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.

QC25 – Questão Conceitual 25																
Data de aplicação	05-06-2014															
Assunto:	Trabalho															
<p>Nas figuras a seguir as forças têm intensidades iguais e o objeto sofre deslocamentos horizontais iguais para a direita. Em qual caso o trabalho da força F tem maior valor?</p> 																
Resposta correta	3															
Resultado	 <table border="1"> <caption>Data for Resultado Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>65</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	10	0	2	10	25	3	65	75	4	15	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	10	0														
2	10	25														
3	65	75														
4	15	0														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Data for Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	10	Situação 2	15	Situação 3	20	Situação 4	55					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 1	10															
Situação 2	15															
Situação 3	20															
Situação 4	55															
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

QC26 – Questão Conceitual 26																
Data de aplicação	05-06-2014															
Assunto:	Trabalho															
<p>O centro de uma caixa de massa M desloca-se de uma distância d com aceleração a constante sobre a superfície horizontal de uma mesa sob a ação das forças F, f_c, N e P. Considere f_c a força de atrito cinético.</p>  <p>De acordo com a figura acima, pode-se afirmar que realizam trabalho, apenas, as forças:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) F e f_c 2) F e N 3) f_c e N 4) f_c e P 																
Resposta correta	1															
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>87</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	87	100	2	13	0	3	0	0	4	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)														
1	87	100														
2	13	0														
3	0	0														
4	0	0														
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	87	Situação 3	13	Situação 2	0	Situação 1	0					
Situação	Percentual de alunos (%)															
Situação 4	87															
Situação 3	13															
Situação 2	0															
Situação 1	0															
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.															

QC27 – Questão Conceitual 27													
Data de aplicação	05-06-2014												
Assunto:	Trabalho												
<p>Uma pedra de massa m é girou em uma corda em um plano horizontal. O trabalho realizado pela tensão na corda sobre a rocha é .</p>  <p>1. positivo 2. negativo 3. zero</p>													
Resposta correta	3												
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>24</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>52</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	24	32	2	24	8	3	52	60
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	24	32											
2	24	8											
3	52	60											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Mudança de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	40	Situação 3	20	Situação 2	28	Situação 1	12		
Situação	Percentual de alunos (%)												
Situação 4	40												
Situação 3	20												
Situação 2	28												
Situação 1	12												
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

QC28 – Questão Conceitual 28													
Data de aplicação	05-06-2014												
Assunto:	Trabalho												
<p>O trabalho realizado pela força de contato de uma parede em uma pessoa é?</p>  <p>1) Positivo 2) Negativo 3) Zero 4) Impossível determinar.</p>													
Resposta correta	3												
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>64</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	64	80	2	20	8	3	12	8
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)											
1	64	80											
2	20	8											
3	12	8											
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de Alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de Alunos (%)	Situação 4	8	Situação 3	0	Situação 2	88	Situação 1	4		
Situação	Percentual de Alunos (%)												
Situação 4	8												
Situação 3	0												
Situação 2	88												
Situação 1	4												
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.												

QC29 – Questão Conceitual 29																						
Data de aplicação	24-06-2014																					
Assunto:	Trabalho																					
<p>Suponha que os tratores 1 e 2 da figura arrastem toras de mesma massa pelas rampas correspondentes, elevando-as à mesma altura h. Sabe-se que ambos se movimentam com velocidades constantes e que o comprimento da rampa 2 é o dobro do comprimento da rampa 1.</p>  <p>Chamando de W_1 e W_2 os trabalhos realizados pela força gravitacional sobre essas toras, pode-se afirmar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $W_1 = 2 W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 < 0$ 2) $W_1 = 2 W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 > 0$ 3) $W_1 = W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 < 0$ 4) $W_1 = W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 > 0$ 5) $2W_1 = W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 > 0$ 6) $2W_1 = W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 < 0$ 																						
Resposta correta	3																					
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>29</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>43</td><td>62</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>9</td></tr> <tr><td>5</td><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td><td>29</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	29	0	2	0	0	3	43	62	4	14	9	5	14	0	6	0	29
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																				
1	29	0																				
2	0	0																				
3	43	62																				
4	14	9																				
5	14	0																				
6	0	29																				
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>5</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>33</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>24</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>38</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	5	Situação 2	33	Situação 3	24	Situação 4	38											
Situação	Percentual de alunos (%)																					
Situação 1	5																					
Situação 2	33																					
Situação 3	24																					
Situação 4	38																					
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																					

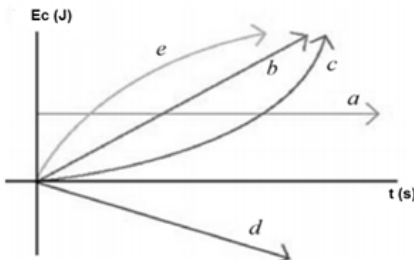
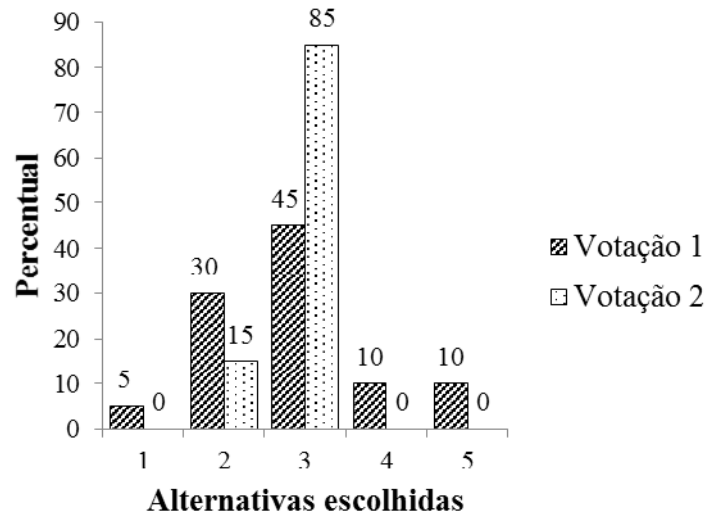
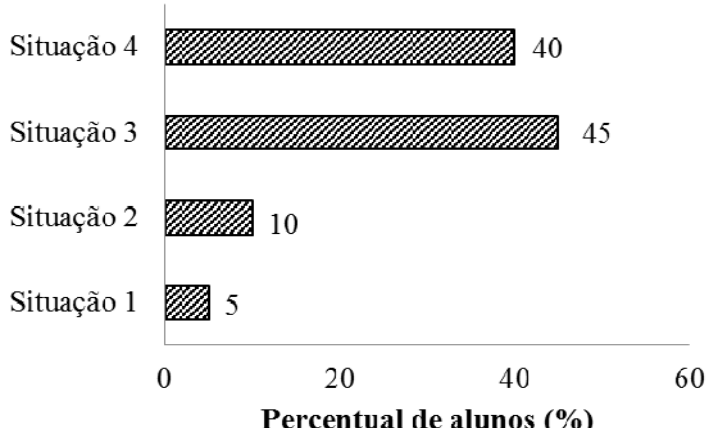
QC30 – Questão Conceitual 30																						
Data de aplicação	24-06-2014																					
Assunto:	Trabalho																					
<p>Um objeto é elevado desde o solo até uma altura h (situação 1), nas proximidades da superfície da Terra, e depois cai até atingir novamente o solo (situação 2). O trabalho da força peso na situação 1 (W_1) e o trabalho da força peso na situação 2 (W_2) são, respectivamente:</p> <p>1) $W_1 = -mgh$; $W_2 = mgh$ 2) $W_1 = mgh$; $W_2 = -mgh$ 3) $W_1 = -mg$; $W_2 = mg$ 4) $W_1 = W_2$ 5) $W_1 = mg$; $W_2 = -mg$ 6) $W_1 = mgh$; $W_2 = 0$</p>																						
Resposta correta	1																					
Resultado	<table border="1"> <caption>Resultado da votação</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>52</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>19</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>19</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	52	90	2	19	0	3	10	0	4	19	0	5	0	0	6	0	10
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																				
1	52	90																				
2	19	0																				
3	10	0																				
4	19	0																				
5	0	0																				
6	0	10																				
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Resultado do fluxo da mudança das respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	47	Situação 3	43	Situação 2	5	Situação 1	5											
Situação	Percentual de alunos (%)																					
Situação 4	47																					
Situação 3	43																					
Situação 2	5																					
Situação 1	5																					
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																					

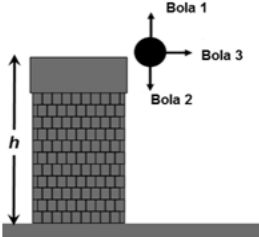
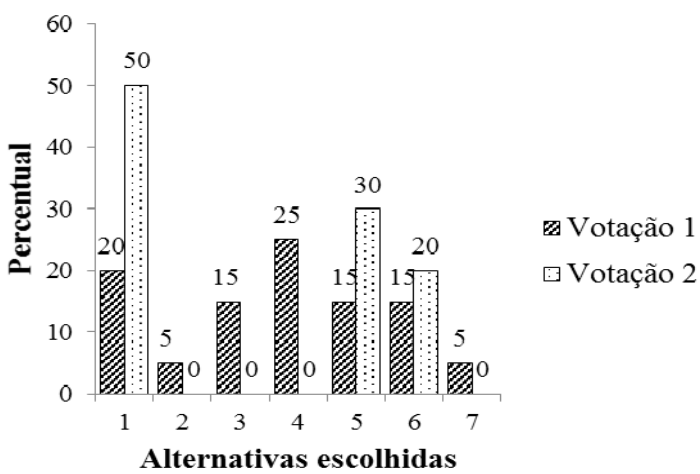
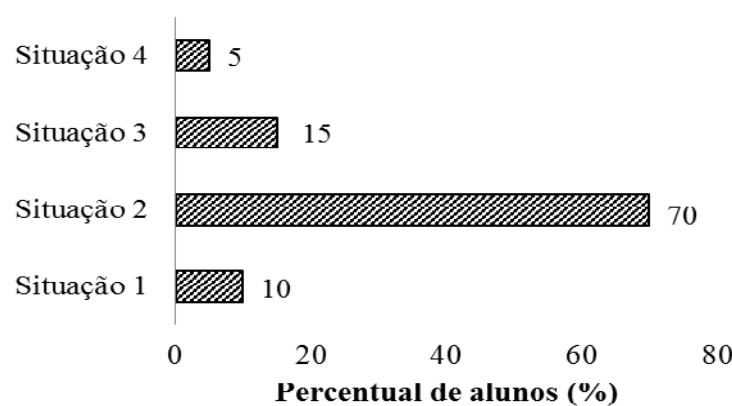
QC31 – Questão Conceitual 31																						
Data de aplicação	26-06-2014																					
Assunto:	Energia																					
<p>Você levanta uma bola com velocidade constante da posição inicial h_i para uma posição final h_f. Considerando $h_i < h_f$, escolha uma das opções abaixo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A energia potencial da bola aumenta. 2) A energia cinética da bola diminui. 3) A terra realiza um trabalho negativo sobre a bola. 4) Você realiza um trabalho negativo sobre a bola. 5) Duas afirmações acima são verdadeiras. 6) Nenhuma das opções acima. 																						
Resposta correta	3																					
Resultado	<table border="1"> <caption>Percentual de alternativas escolhidas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>71</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	8	0	2	8	0	3	8	4	4	0	0	5	71	96	6	5	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																				
1	8	0																				
2	8	0																				
3	8	4																				
4	0	0																				
5	71	96																				
6	5	0																				
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Fluxo de mudança de respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	4	Situação 2	92	Situação 3	0	Situação 4	4											
Situação	Percentual de alunos (%)																					
Situação 1	4																					
Situação 2	92																					
Situação 3	0																					
Situação 4	4																					
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																					

QC32 – Questão Conceitual 32																									
Data de aplicação	26-06-2014																								
Assunto:	Energia																								
<p>Um paraquedista está caindo com velocidade constante. Durante essa queda, considerando-se o paraquedista em relação ao nível do solo, é correto afirmar que</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) sua energia potencial gravitacional se mantém constante. 2) sua energia potencial gravitacional está aumentando. 3) sua energia cinética se mantém constante. 4) sua energia cinética está diminuindo. 5) a soma da energia cinética e da energia potencial gravitacional é constante. 6) Duas afirmações acima são verdadeiras. 7) Nenhuma das opções acima é verdadeira. 																									
Resposta correta	3																								
Resultado	<table border="1"> <caption>Percentual de alternativas escolhidas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>12</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>12</td><td>54</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>12</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>48</td><td>38</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	12	0	2	8	4	3	12	54	4	0	0	5	12	4	6	48	38	7	8	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																							
1	12	0																							
2	8	4																							
3	12	54																							
4	0	0																							
5	12	4																							
6	48	38																							
7	8	0																							
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Fluxo de mudança de respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 4</td><td>12</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>42</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>46</td></tr> <tr><td>Situação 1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	12	Situação 3	42	Situação 2	46	Situação 1	0														
Situação	Percentual de alunos (%)																								
Situação 4	12																								
Situação 3	42																								
Situação 2	46																								
Situação 1	0																								
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																								

QC33 – Questão Conceitual 33																			
Data de aplicação	01-07-2014																		
Assunto:	Energia																		
<p>Uma força horizontal, de intensidade F, é aplicada a dois diferentes blocos, de massa m e $3m$, respectivamente. Ambos os blocos começam mover-se a partir do repouso em uma superfície sem atrito. Se cada bloco desloca-se distância iguais quando a força é aplicada, podemos afirmar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) O bloco pesado adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve. 2) O bloco pesado adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve. 3) Os dois blocos adquirem a mesma energia cinética. 4) O bloco mais leve adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado. 5) O bloco mais leve adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado. 																			
Resposta correta	1																		
Resultado	<table border="1"> <caption>Percentual de alternativas escolhidas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>55</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>23</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>18</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	4	0	2	55	82	3	23	4	4	18	14	5	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	4	0																	
2	55	82																	
3	23	4																	
4	18	14																	
5	0	0																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Fluxo de mudança de respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td>Situação 1</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 4	5	Situação 3	0	Situação 2	77	Situação 1	18								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 4	5																		
Situação 3	0																		
Situação 2	77																		
Situação 1	18																		
Comentários:	Não houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC34 – Questão Conceitual 34																			
Data de aplicação	01-07-2014																		
Assunto:	Energia																		
<p>Uma força horizontal, de intensidade F, é aplicada a dois diferentes blocos, de massa m e $3m$, respectivamente. Ambos os blocos começam mover-se a partir do repouso em uma superfície sem atrito. Se a força for aplicada ao longo do mesmo intervalo de tempo para ambos os blocos, podemos afirmar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) O bloco pesado adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve. 2) O bloco pesado adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve. 3) Os dois blocos adquirem a mesma energia cinética. 4) O bloco mais leve adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado. 5) O bloco mais leve adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado. 																			
Resposta correta	3																		
Resultado	<table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>36</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>28</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>36</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	0	9	2	36	0	3	28	41	4	36	50	5	0	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	0	9																	
2	36	0																	
3	28	41																	
4	36	50																	
5	0	0																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	<table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	4	Situação 2	55	Situação 3	18	Situação 4	23								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 1	4																		
Situação 2	55																		
Situação 3	18																		
Situação 4	23																		
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC35 – Questão Conceitual 35																			
Data de aplicação	03-07-2014																		
Assunto:	Energia																		
<p>Um objeto é lançado ao chão de uma altura de 10m. Qual dos seguintes gráficos de energia cinética versus tempo melhor representa a energia cinética do objeto que se aproxima da terra (desconsidere a resistência do ar).</p> <p>1) a 2) b 3) c 4) d 5) e</p> 																			
Resposta correta	3																		
Resultado	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Resultados</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>45</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	5	0	2	30	15	3	45	85	4	10	0	5	10	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																	
1	5	0																	
2	30	15																	
3	45	85																	
4	10	0																	
5	10	0																	
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <table border="1"> <caption>Dados do Fluxo de Respostas</caption> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual de alunos (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situação 1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Situação 2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Situação 3</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Situação 4</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual de alunos (%)	Situação 1	5	Situação 2	10	Situação 3	45	Situação 4	40								
Situação	Percentual de alunos (%)																		
Situação 1	5																		
Situação 2	10																		
Situação 3	45																		
Situação 4	40																		
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																		

