



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

UMA PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA
OFERECIDAS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

Diego Barbosa Moura

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador
Marcos da Fonseca Elia

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2013

UMA PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA
OFERECIDAS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

Diego Barbosa Moura

Orientador
Marcos da Fonseca Elia

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Ph.D. Marcos da Fonseca Elia (Presidente)

Dr. Helio Salim de Amorim

Dr. Lana Cláudia de Souza Fonseca

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

M929

Moura, Diego Barbosa

Uma proposta de reformulação das disciplinas de Física oferecidas aos cursos de formação de professores de ciências do ensino fundamental / Diego Barbosa Moura. – Rio de Janeiro, 2013.

143f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Dr. Marcos da Fonseca Elia

Bibliografia: f. 142-143.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Biologia - Estudo e ensino. 3. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. I. Elia, Marcos da Fonseca. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Física. III. Título. CDD 530.071

Dedico esta dissertação a todos aqueles comprometidos a ensinar Física encantando e surpreendendo as pessoas com sua beleza.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a meus pais por sempre me estimularem e apoiarem nos estudos, e acima de tudo, me cobrarem com o rigor necessário. A todos meus amigos e professores que, desde o primário até agora, contribuíram imensamente para minha formação. A todos os professores e estudantes de ciências Biológicas por cederem gentilmente um pouco de seu tempo respondendo questionários on-line e concedendo entrevistas. E especialmente ao professor Marcos da Fonseca Elia, pelas inúmeras conversas, contribuições e ensinamentos sempre demonstrando muita competência e paciência, sem os quais, não teria concluído este trabalho.

RESUMO

UMA PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA OFERECIDAS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

Diego Barbosa Moura

Orientador
Marcos da Fonseca Elia

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Ao longo deste trabalho de pesquisa foi feita uma comparação entre a formação que deveria ser oferecida pelas universidades, principalmente na área de Física, aos futuros professores de ciências do ensino fundamental, e àquela que de fato vem sendo ofertada, resultando na constatação de uma profunda discrepância. Um caso estudado minuciosamente no contexto da presente pesquisa foi a disciplina “Física para Biologia” oferecida pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro a seus alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Esses estudos incluíram um extenso levantamento de requisitos juntos aos alunos da disciplina, docentes e coordenadores da área de ciências biológicas e, como também, os requisitos referentes à legislação reguladora do tema, a fim de obter diretrizes, opiniões e sugestões que pudessem justificar e nortear uma reestruturação completa da disciplina: ementa, conteúdo programático, modelo pedagógico e materiais didáticos. Esta reestruturação foi realizada e testada em apenas uma turma piloto na FFP e seus reflexos na aprendizagem ainda são modestos, mas claramente apontam como tendência que estamos no caminho certo. O processo e o produto dessas inovações compõem o material desta dissertação dirigida a professores de Física que ministram suas aulas em cursos semelhantes ao descrito acima.

Palavras-chave: Ensino de Física, Formação de Professores, Física para Biologia.

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2013

ABSTRACT

A PROPOSAL FOR A RECAST OF COURSES OFFERED TO PHYSICS TEACHER TRAINING COURSES FOR ELEMENTARY EDUCATION SCIENCES.

Diego Barbosa Moura

Supervisor:
Marcos da Fonseca Elia



In this research work a comparison has been made between the kind of teaching training courses that ideally should be offered by universities, especially in the area of physics for the science teachers of elementary school, and those which is actually being offered, and as a result an incomensurable discrepancy was found. In this context, a case thoroughly studied was the discipline "Physics for Biology" offered by the State University of Rio de Janeiro to students of Bachelor of Biological Sciences. The case study included an extensive survey of requirements carried out with students of the discipline, teachers and coordinators, both in service at the faculties of biological sciences, as well as the legislation regulating the issue, in order to obtain guidelines, opinions and suggestions that could justify and guide a complete restructuring of the course curriculum, syllabus content, pedagogical model and learning materials. This restructuring was performed and tested in only one class pilot of BS teachers training and its effects on learning are still modest, but clearly indicate a trend that we are on right track. The process and the product of these innovations comprise the main material of the dissertation directed to teachers of physics who teach to similar classes.

Keywords: Physics education, University teacher training courses 2, Physics for science teachers 3

Rio de Janeiro
February 2013

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Situação problema.....	1
1.2. Motivação.....	2
1.3. Proposta.....	3
Capítulo 2 - A Física na formação de professores de ciências – Panorama atual.....	5
2.1. Perfil do professor de ciências do ensino fundamental – Legislação.....	5
2.2. A Física no currículo da licenciatura em ciências Biológicas.....	14
2.3. A Física no currículo da licenciatura em ciências Biológicas da FFP – UERJ.....	18
Capítulo 3 - Proposta de reformulação do curso.....	21
3.1. Levantamento de requisitos junto aos usuários.....	21
3.1.1. Ponto de vista dos estudantes da disciplina.....	22
3.1.2. Ponto de vista dos docentes da área.....	46
3.1.3. Ponto de vista do docente da disciplina.....	53
3.2. Detalhamento da proposta do novo curso.....	56
3.2.1. Organização, planejamento e objetivos.....	56
3.2.1.1. Identificação das Competências e Habilidades pertinentes.....	57
3.2.1.2. Matriz de referência do curso.....	59
3.2.1.3. Atividades associadas às rubricas.....	71
3.3. Estratégia didática.....	76
3.3.1. Influências Ausubelianas – Organizadores e pseudo- organizadores prévios.....	77
3.3.2. Influências Vygotskyana – Perspectiva sócio- interacionista.....	80
3.3.3. Ensino centrado no aluno.....	82

3.4. Atividades de exercício a prática docente, e avaliação dos estudantes.....	82
3.5. Material didático (Textos de referência, Banco de questões, Exercícios didáticos).....	87
Capítulo 4 - Resultados e considerações finais.....	90
4.1. Validação da matriz de referência por parte dos professores entrevistados.....	91
4.2. Avaliação do novo curso por parte dos estudantes.	99
4.3. Considerações finais.....	101
Anexo 1 – Ementas.....	103
Apêndice I – Carta aos alunos.....	106
Apêndice II – Carta aos Professores 1.....	107
Apêndice III – Carta aos Professores 2.....	108
Apêndice IV – Lista de exercícios e atividades.....	113
Referências Bibliográficas.....	141

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Situação Problema

As ciências naturais são ensinadas na escola a partir do primeiro segmento do ensino fundamental. Desde muito cedo as crianças são expostas a diversos fenômenos, e estimuladas a pensar e refletir sobre suas causas e efeitos. A Física em particular, começa a ser explorada, ainda que timidamente, por meio do estudo do movimento de rotação da Terra e seus efeitos no surgimento do dia e da noite, e das estações do ano. Posteriormente, já no segundo segmento do ensino fundamental, temas como pressão atmosférica, transmissão de calor e mudança de fase também são abordados.

Nesta fase da vida escolar dos estudantes, as ciências naturais são ensinadas e aprendidas de forma integrada, onde as diferentes áreas do conhecimento (Física, Química, Biologia, Geologia e etc.) estão fundidas formando uma só disciplina escolar, conhecida por Ciências. Esta abordagem integrada, e não especializada, do ensino de ciências, persiste por diversos anos até o fim do ensino fundamental, quando a partir daí, o estudante começará um novo ciclo em sua vida escolar, o ensino médio. Até então, cabe ao professor de ciências explorar, de maneira genérica, uma vasta gama de fenômenos físicos.

Para isso os professores de ciências do ensino fundamental (quase sempre licenciados em Biologia) têm seus cursos de graduação bastante diversificados. A grade curricular normalmente contém disciplinas das subáreas da ciência, como por exemplo, "Fundamentos de Química", "Física para Biologia" e etc. Estas disciplinas têm a função de dar fundamentação teórica e prática ao futuro docente, e prepará-lo para que tenha condições adequadas de exercer suas funções como professores de ciências.

Um curso de graduação bem estruturado, com disciplinas das diversas subáreas da ciência, e planejado cuidadosamente de modo a atender a necessidades dos futuros professores, é de vital importância para a qualidade de sua formação e, também, de seus futuros alunos.

Diante deste cenário, algumas questões relacionadas às disciplinas de Física voltadas para formação de professores de ciências são:

I - Quais os conteúdos mais adequados para estas disciplinas?

II - Como elas devem ser organizadas e estruturadas?

III - Qual seria a melhor forma de avaliação do desempenho dos alunos em uma disciplina como esta?

IV - Será que o modelo atual de curso atende satisfatoriamente as necessidades deste público?

1.2 Motivação

No segundo semestre de 2010, fui contratado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, para ministrar aulas de Física na disciplina "Física para Biologia" do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Faculdade de Formação de Professores - FFP, no município de São Gonçalo.

Mas tarde, no primeiro semestre de 2011 me tornei tutor de Física do consórcio CEDERJ, atendendo aos cursos de licenciatura em Matemática e Licenciatura em Ciências Biológicas (graduação) do polo Petrópolis.

Nestes ambientes tive a oportunidade conhecer dois modelos diferentes de disciplina de Física oferecidos aos cursos de licenciatura em Biologia. Com o tempo pude perceber suas particularidades, qualidades e deficiências. Ao longo dos semestres também tive contato com inúmeros estudantes de Biologia, seja como tutor ou

como professor, e pouco a pouco pude conhecer suas necessidades e expectativas com relação à disciplina.

A partir destas experiências percebi de forma clara e prática que as disciplinas de Física oferecidas aos cursos de Licenciatura em Biologia, deveriam ser adaptadas a fim de atender, adequadamente, às particularidades existentes e às necessidades dos estudantes e das instituições de ensino.

1.3 Proposta

Este trabalho tem como objetivo refletir sobre estas questões, em especial no contexto do curso de Licenciatura em Biologia da Faculdade de Formação de Professores- FFP- da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. A ideia central é avaliar se o curso atualmente ministrado é adequado e atende satisfatoriamente a demanda dos estudantes e demais professores da instituição. E elaborar uma reestruturação curricular para corrigir as eventuais distorções existentes.

Este trabalho de pesquisa & desenvolvimento consiste em quatro etapas fundamentais:

I - Levantamento bibliográfico a respeito do que já existe desenvolvido sobre o tema, tais como: perfil atual dos professores de ciências do ensino fundamental, ementa e estrutura de cursos similares em outras instituições, etc. Tema desenvolvido no capítulo 2.

II - Levantamento de requisitos junto à comunidade local (Estudantes, Professores, Coordenadores), por meio de questionários e entrevistas, a fim de conhecer suas necessidades e expectativas a respeito da disciplina, bem como as condições (Infra estrutura, de pessoal e suprimentos) oferecidas pela universidade para

acontecimento das aulas e demais atividades. Além da comunidade local, também foi feito um levantamento de requisitos (por meio de entrevistas) junto aos professores de Biologia de outras instituições, de nível superior e fundamental, de modo a obter uma visão plural das principais partes envolvidas na questão. Este tema será detalhado no capítulo 3.

III - Avaliar se o curso, no formato atual, pode ser considerado satisfatório. Para isso, o modelo atual da disciplina foi comparado com os dados obtidos dos questionários e entrevistas do levantamento de requisitos. Tema desenvolvido no capítulo 3.

IV - Elaborar uma reestruturação da disciplina em suas várias faces (conteúdo, metodologia de ensino, material didático, etc.) para corrigir as eventuais distorções existentes. Esta etapa do trabalho consiste em sintetizar as sugestões apontadas na bibliografia pesquisada, uni-las com as sugestões apontadas pela comunidade acadêmica local e não local, e conciliá-las com as condições e limitações inerentes da vida real. Tema desenvolvido no capítulo 3.

CAPÍTULO 2

A FÍSICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS – PANORAMA ATUAL

2.1 Perfil do professor de ciências do ensino fundamental.

Tradicionalmente é o licenciado em ciências biológicas o profissional responsável pelo ensino de ciências no nível fundamental (segundo segmento). O perfil deste profissional sofre influências de diversos fatores sociais, políticos, históricos e econômicos. Uma boa síntese destas múltiplas influências está contida na LDB [1] e nos PCN do ensino fundamental [2].

Ao estabelecer regras e diretrizes que orientam a estrutura, conteúdos, abordagem didática do ensino fundamental, a legislação educacional acaba por delinear o perfil desejado/esperado do professor de ciências. Desta forma, por meio da leitura da legislação, podemos criar uma boa imagem do perfil de professor que queremos e precisamos no ensino fundamental (EF).

A partir destas linhas gerais sugeridas na LDB e PCN, surge então uma legislação secundária, na forma de resoluções e pareceres, que definem de forma mais precisa as diretrizes necessárias para formação destes profissionais.

Estas diretrizes são, ou deveriam ser incorporadas nos cursos de licenciatura em ciências biológicas oferecidos pelas diversas instituições de ensino superior do país.

Desta forma, as características gerais da formação deste profissional, dependem, em grande parte, do modo como estas recomendações são incorporadas e praticadas ao longo dos cursos de graduação.

A seguir faremos uma breve análise das concepções de ensino e aprendizagem, de bases construtivistas, presente nos PCN ensino fundamental [2], e a sua influência da formação do professor de ciências. Em seguida uma revisão da legislação secundária

(resoluções e pareceres), que especificam diretrizes a serem seguidas no processo de formação destes profissionais. E por último será feita uma breve análise de como, e se, estas normas estão sendo, de fato, incorporadas aos currículos dos cursos de licenciatura em ciências biológicas.

CONCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM – PCN (EF)

Nos (parâmetros curriculares nacionais – terceiro e quartos ciclos do ensino fundamental – introdução) [2], podemos encontrar uma extensa reflexão a respeito da educação básica brasileira, o papel do ensino fundamental entre outros. Nos entanto, destacamos as novas concepções a respeito do processo de ensino e aprendizagem que permeiam toda a filosofia do documento. A seguir destacamos dois trechos de particular interesse.

“Por muito tempo a pedagogia valorizou o que deveria ser ensinado, supondo que, como decorrência, estaria valorizando o conhecimento. O ensino, então, ganhou autonomia em relação à aprendizagem, criou seus próprios métodos e o processo de aprendizagem ficou relegado a segundo plano.

Os fracassos escolares decorrentes da aprendizagem, das pesquisas que buscam apontar como o sujeito conhece, das teorias que provocam reflexão sobre os aspectos que interferem no ensinar e aprender, indicam que é necessário dar novo significado à unidade entre aprendizagem e ensino, uma vez que, em última instância, sem aprendizagem não há ensino¹.

O conhecimento não é algo situado fora do indivíduo, a ser adquirido por meio da cópia do real, tampouco algo que o indivíduo constrói independentemente da realidade exterior, dos demais indivíduos e de suas próprias capacidades pessoais. É, antes de mais nada, uma construção histórica e social, na qual interferem fatores de ordem antropológica, cultural e psicológica, entre outros.