QC36 – Questão Conceitual 36																									
Data de aplicação	03-07-2014																								
Assunto:	Energia																								
<p>Três bolas de massas iguais são disparadas simultaneamente com velocidades iguais de uma mesma altura h acima do solo. Bola 1 é disparada para cima, bola 2 é disparada para baixo, e uma bola 3 é disparada horizontalmente. Sobre as velocidades das bolas 1, 2 e 3, um instante antes de bater no chão, podemos afirmar que: (desconsiderar a resistência do ar).</p> <p>1) $v_1 > v_2 > v_3$ 2) $v_3 > v_2 > v_1$ 3) $v_2 > v_1 > v_3$ 4) $v_2 > v_3 > v_1$ 5) $v_1 = v_2 > v_3$ 6) $v_1 = v_2 = v_3$ 7) É necessário saber a altura h</p> 																									
Resposta correta	6																								
Resultado	 <p>Alternativas escolhidas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Votação 1 (%)</th> <th>Votação 2 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>50</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>25</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td><td>30</td></tr> <tr><td>6</td><td>15</td><td>20</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)	1	20	50	2	5	0	3	15	0	4	25	0	5	15	30	6	15	20	7	5	0
Alternativa	Votação 1 (%)	Votação 2 (%)																							
1	20	50																							
2	5	0																							
3	15	0																							
4	25	0																							
5	15	30																							
6	15	20																							
7	5	0																							
Resultado do fluxo da mudança das respostas entre a votação 1 e 2	 <p>Percentual de alunos (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situação</th> <th>Percentual (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Situação 1</td><td>10</td></tr> <tr><td>Situação 2</td><td>70</td></tr> <tr><td>Situação 3</td><td>15</td></tr> <tr><td>Situação 4</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Situação	Percentual (%)	Situação 1	10	Situação 2	70	Situação 3	15	Situação 4	5														
Situação	Percentual (%)																								
Situação 1	10																								
Situação 2	70																								
Situação 3	15																								
Situação 4	5																								
Comentários:	Houve uma melhoria no índice de acertos entre as duas votações.																								

APÊNDICE C – Produto Educacional

1

**Guia metodológico para aplicação de questões Conceituais
sobre “Trabalho e Energia” utilizando a Metodologia de
Instrução Pelos Colegas**

Itajubá
2015

SUMÁRIO

2	
4	INTRODUÇÃO
7	AS QUESTÕES CONCEITUAIS SOBRE TRABALHO E ENERGIA
7	1.1. Questões sobre trabalho.....
7	1.1.1. - Grupo 1
10	1.1.2 - Grupo 2
12	1.1.3 - Grupo 3
15	1.1.4 - Grupo 4
17	1.1.5 - Grupo 5
19	1.1.6 - Grupo 6
22	1.2. Esquemas de Aplicação das Questões Conceituais sobre trabalho
23	1.2.1 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “trabalho” - Grupo 1
24	1.2.2 – Aplicação das questões Conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 2.....
25	1.2.3 – Aplicação das questões Conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 3.....
26	1.2.4 – Aplicação das questões Conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 4.....
27	1.2.5 – Aplicação das questões Conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 5.....
28	1.2.6 – Aplicação das questões Conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 6.....
29	1.3. Questões sobre trabalho.....
29	1.3.1. - Grupo 1
31	1.3.2. - Grupo 2
34	1.3.3. - Grupo 3
37	1.3.4. - Grupo 4
39	1.3.5. - Grupo 5
41	1.4. Esquemas de Aplicação das Questões Conceituais sobre energia.....
42	1.4.1 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia” - Grupo 1
43	1.4.2 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia” - Grupo 2

	3
1.4.3 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia” - Grupo 3	44
1.4.4 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia” - Grupo 4	45
1.4.5 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia” - Grupo 5	46
1.5. - Roteiro de Aplicação das Questões Conceituais	47
1.6. – Como avaliar a qualidade da questão conceitual.....	49
1.7. – Considerações finais.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

INTRODUÇÃO

Este guia metodológico refere-se a um banco de questões conceituais sobre o tema “trabalho e energia” que poderá ser utilizado por professores para a aplicação da metodologia de Instrução pelos Colegas (IpC).

A IpC é uma metodologia ativa de ensino desenvolvida por Eric Mazur na Universidade Harvard, nos Estados Unidos (Figura 1.1), como uma alternativa para resolver um problema que ele constatou nas disciplinas em que ministrou: os alunos aprovados nas avaliações regulares da disciplina não haviam compreendido os conceitos importantes. Com objetivo de tornar a sala de aula um ambiente predominantemente utilizado para a discussão e compreensão conceitual, Mazur (1997) propôs a metodologia *Peer Instruction*, traduzido literalmente para o português como Instrução por Pares e traduzido por Araújo e Mazur (2013) como Instrução pelos Colegas.

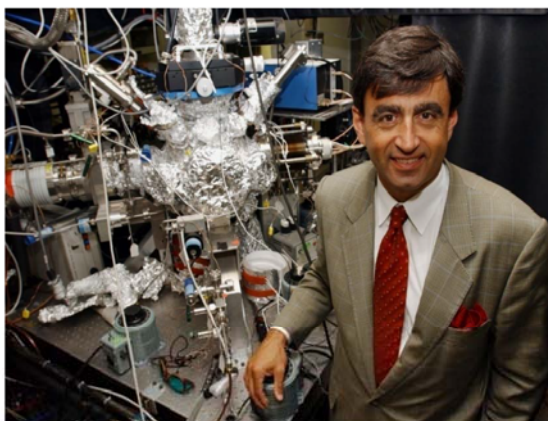


Figura 1.1 - Professor Eric Mazur da Universidade Harvard
Fonte: <https://medschool.vanderbilt.edu/calendar/event/otlm-and-aet-p>

Na metodologia IpC, o professor faz pequenas apresentações orais de aproximadamente quinze minutos sobre os conceitos a serem estudados. Ao final de cada exposição, é apresentada uma questão conceitual de múltipla escolha aos alunos, que têm dois minutos para escolher uma resposta. Posteriormente, é aberta uma votação para mapeamento das respostas dos alunos à referida questão. As respostas à questão podem ser apresentadas por meio de instrumentos, como por exemplo, *clickers* (espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor), *flashcards* (cartões de resposta), fichas individuais, dispositivos que utilizem acesso à internet como *notebooks*, *smartphones* e *tablets*, serviços de mensagens por telefone celular

5

denominados SMS (*Short Menssage Service* ou Serviço de Mensagens Curtas). As Figuras 1.2 e 1.3 ilustram esses dispositivos.



Figura 1.2 – Clickers

Fonte: <http://www.bothell.washington.edu/learningtech/clickers>



Figura 1.3 – Flashcards

Fonte: <http://fisicadojuliano.blogspot.com.br/>

Lasry (2007) realizou um estudo comparativo entre o uso dos *clickers* e dos flashcards e constatou que a aprendizagem conceitual por meio da metodologia IpC independe do tipo de meio de coleta de respostas. Segundo o autor, os *clickers* possibilitam um maior destaque para a metodologia IpC e motivação para a sua utilização, permite a coleta e armazenamento das respostas das questões conceituais para análise e a otimização da interação entre os alunos em virtude da instantaneidade da apuração dos resultados. A desvantagem apresentada pelo autor é o custo elevado da implementação do uso dos *clickers* nas escolas. Independentemente do tipo de instrumento utilizado é essencial que os alunos não vejam as respostas dos seus colegas nesta etapa de votação.

O professor deve registrar as respostas e contabilizá-las sem divulgar aos alunos a resposta correta. Se mais de 70% dos alunos votarem na resposta correta o professor passa para uma nova exposição dialogada e apresenta uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Se menos de 30% das respostas estiverem corretas, o professor deve explicar

6

novamente o tópico e uma nova questão conceitual é proposta, reiniciando o processo. Se o percentual de acertos estiver entre 30% e 70%, o professor deve formar grupos de 3 a 5 alunos de modo que seus integrantes tenham escolhido respostas diferentes e solicitar que discutam entre si a fim de convencerem o colega sobre a resposta correta. Após os alunos retornarem aos seus lugares, a questão é colocada novamente em votação (ARAÚJO e MAZUR, 2013). O processo completo é ilustrado na Figura 1.4.

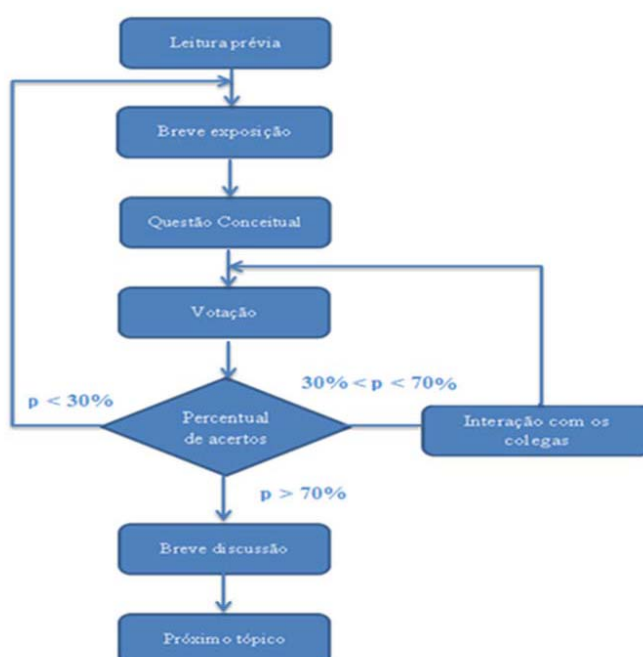


Figura 1.4 - Esquema explicativo da metodologia IpC

A questão conceitual é um dos elementos essenciais da metodologia IpC visto que é a partir dela que o professor fomenta a discussão entre os alunos sobre o conceito em estudo. Para Mazur e Watkins (2009, p. 41), a qualidade da discussão entre os colegas na metodologia IpC depende da qualidade da questão conceitual utilizada para promover a reflexão e a interação entre os colegas. A elaboração de uma questão conceitual não é uma tarefa fácil e deste modo, este guia metodológico tem como objetivo disponibilizar sequências de questões conceituais que podem ser utilizadas para a promoção da discussão dos conceitos de trabalho e energia.

AS QUESTÕES CONCEITUAIS SOBRE TRABALHO E ENERGIA

1.1. Questões sobre trabalho

As questões sobre trabalho foram divididas em seis grupos, onde cada grupo aborda um conceito diferente. O grupo 1, composto pelas questões TQC1.1, TQC1.2, TQC1.3, TQC1.4 e TQC1.5, tem como objetivo a reflexão sobre a definição de trabalho de uma força (Figuras 1.5 a 1.9). Já o grupo 2, composto pelas questões TQC 2.1, TQC 2.2, TQC 2.3, TQC 2.4 e TQC 2.5, aborda os conceitos referentes ao trabalho da força da gravidade (Figuras 1.10 a 1.14). Já as questões TQC 3.1, TQC 3.2, TQC 3.3, TQC 3.4 e TQC 3.5, do grupo 3, têm como objetivo discutir os conceitos de trabalho em situações que envolvem o plano inclinado (Figuras 1.15 a 1.19). As questões do grupo 4, denominadas TQC 4.1, TQC 4.2, TQC 4.3, TQC 4.4 e TQC 4.5, abordam conceitos relacionados ao trabalho da força elástica (Figuras 1.20 a 1.24). Já o grupo 5, composto pelas questões TQC 5.1, TQC 5.2, TQC 5.3 e TQC 5.4, propõe discutir os conceitos de potência (Figuras 1.25 a 1.28). O grupo 6, composto pelas questões TQC 6.1, TQC 6.2, TQC 6.3, TQC 6.4 e TQC 6.5, discute os conceitos relativos ao trabalho de forças não conservativas (Figuras 1.29 a 1.33).

1.1.1. - Grupo 1

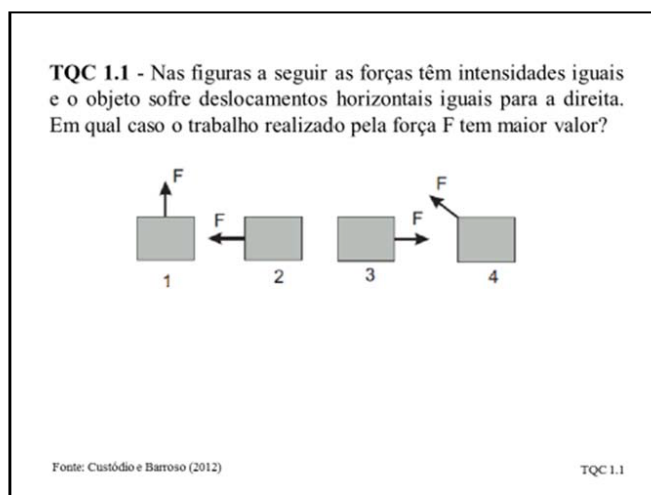
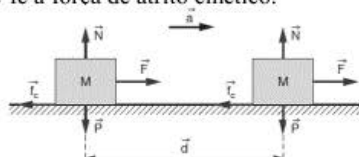


Figura 1.5 - Questão TQC 1.1

Fonte:

http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Fausto_Custodio/testes_conceituais_Fausto_Custodio.pdf

TQC 1.2 - O centro de uma caixa de massa M desloca-se de uma distância d com aceleração a constante sobre a superfície horizontal de uma mesa sob a ação das forças F , f_c , N e P . Considere f_c a força de atrito cinético.



De acordo com a figura acima, pode-se afirmar que realizam trabalho, apenas, as forças:

- 1) F e f_c
- 2) F e N
- 3) f_c e N
- 4) f_c e P

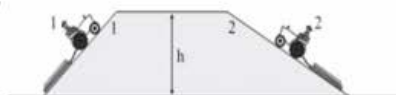
Fonte: Física.net (2015)

TQC 1.2

Figura 1.6 - Questão TQC 1.2

Fonte: Adaptado de <http://www.fisica.net/problemas-resolvidos/Quase-1000-problemas-resolvidos.pdf>

TQC 1.3 - Suponha que os tratores 1 e 2 da figura arrastem toras de mesma massa pelas rampas correspondentes, elevando-as à mesma altura h . Sabe-se que ambos se movimentam com velocidades constantes e que o comprimento da rampa 2 é o dobro do comprimento da rampa 1.



Chamando de W_1 e W_2 os trabalhos realizados pela força gravitacional sobre essas toras, pode-se afirmar que:

- 1) $W_1 = 2 W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 < 0$
- 2) $W_1 = 2 W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 > 0$
- 3) $W_1 = W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 < 0$
- 4) $W_1 = W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 > 0$
- 5) $2W_1 = W_2$; $W_1 > 0$ e $W_2 > 0$
- 6) $2W_1 = W_2$; $W_1 < 0$ e $W_2 < 0$

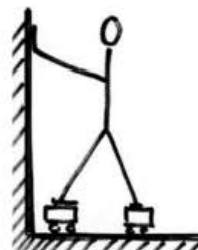
Fonte: Projeto Medicina (2015)

TQC 1.3

Figura 1.7 - Questão TQC 1.3

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/571/fisica_dinamica_trabalho_de_uma_forca_exercicios.pdf

TQC 1.4 - O trabalho realizado pela força de contato de uma parede em uma pessoa é?