¹ A busca de um marco explicativo que permita esta revisão, além da criação de novos instrumentos de análise, planejamento e condução da ação educativa na escola, tem se situado, atualmente, para a maioria dos teóricos da educação, dentro da perspectiva construtivista. Em linhas gerais, o marco de referência está delimitado pelo que se pode denominar “enfoques cognitivos”, no sentido amplo. Entre eles destacam-se a teoria genética, de Jean Piaget e seus colaboradores da escola de Genebra, tanto no que diz respeito à concepção dos processos de mudança como às formulações estruturais clássicas do desenvolvimento operatório e as elaborações recentes sobre as estratégias cognitivas e os procedimentos de resolução de problemas; a teoria da atividade, nas formulações de Vygotsky, Luria e Leontiev e colaboradores, em particular no que se refere à maneira de entender as relações entre aprendizagem e desenvolvimento e a importância conferida aos processos de relação interpessoal; o prolongamento das teses no campo da psicologia cultural, como as enunciadas nos trabalhos de M. Cole e colaboradores, que integra os conceitos de desenvolvimento, aprendizagem, cultura e educação; e a teoria da aprendizagem verbal significativa, de Ausubel, e seu desdobramento em outras teorias. O núcleo central da integração de todas estas contribuições refere-se ao

reconhecimento da importância da atividade mental construtiva nos processos de aquisição de conhecimento. Daí o termo construtivismo, denominando esta convergência." [2].

“Conceber o processo de aprendizagem como propriedade do sujeito implica valorizar o papel determinante da interação com o meio social e, particularmente, com a escola. Situações escolares de ensino e aprendizagem são situações comunicativas, nas quais os alunos e professores co-participam, ambos com uma influência decisiva para o êxito do processo.

A abordagem construtivista afirma o papel mediador dos padrões culturais, para integrar, num único esquema explicativo, questões relativas ao desenvolvimento individual e à pertinência cultural, à construção de conhecimentos e à interação social.

A organização de atividades de ensino e aprendizagem, a relação cooperativa entre professor e aluno, os questionamentos e as controvérsias conceituais, influenciam o processo de construção de significado e o sentido que alunos atribuem aos conteúdos escolares.” [2].

Os PCN, como documento oficial, constituem uma importante referência para escola Brasileira. Ele tem como base, uma perspectiva construtivista, que encara o processo de aprendizagem fruto de uma interação física e psicológica do estudante com o ambiente, com os colegas e com o professor. Desta forma, a aprendizagem ocorre por meio de um sofisticado processo de construção, modificação e reorganização de ideias, obtido a partir de uma postura ativa e participativa por parte dos estudantes.

Neste contexto é exigida do professor uma postura nova, diferenciada, que rompe com a visão antiga do mero transmissor de conhecimento. Segundo esta óptica, o verdadeiro professor não é o detentor e comunicador de um conhecimento estático, imutável, inquestionável, e sim, um sujeito capaz de estimular a dúvida, a curiosidade, a pesquisa e o debate.

Para isso, espera-se que este profissional tenha uma formação inovada, em consonância com os ideais construtivistas, e que o dê condições de pôr em prática as recomendações dos próprios PCN.

Já nos (parâmetros curriculares nacionais – terceiro e quartos ciclos do ensino fundamental – ciências) [3], novamente podemos encontrar reflexões e orientações de bases construtivistas, a

importância de uma abordagem CTS e a discrepância destas recomendações com a realidade das salas de aula.

“As pesquisas acerca do processo de ensino e aprendizagem levaram a várias propostas metodológicas, diversas delas reunidas sob a denominação de construtivismo. Pressupõem que o aprendizado se dá pela interação professor/estudantes/conhecimento, ao se estabelecer um diálogo entre as idéias prévias dos estudantes e a visão científica atual, com a mediação do professor, entendendo que o estudante reelabora sua percepção anterior de mundo ao entrar em contato com a visão trazida pelo conhecimento científico.

As diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais. As novas teorias de ensino, mesmo as que possam ser amplamente debatidas entre educadores especialistas e pesquisadores, continuam longe de ser uma presença efetiva em grande parte de nossa educação fundamental. Propostas inovadoras têm trazido renovação de conteúdos e métodos, mas é preciso reconhecer que pouco alcançam a maior parte das salas de aula onde, na realidade, persistem velhas práticas. Mudar tal estado de coisas, portanto, não é algo que se possa fazer unicamente a partir de novas teorias, ainda que exija sim uma nova compreensão do sentido mesmo da educação, do processo no qual se aprende. A caracterização do ensino de Ciências Naturais, no presente documento, pretende contribuir para essa nova compreensão.” [3]

Com a análise destes trechos, pretendemos chamar a atenção sobre a discrepância que há entre as tendências pedagógicas e didáticas atuais, recomendadas pelo PCN, e a realidade do ensino de ciências na maioria das escolas, uma vez que os cursos de licenciatura parecem não acompanhar, pelo menos de forma satisfatória, as inovações pedagógicas recomendadas. Parece haver uma clara diferença entre o perfil do professor que se quer, e o perfil do professor que se tem.

LEGISLAÇÃO SECUNDÁRIA (RESOLUÇÕES E PARECERES)

A legislação secundária analisada é composta por três documentos que instituem, respectivamente:

I - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.[4]

II - A duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior.[5]

III - Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.[6]

Começamos por destacar alguns pontos importantes do parecer [4], que ao instituir diretrizes para formação dos professores da educação básica, incorpora recomendações mencionadas nos PCN do ensino fundamental, estabelecendo uma conexão interessante entre o modelo metodológico para formação dos estudantes do EF, e dos professores da educação básica.

“Art. 3º A formação de professores que atuarão nas diferentes etapas e modalidades da educação básica observará princípios norteadores desse preparo para o exercício profissional específico, que considerem:

I - a competência como concepção nuclear na orientação do curso;

II - a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor, tendo em vista:

a) a simetria invertida, onde o preparo do professor, por ocorrer em lugar similar àquele em que vai atuar, demanda consistência entre o que faz na formação e o que dele se espera;

b) a aprendizagem como processo de construção de conhecimentos, habilidades e valores em interação com a realidade e com os demais indivíduos, no qual são colocadas em uso capacidades pessoais;

c) os conteúdos, como meio e suporte para a constituição das competências;”

“Art. 4º Na concepção, no desenvolvimento e na abrangência dos cursos de formação é fundamental que se busque:

I - considerar o conjunto das competências necessárias à atuação profissional;

II - adotar essas competências como norteadoras, tanto da proposta pedagógica, em especial do currículo e da avaliação, quanto da organização institucional e da gestão da escola de formação.” [4]

Em tese, uma maneira eficaz de formar professores em sintonia com novas tendências pedagógicas (fazê-lo compreender a aprendizagem como um processo de construção de conhecimentos que ocorre por meio de aproximações sucessivas; prepará-lo para

que organize o processo de ensino aprendizagem a partir de competências e habilidades e não dos conteúdos, etc.), seria oferecer-lhes uma formação baseada nestes princípios.

E é exatamente isso que recomenda as diretrizes para formação de professores da educação básica [4]. Assim como os PNC, que sugerem a prática destes princípios no ensino fundamental, as orientações para formação de professores sugerem que estes princípios estejam no cerne dos cursos de licenciatura, e que sejam praticados pelos futuros professores ao longo de sua formação.

Ao compararmos estes dois documentos, observamos coerência do que se espera do professor em sala de aula, e o que é oferecido a eles em sua formação básica. No entanto, esta coerência existe de forma plena na legislação, e não obrigatoriamente está presente nos cursos de licenciatura oferecidos pelas diversas instituições de ensino superior.

Além destas, o presente documento também faz recomendações quanto às avaliações (aproveitamento) dos estudantes de licenciatura, e do exercício de atividades práticas ao longo da graduação, como se pode ver a seguir:

“Art. 3º A formação de professores que atuarão nas diferentes etapas e modalidades da educação básica observará princípios norteadores desse preparo para o exercício profissional específico, que considerem:

d) a avaliação como parte integrante do processo de formação, que possibilita o diagnóstico de lacunas e a aferição dos resultados alcançados, consideradas as competências a serem constituídas e a identificação das mudanças de percurso eventualmente necessárias.”

“Art. 5º O projeto pedagógico de cada curso, considerado o artigo anterior, levará em conta que:

V - a avaliação deve ter como finalidade a orientação do trabalho dos formadores, a autonomia dos futuros professores em relação ao seu processo de aprendizagem e a qualificação dos profissionais com condições de iniciar a carreira.”

“Art. 12. Os cursos de formação de professores em nível superior terão a sua duração definida pelo Conselho Pleno, em parecer e resolução específica sobre sua carga horária.

§ 1º A prática, na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado, que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso.

§ 2º A prática deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor.

§ 3º No interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão prática.” [4]

Todas estas diretrizes estão em consonância com o perfil de professor que os PNC exigem. Para que estes profissionais possam avaliar seus alunos de forma periódica e sistematicamente por meio de procedimentos e processos diversificados, é natural que assim sejam avaliados em sua formação. Até mesmo porque, estas concepções e valores pedagógicos, somente são inteiramente compreendidos e enraizados, quando vivenciados, e não apenas quando estudados.

Também é natural que o exercício da prática docente, e das demais atividades a esta relacionadas, tais com atividades investigativas, sejam efetuados desde cedo, ao longo da graduação, e não apenas nas disciplinas de estágios, mas em todas em que se faça necessária, de modo que fiquem configuradas como atividades cotidianas em contínuo exercício pelo futuro docente.

É fundamental que todas as subáreas da ciência tenham sua parte prática (seja com a presença de atividades experimentais, ou através do estudo e exercício de suas didáticas específicas) em concomitância com o estudo de seus conceitos teóricos. Esta abordagem conjugada, favorece o debate, a curiosidade, a pesquisa, que além de ajudar o futuro professor a compreender os novos conceitos científicos, o habitua, desde cedo, a participar, aprender e ensinar através atividades investigativas.

Esta última diretriz também pode ser observada no parecer [5], que institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura.

“Art. 1º A carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, será

efetivada mediante a integralização de, no mínimo, 2800 (duas mil e oitocentas) horas, nas quais a articulação teoria- prática garanta, nos termos dos seus projetos pedagógicos, as seguintes dimensões dos componentes comuns:

I - 400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso;”

A partir de agora, continuaremos a analisar a legislação norteadora para elaboração dos cursos de licenciatura, mas direcionaremos nosso foco para as recomendações dadas às disciplinas da área de ciências exatas e da terra, mais especificamente as de Física oferecidas nos cursos de formação de professores de ciências, que constitui objeto central de estudo desta pesquisa.

O último documento analisado será o, que determina as diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas [6]. Nele é definido o perfil dos formandos, as competências e habilidades necessárias a serem desenvolvidas: conteúdos curriculares, entre outros. Destacaremos a seguir pontos do documento de interesse para o presente estudo.

“Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador. Os seguintes conteúdos são considerados básicos:”

“FUNDAMENTOS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA: Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos.”

“A modalidade Licenciatura deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, Física e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio. A formação pedagógica, além de suas especificidades, deverá contemplar uma visão geral da educação e dos processos formativos dos educandos. Deverá também enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e para o ensino da Biologia, no nível médio.” [6]

Além das características didáticas gerais mencionadas nos documentos anteriores, faz-se necessário também a definição de

conteúdos específicos que comporão a formação dos licenciados. Além de, obviamente, estudarem conteúdos próprios das ciências Biológicas, estes profissionais deverão ter disciplinas da área de ciências exatas e da terra, não só para ajudá-los a compreender a relação entre os seres vivos e o ambiente, como também para que tenham subsídios teóricos que os possibilitem exercer, com condições plenas, a atividade docente em nível fundamental.

Além das disciplinas clássicas como Física, Química etc. As diretrizes curriculares para os cursos de ciências biológicas também destacam a importância da articulação destas ciências com suas didáticas específicas, de modo que seja fornecida a instrumentação adequada para que se possa desenvolver futuramente o processo de ensino aprendizagem de ciências.

A análise, a comparação e reflexão de todos estes documentos norteadores da formação dos professores de ciências, nos permite criar um perfil ideal destes profissionais. São pessoas com sólida formação técnica nas diversas subáreas da ciência, especialmente em Biologia, mas também com extensa vivência em desenvolver atividades investigativas, seja de caráter científico ou didático. São profissionais capazes de provocar, despertar o interesse, a livre iniciativa, fazendo os estudantes, a partir das observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando for o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos. Valorizando sempre uma postura ativa diante das situações problemas e o trabalho em grupo.

Este é o perfil de profissional desenhado pela legislação, mas como dito anteriormente, não é necessariamente, o que ocorre nas instituições de ensino superior. Para avaliar a correspondência entre o perfil ideal e o real, se faz necessário uma análise da estrutura dos cursos de licenciatura oferecidos no país. Na próxima seção faremos uma análise parcial desta questão, verificando como estão organizados e estruturados as disciplinas de Física oferecidos nos

cursos licenciatura em ciências Biológicas, em algumas instituições de ensino superior.

2.2 A Física no currículo da licenciatura em ciências Biológicas.

Recentemente (2009), foi publicado pela fundação Carlos Chagas, um extenso estudo sobre a estrutura e características de alguns cursos de licenciatura do país [7], dentre eles a licenciatura em ciências biológicas. Esse trabalho aponta alguns dados quanto à oferta de vagas, à qualidade dos cursos oferecidos (resultados do ENADE), à composição curricular, à composição das ementas das disciplinas oferecidas e à análise dos concursos para seleção de professores de ciências de ensino fundamental, entre outros.

Não se compôs, neste estudo, uma amostra aleatória dos currículos e ementas, uma vez que a dificuldade na obtenção destes foi grande. Optou-se por obter um conjunto de cursos de modo a respeitar minimamente a distribuição do total de cursos no Brasil. A coleta dos dados foi realizada por meio da colaboração direta das instituições de ensino superior, bem como pela pesquisa da estrutura curricular de alguns cursos, disponível na internet.

Deste trabalho destacaremos apenas dois pontos de interesse. Um diz respeito ausência de articulação entre as disciplinas de Física oferecidas na graduação, com suas metodologias de ensino. Não há momento ou espaço no currículo para se pensar maneiras e estratégias de ensino da Física no ensino fundamental. Isto configura uma importante deficiência dos currículos analisados, conforme pode ser visto a seguir.

“No que se refere aos conteúdos das áreas de Química, Física e Saúde, para atender as demandas do ensino de Ciências no nível fundamental, conforme previstos nas diretrizes de Ciências Biológicas para a área de licenciatura, as ementas indicam que esses conteúdos geralmente se apresentam nas formas das disciplinas Química e Física, embora 33% das grades deixem de contemplá-

los. No entanto, não aparecem articulações com o ensino desses conteúdos no nível fundamental, nem nessas disciplinas, nem nas das áreas metodológicas, podendo ser considerado como uma fragilidade dos currículos no que se refere à formação do professor para o ensino da disciplina Ciências no nível fundamental.” [7]

O outro ponto de destaque analisa as características encontradas nas provas de concurso de professores de ciências. Aqui mais uma deficiência dos currículos da licenciatura é revelada, a falta de integração entre as subáreas da ciência (perspectiva importante quando se é professor de ciências em nível fundamental), e a ausência de avaliação no que diz respeito aos conhecimentos didáticos e estratégias para o ensino de ciências.

“Além dos conteúdos de Biologia os concursos para professores de Ciências solicitam pouco mais de 10% de conteúdos básicos de Física e 10% de química. Algumas questões de Geologia estão presentes em um terço das provas observadas. Os itens buscam verificar o conhecimento do candidato sobre tais conteúdos por meio de exercícios e problemas envolvendo conteúdo até o 3º ano do Ensino Médio.”

“Em resumo, a análise das provas dos concursos indica que os conteúdos básicos de Biologia são verificados no momento da seleção de professores com maior intensidades dos que os de Física ou Química, e quase nada há de conhecimentos integrando várias ciências. Um aspecto que deixa muito a desejar, já apontado para concursos para docência em Língua Portuguesa e Matemática, diz respeito à investigação da condição didática e metodológica dos candidatos a professores, uma vez que não são averiguadas pelas questões o reconhecimento de práticas pedagógicas interessantes, de objetivos de diferentes práticas, de abordagens didáticas dos conteúdos da área, e de concepções de ensino e aprendizagem.” [7]

Este estudo nos permite afirmar, com segurança, que existe uma notável diferença entre o professor proposto pela legislação, e o professor formado pela academia. Sem uma integração adequada entre as subáreas da ciência, sem um espaço para debater, testar e praticar estratégias para o ensino da Física em nível fundamental, não há como formar professores com experiência em planejar e executar atividades investigativas. Não há como preparar os professores para seguir as orientações dos PCN.

Para ilustrar de forma mais concreta as observações acima, destacamos a seguir alguns trechos das ementas da disciplina de Física oferecida nos cursos de licenciatura em Biologia de duas universidades do Estado do Rio de Janeiro. A descrição completa das ementas pode ser encontrada no anexo I. Elas foram obtidas diretamente do site das instituições de ensino.

*“INSTITUIÇÃO: Universidade Federal Fluminense
DISCIPLINA: Fundamentos de Física para Biologia
TIPO DE DISCIPLINA: Obrigatória
CARGA HORÁRIA: Total 80h / Teórica 80h / Prática 0h / Estágio 0h
OBJETIVOS/PROGRAMA: Identificar ordens de grandeza. Expressar energia e sua conservação, potenciais elétricos e capacitares, energia no corpo humano. Relacionar fluidos, pressão, princípios de Pascal e Arquimedes, escoamento de fluidos, gás de Van der Waals, diagrama de fases. Definir processos irreversíveis. Relacionar fenômenos ondulatórios com som e óptica do corpo humano. Descrever lentes e relacionar com a formação de imagens na câmara fotográfica e microscópio. Conhecer conceitos básicos e aplicações de radiação nuclear. Identificar raio-X e suas aplicações. Relacionar reações em cadeia e reator a U235. Aplicar dotação e estudar leis de escala em Biologia, distribuições em leis de potência, modelos evolutivos, assistir tópicos especiais de Física aplicada à Biologia.
BIBLIOGRAFIA: Não Disponível.” [8]*

*“INSTITUIÇÃO: Universidade Federal do Rio de Janeiro
DISCIPLINA: Física para ciências Biológicas
TIPO DE DISCIPLINA: Obrigatória
CARGA HORÁRIA: Total 60h / Teórica 60h / Prática 0h
OBJETIVOS/PROGRAMA: Proporcionar ao aluno conhecimento fundamentais de Física, levando-o a um melhor entendimento dos fenômenos de Natureza que ocorrem no cotidiano. Origens da Física. Medições e Unidades, Escalas. Forças, componentes e resultantes. Equilíbrio estático (3ª Lei de Newton) Torque, equilíbrio de rotação e centros de gravidade. Velocidade e aceleração. A 2ª Lei de Newton Massa e peso Trabalho e energia cinética. Energia potencial. Atrito e dissipação de energia. Pressão hidrostática. Princípio de Arquimedes e avaliação de densidade. Gases ideais. Elementos de teoria Cinética. Interpretação cinética da temperatura. O gás real. Pressão de vapor e higrometria. Líquidos e tensão superficial. Capacidade. Osmose. Ondas mecânicas. Superposição de ondas. Ondas sensoriais e teorema de Fourier (aspectos qualitativos) O som, sua velocidade e intensidade.*

BIBLIOGRAFIA:

Fundamentos de Física. Vols I, II, III e IV. Haliday, Resnick e Walker.

Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. Enrico Okuno, Ibere Caldas e Cecil Ehow .

Halliday, D. E Resnick, R. Física. Livros Técnicos e Científicos. Ed. S. A. , 1982.

Orear, J. Fundamentos de Física - Livros Técnicos e Científicos. Ed. S. A. , 1991.

Okuno E., Caldas, I. L., Chow C. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas – Habra – Harper e Row do Brasil, 1992.

Alvarenga, B. e Máximo A. Curso de Física, Ed. Habra, 1994.” [9]

Dos trechos citados acima, pelo menos três pontos merecem uma atenção especial. O primeiro é completa ausência de atividades práticas ao longo da disciplina. Toda carga horária prevista para o curso é dedicada a atividades teóricas. A experimentação, característica fundamental das ciências, é totalmente desprezada na concepção do curso. Sem o contato com instrumentos de medida, análise de dados, o método científico, etc., os futuros docentes terão grandes dificuldades em desenvolver atividades investigativas com seus alunos. Isto evidencia uma grave falha na formação oferecida por estas instituições de ensino.

O segundo ponto a ser destacado é a ausência de articulação entre os conteúdos próprios da Física com suas estratégias de ensino. É evidente a preocupação das ementas em oferecer formação sólida nos conteúdos da física e aproximar estes conteúdos da Biologia, no entanto, no que se refere as metodologias para o ensino da física, estas disciplinas não oferecem momento e espaço para discussões e exercício das didáticas específicas do tema.

E o terceiro ponto que merece destaque é a aparente inexistência de livros texto, apropriados para o curso. Embora haja alguns textos que relacionam bem a Física com a Biologia, não encontramos no decorrer desta pesquisa, um livro texto, em língua portuguesa, que atenda de forma satisfatória a maioria das necessidades dos estudantes de licenciatura em ciências Biológicas,

principalmente no que se refere aos aspectos ligados ao ensino aprendizagem de ciências.

2.3 A Física no currículo da licenciatura em ciências Biológicas da FFP – UERJ.

Nesta seção faremos um recorte ainda mais preciso do nosso objeto de estudo. Será feita uma análise da disciplina de Física oferecida ao curso de licenciatura em ciências biológicas da FFP, onde descreveremos sua estrutura e características principais, comparando-a com disciplinas similares de outras instituições e com as orientações propostas pela legislação do tema. A ideia é verificar se o modelo atual da disciplina apresenta, ou não, as deficiências descritas nas seções anteriores.

A seguir destacamos trechos da ementa do curso. A ementa completa pode ser encontrada no anexo I.

*“INSTITUIÇÃO: Universidade do Estado do Rio de Janeiro
DISCIPLINA: Física para Biologia
TIPO DE DISCIPLINA: Obrigatória
CARGA HORÁRIA: Total 60h / Teórica 60h / Prática 0h
OBJETIVOS/PROGRAMA: Compreender os conceitos, leis e princípios fundamentais da Física, desenvolver a habilidade de manipular e aplicar essas idéias na análise de situações do cotidiano. Medidas. Grandezas físicas. Unidades (sistema internacional). Padrões de tempo, comprimento, massa; precisão, Algarismos significativos. Vetores. Cinemática escalar e vetorial. Dinâmica do ponto material. Estática dos sólidos. Estática dos fluidos. Termometria. Calorimetria. Gases perfeitos. Termodinâmica. Ótica Geométrica. Eletrostática.
BIBLIOGRAFIA:
SEARS & ZEMANSKY. Física I — V. 1.
SEARS & ZEMANSKY. Física II — V. 2.” [10]*

Podem ser claramente encontradas características muito semelhantes às presentes em disciplinas similares oferecidas por outras instituições. Novamente a carga horária é totalmente voltada para atividades teóricas, há uma notável preocupação com o

aprofundamento e variedade dos conteúdos de Física oferecidos e ausência de articulação destes conteúdos com as didáticas específicas da física.

No caso da FFP, se quer há laboratório didático de Física no campus! Não há espaço físico e equipamentos para atender a demanda dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas e Matemática, oferecidos pela instituição. Curiosamente a própria UERJ oferece o curso de licenciatura em ciências biológicas a distância, por meio do consórcio CEDERJ, e nesta modalidade, a disciplina de Física equivalente oferecida (Introdução às ciências físicas I e II) conta com laboratórios equipados, e uma grande quantidade e variedade de atividades experimentais, investigativas e de bases construtivistas.

Infelizmente a estrutura da maioria dos cursos de licenciatura parece não satisfazer, adequadamente, as recomendações do PNC e as orientações para formação de professores da educação básica. No caso da licenciatura em Biologia as subáreas da ciência são ensinadas de forma fragmentada, dissociadas de suas didáticas específicas, distantes de uma abordagem experimental, ativa e investigativa. Certamente esta estrutura antiga não atende as necessidades da sociedade atual e não prepara o professor para um mundo cada vez mais dinâmico.

CAPÍTULO 3

PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DO CURSO

Observando este cenário e me vendo fazer parte dele semanalmente ensinando Física para alunos de Biologia na FFP, decidi tomar a iniciativa de refletir mais profundamente sobre estas questões, buscando soluções para corrigir ou minimizar os problemas descritos. Apesar de haver obstáculos maiores, como ausência de laboratório didático no campus, certamente há muito que fazer, por parte do professor, para melhorar a qualidade do ensino oferecido. E evidentemente, para que possamos traçar um plano de reestruturação do curso, é fundamental conhecer de forma mais íntima a realidade local.

Neste sentido, fizemos um diversificado levantamento de requisitos junto às partes envolvidas, comunidade local (estudantes e professores da instituição - FFP), professores de ciências em atividade em escolas de EF, e professores formadores (universitários) de outras instituições de ensino superior. Nesta etapa utilizamos diferentes instrumentos para obtenção de dados, questionário on-line, entrevistas semiestruturadas e análise do senso de graduação da UERJ. Todos estes recursos serão descritos e analisados detalhadamente na próxima seção.

Com isso pretendemos reformular a disciplina de modo atender as necessidades e expectativas deste público, ouvindo suas sugestões e críticas, e evidentemente, sem deixar de contemplar as recomendações da legislação sobre o tema.

3.1 Levantamento de requisitos juntos aos usuários.

Nesta seção faremos uma descrição mais detalhada do perfil dos estudantes do curso de ciências Biológicas da FFP.

Apresentaremos suas opiniões e impressões a respeito da disciplina “Física para Biologia” oferecida atualmente, assim como as impressões e opiniões do docente da disciplina. Também será descrito sugestões de mudança e inovações propostas por estes, e também por professores de ciências em atividade em escolas de EF e por professores formadores (Universitário) de Biologia de algumas instituições de ensino superior. Analisaremos as impressões de cada uma das partes separadamente, cada uma em uma subseção.

3.1.1 Ponto de vista dos estudantes da disciplina.

Primeiramente analisaremos as características gerais dos discentes do curso. Estes dados foram obtidos a partir do VII censo dos alunos de graduação da UERJ, publicação elaborada pela própria instituição e editada bianualmente. No caso do curso de licenciatura em ciências biológicas – FFP, o censo contou com a participação de 90,1% dos alunos matriculados. Este censo foi realizado no ano de 2010 e seu relatório final divulgado em 2011. Alguns pontos de destaque do documento são:

- O percentual de alunas (73,2%) supera o de alunos (26,8%).
- A faixa etária que melhor caracteriza os alunos do curso de Ciências Biológicas – FFP é a de 20 a 29 anos (77,1%).
- Pais (41,1%) e mães (41,3%) dos alunos possuem o ensino médio completo. (23,8%) dos pais e (33,7%) das mães possuem escolaridade superior, incluindo-se “incompleto” e “pós-graduação”.
- 94,3% possuem computador em casa.
- O acesso a internet é feito preferencialmente da própria residência (74,2%).
- O ensino em escola particular foi predominante tanto para o ensino fundamental (56,6%) quanto para o médio (55,8%)

- A disciplina de maior dificuldade apontada foi “Matemática aplicada à Biologia” (28,5%) seguida de “Física para Biologia” (13,6%)
- 17,1% dos estudantes já foram reprovados em uma disciplina mais de duas vezes.
- 22,8% possuem renda familiar até R\$1000,00 e 54,4% possuem renda familiar entre R\$ 1001,00 e R\$ 3000,00.
- 43,8% dos estudantes se declaram negros ou pardos.
- 44,5% dos estudantes são evangélicos.
- 44,3% dos alunos fazem estágio e 18,4% são trabalhadores.

Como dito anteriormente, A Faculdade de Formação de professores (FFP) fica no município de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro. Neste campus somente é oferecido cursos na modalidade licenciatura. Apesar dos estudantes desta instituição apresentarem, em linhas gerais, perfil semelhante ao dos estudantes de outras instituições, possuem sem dúvida, particularidades em relação a condições econômicas e sociais.

Um bom projeto de reformulação de curso deve ser sensível a estas características, adequando-se, na medida do possível, a realidade local. Com estes dados podemos ter uma visão mais precisa do público envolvido no presente estudo, e traçar um plano de mudanças e inovações mais personalizado.

Além do levantamento de dados como renda, trajetória escolar etc. também foi pesquisada, junto aos estudantes, suas impressões a respeito da disciplina “Física para Biologia” oferecida em seu curso de graduação. Para conhecer estas impressões, foi utilizado um questionário on-line, disponibilizado na internet por meio da ferramenta eletrônica mosaico (<http://mosaico.nce.ufrj.br>). Ele pôde ser respondido por qualquer aluno concluinte do curso no primeiro semestre de 2011. No entanto, apesar dos estímulos, apenas 16

estudantes o responderam, totalizando 38% dos alunos daquele semestre.

Este instrumento diagnóstico continha questões do tipo Likert, múltipla escolha, e aberta. O questionário foi dividido em três dimensões, cada uma com o propósito de avaliar uma parte integrante do curso. Essas dimensões são "Professor", onde os estudantes puderam fazer sua avaliação sobre o docente da disciplina, "Aluno" onde fizeram uma auto avaliação de seu desempenho, e "Curso", onde puderam expressar suas opiniões e impressões a respeito da ementa, avaliação e estrutura geral da disciplina.

As questões do tipo Likert, não eram na verdade perguntas, e sim sentenças (conforme pode ser visto na tabela 5), a partir das quais era solicitado aos respondentes que manifestassem seu grau de concordância. A escala de intensidade das respostas estava compreendida entre Discordo, Discordo parcialmente, Concordo parcialmente, Concordo. Além disso, havia também a opção "Não tenho opinião" para aqueles que não quisessem se manifestar.

Estas sentenças foram construídas, ora com polaridade positiva (sentenças na afirmativa ou com sentido concordante com a hipótese da pesquisa), e ora com polaridade negativa (vice-versa). As sentenças com polaridade positiva apareciam no site, para os respondentes, na afirmativa (Por exemplo: O professor demonstrou domínio dos conteúdos abordados em sala.), enquanto que as sentenças com polaridade invertida apareciam, no site, na negativa (Por exemplo: O professor **não** se dispôs a tirar dúvidas fora do horário das aulas). Esta estratégia de alternar a polaridade das sentenças, foi escolhida de modo minimizar a influencia das mesmas na opinião dos estudantes.

Além destas preocupações na preparação do questionário, a seleção das questões foi cuidadosamente pensada de modo a cobrir todos os pontos de interesse da pesquisa. Desta forma, as questões

foram organizadas e classificadas em uma matriz de referência do questionário (Tabela 1) como mostrado a seguir.