- 1) Positivo
- 2) Negativo
- 3) Zero
- 4) Impossível determinar.

Fonte: MIT (2015)

TQC 1.4

Figura 1.8 - Questão TQC 1.4

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

TQC 1.5 - Uma pedra de massa m é girou em uma corda em um plano horizontal. O trabalho realizado pela tensão na corda sobre a rocha é .



1. positivo
2. negativo
3. zero

Fonte: Colorado (2015)

TQC 1.5

Figura 1.9 - Questão TQC 1.5

Fonte: Adaptado de

http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

1.1.2 - Grupo 2

TQC 2.1 - Um objeto é elevado desde o solo até uma altura h (situação 1), nas proximidades da superfície da Terra, e depois cai até atingir novamente o solo (situação 2). O trabalho da força peso na situação 1 (W_1) e o trabalho da força peso na situação 2 (W_2) são, respectivamente:

- 1) $W_1 = -mgh$; $W_2 = mgh$
- 2) $W_1 = mgh$; $W_2 = -mgh$
- 3) $W_1 = -mg$; $W_2 = mg$
- 4) $W_1 = W_2$
- 5) $W_1 = mg$; $W_2 = -mg$
- 6) $W_1 = mgh$; $W_2 = 0$

Fonte: Objetivo (2015)

TQC 2.1

Figura 1.10 - Questão TQC 2.1

Fonte: Adaptado de <http://pt.slideshare.net/exata/c3-curso-aexerciciosproffisica>

TQC 2.2 - Você levanta um objeto de massa 10 kg do chão até uma altura de 2 m acima do solo, e, em seguida, mantém-no em repouso. Quanto de trabalho que você fez sobre o objeto em movê-lo (use $g = 10 \text{ m/s}^2$)?

- 1) - 200 N.m
- 2) maior do que -200 N.m e menor que 0
- 3) 0
- 4) maior que 0 menor que 200 N.m
- 5) 200 N.m
- 6) Nenhuma das anteriores .

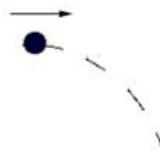
Fonte: MIT (2015)

TQC 2.2

Figura 1.11 - Questão TQC 2.2

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

TQC 2.3 - Uma bola é dada uma velocidade horizontal inicial e deixou-se cair sob a influência da gravidade, como mostrado abaixo.



O trabalho realizado pela força da gravidade sobre a esfera é:

- 1) Positivo
- 2) Zero
- 3) Negativo

Fonte: MIT (2015)

TQC 2.3

Figura 1.12 - Questão TQC 2.3

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

TQC 2.4 - Um projétil é disparado para cima e, em seguida, ele volta para baixo a sua altura original. Desconsidere a resistência do ar no movimento. Durante o voo do projétil, o trabalho realizado pela força de gravidade é .

- 1) zero
- 2) positivo
- 3) negativo

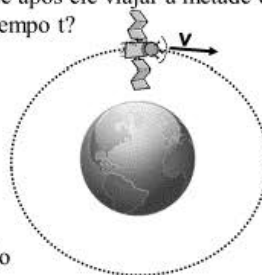
Fonte: Colorado (2015)

TQC 2.4

Figura 1.13 - Questão TQC 2.4

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationalIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 2.5 - Um satélite viaja com uma velocidade constante $|v|$ em torno de um círculo centrado na terra. Quanto trabalho é feito pela força gravitacional F no satélite após ele viajar a metade do caminho ao redor da terra no tempo t ?



- 1) Não pode ser determinado
- 2) $W = 0$
- 3) $W = F * |v|t$
- 4) $W = -F * |v|t$

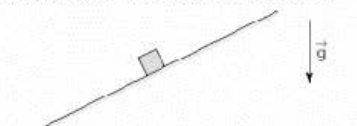
Fonte: OSU (2015)

TQC 2.5

Figura 1.14 - Questão TQC 2.5
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

1.1.3 - Grupo 3

TQC 3.1 - O bloco da figura desce espontaneamente o plano inclinado com velocidade constante. em trajetória retilínea.



Desprezando-se qualquer ação do ar, durante esse movimento, atuam sobre o bloco

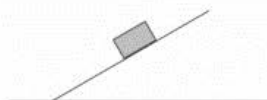
- 1) duas forças, e ambas realizam trabalho.
- 2) duas forças, mas só uma realiza trabalho.
- 3) três forças, e todas realizam trabalho.
- 4) três forças, mas só duas realizam trabalho.
- 5) três forças, mas só uma realiza trabalho.

Fonte: Projeto Medicina (2015)

TQC 3.1

Figura 1.15 - Questão TQC 3.1
Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/571/fisica_dinamica_trabalho_de_uma_forca_exercicios.pdf

TQC 3.2 - O pequeno bloco representado na figura desce o plano inclinado com velocidade constante. Isso nos permite concluir que:



- 1) não há atrito entre o bloco e o plano e o trabalho do peso do bloco é nulo.
- 2) há atrito entre o bloco e o plano, mas nem o peso do bloco nem a força de atrito realizam trabalho sobre o bloco.
- 3) há atrito entre o bloco e o plano, mas a soma do trabalho da força de atrito com o trabalho do peso do bloco é nula.
- 4) há atrito entre o bloco e o plano, mas o trabalho da força de atrito é maior que o trabalho do peso do bloco.
- 5) não há atrito entre o bloco e o plano; o peso do bloco realiza trabalho, mas não interfere na velocidade do bloco.

Fonte: Projeto Medicina (2015)

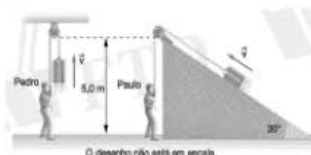
TQC 3.2

Figura 1.16 - Questão TQC 3.2

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/articled/571/fisica_dinamica_trabalho_de_uma_forca_exercicios.pdf

TQC 3.3 - Pedro e Paulo são operários de diferentes firmas de construção civil. Quando devem erguer um bloco de 50 kg de massa até uma altura de 5 m, Pedro o faz com auxílio de uma roldana, enquanto Paulo o faz com auxílio de uma roldana e de uma rampa, conforme mostrado na figura abaixo.

Desprezando o atrito e supondo que os blocos se movimentam com velocidades constantes, pode-se afirmar que, para erguer o bloco, Pedro exerce uma força de módulo _____ que a exercida por Paulo e que o trabalho realizado por Pedro é _____ trabalho realizado por Paulo. A alternativa correta, que completa o enunciado acima, em sequência, é:



- 1) menor - maior do que o
- 2) menor - igual ao
- 3) maior - menor do que o
- 4) maior - maior do que o
- 5) maior - igual ao

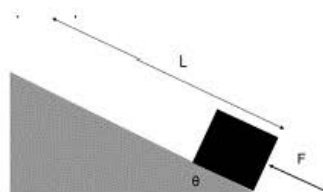
Fonte: FTD (2015)

TQC 3.3

Figura 1.17 - Questão TQC 3.3

Fonte: <https://pt.scribd.com/doc/106803773/Fis11a36V4>

TQC 3.4 - Um bloco é empurrado para cima em uma rampa de inclinação θ com uma força constante F



Qual é o trabalho realizado pela força F ?

- 1) FL
- 2) $FL\sin(\theta)$
- 3) $FL\cos(\theta)$
- 4) 0

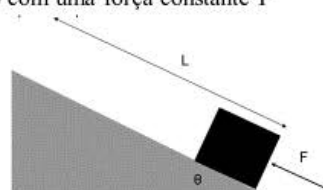
Fonte: Colorado (2015)

TQC 3.4

Figura 1.18 - Questão TQC 3.4

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationalIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 3.5 - Um bloco é empurrado para cima em uma rampa de inclinação θ com uma força constante F



Qual é o valor do trabalho realizado pela gravidade $P = mg$?

- 1) PL
- 2) $PL\sin(\theta)$
- 3) $PL\cos(\theta)$
- 4) 0

Fonte: Colorado (2015)

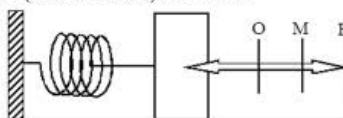
TQC 3.5

Figura 1.19 - Questão TQC 3.4

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationalIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

1.1.4 - Grupo 4

TQC 4.1 - Um bloco está oscilando para trás e para a frente em uma mola, como mostrado na figura. Qual a posição em que a aceleração do bloco possui seu valor máximo. A Posição O é a posição relaxada (não esticada) da massa.



- 1) O
- 2) M
- 3) E

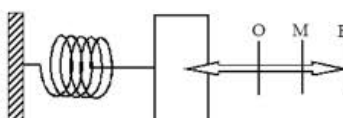
Fonte: Colorado (2015)

TQC 4.1

Figura 1.20 - Questão TQC 4.1

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 4.2 - Um bloco está oscilando para trás e para a frente em uma mola, como mostrado na figura.



Se o bloco começa o movimento na posição E, e desloca-se até ponto O, Qual o sinal do trabalho realizado pela mola sobre o bloco?

- 1) positivo
- 2) negativo
- 3) zero
- 4) Não pode ser determinado

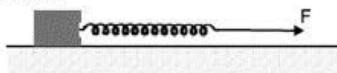
Fonte: Colorado (2015)

TQC 4.2

Figura 1.21 - Questão TQC 4.2

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 4.3 - Um bloco apoiado sobre uma mesa horizontal rugosa e puxado por uma mola, como mostrado abaixo. A mola é esticada continuamente por uma força F de módulo crescente, mas o bloco permanece em repouso até que o atrito não seja mais suficiente para impedir seu deslocamento. Seja W_1 o trabalho da força F sobre a mola e W_2 o trabalho da força de atrito sobre a mola.



Enquanto não houver deslizamento, é correto afirmar que:

- 1) $W_1 = W_2$
- 2) $W_1 < W_2$
- 3) $W_1 > W_2$

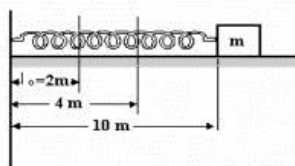
Fonte: Portal ClikEducação (2015)

TQC 4.3

Figura 1. 22 - Questão TQC 4.3

Fonte: http://www.kliceducacao.com.br/simulados/simulados_mostra0,7562,POR-16297-38-32-2008,00.html

TQC 4.4 - Um corpo de massa 10 kg é puxado por uma mola de constante elástica $K = 100 \text{ N/m}$. O comprimento natural é $L_0 = 2\text{m}$. Qual é o trabalho realizado pela força elástica para deslocar o corpo da posição $x = 10\text{m}$ para a posição $x = 4\text{m}$?



- 1) 6000 J
- 2) 250 J
- 3) 3000 J
- 4) 500 J
- 5) 125 J

Fonte: Projeto Medicina (2015)

TQC 4.4

Figura 1.23 - Questão TQC 4.3

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/571/fisica_dinamica_trabalho_de_uma_forca_exercicios.pdf

TQC 4.5 - O motor de um carro esportivo de 1000 kg gira os pneus, criando uma força F para a frente empurrando os pneus do carro que varia em função da distância. A força é mostrada abaixo. Se o carro começa no repouso, qual é a velocidade do carro depois de viajar 500 metros?

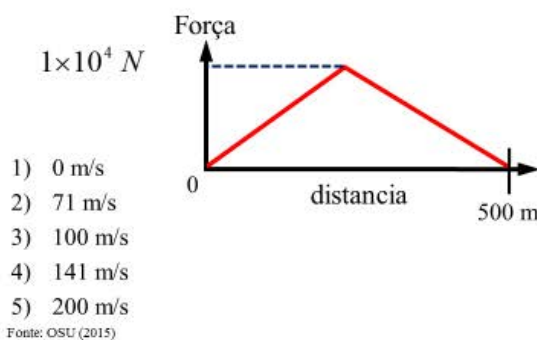


Figura 1.24 - Questão TQC 4.5
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

1.1.5 - Grupo 5

TQC 5.1 - Para chegar ao segundo andar de sua escola, André pode subir por uma escada ou por uma rampa. Se subir pela escada, com velocidade constante, ele demora 10s; no entanto, se for pela rampa, com a mesma velocidade, leva 15s. Sejam W_E o trabalho realizado e P_E a potência média desenvolvida por André para ir ao segundo andar pela escada. Indo pela rampa, esses valores são, respectivamente, W_R e P_R . Despreze perdas de energia por atrito. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que:

- 1) 1. $W_E \neq W_R$ e $P_E < P_R$
- 2) 2. $W_E \neq W_R$ e $P_E > P_R$
- 3) 3. $W_E = W_R$ e $P_E < P_R$
- 4) 4. $W_E = W_R$ e $P_E > P_R$

Fonte: Projeto Medicina (2015)

TQC 5.1

Figura 1.25 - Questão TQC5.1

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/571/fisica_dinamica_trabalho_de_uma_forca_exercicios.pdf

TQC 5.2: Para verificar se o motor de um elevador forneceria potência suficiente ao efetuar determinados trabalhos, esse motor passou pelos seguintes testes:

- I – Transportar 1 000 kg até 20 m de altura em 10 s.
- II – Transportar 2 000 kg até 10 m de altura em 20 s.
- III – Transportar 3 000 kg até 15 m de altura em 30 s.
- IV – Transportar 4 000 kg até 30 m de altura em 100 s.

O motor utilizará maior potência ao efetuar o trabalho correspondente ao:

- 1) teste III
- 2) teste II
- 3) teste I
- 4) teste IV

Fonte: Física.net (2015)

TQC 5.2

Figura 1. 26 - Questão TQC 5.2

Fonte: Adaptado de <http://www.fisica.net/problemas-resolvidos/Quase-1000-problemas-resolvidos.pdf>

TQC 5.3 - Um halterofilista levanta um haltere de 20 kg, do chão até uma altura de 1,5 m em 5,0 s. No dia seguinte, ele realiza o mesmo exercício em 10 s. No segundo dia, a grandeza física que certamente mudou foi:

- 1) a força de atração da Terra sobre o haltere.
- 2) A variação da energia mecânica do haltere.
- 3) a variação da energia potencial gravitacional do haltere.
- 4) o trabalho realizado sobre o haltere.
- 5) a potência gasta pelo halterofilista.

Fonte: CALVÃO (2015)

TQC 5.3

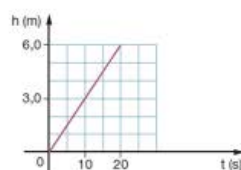
Figura 1. 27 - Questão TQC 5.3

Fonte: <https://pt.scribd.com/doc/70670828/Trabalho-testes-conceituais-Prof-Alexandre-Ortiz-Calvao>

TQC 5.4 - Uma empilhadeira transporta do chão até uma prateleira, a 6 m do chão, um pacote de 120 kg. O gráfico ilustra a altura do pacote em função do tempo:

A potência aplicada ao corpo pela empilhadeira é:

- 1) 120 W
- 2) 360 W
- 3) 720 W
- 4) 1200 W
- 5) 2400 W



Fonte: Curso ETEC

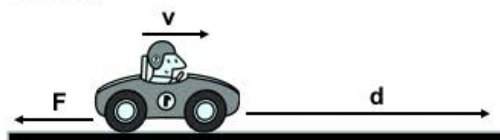
TQC 5.4

Figura 1. 28 - Questão TQC 5.4

Fonte: <http://www.cep-mk.com.br/wp-content/uploads/2013/12/Potencia.pdf>

1.1.6 - Grupo 6

TQC 6.1 - Um carro viajando para a direita com uma velocidade v freia até parar a uma distância d . Qual é o valor do trabalho feito no carro pela força de atrito F ? (Suponha que a força de atrito é constante).