Dimensão	Competências	Questões (Polaridade)	Caráter	Objetivo	Quantidade
Professor	Conteúdo	1(+), 11(-)	Analítico	Sondar a opinião dos estudantes a respeito do Professor	12
	Didática - Pedagógica	4(+), 5(-), 8(+), 10(-)			
	Sócio - Afetiva	2(-), 3(+)			
	Formal - Ética	6(-), 7(+), 9(-)			
	Geral	12, 13	Sistêmico		

Dimensão	Características	Questões (Polaridade)	Caráter	Objetivo	Quantidade
Aluno	Perfil	15(-), 20(+), 21(+), 22(+), 23(+), 18(+)	Analítico	Descobrir o perfil de aluno do curso, e fazê-lo refletir sobre sua postura como estudante da disciplina.	13
	Dedicação	16(+), 17(-), 24(+), 25			
	Éticas - Formais	14(-), 19(-)			
	Geral	26	Sistêmico		

Dimensão	Características	Questões (Polaridade)	Caráter	Objetivo	Quantidade
Curso	Motivacional	28(+), 30(+), 32(-)	Analítico	Provocar uma reflexão no estudante sobre a importância, utilidade e estrutura da disciplina em sua formação, e sondar sua opinião a respeito do tema.	7
	Utilidade	27(+), 29(-)			
	Execução	31(-), 33(+)			
	Geral	34, 35	Sistêmico		

Tabela 01: Matriz de referência do questionário.

Com isso podemos identificar, classificar e organizar todas as características que gostaríamos de avaliar em cada uma das dimensões do questionário. Para cada uma destas foi elaborado um conjunto de questões, buscando sempre uma alternância na polaridade das sentenças. Além disso, as questões também foram classificadas quanto seu caráter, analítico ou sistêmico. As questões analíticas são aquelas construídas para avaliar as impressões dos estudantes sobre uma parte específica do curso. Já sistêmicas,

buscam conhecer a visão dos estudantes sobre o curso em sua totalidade. Com essas medidas, acreditamos ter elaborado um instrumento diagnóstico equilibrado, não tendencioso e abrangente.

Na análise dos dados, utilizamos um recurso disponível na ferramenta mosaico para tornar a polaridade de todas as sentenças positivas. Este recurso elimina o caráter negativo das sentenças e faz as devidas conversões nas respostas dos estudantes. É desta forma que as sentenças estão exibidas na tabela 5. Com isso esperamos eliminar possíveis confusões na interpretação dos dados estatísticos.

Para realizar a análise estatística dos dados, estabelecemos, para as questões do tipo Likert, uma associação entre a intensidade da resposta e uma escala numérica, conforme mostrado na tabela 2.

Intensidade da resposta	Correspondente na escala numérica
Discordo	1
Discordo Parcialmente	2
Concordo Parcialmente	3
Concordo	4
Não tenho opinião	NA

Tabela 02: Correspondência entre intensidade de resposta e escala numérica.

Este tipo de associação também foi feito para questões múltipla escolha, mas neste caso a correspondência foi definida conforme as particularidades de cada questão. Para as dicotômicas (nº 15 e 24) foi atribuído o valor 1 para a resposta sim e 0 para não. Já as questões 26 e 34 em que os estudantes são solicitados a atribuírem notas para si e para o curso, a correspondência numérica segue o esquema da tabela 3. Por último também foi feita a correspondência numérica para a questão 25. Esta é mostrada na tabela 4.

Nota (Intensidade)	Correspondente na escala numérica
Entre 0 e 2	1
Entre 2 e 4	2
Entre 4 e 6	3
Entre 6 e 8	4
Entre 8 e 10	5

Tabela 03: Correspondência entre intensidade da nota e escala numérica das questões 26 e 34.

Nota (Intensidade)	Correspondente na escala numérica
0h	1
Entre 0 e 2h	2
Entre 2 e 4h	3
Entre 4 e 6h	4

Tabela 04: Correspondência entre intensidade das respostas e escala numérica da questão 25.

Convém destacar que os estudantes puderam responder ao questionário de forma anônima, de modo tal que puderam expor suas opiniões e críticas sem a necessidade de se identificarem. A carta destinada aos estudantes da disciplina explicando os objetivos do questionário e as etapas a serem realizadas para respondê-lo, pode ser encontrada no apêndice I.

Com as respostas transcritas para uma escala numérica, calculamos a média e o desvio padrão das respostas dos estudantes para cada uma das questões. Em seguida fizemos o processo reverso, verificando em qual faixa de intensidade o valor médio se encaixava. Um exemplo deste procedimento é descrito a seguir.

Questão 4 (O professor se expressa de forma clara e didática.)		
Tipo: Likert		
Polaridade: Positiva		
Alunos	Resposta	Correspondente Numérico
Coelhinho Pimpão	Concordo	4
Mar e Oceanos	Concordo Parcialmente	3
Nunes	Concordo	4
Botânica	Concordo	4
Licenciatura Bio	Concordo	4
Estrela do Mar	Concordo Parcialmente	3
Borboleta	Concordo	4
Alfredo José	Concordo Parcialmente	3
Biologia	Concordo	4
Neurocientista	Concordo	4
Abelinha	Concordo	4
Bob Esponja	Discordo	1
Estagio FME	Discordo Parcialmente	2
Annelida	Concordo	4
Alfacetoglutarato	Não tenho opinião	NA
Calpain	Concordo	4
Média		3,47
Desv. Padrão		0,91
Inferência de resultado		Concordo

Tabela 06: Respostas dos estudantes para a questão 04.

Os nomes mostrados na tabela 6 foram escolhidos pelos próprios alunos durante sua inscrição na ferramenta eletrônica Mosaico. Para realização do cálculo da média e do desvio padrão, a resposta NA (não tenho opinião) não foi considerada. Como o resultado médio para esta questão foi 3,47 podemos inferir que a resposta dada, por este grupo de alunos, para esta questão, foi Concordo. Para obter este resultado, dividimos o intervalo de respostas médias possíveis (1 a 4), em partes iguais, (como ilustra a

figura 1) e em seguida fizemos a correspondência inversa, ou seja, para cada intervalo de resposta média foi associado uma intensidade da escala Likert.

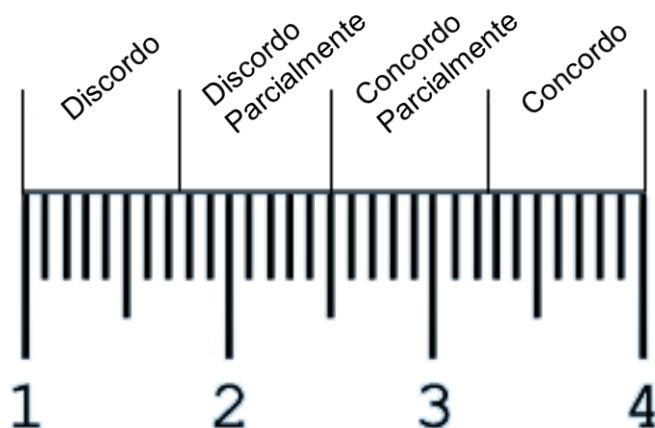


Figura 1: Correspondência entre os valores possíveis da nota média e a intensidade da escala Likert.

Para as questões do tipo múltipla escolha, foi utilizado um procedimento semelhante, onde a divisão do intervalo de respostas médias possíveis variou conforme cada caso. Esta sequência de procedimentos aplicada às respostas de cada uma das perguntas nos permitiu preencher completamente a tabela 5. Nesta tabela as colunas representam respectivamente da esquerda para a direita: a dimensão a qual pertence à pergunta (destacada por cores), a polaridade original, o tipo de questão formulado, a média dos resultados sobre todos os alunos já com a polaridade recodificada, o desvio padrão da distribuição e a “Inferência dos resultados” (última coluna).

Dimensão	Nº	Sentenças e Perguntas	Polaridade	Tipo	Média	Des. Padrão	Inferência dos resultados
Professor	1	O professor demonstrou domínio dos conteúdos abordados em sala.	P	Likert	4,00	0,00	Concordo
	2	O professor se dispôs a tirar dúvidas fora do horário das aulas.	N	Likert	3,94	0,25	Concordo
	3	O professor manteve uma relação cordial e de respeito mútuo com a classe.	P	Likert	4,00	0,00	Concordo
	4	O professor se expressa de forma clara e didática.	P	Likert	3,47	0,92	Concordo
	5	O professor utilizou recursos didáticos extras, tais como, vídeos, simulações ou experiências demonstrativas.	N	Likert	3,25	0,93	Concordo
	6	O professor definiu os critérios de avaliação desde o início do semestre.	N	Likert	3,88	0,34	Concordo
	7	O professor manteve uma coerência entre os assuntos abordados em sala e as avaliações.	P	Likert	3,56	0,81	Concordo
	8	O professor estimulou os estudantes a terem uma participação ativa nas aulas expondo suas dúvidas e ideias.	P	Likert	3,80	0,41	Concordo
	9	O professor indicou bibliografia no início do semestre.	N	Likert	3,14	1,17	Concordo Parcialmente
	10	O professor favoreceu e estimulou debates, discussões e atividades em grupo.	N	Likert	2,80	1,26	Concordo Parcialmente
	11	O professor soube responder as dúvidas dos estudantes.	N	Likert	4,00	0,00	Concordo
	12	Em uma análise geral, qual nota você daria para o professor?		Múltipla Escolha	8,50	1,15	Nota do professor 8,5

	13	Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o professor.		Aberta			
Aluno	14	Na maioria das aulas fui assíduo e pontual.	N	Likert	3,25	0,86	Concordo
	15	Estive empregado e trabalhando durante o semestre.	N	Múltipla Escolha	0,69	0,48	Trabalhadores 69%
	16	Consultei a bibliografia recomendada.	P	Likert	2,25	2,63	Discordo Parcialmente
	17	Procurei o professor para tirar dúvidas fora do horário das aulas.	N	Likert	3,25	1,13	Concordo
	18	Executei as tarefas de estudos recomendadas (listas de exercício, leitura de textos, resumos).	P	Likert	3,50	0,63	Concordo
	19	Mantive uma postura ativa nas aulas expondo minhas ideias e dúvidas.	N	Likert	3,69	0,70	Concordo
	20	Mantive uma relação cordial e de respeito mútuo com os colegas e o professor.	P	Likert	4,00	0,00	Concordo
	21	Estudo Física basicamente lendo textos (livro, caderno, resumos e etc.).	P	Likert	2,56	1,15	Concordo Parcialmente
	22	Estudo Física basicamente resolvendo exercícios.	P	Likert	3,56	0,51	Concordo
	23	Estudo Física basicamente de outras formas.	P	Likert	1,45	0,82	Discordo
	24	Fui aprovado na disciplina.	P	Múltipla Escolha	0,75	0,45	75% de Aprovação
	25	Em média, quantas horas por semana (excluindo o horário das aulas) você se dedicou ao estudo da disciplina?		Múltipla Escolha	2,38	0,81	Entre 0 e 2h
	26	Em uma análise geral, qual nota você daria para si como estudante desta disciplina?		Múltipla Escolha	3,88	0,72	Entre 6 e 8
	Curso	27	A disciplina "Física para Biologia" contribuiu muito para minha formação como professor de Biologia.	P	Likert	2,44	1,09

28	A disciplina trouxe mudanças em minha opinião sobre o que é, e o que trata a Física.	P	Likert	2,47	1,25	Discordo Parcialmente
29	Avalio a ementa da disciplina como pertinente para o curso de licenciatura em Biologia.	N	Likert	2,33	1,23	Discordo Parcialmente
30	Após o término da disciplina meu interesse pela Física aumentou.	P	Likert	2,00	1,18	Discordo Parcialmente
31	A universidade oferece condições adequadas para o bom andamento das aulas da disciplina.	N	Likert	2,50	0,97	Concordo Parcialmente
32	Tenho interesse em continuar aprendendo mais sobre alguns tópicos da física, como por exemplo Astrofísica, Física quântica e etc.	N	Likert	2,31	1,30	Discordo Parcialmente
33	Acredito que com algumas aulas práticas em laboratório a disciplina se tornaria mais interessante e útil.	P	Likert	3,80	0,41	Concordo
34	Em uma análise geral, qual nota você daria para o curso?		Múltipla Escolha	4,06	0,85	Entre 6 e 8
35	Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o curso.		Aberta			

Tabela 05: Resultado do questionário aplicado aos alunos da disciplina.

A fim de estudar a qualidade e a eficácia do instrumento diagnóstico descrito acima, procuramos analisar se o conjunto de questões formuladas para compor cada dimensão do questionário, de fato formava um grupo de questões coeso e coerente, capaz de avaliar os pontos de interesse da pesquisa, e não um grupo de sentenças desconexas e aleatórias. Para isso utilizamos o coeficiente de consistência interna alfa de Cronbach [11].

Na tabela 6 são apresentados o índice de consistência interna entre as questões que compõem cada dimensão, definido pelo alfa de Cronbach que varia entre 0 (inconsistente) e 1 (consistência perfeita). Como dito anteriormente, este cálculo é importante, pois nos dá uma medida do quanto podemos confiar se um dado conjunto de questões está realmente medindo alguma coisa (no caso, as dimensões) de forma consistente. Para efeitos práticos, neste trabalho o alfa de Cronbach foi obtido a partir do coeficiente Kr21. Este último se apresenta como uma fórmula mais simples para a realização dos cálculos e fornece exatamente o mesmo resultado que o primeiro desde que os escores estejam na forma padrão. O resultado obtido para estes índices são mostrados na tabela 6 a seguir.

Dimensão	Nº questões	Alfa de Cronbach
Professor	13	0,70
Aluno	13	0,71
Curso	09	-0,19

Tabela 06: Consistência interna entre as questões por dimensão

De acordo com a literatura [11], um dado grupo de questões pode ser considerado consistente, ou seja, forma um bom instrumento medida ou avaliação, quando seu índice de consistência interna Alpha for igual ou superior a 0,7. E se por ventura o resultado for negativo, isso significa que as premissas do modelo (razão entre variâncias) não estariam sendo atendidas e ele deve ser interpretado como 0 (zero). Desta forma as dimensões "Professor" e "Aluno" atendem as condições exigidas pela estatística, e podem ser considerados bons instrumentos para o levantamento de requisitos. O mesmo não ocorre com a dimensão curso, cujo índice vale -0,19. Este último dado revela das duas uma: (i) que o conjunto de questões proposto não forma um grupo coeso, consistente, e como

um todo, não se presta a avaliar nosso objeto de pesquisa, o curso; ou (ii) que o conceito de “curso” está tão desestruturado no subconsciente dessas amostra de alunos que eles não conseguem responder as questões sobre um mesmo tema de forma coerente.

Ao que tudo indica as características que pretendiam ser avaliadas nesta dimensão (Motivacional, Utilidade, Execução) não poderiam ser reunidas em uma só dimensão, pois não formam um grupo de perguntas afins. No entanto, este fato não nos impossibilita de analisar os resultados de forma fragmentada, ou seja, observando separadamente os resultados obtidos das questões que compõem cada uma das características da dimensão. Agir desta forma significa dizer que embora não haja consistência entre todas as questões que compõem a dimensão, é provável que haja entre as que compõem cada característica. Assim sendo, calculamos o alfa de Cronbach também para as questões que compõem cada uma das características da dimensão curso, e surpreendentemente, o resultado obtido novamente não foi satisfatório! Desta forma nos resta analisar o resultado das questões de forma individualizada, ou seja, questão por questão, uma vez que reunidas não formam um conjunto consistente para avaliação das características do curso. É desta forma que procederemos neste trabalho.

No caso das questões abertas, aquelas em que os estudantes estiveram livres para expressarem suas opiniões, o procedimento de análise foi diferenciado. Procurou-se reunir os discursos semelhantes (aqueles que abordavam temas iguais ou parecidos) em categorias para, a seguir, analisar a mensagem contida neles e o número de citações de cada um. Este procedimento de análise remete a Bardin [12] e será melhor descrito na próxima subseção, onde foi também utilizado para análise do discurso das entrevistas com os professores. Na tabela 7 a seguir, são exibidos os comentários dos alunos referentes às questões 13 e 35 do questionário, e mais a frente, na

tabela 8, os temas abordados nos comentários e sua frequência de citação.