- 1) $W = F \cdot d$
- 2) $W = -F \cdot d$
- 3) $W = 0$
- 4) $W = F \cdot v$
- 5) $W = -F \cdot v$

Fonte: OSU (2015)

TQC 6.1

Figura 1.29 - Questão TQC 6.1
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

TQC 6.2 - Quando uma pessoa caminha, a força de atrito entre o solo e os pés da pessoa acelera a pessoa para a frente. O piso faz?

- 1) Trabalho positivo sobre a pessoa.
- 2) Trabalho negativo sobre a pessoa.
- 3) Nenhum trabalho na pessoa.

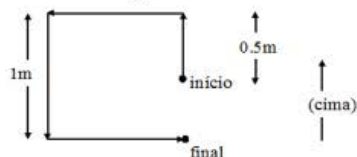
Fonte: MIT (2015)

TQC 6.2

Figura 1.30 - Questão TQC 6.2

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

TQC 6.3 - Uma massa 1 kg é movida em torno de um loop quadrado como na figura. O quadrado é de 1 metro de lado e a posição final da massa é de 0,5 m abaixo da sua posição original. Suponha $g = 10 \text{ m/s}^2$. Qual é o trabalho realizado pela força da gravidade durante esta viagem?



- 1) 10 J
- 2) 5 J
- 3) 0 J
- 4) - 5 J
- 5) - 10 J

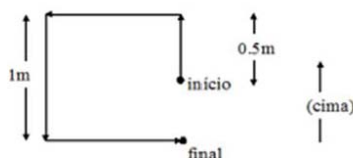
Fonte: Colorado (2007)

TQC 6.3

Figura 1.31 - Questão TQC 6.3

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 6.4 - Um objeto de massa 1 kg é moveu-se em torno de um loop quadrado como na figura. O quadrado é de 1 metro de lado e a posição final do objeto é de 0,5 m abaixo da sua posição original. Suponha $g = 10 \text{ m/s}^2$. Qual é o trabalho realizado por você sobre o objeto durante esta viagem?



- 1) 10 J
- 2) 5 J
- 3) 0 J
- 4) - 5 J
- 5) - 10 J

Fonte: Colorado (2015)

TQC 6.4

Figura 1.32 - Questão TQC 6.4

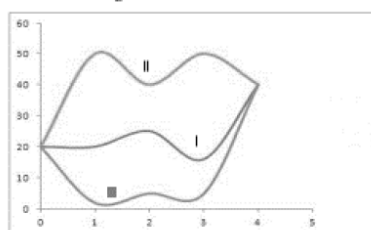
Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

TQC 6.5 - Uma partícula desloca-se no plano vertical entre duas posições por trajetórias diferentes I, II e III. A única força atuante nela ao longo de qualquer uma das trajetórias é a força peso. Três proposições são consideradas a esse propósito.

- I) o trabalho realizado pela força de gravidade é o mesmo por qualquer das trajetórias.
- II) o trabalho é diferente de trajetória para trajetória;
- III) o trabalho do peso é nulo ao longo das três trajetórias.

Está(ão) correta(s):

- 1) I e II
- 2) I e III
- 3) II e III
- 4) I
- 5) II



TQC 6.5

Figura 1.33 - Questão TQC 6.5

Fonte: http://www.nilsong.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=62:resumo-e-exercicios-sobre-trabalho-e-a-conservacao-da-energia&catid=34:resumo-de-fisica-i&Itemid=82

1.2. Esquemas de aplicação das questões conceituais sobre trabalho

A aplicação das questões conceituais deve ser feita seguindo a ordem de grupos de questões conforme a Figura 1.34. O critério utilizado para a mudança de um grupo de questão para outro é a constatação de que mais de 70% da classe respondeu corretamente a questão proposta conforme previsto na metodologia IpC.

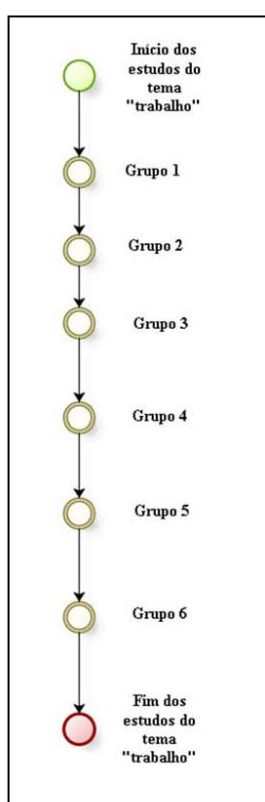


Figura 1.34 - Esquema geral da aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho

As Figuras 1.35 a 1.40 esquematizam a sequência de aplicação de cada questão em cada grupo.