Alunos	Questão 13 - Dimensão Professor (Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o professor.)	Questão 35 - Dimensão Curso (Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o curso.)
1	“Ola, apenas 1 observação, acho q correção da prova muito minuciosa, levando em consideração que nossa turma é de biologia. Acho que quanto a isso o professor poderia ser um pouco mai flexível. Entre tento a correção criteriosa se justifica pala qualidade da aula dada.”	“ Foi uma matéria difícil, mas não foi tão torturante quanto eu havia imaginado!”
2	-	“ Considerando o objetivo da disciplina como uma forma de auxiliar em uma outra, no caso Biofísica, o interessante é que haja correlação entre as matérias ministradas, ou seja, identificar os tópicos sobre física abordados em Biofísica e ensiná-los ao longo do curso, visando o melhor aproveitamento na disciplina seguinte.”
3	“O Professor interage com os alunos e procura nos ensinar a física de forma significativa, nos estimulando a gostar de algo que é considerado chato e massante por uma grande parte dos alunos do curso de biologia. Passei a ver a física por um outro ângulo, os fenômenos da física estão presente no nosso dia-a-dia e é interessante estudá-los.”	-
4	-	-
5	-	“Acredito que a disciplina deveria abordar conteúdos que fossem aproveitados na disciplina de Biofísica.”

6	<p>“ O professor deve nas proximas turmas, em minha opinião, aplicar mais exercícius durante a aula. As listas de exercícius são ótimas, porém, nem sempre temos tempo para resolvê-las, temos outras disciplinas e muitos fazem estágios e trabalham. Assim, o único tempo de total dedicação é o horário da disciplina. Outro fator, é a prova de reposição. Se o aluno tirar nota mais baixa, essa será substituida. Caso contrário, permanecida. Penso que desta maneira ajudará bem mais, porque há muitos alunos que acabam se prejudicando mais ainda ao fazer a prova de reposição pelo critério escolhido pelo professor. Há ainda a questão da distribuição de pontos nas provas. Geralmente a prova tem 3 ou 4 questões. divididas de a-e. Se o aluno errar a letra (a) geralmente erra as questões seguintes, pq depende dessa informmação estar certa para resolver as outras. Poderia mudar isso. Pq se o aluno perde essa questão tem que gabaritar as outras para ficar com nota 7, o que convenhamos ser bem difícil de acontecer. Enfim, é isso. Espero ter contribuido.”</p>	-
7	<p>“Acredito que será difícil encontrar professor com tanta disposição e paixão pela disciplina, foi um imenso prazer conhecê-lo e ver que a idéia que temos do professor de exatas 'só se preocupar com os números' não é uma verdade absoluta já que vimos o empenho do Diego em nos mostrar que resolver cálculos não é o principal, e sim ter conhecimento dos conceitos. A todo momento trouxe para a nossa realidade o que estávamos estudando, e sempre estava disposto a tentar ensinar de um modo diferente, para que ficasse claro. Me surpreendeu ver um professor de ensino superior se preocupar tanto com o seu trabalho, visto que na maioria das vezes o que encontramos são profissionais não receptivos às críticas.”</p>	<p>“O curso me surpreendeu bastante e positivamente, portanto acho que o método usado é bem eficaz!”</p>

8	“Acho que as listas de exercícios deveriam conter a resolução.”	“Seremos no final do curso habilitados para ministrar aulas de Química e Física para o 9º ano do Ensino Fundamental. Sendo assim, creio que o curso de Física para Biologia, sendo em uma Faculdade de Formação de Professores, deveria se aproximar do que realmente iremos trabalhar em sala de aula. Sendo assim, proponho que o professor dê uma olhada no conteúdo programático do 9º ano do E.F e monte o curso baseado nessas informações.”
9	-	“Deveria focar mais em assuntos pertinentes ao curso de Biologia.”
10	-	-
11	“Seria muito interessante fazer um link entre a física e a biologia”	-
12	“ PROFESSOR SEJA MAIS CLARO NAS SUAS PERGUNTAS, E MAIS DIRETO NAS RESPOSTAS! não fique dando voltas para achar a resposta.. pq isso confunde mais nossa cabeça!”	“Acho que o curso deveria ter mais exercicios com cálculos e que estes deveriam ser corrigidos em sala, e nao apenas para alguns alunos como é feito na maior parte. Nada de imagine que estivessemos em Venus, ou e se fosse na cabeça do cristo.. coisas mais reais, do cotidiano da pessoa, que seja pratico tambem.”
13	“não complique tanto a aula, seja o mais direto e objetivo possível.”	“acredito que alguns tópicos da física não são pertinentes para o estudo da Física.”
14	-	-

15	<p>“Na pergunta 4 - "O professor se expressa de forma clara e didática?", disse nenhuma das respostas anteriores pelo seguinte: sim, vc se expressa de forma clara e didática, mas pessoalmente, achei didática demais, acho que as aulas poderiam ter mais prática da teoria. Apesar de não dominar a matéria, achei que as explicações de "como chegar à fórmula" foram compridas demais, pra um curso onde a maioria dos alunos não se interessa muito por física, não acho que absorvam muito. Por isso, poderiam ser explicativas mas mais objetiva e pegar mais pesado na prática da teoria, na prática de como encaixar os dados na fórmula, pois querendo ou não, o aluno acaba entendendo o que significa cada coisa depois de fazer bastante. Não sei se me expressei muito bem, não falei que sou a favor da aula tradicional "mecânica" de física, só que algo mais objetivo!”</p>	-
16	<p>“ A meu ver faltou ao professor um pouco mais de rigor e objetividade com os alunos no momento de expor os conteúdos. Parecia em muitos momentos subestimar os alunos e por isso muitos acabavam não se sentindo estimulados a se empenhar na matéria, meu caso, e a meu ver também de muitos outros.”</p>	<p>‘A disciplina teria muito a ganhar em questão da aprendizagem caso este passasse trabalhos para serem elaborados pelos alunos, que envolvessem a aplicação dos conteúdos aprendidos em sala. Trabalhos como modelos que emulassem as leis da dinâmica ou algo do tipo”</p>

Tabela 07: Comentários dos alunos a respeito do professor e do curso.

Resultados da entrevista

Analisando a tabela 5, podemos perceber que todas as competências que compunham a dimensão “professor” (Conteúdo, Didático-Pedagógica, etc.), foram bem avaliadas pelos estudantes, e que, portanto, o professor é bem avaliado por seus alunos. Este resultado também pode ser observado de forma mais sintética, por meio da nota geral atribuída ao docente 8,5.

Por outro lado, podemos destacar dois pontos onde o professor não se saiu tão bem na avaliação dos estudantes. Um diz respeito a bibliografia indicada no início do semestre. Como mencionado nas seções anteriores, parecer não haver livro texto adequado a este público alvo, principalmente no se refere às metodologias de ensino específicas da Física. Diante desta dificuldade, a indicação de um autor de referência fica prejudicada. Na prática utiliza-se uma razoável variedade de textos e autores no decorrer do semestre.

Outro aspecto, não tão bem avaliado pelos estudantes, é o estímulo, por parte do professor, para discussões e debates em grupo no ambiente da sala de aula. Este é um ponto importante, reconhecido como deficiente no modelo atual da disciplina. Percebemos que ser for mais bem explorado (as atividades em grupo) poderá se tornar uma ótima ferramenta de auxílio no processo de ensino aprendizagem.

Ao observarmos os resultados da dimensão "aluno", podemos perceber um público predominantemente trabalhador, dedicado à disciplina, realizando as tarefas recomendadas, resolvendo exercícios e procurando o professor fora do horário das aulas. (Resultado das questões relativas às características de perfil e dedicação dos estudantes). Além disso, a maioria foi aprovada na disciplina 75% e parece manter uma rotina de estudos com até 2h de dedicação por semana. Um ponto de destaque é a nota média atribuída pelos estudantes a si próprios, entre 6 e 8, menor que a atribuída ao professor 8,5. De alguma forma, este dado parece mostrar que os estudantes não se veem tão aplicados à disciplina como deveriam ou gostariam de ser.

Como mencionado anteriormente, analisaremos os resultados da dimensão "curso" de forma mais "personalizada", questão por questão, procurando descobrir e compreender a relação entre as respostas dadas. A forma escolhida para isso foi analisar de forma direta as respostas dos estudantes. Com isso poderemos obter

informações importantes dos dados coletados. Na tabela 8 a seguir, são exibidas as respostas já recodificadas no caso das questões com polaridade invertida. Como descrito na tabela 2, os números (1,2,3 e 4) das respostas, correspondem as diferentes intensidades da escala Likert.

Nº	Questões tipo Likert	Alunos															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27	A disciplina “Física para Biologia” contribuiu muito para minha formação como professor de Biologia.																
		2	3	4	3	3	2	4	1	2	2	1	1	3	1	4	3
28	A disciplina trouxe mudanças em minha opinião sobre o que é, e o que trata a Física.	1	3	1	2	1	4	2	4	2	4	4	4	1	2	NA	2
29	Avalio a ementa da disciplina como pertinente para o curso de licenciatura em Biologia.	1	2	1	2	2	NA	1	4	4	2	4	4	3	3	1	1
30	Após o término da disciplina meu interesse pela Física aumentou.	3	3	4	1	4	NA	2	1	1	1	1	1	2	1	NA	3
31	A universidade oferece condições adequadas para o bom andamento das aulas da disciplina.	2	4	2	2	3	3	2	4	3	1	2	1	2	4	2	3
32	Tenho interesse em continuar aprendendo mais sobre alguns tópicos da física, como por exemplo Astrofísica, Física quântica e etc.	4	3	4	1	2	1	4	4	1	1	2	2	1	1	2	4
33	Acredito que com algumas aulas práticas em laboratório a disciplina se tornaria mais interessante e útil.	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	NA	4	3	4	4

Tabela 08: Respostas dos estudantes para as questões tipo Likert da dimensão “Curso”.

Das três características que compõem esta dimensão, começaremos pela “Motivacional” e em seguida “Utilidade” e “Execução”. Ao examinarmos os resultados das questões 28, 30 e 32,

que versam sobre o caráter motivacional da disciplina, ou seja, do interesse e curiosidade que desperta nos estudantes, vemos nitidamente uma falta de interesse predominante dos alunos. Embora possa ser considerado natural, um pequeno desinteresse, uma vez que são estudantes de ciências Biológicas e não de Física, uma falta de interesse e afeição acentuada, pode ser uma grave falha da disciplina. É fundamental que a escola, inclusive a universidade, mantenha seus estudantes curiosos, motivados e interessados por seus objetos de estudo. Um professor sem afeição por aquilo que ensina, terá muita dificuldade em sua profissão.

Outro dado interessante a respeito destas questões são seus índices de correlação. Ao calcularmos o índice de correlação Pearson para os pares de questões 28-30; 28-32 e 30-32; obtivemos respectivamente os valores -0,66; -0,18 e 0,54. Valores positivos indicam que os respondentes tendem a dar respostas parecidas para as duas questões (concorda com a primeira e concorda com a segunda, ou discorda da primeira e discorda da segunda). Já os valores negativos indicam o inverso, as respostas são contrárias para as questões consideradas. Quando analisamos estes índices, percebemos algumas surpresas nas opiniões dos estudantes. A princípio poderíamos esperar encontrar um valor positivo para a correlação entre as perguntas 28 e 30, no entanto, e o que observamos é justamente o contrário, os valores obtidos são negativos. O mesmo fenômeno ocorre entre as questões 28 e 32.

Outra forma de observar este fenômeno é olhar diretamente para as respostas dos estudantes (tabela 8). Se observarmos somente aqueles que concordam de forma plena (4 na escala numérica) com a questão 28, normalmente discordam plenamente (1 na escala numérica) com a questão 30. Isto significa que aqueles estudantes que tiveram suas opiniões e impressões a respeito da Física mudadas, não querem continuar estudando-a, ou seja, tiveram suas opiniões mudadas para pior!

Por outro lado se observarmos somente aqueles que concordam de forma plena com a questão 30, normalmente discordam plenamente da questão 28. Isto significa os estudantes que ainda apresentam interesse pela Física, não tiveram estas opiniões alteradas pelo curso, ou seja, já gostavam da Física antes de cursarem a disciplina, e esta, praticamente não os estimulou a gostar ainda mais desta ciência! Uma interpretação semelhante pode ser dada para a falta de correlação entre as questões 28 e 32.

Na prática a disciplina "Física para Biologia" tem como uma das principais finalidades promover ojeriza dos estudantes em relação a Física. Visto isso, não restam dúvidas que a disciplina no formato atual apresenta deficiências gravíssimas, desviando-se por completo de seu propósito inicial.

Outro resultado preocupante é o referente à característica Utilidade (questões 27 e 29), que visam avaliar a importância da disciplina na formação dos alunos. De um modo geral, os estudantes consideram a disciplina pouco útil para sua formação e para sua atuação como professores de ciências.

Além disso, os alunos também apontam que o modo como a disciplina é executada (ministrada) não é adequado. O resultado das questões 31 e 33, que avaliam esta característica, indicam que as condições oferecidas pela universidade para o andamento das aulas, e a falta de laboratório didático, comprometem a qualidade do curso ministrado. Vale a pena ressaltar que o exercício de atividades práticas, em todas as áreas, ao longo de todo curso de graduação, é uma recomendação clara das diretrizes nacionais para formação de professores da educação básica.

De uma forma geral, embora o resultado do índice de consistência interna para as perguntas da dimensão "curso" não seja satisfatório, podemos concluir, analisando separadamente o resultado de cada questão e sua relação com as demais, que dentre as dimensões estudadas, o curso foi a pior avaliada pelos estudantes da

disciplina. Portanto alterações neste segmento do curso são bem vindas para que possamos corrigir suas deficiências mais evidentes.

Conforme mencionado anteriormente, a metodologia de análise e interpretação dos dados obtidos com as perguntas abertas foi diferente. Procuramos classificar e reunir as respostas que abordavam temas parecidos em uma mesma categoria, e depois contamos quantas repostas havia em cada categoria. Este número nos dá a frequência com que um tema foi citado na resposta dos estudantes, e conseqüentemente sua importância. A tabela 9 a seguir foi construída a partir da tabela 7, e mostra, da esquerda para direita, as diferentes categorias de classificação, suas respectivas frequências de citações e a identificação estudante que realizou o comentário, para as questões 13 e 35.

Questão 13 – Temas abordados no discurso	Frequência de citações	Resposta do(s) aluno(s)	Questão 35 – Temas abordados no discurso.	Frequência de citações.	Resposta do(s) aluno(s)
Elogio	2	3 e 7	Elogio	1	7
Falta de objetividade do professor.	3	12, 13 e 15	Falta de objetividade do professor.	1	12
Formulação e correção de provas.	2	1 e 6	Física para ciências	1	8
Exercícios propostos	1	8	Exercícios propostos	1	16
Associação dos temas da Física com os da Biologia.	1	11	Associação dos temas da Física com os da Biologia.	3	9,5 e 12
Outros	1	16	Outros	2	1 e 13

Tabela 09: Temas abordados nos comentários e sua frequência de citações.

Coincidentemente as categorias escolhidas para classificar as respostas das questões 13 e 35 são quase todas iguais. Isto ocorreu devido à similaridade dos temas abordados nas respostas e não configura uma regra do método de análise.

Nas questões abertas os estudantes puderam expor suas opiniões de forma livre, sem restrições, podendo inclusive chamar atenção para temas não abordados nas questões tipo Likert ou

múltipla escolha. Em seus discursos notamos dois pontos de destaque: Falta de integração dos conteúdos da Física com a Biologia e Falta de objetividade do professor na exposição dos temas estudados.

Apesar de se tratar de um curso de licenciatura em ciências biológicas, a queixa mais comum dos estudantes é a falta de aplicação ou correlação entre os assuntos abordados na Física com os da Biologia. Apenas um estudante citou a ausência de uma abordagem da Física voltada para as ciências do ensino fundamental como uma deficiência do curso. De qualquer forma esta relação mais íntima entre Física, Biologia e as ciências do ensino fundamental deve ser valorizada e cultivada a fim de atender as necessidades dos graduandos.

A solução desta deficiência do curso esbarra em outro problema associado: a formação do docente da disciplina. Na grande maioria das vezes os docentes têm suas formações em Física pura, com graduação e pós-graduação e experiência em pesquisa concentrada nos aspectos teóricos, matemáticos e formais desta ciência, e não raramente, estão distantes de suas aplicações na Biologia e das metodologias e estratégias de ensino voltadas para o ensino fundamental. Evidentemente espera-se que um bom professor esteja em constante atualização e agregando novos conhecimentos e valores para aprimorar suas funções, no entanto, algumas vezes isso pode não ocorrer da forma desejada. Talvez um Físico com pós-graduação voltada para esta área e com experiência em pesquisa em ensino possa atender de forma mais satisfatória as necessidades do curso.

O segundo ponto a ser analisado é a falta de objetividade, por parte do professor, na exposição dos conteúdos da Física. Observando atentamente o discurso dos estudantes podemos dividir esta problemática em duas partes: Necessidade de aprofundamento

dos conteúdos e desenvolvimento das aulas centradas no professor e não nos alunos. Analisaremos a seguir cada uma separadamente.

Tratando-se de um curso de nível superior, com objetivo de formar professores capazes de ensinar ciências em nível fundamental, natural que a disciplina aborde os conteúdos físicos com profundidade, demonstrando sempre que possível os teoremas da teoria, e exigindo dos estudantes uma postura mais reflexiva e menos mecânica. A disciplina não pode, de forma alguma, ter uma metodologia excessivamente prática, estilo pré-vestibular, como parece sugerir alguns estudantes (Resposta do aluno 15).

Outro aspecto é a estratégia até então utilizada, equivocadamente, pelo professor de centralizar a aula em si, ou seja, manter-se a maior parte do tempo falando e os estudantes escutando. Esta abordagem torna o estudante um personagem coadjuvante no processo de ensino aprendizagem e o não principal como deveria ser [Moreira, 2010]. Este aspecto é reconhecido como mais uma falha no modelo atual da disciplina. Uma estratégia de aula que ponha os estudantes em uma postura ativa, produtiva, participativa e que estimule sua interação com os colegas aproveitando melhor seu tempo de permanência em classe, pode ser um grande avanço na qualidade do ensino oferecido.

De uma forma geral o questionário de avaliação da disciplina mostrou-se uma ferramenta excepcional para obtenção do “*feedback*” dos estudantes do curso. Raramente o docente tem a oportunidade de ter seu trabalho avaliado de forma abrangente por seus alunos e, assim sendo, uma avaliação deste tipo realizada periodicamente deveria ser rotina no trabalho do professor preocupado com a qualidade de seu trabalho. Este retorno funciona como uma bússola de orientação para a realização de ajustes ou reestruturação mais profunda das aulas ministradas. Neste trabalho de pesquisa este instrumento diagnóstico foi indispensável.

De posse dos dados do VII censo dos alunos de graduação da UERJ, que apontam características gerais de praticamente todos alunos matriculados no curso de ciências Biológicas da FFP em 2010, e também do resultado do questionário respondidos pelos alunos da disciplina “Física para Biologia” concluintes do primeiro semestre de 2011, esperamos ter coletado dados e informações fundamentais para nortear e justificar possíveis alterações na estrutura da disciplina oferecida.

3.1.2 Ponto de vista dos docentes da Área.

Nesta subseção serão expostos os dados obtidos do levantamento de requisitos realizado junto aos docentes da área de ciências biológicas, bem como o instrumento e a metodologia utilizada.

Os docentes da área são compostos por dois grupos de professores. Os que atuam como professores de ciências em escolas de ensino fundamental, e os que atuam em universidades públicas do estado do Rio de Janeiro, ministrando disciplinas de Biologia ou Educação para alunos do curso de licenciatura em ciências Biológicas.

O instrumento utilizado para a realização do levantamento de requisitos junto aos dois grupos foi o mesmo, uma entrevista semi estruturada. As perguntas que compunham a entrevista foram concebidas previamente, de modo que todas entrevistas foram realizadas utilizando-se as mesmas perguntas base. Por outro lado, sempre que houve necessidade, o entrevistador ou o entrevistado estiveram livres para fazer perguntas ou comentários de improviso, conforme o encaminhar da conversa. Assim sendo, cada entrevista teve um tempo de duração diferente, embora parecidos, em torno de uma hora. Todas foram registradas por meio de anotações e gravadas em áudio para análise posterior.

A metodologia para seleção dos professores a serem entrevistados foi diferente dependendo do grupo. Os professores que atuam no ensino superior foram recomendados por meio de indicações, ou seja, um entrevistado indicava o próximo. Já os professores que atuam em turmas do ensino fundamental, foram em grande maioria, colegas de trabalho, ou seja, professores de ciências das escolas em que atuo como docente no ensino médio.

Embora o processo de seleção tenha sido diferente, a dificuldade em recrutar professores para as entrevistas foi grande nos dois grupos, especialmente no grupo dos professores universitários. O contato com os professores sempre era realizado por e-mail, e muitas vezes não obtive respostas. Em outros casos o convite era aceito, mas nunca havia horário disponível para as entrevistas. Esta dificuldade provocou atraso no cronograma da pesquisa e limitou o número de entrevistas que planejava realizar. A carta enviada por e-mail aos professores explicando os motivos do contato, o objetivo da entrevista, e o convite para participar pode ser encontrada no apêndice II.

No final desta etapa da pesquisa foram realizadas 12 entrevistas, 8 com professores do ensino fundamental e 4 do ensino superior. Felizmente, contrapondo a dificuldade ora citada, os professores participantes foram muito atenciosos, solidários aos objetivos do estudo e contribuíram intensamente, mesmo que indiretamente, na construção do novo modelo da disciplina.

As perguntas que nortearam o desenvolvimento da entrevista abordavam quatro pontos principais: A importância da disciplina "Física para Biologia" no curso de licenciatura em ciências Biológicas; Competências, habilidades e conteúdos indispensáveis ao curso; modelo de avaliação adequado à disciplina, e uso das tecnologias da informação aplicadas ao ensino. A seguir é mostrado as perguntas base que compuseram o roteiro das entrevistas.

Roteiro da Entrevista

Tema: Levantamento de requisitos para reestruturação da disciplina “Física para Biologia”

Instituição: _____ Data: _____ Nº da Entrevista: _____

Professor(a): _____

Ação	Hora	Observação
Início		
Por favor, comente cada uma das utilidades/finalidades da disciplina “Física para Biologia” no curso de licenciatura em Ciências Biológicas, listadas abaixo: 1. Dar fundamentação e suporte teórico a outras disciplinas. (Ex Biofísica). 2. Dar subsídios ao futuro professor para que ele possa ensinar ciências no nível fundamental. 3. Contribuir para que o estudante desenvolva uma visão mais plural e diversificada da natureza e dos métodos		
Você gostaria de acrescentar outras finalidades?		
Você gostaria de ordená-las em ordem de importância (as listadas e as eventualmente sugeridas)?		
Término		

Características do Alunado

Estas propostas inovadoras serão testadas por mim em uma turma piloto no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Faculdade de Formação de Professores – FFP da Universidade do Estado do Rio de Janeiro em São Gonçalo. Este universo de alunos além de possuir algumas das peculiaridades típicas dos demais estudantes de Biologia, possui também condições e características socio-econômicas muito específicas conforme descrito pelo VII Censo dos Alunos de Graduação da UERJ.

O público é predominantemente feminino e jovem (menos de 30 anos). A maior parte trabalha ou faz estágio, possui computador em casa e acessa a internet no próprio lar. Mais da metade dos pais dos estudantes não possui ensino superior e mais da metade dos estudantes estudaram em escolas particulares no ensino fundamental e médio. Cerca de 17% dos estudantes foram reprovados mais de duas vezes na mesma disciplina, e a mais difícil apontada pelos estudantes é “Matemática para Biologia” (28,5%) seguida por “Física para Biologia” (13,6). Pensando no perfil de alunado descrito acima e nas finalidades da disciplina que você considera mais importante, na sua opinião:

Ação	Hora	Observação
------	------	------------

Início		
Quais competências e habilidades os alunos deverão ter desenvolvido ao final da disciplina?		
Quais são os conteúdos que <u>não</u> deverão deixar de ser aprendidos?		
Suas respostas seriam diferentes caso a disciplina fosse ministrada somente para o Bacharelado em Biologia?		
Término		

Ação	Hora	Observação
Início		
De que forma as tecnologias da informação aplicadas a educação podem contribuir para o andamento do curso?		
Como você avalia o desempenho escolar dos seus alunos?		
Como você gostaria de avaliar seus alunos se as condições fossem outras?		
E quais condições você considera?		
Término		

O processo de realização das entrevistas demorou cerca de dois meses e meio. Foi obtido mais de treze horas de áudio e diversas anotações sobre as conversas. Este material foi posteriormente analisado e sintetizado em algumas conclusões finais.

A metodologia de análise do conteúdo das entrevistas teve como base os procedimentos desenvolvidos Bardin [12]. Este método consiste basicamente em quatro etapas fundamentais:

1. Organizar o material a ser analisado, no caso o áudio das entrevistas, e separar para cada um deles uma ficha de anotações, (um pedaço de papel) onde serão anotadas as unidades de registro de cada entrevista.
2. Ouvir todas as entrevistas, anotando em suas respectivas fichas, as unidades de registro de cada uma. Unidades de registro são palavras, conjunto de palavras, frases, siglas,

objetos, personagens etc. que identifiquem, no material analisado, uma ideia, proposta, crítica, ou qualquer outro ponto de destaque do discurso em estudo. É comum encontrar trabalhos de pesquisa, que fazem uso da análise de conteúdo, a organização das unidades de registro na forma de Temas. Ao contrário da unidade de registro comum, que pode ser classificada, ou seja, diferenciada de outra, quanto sua natureza gramatical (substantivo, adjetivo, verbo etc.), um Tema somente pode ser classificado quanto seu significado semântico, ou seja, o que define e diferencia um tema de outro, somente pode ser seu significado, a ideia ou sentido que ele exprime. Neste trabalho de pesquisa, utilizamos temas como unidade de registro.

3. Classificação das diferentes unidades de registro em Categorias. Categoria é um conjunto de unidades de registro, que formam, juntos, um grupo com mesmo significado semântico. Assim sendo, tenta-se reunir diferentes unidades de registro, de diferentes entrevistas, em um conjunto com mesmo significado. Existem dois tipos de categorias, a definida *a priori*, ou seja, definida pelo pesquisador antes da análise do material, tomando como base os interesses de sua pesquisa e ou referencial teórico utilizado. E a definida *a posteriori*, que são aquelas em que o pesquisador define as categorias durante o processo de análise do material em estudo. Para a análise do conteúdo das entrevistas desta pesquisa, foram utilizadas categorias definidas *a posteriori*. Outros aspectos muito importantes nesta etapa são: i) Classificar todas as unidades de registro, mesmo que para isso seja necessário criar categorias com nome "outros" ou "sobra". ii) As categorias devem ser mutuamente exclusivas, ou seja, deve-se evitar ao máximo interseção de conteúdos ou significados entre elas. Estas recomendações são importantes para não comprometer a

fidedignidade dos resultados. A realização desta etapa (etapa 3) normalmente é trabalhosa, muitas vezes é necessário, desmembrar ou fundir categorias, construindo, reconstruindo e ajustando-as até que o trabalho torne-se satisfatório.

4. Contagem de citação de categorias. Após a realização de todas as etapas anteriores, contam-se quantas unidades de registro há em cada categoria. Este número nos mostra quantas vezes aquela categoria foi citada no discurso dos entrevistados, e revela, ainda que de forma indireta, a importância dada por eles a este tema. Com isso podemos fazer uma grande síntese dos temas mais importantes apontados pelos entrevistados.

A realização destes procedimentos na análise do áudio das entrevistas, resultou na organização de 43 unidades de registro em 7 categorias. A tabela 9, a seguir, exhibe as diferentes categorias, os assuntos abordados em cada uma e a frequência de citações.

Categoria	Assuntos abordados nas unidades de registro	Frequência de citações
Estrutura, organização e metodologia da Disciplina.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar uma disciplina de Física para Biologia composta de duas vertentes principais: “Física para cientistas” aplicada a sistemas biológicos, e “Física para professores de ciências” Temas de Física e suas didáticas específicas voltadas para o ensino fundamental. • Abordagem de ensino que integre a Física as outras áreas da ciência (Biologia, Química etc.) • Introduzir os conceitos Físicos por meio de uma abordagem experimental e conceitual, e valorizar esta abordagem em detrimento da puramente matemática. 	8
Competências, habilidades e conteúdo.	<ul style="list-style-type: none"> • O estudante da disciplina deve ser capaz de obter, representar e analisar dados. • Estudo de tópicos da Física Moderna (Física Quântica). • Compreensão do princípio de conservação da energia (1ª lei da Termodinâmica). • O estudante da disciplina deve ser capaz de observar e reconhecer fenômenos naturais no cotidiano. 	7
Atividades experimentais.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar experimentos propostos pelo professor. Seja demonstrativo ou com tomada de dados. • Montar experimentos didáticos para uso posterior no 	8

	<p>ensino fundamental.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparar e debater com os colegas, roteiros de aplicação e métodos de utilização dos experimentos desenvolvidos. 	
Atividades de reflexão da ciência.	<ul style="list-style-type: none"> • Refletir a ciência, aspectos epistemológicos e evolução histórica dos conceitos. • Observar e investigar situações e/ou fenômenos que fogem os paradigmas vigentes da ciência. 	2
Postura ativa do estudante no processo de ensino aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da disciplina, ou parte dela, realizada por meio de portfólio, ou seja, o estudante deve apresentar ao final do curso um conjunto de atividades produzidas por ele (projetos aula, experimentos didáticos, jogos educativos, vídeo aula, etc.) • Corrigir as avaliações e solicitar que o estudante as refaça corrigindo seus erros. • Avaliação investigativa. Propor um problema prático, ou concreto (experimental), e solicitar que o estudante o resolva, identificando grandezas relevantes, regularidades, padrões de comportamento, formulando hipóteses, testando-as, confirmando-as ou refutando-as, conforme cada caso. 	8
Reflexão e prática docente.	<ul style="list-style-type: none"> • Refletir a prática docente e debater estratégias para o ensino de ciências. • Ser capaz de montar um planejamento de ensino integrado (Física + Biologia + Química). • Elaborar e apresentar projetos aula, debatê-los com os colegas e aprimora-los quando for o caso. • Conhecer e utilizar recursos das TIC aplicadas ao ensino de ciências (vídeos, simulações, ambientes virtuais de ensino etc.). 	7
Outros.	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos da licenciatura em Física devem cursar a disciplina “Física para Biologia” ou “Física para professores de ciências”. • Não há a necessidade de prova escrita na disciplina “Física para Biologia”. • Necessidade de um suporte social extraclasse (psicopedagogo etc.). 	3

Tabela 09: Síntese da análise do discurso das entrevistas.