1.2.1 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 1

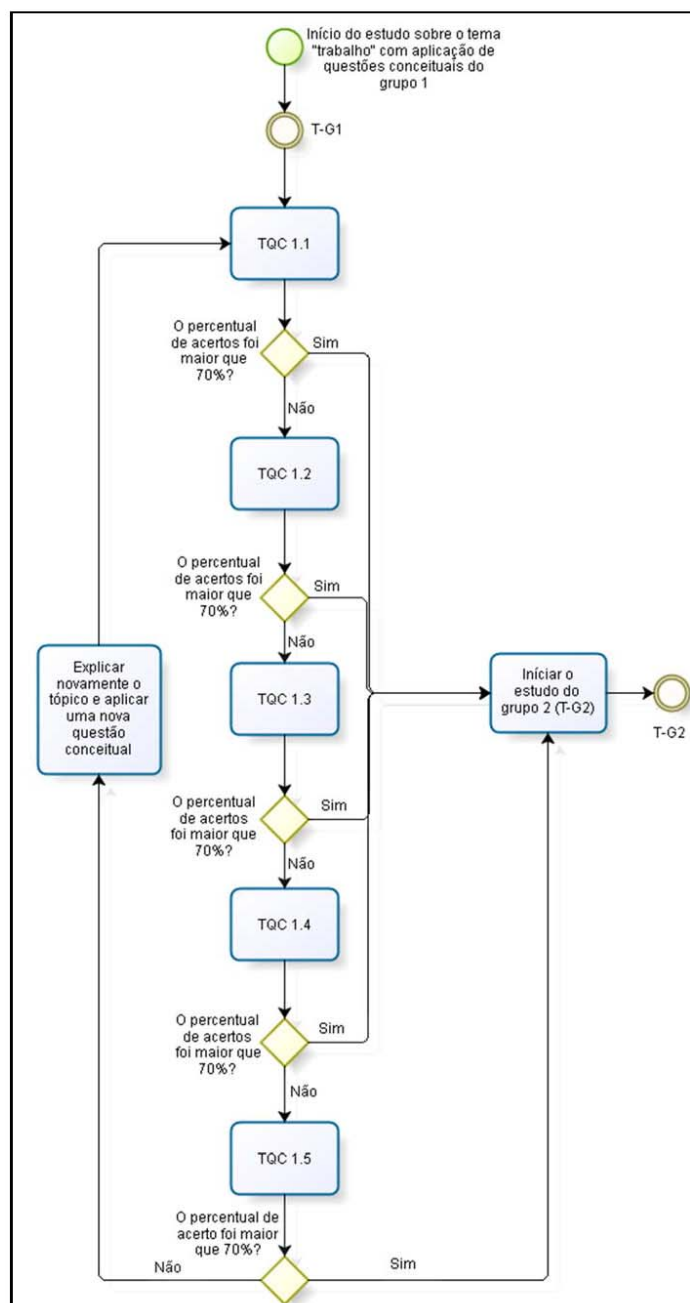


Figura 1.35 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 1

1.2.2 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 2

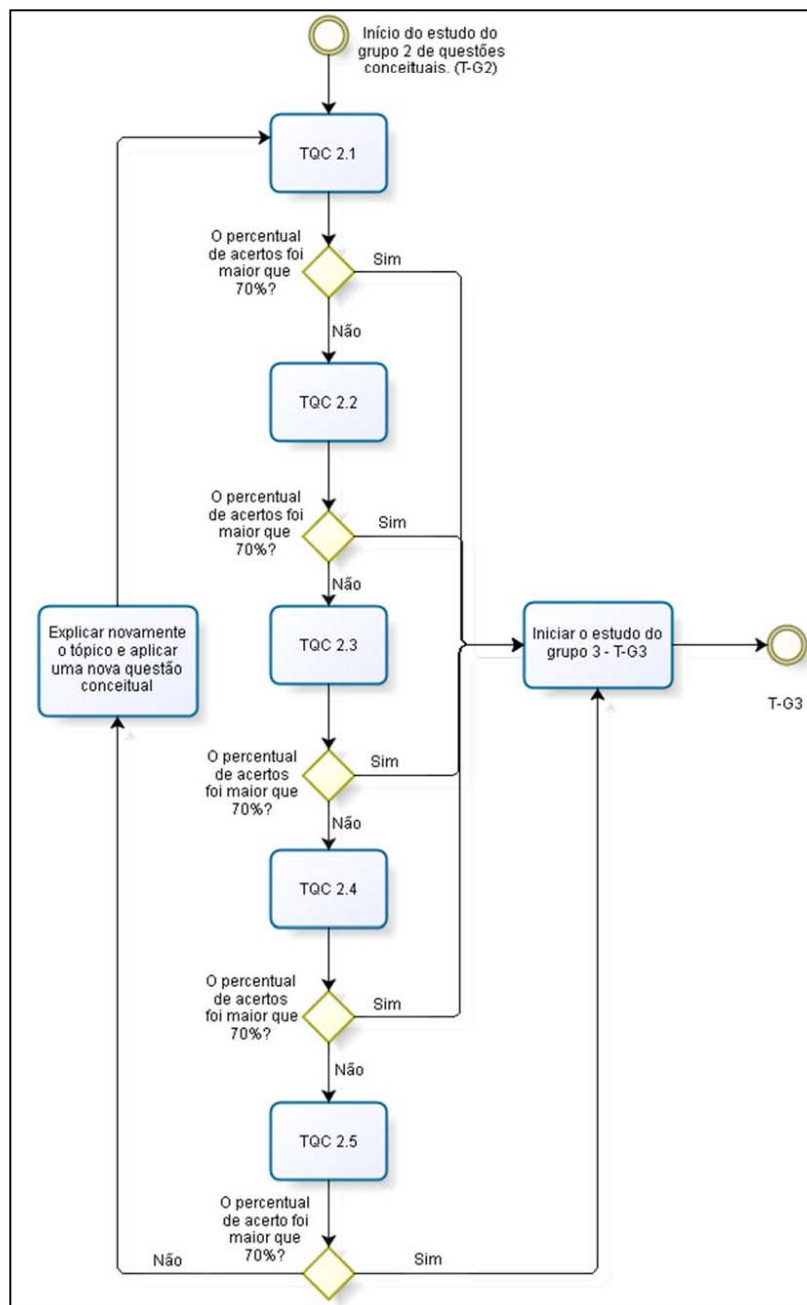


Figura 1.36 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 2

1.2.3 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 3

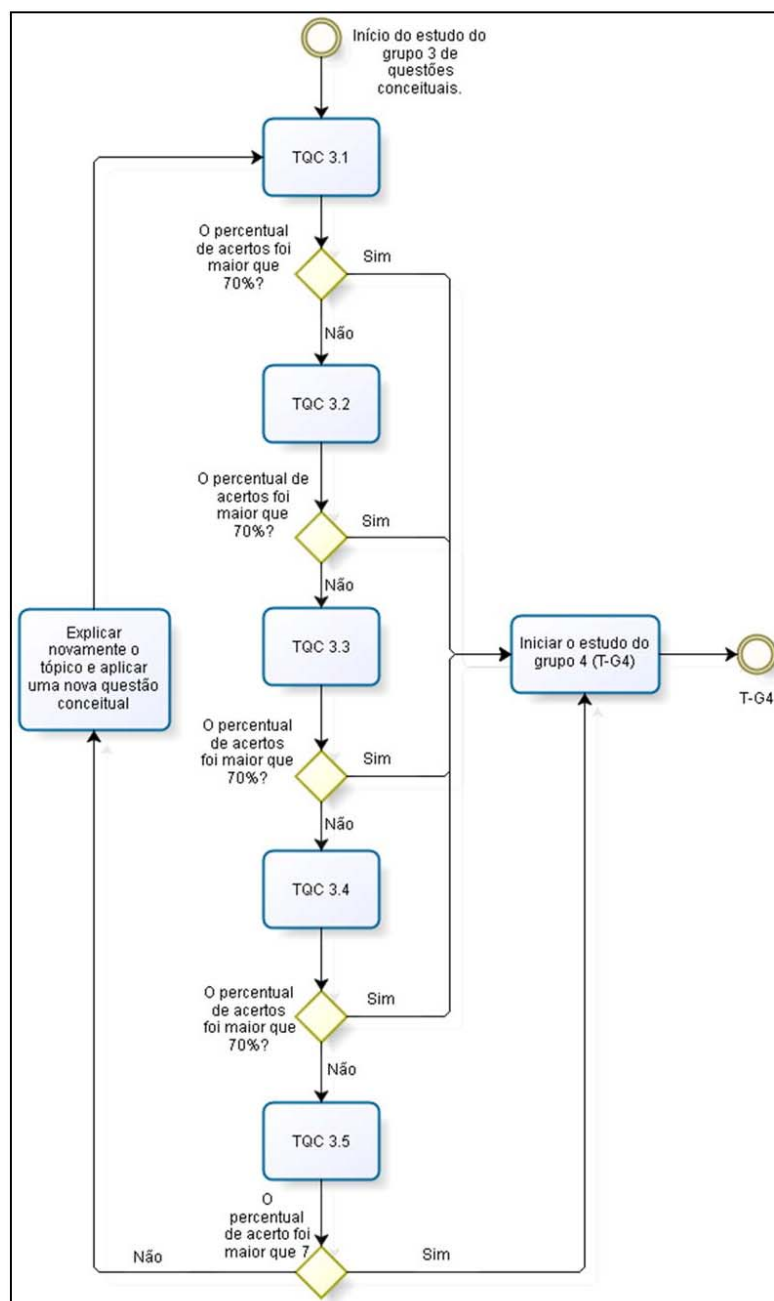


Figura 1.37 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 3

1.2.4 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 4

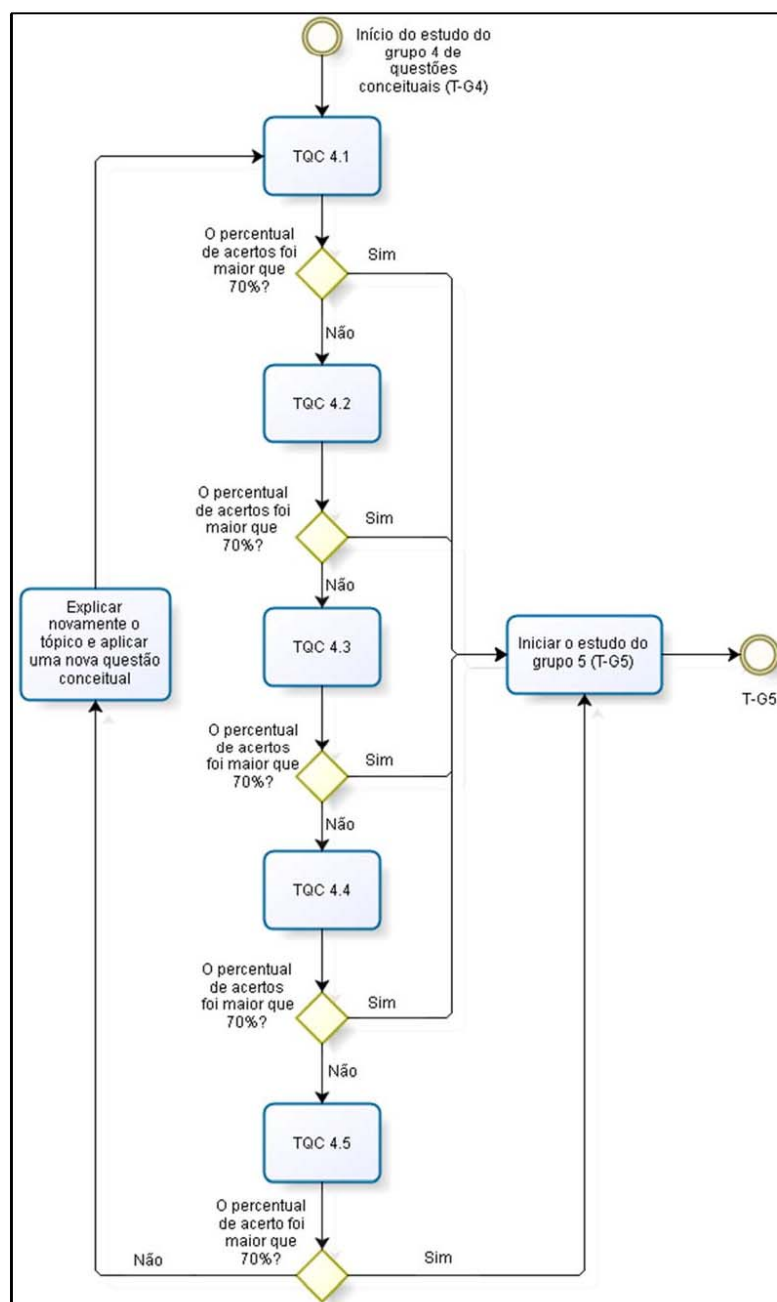


Figura 1.38 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 4

1.2.5 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 5

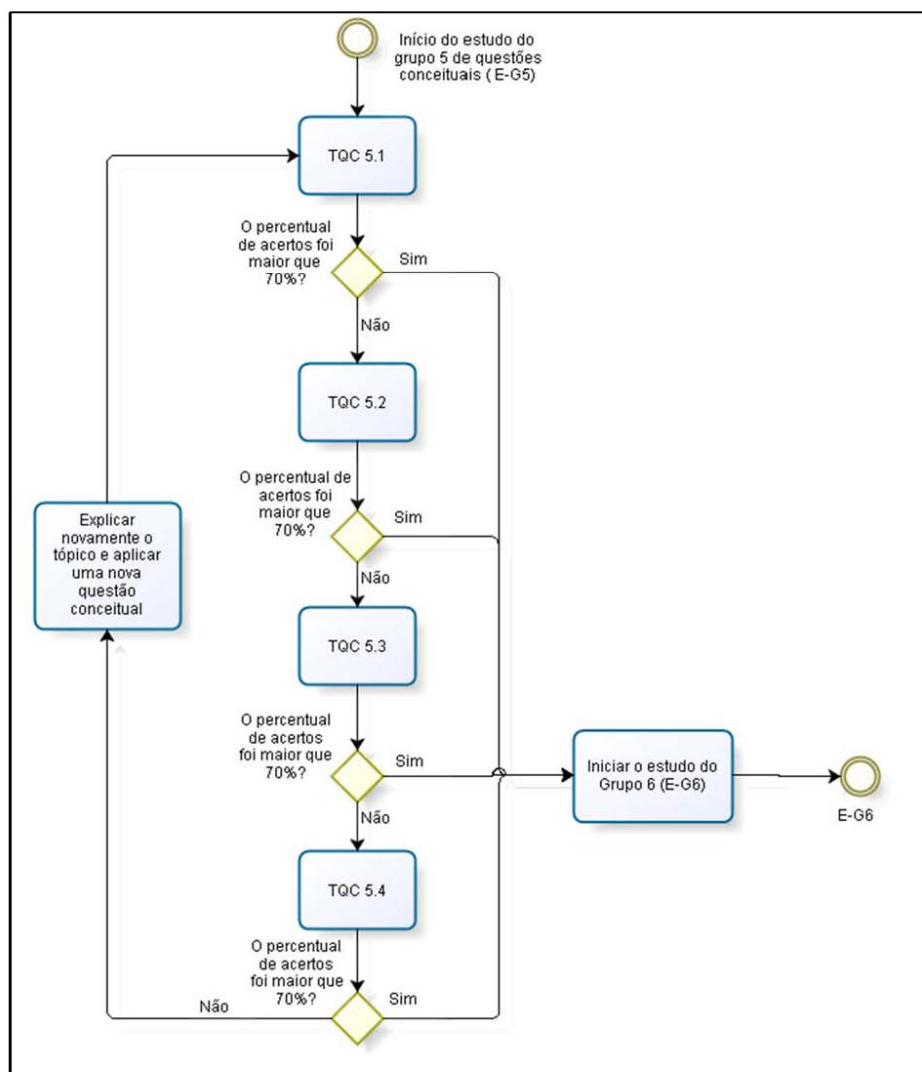


Figura 1.39 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 5

1.2.6 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema trabalho - Grupo 6

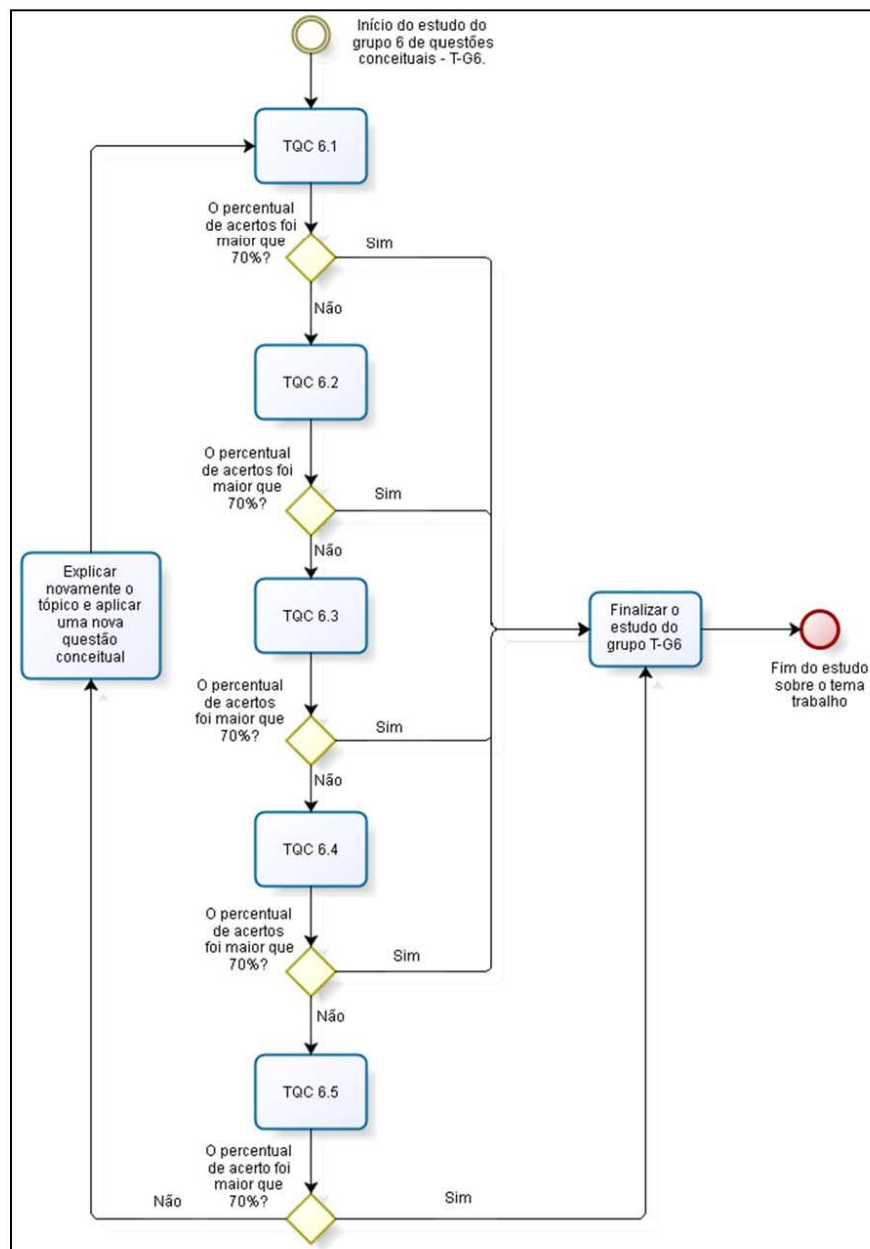


Figura 1.40 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 6

1.3. Questões sobre Energia

As questões sobre energia foram divididas em cinco grupos em que cada grupo aborda um conceito diferente. O grupo 1, composto pelas questões EQC1.1, EQC1.2 e EQC1.3, tem como objetivo a reflexão sobre a energia potencial (Figuras 1.41 a 1.43). Já o grupo 2, composto pelas questões EQC 2.1, EQC 2.2, EQC 2.3, EQC 2.4, EQC 2.5 e EQC 2.6, aborda os conceitos referentes à energia cinética (Figuras 1.44 a 1.49). Já as questões EQC 3.1, EQC 3.2, EQC 3.3, EQC 3.4, EQC 3.5 e EQC 3.6 do grupo 3, têm como objetivo discutir os conceitos de conservação da energia (Figuras 1.50 a 1.55). As questões do grupo 4, denominadas EQC 4.1, EQC 4.2, EQC 4.3 e EQC 4.4 (Figuras 1.56 a 1.59) e as questões do grupo 5, compostas pelas questões EQC 5.1, EQC 5.2, EQC 5.3 e EQC 5.4 (Figuras 1.60 a 1.63) buscam discutir os conceitos abordados anteriormente a partir de uma diversidade de situações a fim de revisar os conceitos discutidos.

1.3.1. - Grupo 1

EQC 1.1 - Você levanta uma bola com velocidade constante da posição inicial h_i para uma posição final h_f . Considerando $h_i < h_f$, escolha uma das opções abaixo:

- 1) A energia potencial da bola aumenta.
- 2) A energia cinética da bola diminui.
- 3) A terra realiza um trabalho negativo sobre a bola.
- 4) Você realiza um trabalho negativo sobre a bola.
- 5) Duas afirmações acima são verdadeiras.
- 6) Nenhuma das opções acima.

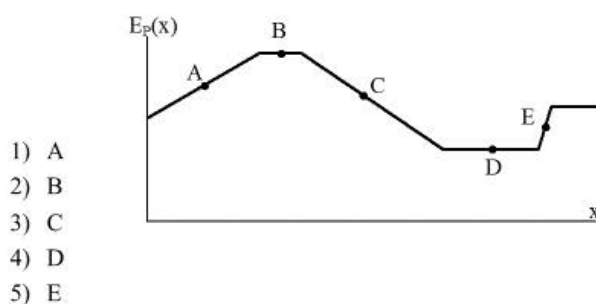
Fonte: MIT(2015)

EQC 1.1

Figura 1. 41 - Questão EQC 1.1

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 1.2 - Uma partícula se move ao longo do eixo x . Sua energia potencial $E_p = E_p(x)$ é representada graficamente como uma função da posição x . Em que ponto a força sobre a partícula tem máximo valor?



Fonte: Colorado (2015)

EQC 1.2

Figura 1.42 - Questão EQC 1.2

Fonte: http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/ClassicalMechanics/archive/unsecure_resources.html

EQC 1.3 - Um paraquedista está caindo com velocidade constante. Durante essa queda, considerando-se o paraquedista em relação ao nível do solo, é correto afirmar que:

- 1) sua energia potencial gravitacional se mantém constante.
- 2) sua energia potencial gravitacional está aumentando.
- 3) sua energia cinética se mantém constante.
- 4) sua energia cinética está diminuindo.
- 5) a soma da energia cinética e da energia potencial gravitacional é constante.
- 6) Duas afirmações acima são verdadeiras.
- 7) Nenhuma das opções acima é verdadeira.

Fonte: Adaptado de UFRN (2015)

EQC 1.3

Figura 1.43 - Questão EQC 1.3

Fonte:

<http://www.sistemas.ufrn.br/shared/verArquivo?idArquivo=1071226&key=a3808ab9c4b6bf54b8f8a535d033f24d>

1.3.2. - Grupo 2

EQC 2.1 - Uma força horizontal, de intensidade F , é aplicada a dois diferentes blocos, de massa m e $3m$, respectivamente. Ambos os blocos começam mover-se a partir do repouso em uma superfície sem atrito. Se a força for aplicada ao longo do mesmo intervalo de tempo para ambos os blocos, podemos afirmar que:

- 1) O bloco pesado adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve.
- 2) O bloco pesado adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve.
- 3) Os dois blocos adquirem a mesma energia cinética.
- 4) O bloco mais leve adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado.
- 5) O bloco mais leve adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado.

Fonte: MIT(2015)

EQC 2.1

Figura 1. 44 - Questão EQC 2.1

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 2.2 - Uma força horizontal, de intensidade F , é aplicada a dois diferentes blocos, de massa m e $3m$, respectivamente. Ambos os blocos começam mover-se a partir do repouso em uma superfície sem atrito. Se cada bloco desloca-se distância iguais quando a força é aplicada, podemos afirmar que:

- 1) O bloco pesado adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve.
- 2) O bloco pesado adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais leve.
- 3) Os dois blocos adquirem a mesma energia cinética.
- 4) O bloco mais leve adquire 3 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado.
- 5) O bloco mais leve adquire 9 vezes mais energia cinética que o bloco mais pesado.

Fonte: MIT(2015)

EQC 2.2

Figura 1.45 - Questão EQC 2.2

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 2.3 - Uma força horizontal, de intensidade F , é aplicada a dois diferentes blocos, de massa m e $3m$, respectivamente. Ambos os blocos começam mover-se a partir do repouso em uma superfície sem atrito. Se uma força é aplicada em cada bloco até que eles atinjam uma mesma velocidade V , podemos afirmar que:

- 1) A força aplicada no bloco mais pesado é 9 vezes maior que a aplicada no bloco mais leve.
- 2) A força aplicada no bloco mais pesado é 3 vezes maior que a aplicada no bloco mais leve.
- 3) A força aplicada nos blocos é a mesma para um mesmo intervalo de tempo.
- 4) A força aplicada no bloco mais leve é 3 vezes maior que a aplicada no bloco mais pesado.
- 5) A força aplicada no bloco mais leve é 9 vezes maior que a aplicada no bloco mais pesado.

Fonte: MIT(2015)

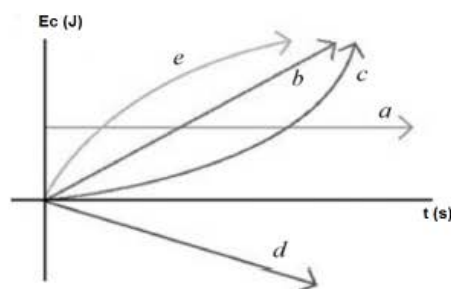
EQC 2.3

Figura 1.46 - Questão EQC 2.3

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 2.4 - Um objeto é lançado ao chão de uma altura de 10m. Qual dos seguintes gráficos de energia cinética versus tempo melhor representa a energia cinética do objeto que se aproxima da terra (desconsidere a resistência do ar).

- 1) a
- 2) b
- 3) c
- 4) d
- 5) e



Fonte: MIT(2015)

EQC 2.4

Figura 1.47 - Questão 2.4

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 2.5 - Duas bolas de gude, uma duas vezes mais pesado que a outra, são jogadas no chão a partir do telhado de um edifício. (Suponha que não haja resistência do ar.) Pouco antes de bater no chão, a bola mais pesada tem:

- 1) a mesma energia cinética quanto a mais leve.
- 2) o dobro da energia cinética como a mais leve.
- 3) metade da energia cinética como a mais leve.
- 4) quatro vezes mais energia cinética como a mais leve.
- 5) impossível determinar.

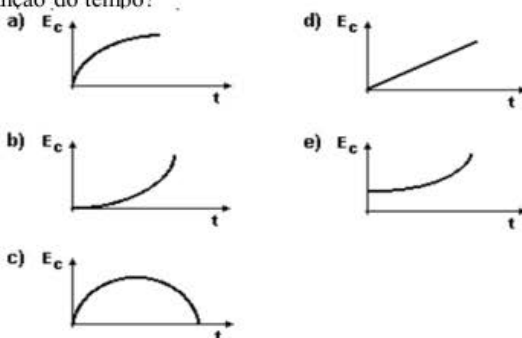
Fonte: Mazur (1997)

EQC 2.5

Figura 1.48 - Questão EQC 2.5

Fonte: Adaptado do livro **Peer Instruction: a user's manual** publicado por de Eric Mazur em 2007

EQC 2.6 - Um objeto é abandonado a partir do repouso, em $t = 0$, no topo de um plano inclinado. Desprezando o atrito, qual dos gráficos a seguir melhor representa a variação da energia cinética do objeto em função do tempo?



Fonte: Marista (2010)

EQC 2.6

Figura 1.49 - Questão EQC 2.6

Fonte: colegiomarista.org.br/rosario/arq/arquivo/.../OA-estudos_de_revisao.pdf

1.3.3. - Grupo 3

EQC 3.1 - Considere o seguinte esboço de energia potencial de uma partícula, como uma função da posição. Não há forças dissipativas ou fontes internas de energia. Se uma partícula viaja através de toda a região de espaço mostrado no diagrama, em que ponto a velocidade da partícula é máxima?

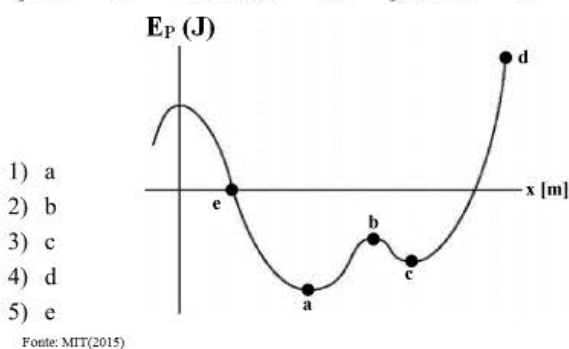
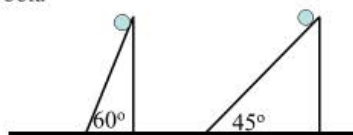


Figura 1.50 - Questão EQC 3.1

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 3.2 - Duas bolas idênticas com diferentes velocidades iniciais deslizam em duas rampas sem atrito da mesma altura, mas de ângulos diferentes, em seguida até chegar ao final. Qual das seguintes quantidades é (são) igual (iguais) para estes dois processos?

- 1) O trabalho realizado pela terra
- 2) A variação da energia cinética da bola
- 3) A mudança de velocidade da bola
- 4) Ambos (1) e (2)
- 5) Ambos (1) e (3)
- 6) Ambos (2) e (3)
- 7) (1), (2) e (3)
- 8) Nenhuma das opções acima



Fonte: MIT(2015)

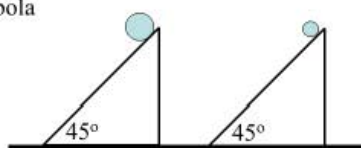
EQC 3.2

Figura 1.51 - Questão EQC 3.2

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 3.3 - Duas bolas de massas diferentes, a partir do repouso, deslizam em duas rampas idênticas sem atrito da mesma altura, até chegar ao final. Qual das seguintes quantidades é (são) a(s) mesma(s) para estes dois processos?

- 1) O trabalho realizado pela terra
- 2) A variação da energia cinética da bola
- 3) A mudança de velocidade da bola
- 4) Ambos (1) e (2)
- 5) Ambos (1) e (3)
- 6) Ambos (2) e (3)
- 7) (1), (2) e (3)
- 8) Nenhuma das opções acima



Fonte: MIT(2015)

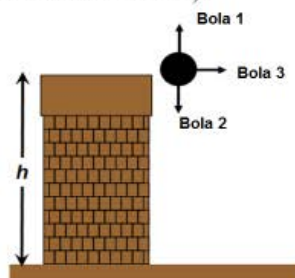
EQC 3.3

Figura 1.52 - Questão EQC 3.3

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 3.4 - Três bolas de massas iguais são disparadas simultaneamente com velocidades iguais de uma mesma altura h acima do solo. Bola 1 é disparada para cima, bola 2 é disparada para baixo, e uma bola 3 é disparada horizontalmente. Sobre as velocidades das bolas 1, 2 e 3, um instante antes de bater no chão, podemos afirmar que: (desconsiderar a resistência do ar).

- 1) $v_1 > v_2 > v_3$
- 2) $v_3 > v_2 > v_1$
- 3) $v_2 > v_1 > v_3$
- 4) $v_2 > v_3 > v_1$
- 5) $v_1 = v_2 > v_3$
- 6) $v_1 = v_2 = v_3$
- 7) É necessário saber a altura h



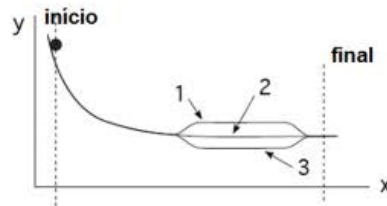
Fonte: OSU (2015)

EQC 3.4

Figura 1.53 - Questão EQC 3.4

Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

EQC 3.5 - Um bloco parte do repouso e desliza ladeira abaixo. Qual o caminho resulta na maior velocidade no final?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) Todos os caminhos resultam na mesma velocidade final

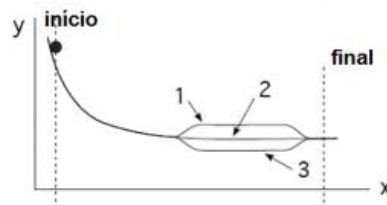
Fonte: MIT(2015)

EQC 3.5

Figura 1.54 - Questão EQC 3.5

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 3.6 - Um bloco parte do repouso e desliza ladeira abaixo. Qual o caminho resulta em menor tempo até o final?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) Todos os caminhos resultam em menor tempo até o final

Fonte: MIT(2015)

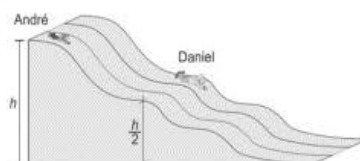
EQC 3.6

Figura 1.55 - Questão 3.6

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

1.3.4. - Grupo 4

EQC 4.1 - Daniel e André, seu irmão, estão parados em um tobogã, nas posições mostradas nesta figura. Daniel tem o dobro do peso de André e a altura em que ele está, em relação ao solo, corresponde à metade da altura em que está seu irmão. Em um certo instante, os dois começam a escorregar pelo tobogã. Despreze as forças de atrito.



É CORRETO afirmar que, nessa situação, ao atingirem o nível do solo, André e Daniel terão:

- 1) energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade diferentes.
- 2) energias cinéticas iguais e módulos de velocidade iguais.
- 3) energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade iguais.
- 4) energias cinéticas iguais e módulos de velocidade diferentes.

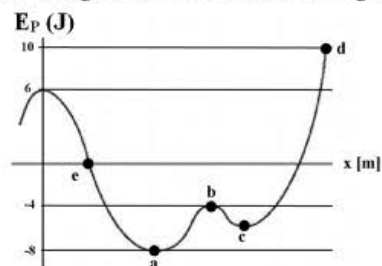
Fonte: ClickEducação (2015)

EQC 4.1

Figura 1.56 - Questão EQC 4.1

Fonte: http://www.klickeducacao.com.br/simulados/simulados_mostra0,7562,POR-16297-38-32-2008,00.html

EQC 4.2 - Considere o seguinte esboço de energia potencial de uma partícula, como uma função da posição. Não há forças dissipativas ou fontes internas de energia. Qual é o valor da energia mecânica total mínima que a partícula pode ter se a partícula viajou por toda a região de X mostrada na figura?



- 1) - 8
- 2) 6
- 3) 10
- 4) Depende do sentido do movimento
- 5) Não é possível afirmar nada.

Fonte: MIT (2015)

EQC 4.2

Figura 1.57 - Questão EQC 4.2

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

Comparando a quantidade de energia necessária para acelerar um carro do repouso para 10 km/h e a quantidade de energia necessária para acelerar o mesmo carro de 10 km/h para 20 km/h, podemos afirmar que:

- 1) é a mesma
- 2) é duas vezes maior
- 3) é três vezes maior
- 4) é quatro vezes maior
- 5) é impossível de saber

Fonte: MIT (2015)

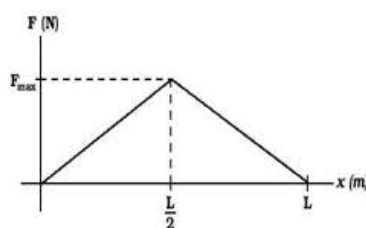
EQC 4.3

Figura 1.58 - Questão EQC 4.3

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

EQC 4.4 - Uma partícula parte do repouso em $x = 0$ e desloca-se para $x = L$, sob a ação de uma força variável $F(x)$, que é mostrado na figura. Qual o valor da energia cinética das partículas em $x = L/2$ e em $x = L$?

- 1) $F_{\max}L/2$; $F_{\max}L$
- 2) $F_{\max}L/4$; 0
- 3) $F_{\max}L$; 0
- 4) $F_{\max}L/4$; $F_{\max}L/2$
- 5) $F_{\max}L/2$; $F_{\max}L/4$



Fonte: MIT (2015)

EQC 4.4

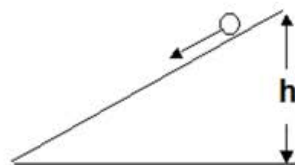
Figura 1.59 - Questão EQC 4.4

Fonte: Adaptado de <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/>

1.3.5. - Grupo 5

EQC 5.1 - Um bola rola em uma rampa sem atrito, e atinge a velocidade v na parte inferior. Se você quiser atingir uma velocidade de $4v$ na parte inferior, é necessário que a rampa:

- 1) Seja duas vezes mais alta
- 2) Seja quatro vezes maior
- 3) Tenha a metade da altura
- 4) Seja 16 vezes mais elevada
- 5) precisa-se de mais informações como a altura original da rampa



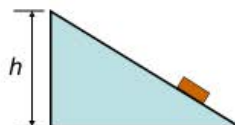
Fonte: OSU (2015)

EQC 5.1

Figura 1.60 - Questão EQC 5.1
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

EQC 5.2 - Um bloco de massa m está em repouso no topo de uma rampa de altura vertical h . O bloco começa a deslizar pela rampa sem atrito e atinge uma velocidade v na parte inferior. Para que o bloco deslize e chegue ao final da rampa com uma velocidade $2v$, é necessário que a rampa possua uma altura de?

- 1) h
- 2) $1,41h$
- 3) $2h$
- 4) $3h$
- 5) $4h$
- 6) $6h$



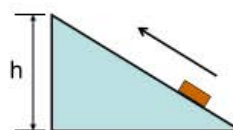
Fonte: OSU (2015)

EQC 5.2

Figura 1.61 - Questão EQC 5.2
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

EQC 5.3 - Um bloco é lançado com atrito em uma rampa de inclinação 40° com uma velocidade inicial v e atinge uma altura vertical máxima h . O mesmo bloco é lançado com atrito na mesma rampa mas com uma inclinação de 20° com a mesma velocidade inicial v . Deste modo, o bloco atinge uma altura vertical máxima de?

- 1) h
- 2) $h/2$
- 3) $2h$
- 4) Uma altura maior do que h mas inferior a $2h$.
- 5) Uma altura maior do que $h/2$, mas menos do que h .



Fonte: OSU (2015)

EQC 5.3

Figura 1.62 - Questão EQC 5.3
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

EQC 5.4 - Duas bolas, uma duas vezes maior que a outra, são jogadas do telhado de um edifício (queda livre). Pouco antes de bater no chão, a bola de maior massa tem _____ a energia cinética da bola de menor massa. (desconsidere a resistência do ar)

- 1) a metade
- 2) a mesma
- 3) duas vezes
- 4) Quatro vezes



Fonte: OSU (2015)

EQC 5.4

Figura 1.63 - Questão EQC 5.4
Fonte: Adaptado de osu.oregonstate.edu/

1.4. Esquemas de aplicação das questões conceituais sobre energia

A aplicação das questões conceituais deve ser feita seguindo a ordem de grupos de questões conforme a Figura 1.64. O critério utilizado para a mudança de um grupo de questão para outro é a constatação de que mais de 70% da classe respondeu corretamente a questão proposta conforme previsto na metodologia IpC.

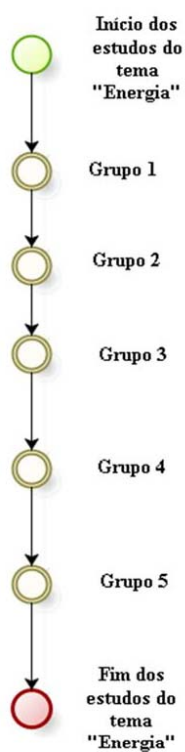


Figura 1.64 - Esquema geral da aplicação das questões conceituais sobre o tema “energia”

As Figuras 1.65 a 1.69 esquematizam a sequência de aplicação de cada questão em cada grupo.