Este método de análise de conteúdo é capaz extrair, organizar, ranquear e sintetizar as informações, ideias e sugestões apontadas pelo conjunto de professores entrevistados. Portanto apresenta-se como uma ferramenta poderosa, e de ótimo rigor metodológico para análise de conteúdos de materiais extensos e complexos [12].

A análise e organização das informações obtidas, a partir das entrevistas, através deste método, permitem verificar quais aspectos

do conteúdo, metodologia de ensino, estrutura e organização do curso etc. são considerados mais importantes pelos profissionais da área pesquisados. Com isso esperamos ter um bom retrato das sugestões e reivindicações dos professores da área para melhoria de sua formação no que diz respeito às ciências Físicas.

Uma atenta observação da tabela 9 nos permite visualizar de forma clara os aspectos considerados fundamentais pelos professores pesquisados: postura ativa e participativa dos estudantes; o modo de organização, estruturação e metodologia de execução do curso; reflexão e o exercício da prática docente, a importância das atividades experimentais no decorrer do curso e o desenvolvimento da habilidade de coletar, organizar e interpretar dados, bem como a compreensão do princípio da conservação da energia.

Assim como ocorreu com os dados obtidos por meio do questionário on-line aplicado aos alunos estes, obtidos por meio das entrevistas, nos fornecem informações fundamentais para nortear, justificar e corroborar possíveis alterações na estrutura da disciplina oferecida.

3.1.3 Ponto de vista do docente da disciplina.

Nesta seção será descrito as opiniões e impressões do professor, a respeito do curso atualmente ministrado (Física para Biologia - FFP). Com isso esperamos concluir a etapa de levantamento de requisitos. Acreditamos que as contribuições dadas pelo docente pode contribuir para uma reestruturação da disciplina, assim como a opinião e sugestões dos docentes da área e alunos do curso.

Como mencionado no capítulo 1, no ano de 2010 fui contratado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, para ministrar aulas de Física na disciplina "Física para Biologia" do curso de Licenciatura em ciências Biológicas, da Faculdade de Formação de Professores –

FFP, no município de São Gonçalo - RJ. No ano seguinte também tive a oportunidade de ensinar Física a alunos de licenciatura em Matemática e Ciências Biológicas do consórcio das universidades públicas do estado do Rio de Janeiro CEDERJ.

Neste período tive contato com dois modelos diferentes de curso de Física, um projetado pelo departamento de Física da UERJ, para atender especificamente o curso de Ciências Biológicas "Física para Biologia", e outro desenvolvido por professores do CEDERJ para servir como disciplina de introdução a Física, cujo nome era "Introdução às ciências Físicas" (ICF). Esta disciplina era dividida em duas ICF 1 e ICF 2, e era oferecida a alunos de graduação em Ciências Biológicas, mas também Matemática, Química e Física.

A princípio a poderíamos imaginar que o curso oferecido pela UERJ, pensado para atender especificamente o curso de ciências biológicas, seria o mais adequado. No entanto, não foi isso que observei na prática.

A disciplina ministrada na FFP foi elaborada nos mesmos moldes das oferecidas aos cursos de engenharia, inclusive com a mesma bibliografia sugerida. As diferenças são: carga horária (menor e toda concentrada em um semestre), maior quantidade de conteúdos e ausência completa de atividades em laboratório. Além disso, não é previsto espaço ou momento para discussões relacionadas ao ensino da Física e sua importância nas ciências do ensino fundamental. A ementa completa da disciplina "Física para Biologia" oferecida na FFP pode ser encontrada no anexo I.

Já a disciplina oferecida pelo CEDERJ, apesar de ser planejada e oferecida a cursos de graduação semipresenciais, possui: maior carga horária e dividida ao longo de dois semestres (ICF1 e ICF2), diversas atividades práticas em laboratório (que exigem dos estudantes tomada, organização e análise de dados além de uma postura ativa e investigativa), livro texto próprio e material didático de apoio (Vídeo aula, simulações, ambiente virtual de ensino etc.).

Na prática os alunos do curso semipresencial tem oportunidade ver a Física de uma forma mais abrangente, tanto com relação a quantidade de conteúdos, quanto a forma de pensa-los e compreende-los. Enquanto que os alunos do curso presencial são expostos a uma Física essencialmente teórica, rígida e livresca.

Vivendo estas realidades distintas simultaneamente, é difícil não perceber a fragilidade dos cursos de Física oferecidos aos futuros professores de ciências. A partir de então me dediquei a refletir sobre esta questão, tentando identificar, no curso, quais aspectos deveriam ser modificados. Em síntese eles não diferem muito dos já apresentados pelos alunos e docentes da área: Realização de atividades experimentais (Proposta pelo professor e também realizada e desenvolvida pelos próprios alunos); buscar uma metodologia de ensino centrada no aluno, ou seja, que o mantenha sempre ativo, participativo, expondo e compartilhando suas ideias; debater, refletir e praticar a atividade docente realizando trabalhos práticos e projetos aula; valorizar a fenomenologia e os aspectos conceituais da Física entre outros.

Como implementar estas mudanças e de que forma reorganizar a disciplina são assuntos que serão abordados na próxima seção. Por ora, gostaríamos de destacar a importância da consulta as partes envolvidas (estudantes e docentes da área) para reestruturar o curso oferecido. Qualquer iniciativa a fim de modificar a formação oferecida aos licenciandos causará impacto direto em suas vidas e, portanto, seria prudente levar em conta suas opiniões e sugestões, assim como de professores experientes da área, como os que atuam em turmas de ensino fundamental e professores formadores. Assim esperamos ter recolhido uma boa amostra de pontos de vista, visões a respeito da educação e sugestões para elaborar melhorias no curso oferecido.

3.2 Detalhamento da proposta do novo curso.

Após o extenso processo de levantamento de requisitos, análise e interpretação dos dados e conclusões, é hora de construir um plano concreto de mudança, uma série de modificações reais a serem introduzidas no curso que possibilitem trazer as mudanças esperadas, reduzindo assim, a enorme distância que há entre o pretendido e o realizado no decorrer das aulas.

Estas mudanças foram planejadas, como já mencionado, baseadas nas opiniões e sugestões dos estudantes, docentes da área e na experiência do docente da disciplina, respeitando sempre as exigências legais e os limites impostos pela estrutura e organização interna da instituição FFP.

Vale ressaltar que evidentemente não somos os primeiros a nos preocupar com este tema, e é certo que diversas iniciativas já vem sendo tomadas por alguns professores de instituições de ensino superior para minimizar os problemas apontados. No entanto, até onde podemos perceber com o avançar desta pesquisa, estas medidas são pontuais, isoladas e momentâneas. Existem apenas enquanto estes professores se mantêm a frente da disciplina que ministram e não representam uma mudança institucional, documentada e estabelecida. Desta forma a pesquisa e consulta a estas iniciativas fica prejudicada e não foi contemplada neste trabalho, onde, conforme já mencionado, nos concentramos na análise dos aspectos legais e institucionais.

Para tentar reverter o cenário descrito na subseção anterior, planejamos mudanças em diversos segmentos do processo educacional. Como descreve Marco Antônio Moreira em seu artigo sobre o ensino centrado no aluno [13] "*Um evento educativo sempre envolve professor (ensino), conhecimento (currículo), aluno (aprendizagem) em um meio social (contexto)*". Acreditamos que os eventos educativos promovidos pelo curso atual (que deveria levar os

alunos a uma aprendizagem significativa) são pobres, e não cumprem sua proposta. Assim sendo, nossa estratégia de solução para o presente problema visa modificar cada uma das componentes (ensino, currículo, aprendizagem e contexto) dos eventos educativos propostos nas aulas. Desta forma descreveremos estas modificações separadamente a seguir.

3.2.1 Organização, planejamento e objetivos

Começaremos por refletir e reelaborar os objetivos da disciplina, bem como sua estrutura e modo de organização. Aqui definiremos o currículo da disciplina, identificando as competências, habilidades e conteúdos considerados importantes, e também um modo de organizar e articular este corpo de conhecimento de uma forma lógica, coerente e didática.

Nosso ponto de partida para a elaboração do currículo foi a identificação das competências e habilidades (C&H) consideradas importantes de serem desenvolvidas pelos estudantes no decorrer da disciplina. Consideramos este, um dos pontos cruciais na reestruturação do curso. Procuramos romper com o modelo tradicional de definição do currículo, onde os conteúdos eram selecionados diretamente do corpo de conhecimento (muitas vezes “pescados” do índice do livro texto escolhido), esperando que estes, formassem algum significado e utilidade para os estudantes. Nossa estratégia escolheu um caminho inverso, na qual identificamos as C&H importantes de serem desenvolvidas e, a seguir, as associamos ao corpo de conhecimento Físico formando uma cadeia conceitual capaz de conectar os objetivos mais abstratos (C&H) aos mais concretos (Conteúdos).

3.2.1.1. Identificação das Competências e Habilidades pertinentes

Para identificar quais C&H eram pertinentes ao curso, colocamos uma pergunta específica para este fim nas entrevistas com os docentes da área, onde eram solicitados a identificarem e descreverem estas C&H segundo suas visões como professores experientes. No entanto, a medida que as entrevistas eram realizadas, ficou claro que a resposta não era óbvia para os profissionais da área de ciências Biológicas (aliás nem para os da área de Física!). Muito dos entrevistados não souberam responder, enquanto outros deram apenas tímidas sugestões.

De qualquer forma, apesar de não obter resposta direta, esta pergunta nos mostrou como a definição dos objetivos do curso é difícil, sobretudo, quando este se encontra transversal a duas áreas do conhecimento. Mesmo consultando professores experientes da área, tanto do nível superior como do fundamental, a dificuldade ou a falta de prática, em pensar um modelo de disciplina com características interdisciplinares é evidente.

Então, para identificar as C&H adequadas a “Física para Biologia” tomamos como base as descritas no PCN+ Física [14], que embora tenha sido desenvolvida para o ensino médio, constituiu um importante ponto de partida para este trabalho. As outras influências para a elaboração deste inventário de C&H foram: a experiência do docente da disciplina, de colegas professores de Física, dos docentes da área (ainda que de forma indireta), modelo de disciplinas equivalentes de outras instituições de ensino superior, as sugestões dos estudantes e, evidentemente, a legislação sobre o tema (Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas; Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica).

Além de identificar as C&H, procuramos criar uma cadeia conceitual com a estrutura: Competência => Habilidade => Conteúdo de Física => Rubrica => Atividades, capaz de organizar e associar todas as etapas do planejamento da disciplina. Nesta sequência, a

rubrica descreve todos os “subtópicos” do conteúdo que devem ser ensinados com o propósito atender os objetivos gerais estabelecidos por meio do inventário de C&H listados. E as “atividades” são um conjunto de exercícios (em sua maioria exercícios de Física), selecionados ou elaborados, e catalogados em um banco de dados, com o intuito de fazer os estudantes praticarem cada uma das rubricas listadas.

Com isso esperamos montar um plano de curso completo, capaz de organizar e relacionar todos seus objetivos, desde os mais gerais e abstratos, que norteiam o desenrolar da disciplina (C&H), até os mais específicos e concretos como os exercícios praticados pelos alunos.

3.2.1.2. Matriz de referência do curso

Esta cadeia conceitual foi sintetizada e organizada em forma de tabela, a “Matriz de referência do curso”. Esta matriz é composta por: um inventário de Competências e Habilidades (colunas 1 e 2), da relação de conteúdos da Física a serem aprendidos (coluna 3), do detalhamento de como estes conteúdos devem ser abordados nas aulas rubricas/descriptores (coluna 4), e da coleção de atividades para o exercício das rubricas (coluna 5).

Na matriz as siglas Ci, D, E e etc. identificam os conteúdos da física a serem trabalhados (Cinemática, Dinâmica, Eletricidade etc.). Já os símbolos alfanuméricos contidos na coluna 5 identificam, no banco de dados, as atividades associadas às rubricas: o número identifica a atividade no banco de dados e as letras “c”, “n” e “m” descrevem respectivamente o caráter do exercício (conceitual, numérico, ou misto). A matriz do curso pode ser visualizada a seguir na tabela 10.

Competências	Habilidades	Conteúdos em Física	Rubrica	Atividades
REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO (C1)	SÍMBOLOS E CÓDIGOS (C1H1) Ler e escrever informações representadas por meio de códigos e símbolos próprios do meio físico.	Ci,D,E,EL,M,Cir,Op,O.	<u>Compreender a representação e saber representar por meio de desenhos, esquemas, diagramas, mapas conceituais e etc:</u>	3c, 4c, 6m,
			<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de coordenadas (referencial) para a descrição do movimento. [C1H1R1Ci] 	21m, 23m, 24c, 36n, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 46n, 47c, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m, 77n,
			<ul style="list-style-type: none"> • Forças que agem sobre um corpo. [C1H1R2D] 	43c, 84c,
			<ul style="list-style-type: none"> • A distribuição de cargas elétricas em um corpo. [C1H1R3E] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Linhas de campo elétrico, bem como o vetor campo elétrico em cada ponto do espaço. [C1H1R4M] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Componentes elétricos e suas conexões em um circuito. [C1H1R1Cir] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Polos magnéticos de um ímã, linhas de campo magnético bem como o vetor campo magnético em cada ponto do espaço. [C1H1R5M] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Raio de luz, sua reflexão e refração, espelhos, lentes e suas associações. [C1H1R6Op] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Ondas, frente de ondas, ondas estacionárias, reflexão, refração, difração e interferência. [C1H1R7O] 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Processos ou transformações, ocorridos em uma experiência ou fenômeno físico cotidiano[C1H1R8Geral] 			
	UNIDADES DE MEDIDA (C1H2) Identificar e distinguir uma grandeza física de outra, sabendo expressa-la por meio de unidades de medida conveniente, interpretando seu significado físico.	Ci,D,E,EL,Ci r,C.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e distinguir unidades como m, s, m/s e m/s² interpretando seus significados físicos. [C1H2R1Ci] 	1c, 2c, 3c, 4c, 5m, 6m, 7c, 8c, 9c, 10n, 11n, 12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 33c, 45c,
			<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir entre massa e peso, sabendo expressar seus valores em unidades corretas como Kg e N. [C1H2R2D] 	36n, 37n, 39n, 40n, 41c, 44c, 47c,
			<ul style="list-style-type: none"> • Saber expressar a energia em suas unidades de medida usuais: J, Cal, kWh, ev. [C1H2R3E] 	58m, 59m, 63c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78n,
<ul style="list-style-type: none"> • Saber expressar a potência em suas unidades de medida usuais: W, kW, Btu/h, HP. [C1H2R4E] 			77n, 79n, 81n,	