1.4.1 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema energia - Grupo 1

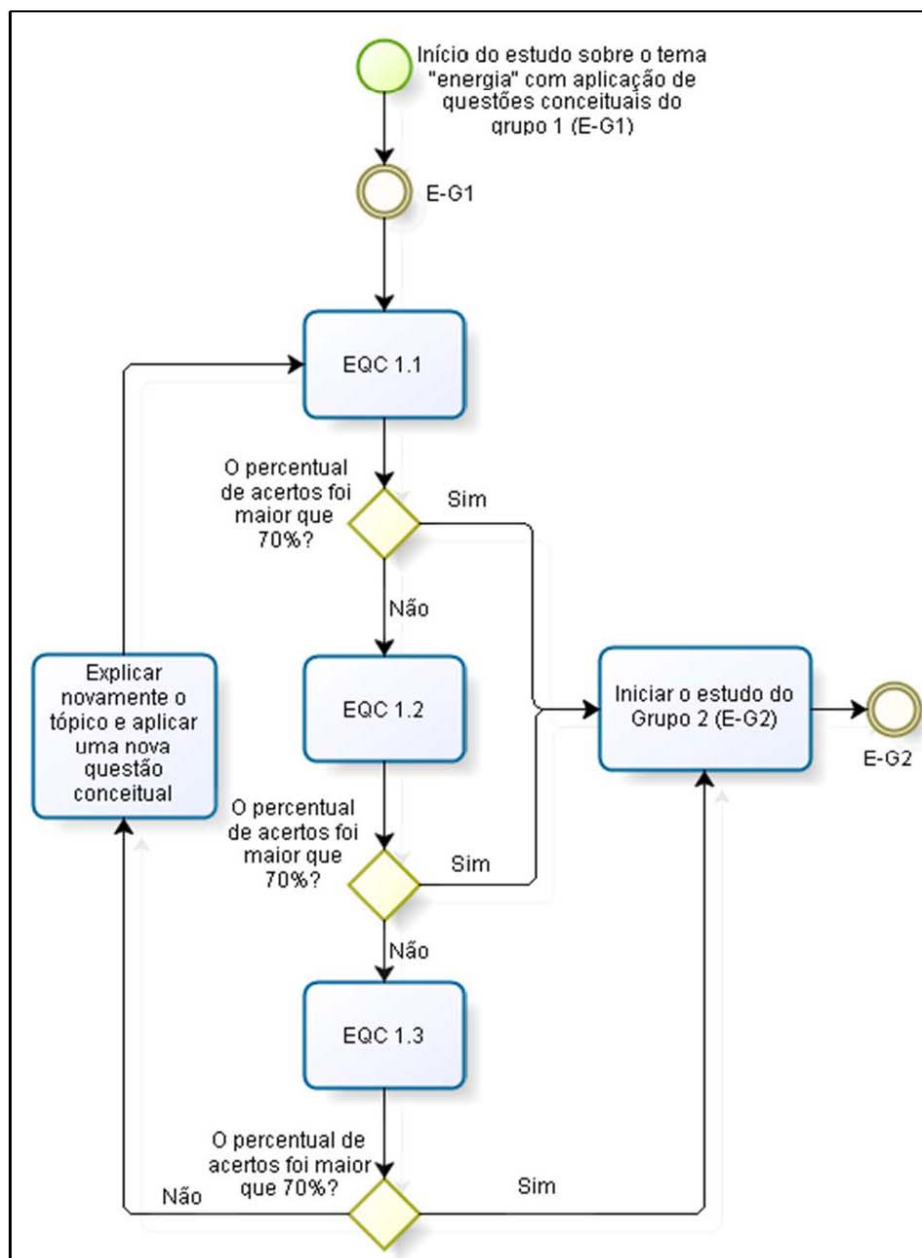


Figura 1.65 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 1

1.4.2 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema energia - Grupo 2

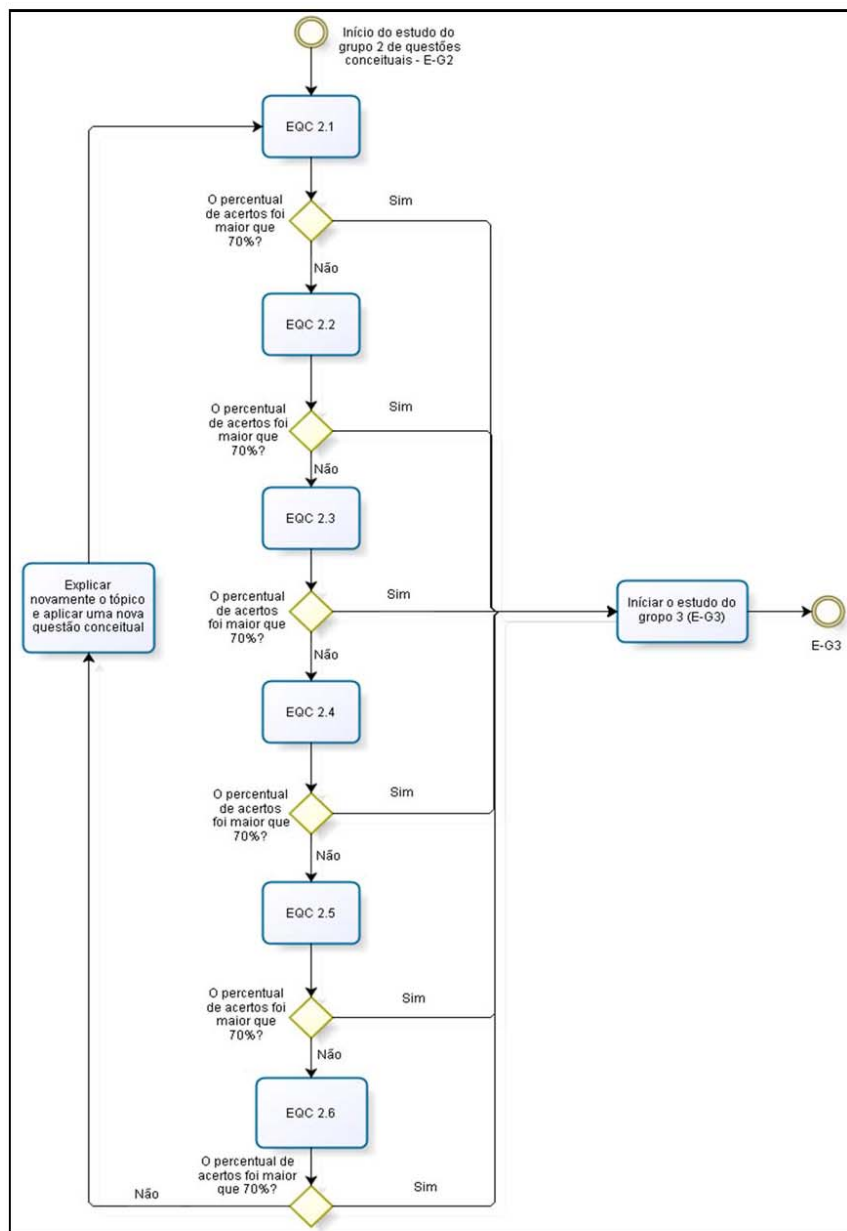


Figura 1.66- Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 2

1.4.3 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema energia - Grupo 3

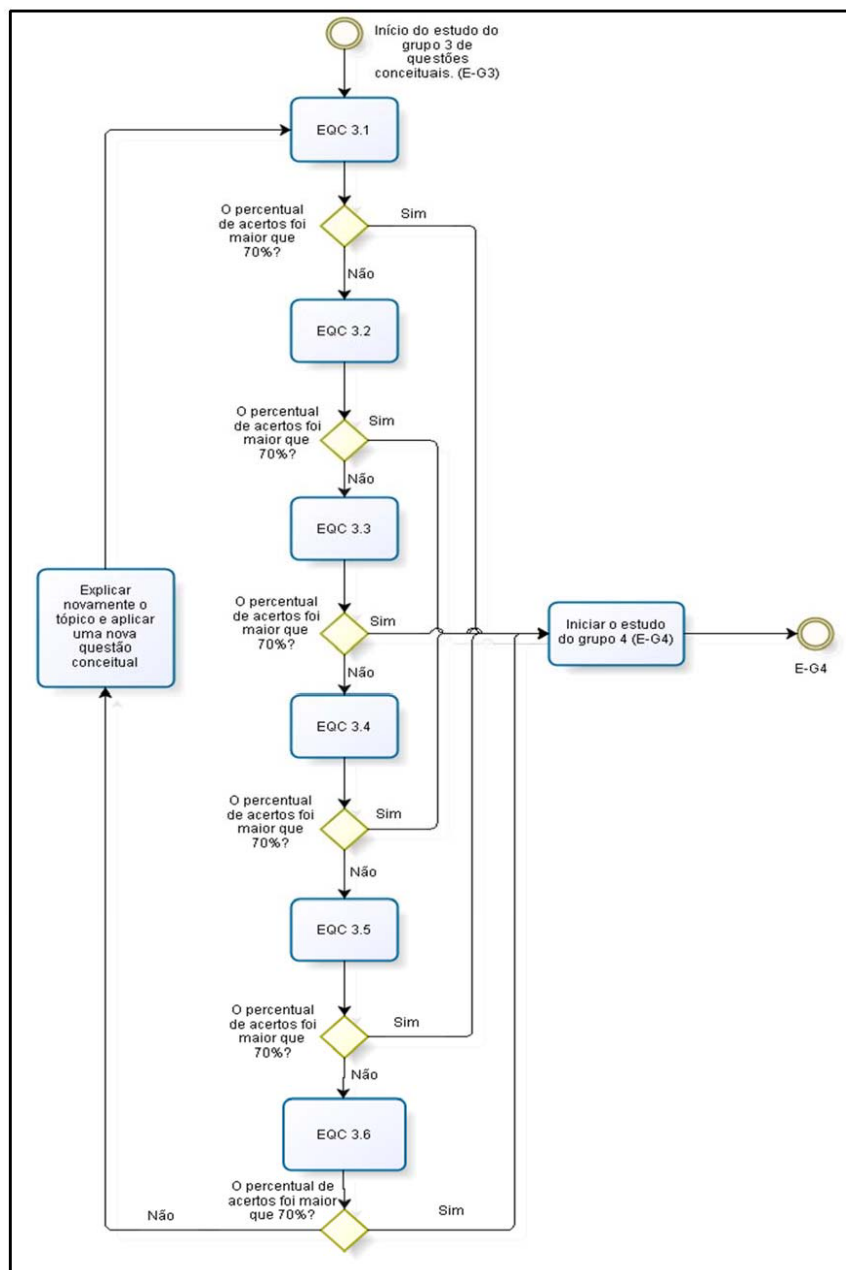


Figura 1.67 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 3

1.4.4 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema energia - Grupo 4

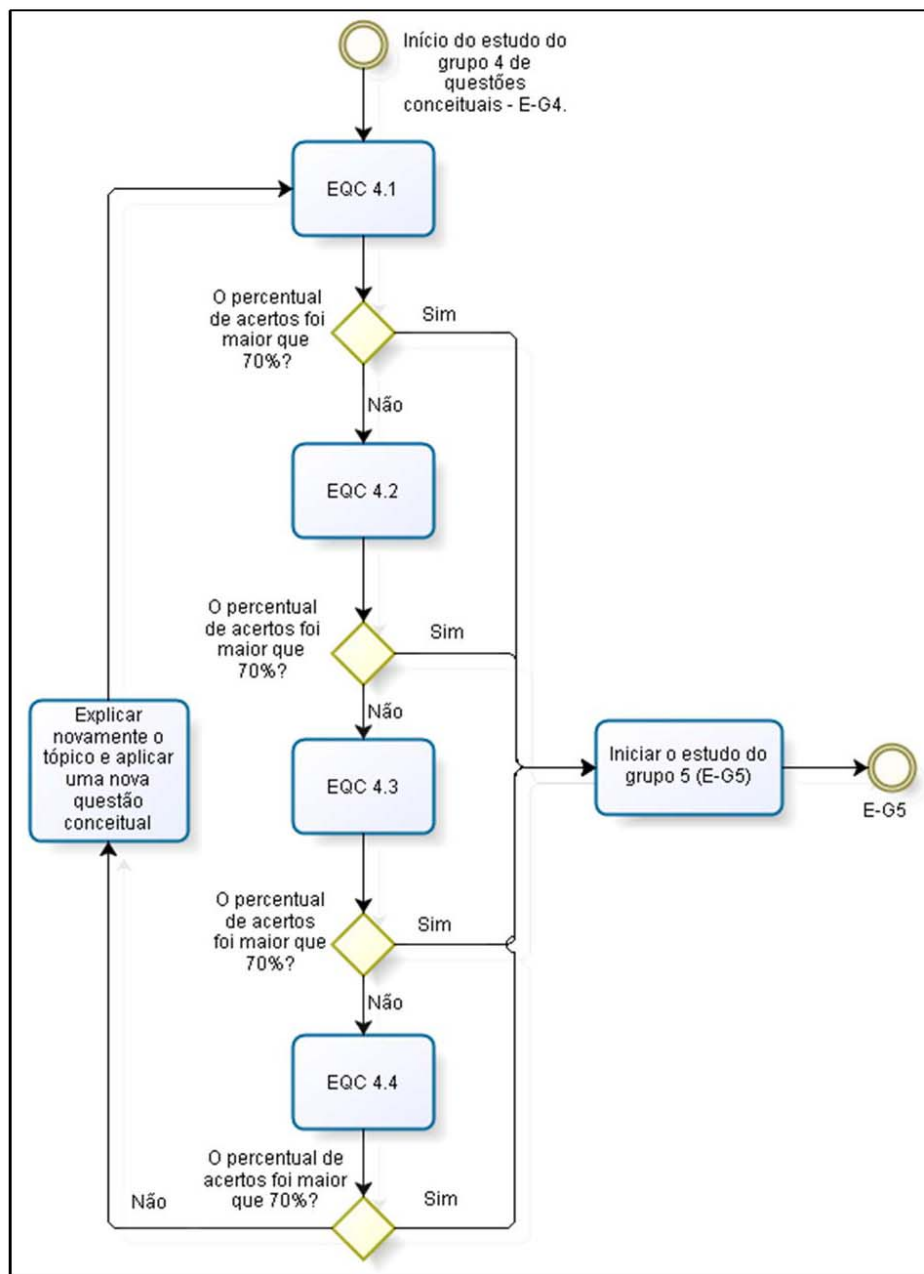


Figura 1.68 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 4

1.4.5 – Aplicação das questões conceituais sobre o tema energia - Grupo 5

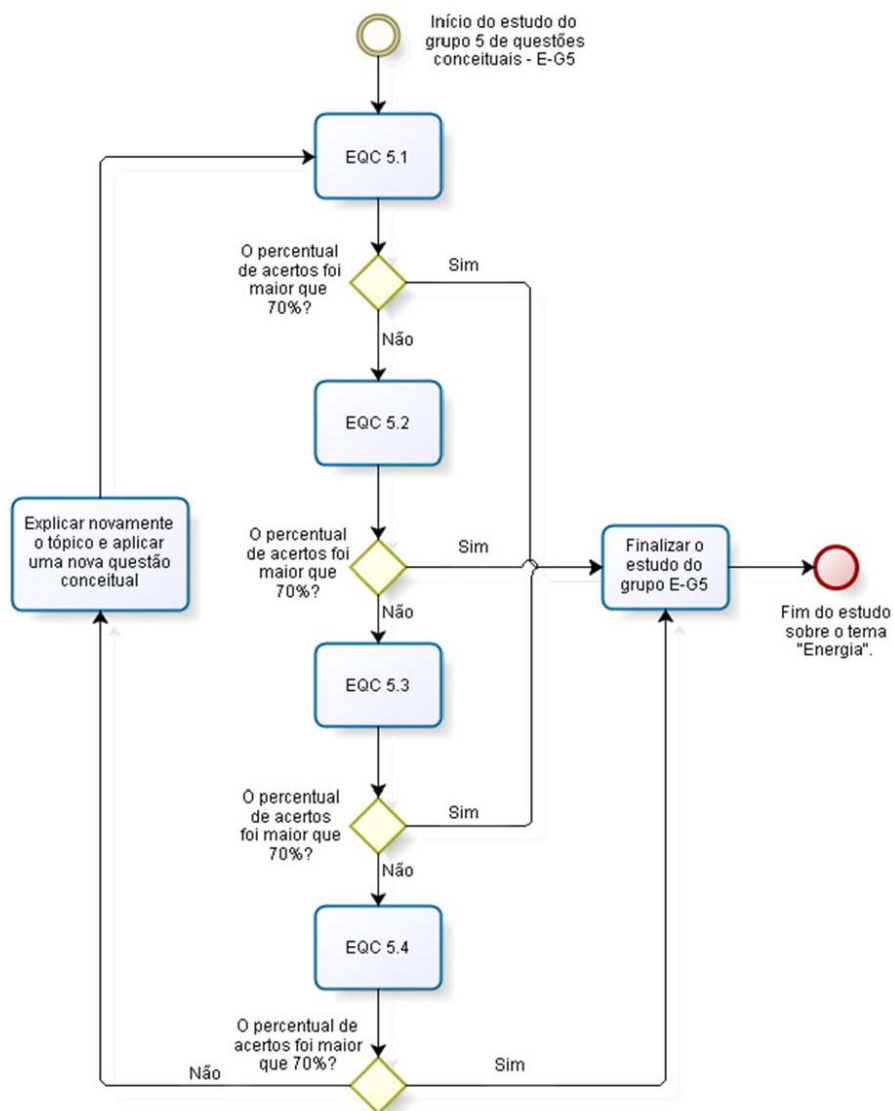


Figura 1.69 - Esquema de aplicação das questões conceituais do grupo 5

1.5. - Roteiro de aplicação das questões conceituais

As etapas de aplicação das questões conceituais estão esquematizadas na Figura 1.70.

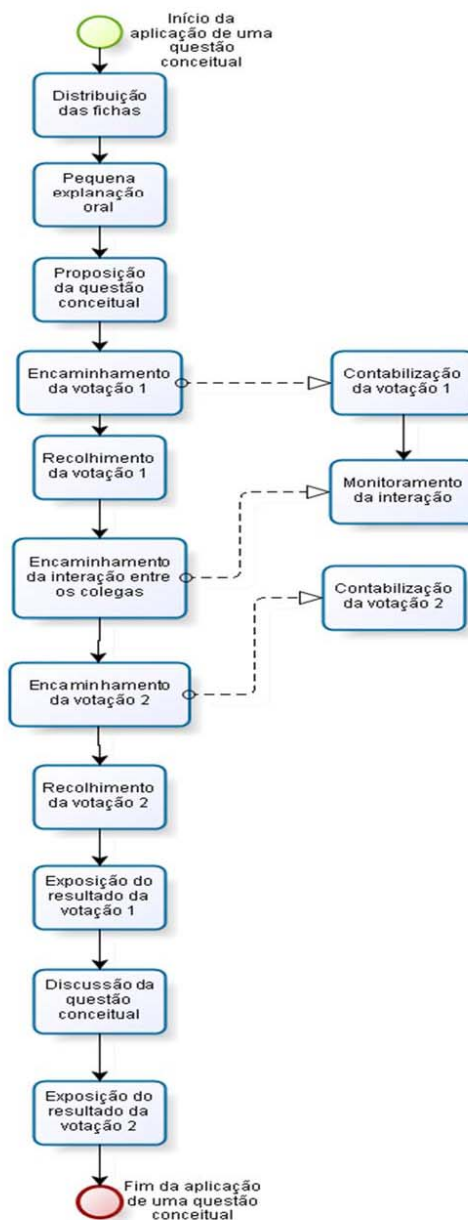


Figura 1.70 - Esquema explicativo referente à aplicação de uma questão conceitual

Estas etapas da aula estão detalhadas abaixo:

- 1) Distribuição das fichas: o professor distribui aos alunos duas fichas por cada questão conceitual para que cada aluno se identifique e indique a resposta escolhida em cada votação.
- 2) Pequena explanação oral: o professor faz uma breve discussão sobre o tópico da aula.
- 3) Proposição da questão conceitual: uma questão conceitual é proposta aos alunos para que os mesmos possam analisar e escolher uma resposta.
- 4) Encaminhamento da votação 1: o professor solicita aos alunos escolher uma resposta à questão apresentada e indicar a opção escolhida na ficha de resposta sem consultar os colegas (tempo estimado de 1 minuto).
- 5) Recolhimento da votação 1: o professor solicita aos alunos dobrar a ficha de resposta e passar para o aluno sentado à sua frente. Tais fichas são recolhidas pelo professor e encaminhadas para a contabilização.
- 6) Encaminhamento da interação entre os colegas: o professor solicita que cada aluno encontre colegas que votaram de forma diferente da sua e que discuta com eles a fim de convencê-los de sua resposta é a correta.
- 7) Contabilização da votação 1: paralelamente à discussão entre os colegas, o professor contabiliza e registra as respostas. Sugere-se que o professor escolha um dos alunos para ajudar na contabilização. Nesse caso, esse aluno não participa dessa votação.
- 8) Monitoramento da interação: após a contabilização das respostas na votação 1, o professor deve observar os grupos e percorrer a sala com intuito de incentivar a ação da argumentação e fomentar a interação entre os colegas.
- 9) Encaminhamento da votação 2: quando a interação entre os colegas estiver estabilizada, o professor deve solicitar aos alunos que retornem aos lugares originais, escolham uma resposta à questão apresentada e indiquem a opção escolhida na ficha de resposta (tempo estimado de 1 minuto).
- 10) Recolhimento da votação 2: o professor solicita aos alunos dobrar a ficha de resposta e passar para o aluno sentado à sua frente. Tais fichas são recolhidas pelo professor e encaminhadas para a contabilização.
- 11) Contabilização da votação 2: o professor (ou o mesmo aluno que o ajudou na primeira votação) contabiliza e registra as respostas.

- 12) Exposição do resultado da votação 1: o professor transcreve no quadro as respostas da votação 1.
- 13) Discussão da questão conceitual: o professor propõe uma discussão entre os alunos sobre cada opção de resposta, iniciando pela opção com maior número de votos. Os alunos devem ser instigados a posicionar-se contra ou a favor da opção em análise e expor seus argumentos.
- 14) Exposição do resultado da votação 2: após o encerramento da discussão, o professor transcreve no quadro as respostas da votação 2 e conclui aquele tópico.

1.6. – Como avaliar a qualidade da questão conceitual

Uma forma de avaliar a qualidade das questões conceituais é construir um gráfico cujo eixo horizontal representa o percentual de acerto na votação 1 e o eixo vertical o percentual de acerto na votação 2. Ambos os eixos devem estar na mesma escala e cada ponto deve ser identificado com o respectivo código da questão (Figura 1.71).

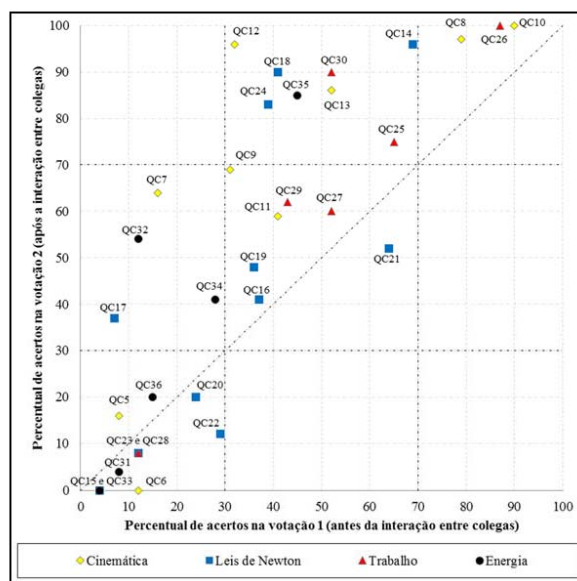


Figura 1.71 - Modelo de gráfico para ajudar a avaliar a qualidade de uma questão conceitual

Para facilitar a análise de cada questão a partir da localização do seu respectivo ponto no gráfico é necessário traçar algumas linhas intermediárias para delimitar em cada eixo as faixas de porcentagem definidas na metodologia IpC: 0% a 30%, 30% a 70% e 70% a 100%. Estas linhas intermediárias, paralelas a cada eixo, permitirão avaliar como ocorreu a transição

dos percentuais de acertos de uma determinada questão em cada uma das faixas. A análise da localização de cada questão de cada questão em uma determinada faixa indicará se a questão é muito fácil, muito difícil ou adequada para ser aplicada em uma nova oferta da disciplina

Uma outra linha a ser traçada é a linha diagonal com origem no ponto (0,0) e final no ponto (100, 100). Os pontos acima da diagonal representam as questões para as quais o índice de acerto na votação 2 foi maior que o índice de acerto na votação 1.

1.7. – Considerações finais

Este guia metodológico foi elaborado com a finalidade de ser um material de apoio para a utilização da metodologia IpC no ensino dos conceitos de trabalho e energia. Para isto foram selecionadas e adaptadas 29 questões sobre o tema trabalho e 23 questões sobre o tema energia, que foram separadas em grupos por assunto. Além disso, são apresentadas algumas orientações para sua aplicação em sala de aula e outras sugestões para avaliação da qualidade da questão.

Existem outras formas de aplicar estas questões conceituais. Independente da forma de aplicá-las o essencial é adotar estratégias que favoreçam a discussão entre os colegas. A investigação das respostas incorretas pode ser muito enriquecedora para a compreensão de todos e a metodologia IpC favorece o diálogo e a participação ativa.

Esperamos que este guia possa incentivar a adoção de metodologias ativas de aprendizagem, dentre elas a metodologia IpC visto que foi possível conhecer alguns dos seus aspectos metodológicos e verificar algumas orientações práticas que auxiliarão na elaboração de aulas sobre trabalho e energia e inclusive poderá ser estendida para outros temas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E.; **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>>. Acesso em: 11 out. 2014

LASRY, N. **Peer instruction: comparing clickers to flashcards.** arXiv preprint physics/0702186, 2007. Disponível em <<http://arxiv.org/abs/physics/0702186>>. Acesso em: 01 dez. 2014

MAZUR, E. **Peer Instruction: a user's manual.** Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2007

MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-time Teaching and Peer Instruction. In: SIMKINS, S. MAIER, M (EDS.): **Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy** **Just-in-Time Teaching.** 1. Ed. Sterling: Stylus Publishing, LLC., 2010. P. 39-62. Disponível em: <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic666323.files/02-2Peer_Just_in_time_03_Simkins09_C03.pdf> Acesso em: 08 dez. 2014

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D; SANTOS, M. A. R.; COSTA A. F. B. **Aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach nos Resultados de um Questionário para Avaliação de Desempenho da Saúde Pública.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2010. Disponível em: < www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_131_840_16412.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2014
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E.; **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>>. Acesso em: 11 out. 2013
- BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I.; **Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em Cursos de Engenharia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 3: p. 324-341, 2002. Disponível em: < <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmx2YmFyYmV0YXxneDo1ODkwNDhmYTA2MzczYTMx>>. Acesso em: 11 jul. 2014
- BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção de autonomia dos estudantes.** Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1: p. 25 – 40, Londrina, 2011. Disponível em < http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/berbel_2011.pdf>. Acesso em 28 set. 2014
- BARBOSA-LIMA, M. C.; CASTRO, G. F.; ARAÚJO, R. M. X. Ensinar, Formar, Educar e Instruir: A Linguagem da Crise Escolar. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 235-245, 2006.
- BARBOSA, E. F., MOURA, D. G., **Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional.** Boletim Técnico do SENAC, v. 39, n. 2, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < http://www.senac.br/media/42471/os_boletim_web_4.pdf>. Acesso em: 28 set. 2014
- BARROS, J. A. *et al.* **A aplicação de uma Nova Metodologia de Ensino de Física: O aprendizado Colaborativo.** VI Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Biologia e Química e Áreas Afins. Niterói, RJ, Editora da UFF, 2003. Disponível em: < <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1204/1204.5966.pdf>> Acesso em: 11 out 2013.
- BARROS, J. A. *et. al.* Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, pag. 63 - 69, 2004.
- BIZZO, N. **Ciências: Fácil ou difícil?** 2. Ed. São Paulo: Ática, 2007
- BRASIL, Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, 2013. Disponível em: <

http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/con1988_05.10.1988/con1988.pdf>
Acesso em: 11 setembro 2014.

BRASIL, Câmara dos Deputados. **LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9394/96**. Brasília, 2014. Disponível em: <
<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/17820>> Acesso em: 11 setembro 2014.

CABALLERO, M. D. **Evaluating and extending a novel course reform of introductory mechanics**. 2011, 210 p. Tese (Doutorado em Filosofia), Georgia Institute of Technology.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. **Peer Instruction: Ten years of experience and results**. American Journal of Physics, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

CROUCH, C. H. *et al.*. **Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once**. Research-Based Reform of University Physics, v. 1, n. 1, p. 40-95, 2007. Disponível em: <
mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs_537.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2014.

CRESWELL, J.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed method research. Califórnia**. Sage Publications, 2007.

DALFOVO, M.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, Sem II. 2008

DRIVER, R.; ASOKO, H. LEACH, J; MORTIMER, E. SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química nova na escola, n. 9, 1999, p. 31-40

FRASER, J. M. *et al.* Teaching and physics education research: bridging the gap. **Reports on Progress in Physics**, v. 77, n. 3, p. 032401, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 42. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa. 1. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAKE, R. **Interactive - engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses**. American Journal of Physics. AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HALLOUN, I; HESTENES, D. "The initial knowledge state of college physics students," Am. J. Phys. 53, 1043-1055 (1985)

HALLOUN, I.; HESTENES, D. **Interpreting the Force Concept Inventory**. The Physics Teacher, v. 33, p. 502-506, 1995. Disponível em: < <http://modeling.asu.edu/R&E/InterFCI.pdf> >. Acesso em: 31 jul. 2014

HESTENES, D.; WELLS, M.; **A Mechanics Baseline Test**. The Physics Teacher, v. 30 (3), pp. 159-166, 1992.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. **Force Concept Inventory**. The Physics Teacher, v. 30, pp. 141-158, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. P. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LASRY, N. **Peer instruction: comparing clickers to flashcards**. arXiv preprint physics/0702186, 2007. Disponível em < <http://arxiv.org/abs/physics/0702186> >. Acesso em: 01 dez. 2014

LEITE, L. S. F., **Concepções Alternativas em Mecânica: Um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência**. 1993. 516 f. Tese (Doutorado em educação) – Instituto de Educação, Universidade do Minho, Portugal. 1993.

MARTINS, R. A. **Abordagens Quantitativas e Qualitativas**. In: MIGUEL, P. A. C. (org.). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e gestão de Operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a users manual**. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2007

MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-time Teaching and Peer Instruction. In: SIMKINS, S. MAIER, M (EDS.): **Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy** **Just-in-Time Teaching**. 1. Ed. Sterling:. Stylus Publishing, LLC., 2010. P. 39-62. Disponível em: < http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic666323.files/02-2Peer_Just_in_time_03_Simkins09_C03.pdf > Acesso em: 08 dez. 2014

MICHAELYS. **Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Dicionário de Português online. Melhoramentos. Disponível em: < <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/> >. Acesso em: 24 out. 2014.

MIRAS, M. Um ponto de partida para aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, C. *et al.*, **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 2010. p. 57 - 77

MITRE, S. M. *et al.* **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. Ciência & Saúde Coletiva, 13 (sup 2), 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.org/pdf/csc/v13s2/v13s2a18.pdf> > Acesso em 19 out. 2013

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, p. 33-45, 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>> Acesso em: 26 nov. 2013

NOVAK, G. M. *et al.* **Just-in-time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 188 p.

PEDUZZI, L. O. Q; ZYLBERSZTAJN, A; MOREIRA, M.A; **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história das ciências numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento**. Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 14 no. 4, 1992. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a39.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2013

PETRONI, A. P.; SOUZA, V. L. T. **Vigotski e Paulo Freire: Contribuições para a autonomia do Professor**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 9, n. 27, p. 351-361, 2009. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=2744&dd99=view>>. Acesso em: 27 nov. 2013

PINTO, A. S. S. et al. **Inovação didática – projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”**. Janus, ano 6, n. 15, 2012. Disponível em: <<http://publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/viewFile/582/412>> Acesso em: 20 out. 2013

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas das Pesquisas e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

REGO, T. C.; **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 23. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

REMOLD, J; BARROS, J. A.; VIDAL, F. V.; BARBOSA, N. A. **Desempenho Conceitual de Alunos do Método de Engajamento Interativo do Curso de Física da UFJF**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/posteres/po81-33.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2014

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989. Disponível em: <<http://arquivo.rosana.unesp.br/docentes/patriciaramiro/LEAR/Pesquisa%20Social%20M%C3%A9todos%20e%20T%C3%A9cnicas%20-%20Roberto%20Jarry%20Richardson.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014

ROCHA, D.; RICARDO, E. C. **As crenças de autoeficácia de professores de Física: um instrumento para aferição das crenças de autoeficácia ligadas a Física Moderna e Contemporânea.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 2, p. 333-364, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n2p333>>. Acesso em: 31 out. 2014

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa.** 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006

SANTOS, Z. O., *et al.* **Concepções da noção de força em alunos de cursos da área de ciências exatas e engenharia.** Aman-Ti-kyr, v. 3, n. 2, 2013.

SAVINAINEN, A.; SCOTT, P. **Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching.** Physics Education, v. 37, n. 1, p. 53, 2002. Disponível em: < iopscience.iop.org/0031-9120/37/1/307>. Acesso em 01 dez. 2014

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico.** 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, T. H.; SILVA, G. S. F.; MANSOR, M. **O uso do Inventário dos Conceitos de Força para análise das concepções de mecânica newtoniana de alunos de Licenciatura em Física.** XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2009. Disponível em: < http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_ousodoinventariosconce.trabalho.pdf>. Acesso em: 11 out. 2013

VYGOSTKY, L. S.; **Pensamento e Linguagem.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.