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO (C2)			<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e interpretar o significado físico de unidades como C, V, A, Kwh, Ah, Ω além de distinguir entre uma grandeza e outra. [C1H2R5Cir] • Distinguir entre calor, temperatura e energia interna. Expressar seus valores em unidades convenientes como Cal, °C. K e J. [C1H2R6C] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Organizar dados na forma de tabelas e confeccionar gráficos. [C1H3R1Geral] 	4c, 6m, 9c, 14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n,
	<p>COMUNICAÇÃO EM LINGUAGEM MATEMÁTICA E DISCURSIVA (C1H3)</p> <p>Comunicar conceitos e ideias físicas, de forma sucinta e clara, utilizando, discriminando e traduzindo adequadamente as linguagens matemática e discursiva entre si.</p>	Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e saber expressar grandezas vetoriais em sua representação geométrica. [C1H3R2D] 	13c, 24c, 29c, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 48n, 50m, 51m, 52m,
			<ul style="list-style-type: none"> • Saber representar geometricamente as componentes de um vetor, bem como a resultante de dois ou mais vetores. [C1H3R3D] 	29c, 38c, 39n, 40n, 44n, 48n,
			<ul style="list-style-type: none"> • Saber descrever processos e/ou transformações, por meio de diagramas, esquemas, desenhos ou textos. [C1H3R4Geral] 	34c, 67c
	<p>MEDIÇÕES (C2H1)</p> <p>Utilizar instrumentos de medição e cálculo.</p>	Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Saber manusear instrumentos de medidas usuais (Paquímetro, Termômetro, Multímetro, Cronômetro, Balança e etc.) [C2H1R1Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Fazer medidas e compreender o conceito de incerteza experimental. [C2H1R2Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conceito de erro propagado e saber estima-lo. [C2H1R3Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Compreender distinguir os conceitos de precisão e acurácia. [C2H1R4Geral] 	
<ul style="list-style-type: none"> • Saber operar os instrumentos de medida em sua escala de trabalho correta. [C2H1R5Geral] 				
<ul style="list-style-type: none"> • Saber operar planilhas de cálculo e programas para confecção de gráficos para execução de tarefas acadêmicas e científicas. [C2H1R6Geral] 				
		<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conceito físico de inércia, e reconhecer a massa como uma forma de medi-la. [C2H2R1D] 	24c, 27c, 28c, 37n, 49c, 50m, 51m, 52m,	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a lei da inércia e sua validade restrita a uma classe de referências (Ref. Inerciais) [C2H2R2D] • Nos movimentos, compreender a relação entre força resultante e aceleração. 	24c, 26c, 27c, 29c, 30c, 41c, 42c, 49c, 51m, 52m, 24c, 25c, 28c, 36n, 37n, 39n,	

	<p>IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS E PROCESSOS RELEVANTES (C2H2)</p> <p>Reconhecer em fenômenos naturais, grandezas e processos comuns do conhecimento científico, identificando regularidades, invariantes e transformações.</p>	<p>D,ML,E,T,C, Ci</p>	[C2H2R3D]	40n, 44c, 46n, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m,
			• Conhecer a lei da ação e reação. [C2H2R4D]	26c, 31c, 32c, 35c, 37n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m,
			• Identificar o momento linear e conhecer seu princípio de conservação. [C2H2R5ML]	
			• Identificar a grandeza energia, suas diversas faces, e conhecer seu princípio de conservação. [C2H2R6E]	53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 76n, 78n, 79n, 81n, 82c, 83c,
			• Saber descrever processos de transformação de energia, de fenômenos naturais ou experiências, por meio de diagramas. [C2H2R7E]	53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 76c, 77n, 78n, 79n, 80n, 82c, 83c,
			• Compreender a relação entre trabalho, calor e energia interna. [C2H2R8T]	58m, 59m, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 74n, 77n
			• Compreender e distinguir conceitos como energia interna, temperatura e calor. [C2H2R9C]	
			• Conhecer as formas de propagação de calor. [C2H2R10C]	85c,
			• Conhecer e identificar o fenômeno da dilatação em fenômenos naturais ou tecnológicos.	
			• Conhecer as diferentes fases da matéria, suas transformações, bem como os diagramas de fase.	
			• Compreender o conceito de umidade relativa do ar, e a formação das nuvens e nevoeiros.	
			• Identificar as cargas elétricas e suas propriedades. [C2H2R11EL]	43c,84c,85c,86c,87c,88,c,91c
			• Conhecer a lei de Coulomb [C2H2R12EL]	89c,90c,92c,93c
			• Conhecer os processos de eletrização. [C2H2R13EL]	43c,86c,87c,88c,91c,
			• Distinguir condutores e isolantes, macro e microscopicamente. [C2H2R14EL]	43c, 85c,86c,87c,88c,91c,
			• Compreender e distinguir conceitos como voltagem, corrente e resistência	

		elétrica. [C2H2R15Cir]	
		• Compreender e distinguir os conceitos de campo e potencial elétrico, e conhecer o efeito da blindagem eletrostática. [C2H2R16EL]	
		• Identificar as situações de risco de choque elétrico, e conhecer um pouco sobre a natureza e física dos raios. [C2H2R17EL]	
		• Conhecer o conceito de potência e sua relação com o consumo de energia. [C2H2R18Cir]	
		• Conhecer as ligações em série e paralelo em um circuito elétrico. [C2H2R19Cir]	
		• Compreender e distinguir velocidade de aceleração. [C2H2R20Ci]	12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 45c, 52m,
		• Conhecer os conceitos de pressão, viscosidade, tensão superficial e capilaridade. [C2H2R21F]	
		• Compreender a natureza do empuxo estático (princípio de Arquimedes) e dinâmico (Equação de Bernoulli) bem como suas aplicações. [C2H2R22F]	
		• Conhecer os conceitos de pólo magnético, campo e linhas de campo magnéticas. [C2H2R23M]	
		• Compreender o funcionamento da bússola e conhecer as características gerais do magnetismo terrestre. [C2H2R24M]	
		• Conhecer os efeitos magnéticos produzidos por uma corrente elétrica. Compreender o princípio de funcionamento do eletroímã. [C2H2R25M]	
		• Conhecer os efeitos das forças magnéticas sobre cargas em movimento. Compreender o fenômeno da aurora boreal. [C2H2R26M]	
		• Conhecer os efeitos das forças magnéticas sobre fios que conduzem corrente. Compreender o princípio de funcionamento de um motor elétrico. [C2H2R27M]	
		• Conhecer a lei da indução magnética e entender o princípio de funcionamento dos geradores elétricos. [C2H2R28M]	
		• Reconhecer o fenômeno ondulatório em situações do cotidiano e saber identificar a natureza da onda (mecânica ou eletromagnética) [C2H2R29On]	
	• Conhecer os parâmetros fundamentais da onda: frequência e comprimento de onda. [C2H2R30On]		

		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a fenomenologia básica das ondas: reflexão, refração, interferência, difração, polarização, espalhamento, efeito Doppler e ondas de choque. Compreender o padrão de cores em filmes finos, e o princípio de funcionamento do cinema 3D. [C2H2R31On] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. [C2H2R32LC] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os mecanismos da visão e um pouco da estrutura do olho humano, bem como algumas ilusões de óptica. [C2H2R33LC] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a teoria básica das cores, transmissão e reflexão seletiva, mistura de luzes e pigmentos coloridos. Compreender o princípio de funcionamento de uma impressora, e o sistema de cores RGB, e a coloração do Céu (céu azul, por-do-sol avermelhado, nuvens brancas). [C2H2R34LC] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer em fenômenos naturais ou em situações do cotidiano conceitos básicos da óptica geométrica: Raio de luz, espelhos, lentes, e instrumentos ópticos. [C2H2R35Op] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os fenômenos básicos da óptica geométrica: reflexão, e refração e dispersão da luz. [C2H2R36Op] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Compreender de forma simplificada o princípio de funcionamento da luneta, telescópio e microscópio. [C2H2R37Op] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar o som como fenômeno ondulatório. [C2H2R38Sm] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar altura e timbre. [C2H2R39Sm] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as escalas musicais. [C2H2R40Sm] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e caracterizar os raios X, α, β, γ como formas de radiação. [C2H2R41Ra] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os decaimentos α, β, γ. [C2H2R42Ra] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a relação entre Núcleo atômico, meia vida e transmutação de elementos. [C2H2R43Ra] 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer principais aplicações da radioatividade, Irradiação nos alimentos, traçadores radioativos, datação radiológica. [C2H2R44Ra] 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e distinguir os modelos Heliocêntrico e Geocêntrico do universo. [C2H2R45As] 		

			<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e associar as fases da lua a suas posições em sua orbita ao redor da Terra. [C2H2R46As] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e distinguir entre eclipses lunares e solares (totais, parciais e anulares). [C2H2R47As] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a maré com a interação gravitacional Terra-lua e Sol. [C2H2R48As] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar as estações do ano com a intensidade da radiação solar na Terra. [C2H2R49As] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • 	
			<ul style="list-style-type: none"> • 	
	<p style="text-align: center;">ANÁLISE DE DADOS (C2H3)</p> <p>Analisar dados representados de forma gráfica ou algébrica, de forma qualitativa e quantitativa, de modo ser capaz de realizar previsões de tendências, extrapolações, interpolações e interpretações.</p>	Geral	<p><u>Identificar em uma representação gráfica de dados:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Pontos de maior e menor taxa de variação média e instantânea da grandeza estudada. (Ex na cinemática: Maior velocidade média, menor aceleração instantânea e etc.) [C2H3R1Cin] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Pontos de inflexão da grandeza representada. (Ex na cinemática: Maior ou menor velocidade ou aceleração instantânea) [C2H3R2Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Forma de variação da grandeza (constante, linear, quadrática e etc.). [C2H3R3Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Construção de gráfico da taxa de variação da grandeza [C2H3R4Geral] 	
			<p><u>Calcular para uma representação gráfica de dados:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Valores de taxa de variação média para intervalos de tempo especificados. [C2H3R5Cin] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Estimativas numéricas para valores da taxa de variação instantânea em instantes especificados. [C2H3R6Cin] 	
<ul style="list-style-type: none"> • Integral definida por meio da área do gráfico (distância percorrida no gráfico $V \times T$). [C2H3R7Cin] 				
<p><u>Em uma relação algébrica entre grandezas, ser capaz de:</u></p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Analisar casos limites. [C2H3R8Geral] 				
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar o tipo de relação entre duas grandezas (proporcionais, inversamente proporcionais, quadrática e etc.) [C2H3R9Geral] 				

			<ul style="list-style-type: none"> • Fazer a análise dimensional de expressão algébrica especificada. [C2H3R10Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Obter valores numéricos de grandezas físicas a partir de equações de 1° e 2° graus ou sistema de equações lineares. [C2H3R11Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Expressa-la na forma gráfica. [C2H3R12Geral] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Construir o gráfico da taxa de variação a partir do gráfico da grandeza analisada. [C2H3R13Cin] 	
	<p>MODELOS E LEIS EXPLICATIVAS (C2H4)</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>	A,M,C,EL,O, O	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o que é um modelo científico, seu papel na ciência e suas limitações enquanto explicações para os fenômenos naturais. [C2H4R1Geral] 	
			<p><u>Conhecer, compreender e saber aplicar os modelos físicos mais usuais na descrição de fenômenos. Tais como:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Heliocêntrico e Geocêntrico, para compreensão de fenômenos astronômicos, como estações do ano, eclipses, marés e etc. [C2H4R2A] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Mecânica Newtoniana, para compreensão e descrição dos movimentos. [C2H4R3M] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Conservação da Energia mecânica e Total, para compreensão dos movimentos e suas limitações. [C2H4R4E] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Teoria cinética dos gases e Modelos microscópicos de calor, temperatura e energia interna. [C2H4R5C] 	
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo atual sobre eletricidade, e suas relações com o magnetismo. [C2H4R6EL] 				
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo ondulatório e corpuscular da luz para compreensão de fenômenos de interferência, difração, efeito Compton e foto elétrico. [C2H4R7O] 				
		<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de, diante de fenômeno desconhecido, propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. [C2H4R8Geral] 		
CONTEXTUALIZAÇÃO	EVOLUÇÃO DOS	M,A,E	<p><u>Na mecânica, conhecer um pouco de sua história, a evolução de seus conceitos e modelos explicativos.</u></p>	

SOCIOCULTURAL (C3)	CONCEITOS E IDEIAS CIENTÍFICAS (C3H1) Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.		<ul style="list-style-type: none"> • Na dinâmica, começando em Aristóteles (força motora), passando pelo início da ciência moderna com Galileu (inércia) e Newton (leis da Mecânica), até os modelos e conceitos atuais de Einstein (Relatividade). [C3H1R1M] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Na cosmologia, começando pelos gregos (Geocentrismo e epiciclos), passando pela cosmologia moderna (Heliocentrismo), até a contemporânea (Matéria escura, buraco negro e etc.). [C3H1R2A] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • História do princípio de conservação da energia. [C3H1R3E] 	
	CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (C3H2) Compreender a relação de interdependência do desenvolvimento tecnológico contemporâneo com, as ciências e seu papel na vida humana. Sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social e no meio ambiente, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.	E,R	<ul style="list-style-type: none"> • Aprofundamento sobre questões de geração de energia limpa e renovável. [C3H2R1E] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Aprofundamento sobre questões de efeito estufa. [C3H3R2E] 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa em ciência básica X produção de tecnologia. [C3H2R3R] 	
DIDÁTICA EM CIÊNCIAS FÍSICAS (C4)	ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO. (C4H1) Saber organizar o	Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de montar um plano de curso coerente e ordenado didaticamente. [C4H1R1] • Saber integrar as várias áreas da ciência. [C4H1R2] • Conhecer os principais centros de divulgação e popularização da ciência, próximos de seu ambiente escolar. [C4H1R3] 	

	<p>conhecimento científico em uma estrutura lógica, coerente e ordenada didaticamente, correlacionando e integrando os conteúdos de cada área da ciência.</p>			
	<p>INSTRUMENTAÇÃO EM MATERIAIS DIDÁTICOS. (C4H2)</p> <p>Conhecer, propor e elaborar recursos didáticos úteis ao ensino de ciências, tais como experiências demonstrativas, modelos didáticos, jogos, debates e etc. Assim como discutir estratégias de sua implementação em sala de aula.</p>	<p>Geral</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e familiarizar-se com os principais softwares e simuladores educacionais de física, gratuitos disponíveis para o ensino. [C4H2R1] • Saber montar uma pequena variedade de experimentos demonstrativos para uso em sala de aula. [C4H2R2] • Conhecer os principais veículos de divulgação de temas relacionados a pesquisa em ensino de Física. [C4H2R3] 	
	<p>ABORDAGEM, METODOLOGIA e AVALIAÇÃO. (C4H3)</p> <p>Conhecer, refletir e debater novas abordagens e estratégias para o ensino-</p>	<p>Geral</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o estudante como personagem ativo no processo de ensino-aprendizagem, e ser capaz de elaborar uma abordagem didática que o coloque no centro deste processo. [C4H3R1] • Reconhecer a importância do uso de experiências demonstrativas e saber usá-las como instrumento motivador dos estudantes . [C4H3R2] 	

	aprendizagem da ciência- física, bem como métodos alternativos de avaliação.			
--	---	--	--	--

Código	Tópicos de Física
Ci	CINEMÁTICA I: Conceitos de velocidade média e instantânea, aceleração média e instantânea. Descrição gráfica do movimento retilíneo uniforme e acelerado.
D	LEIS DE NEWTON: Conceito de inércia, referenciais inerciais X não inerciais, lei da inércia, princípio fundamental da dinâmica ($\vec{F} = m\vec{a}$), ação e reação. Máquinas simples (Associação de roldanas e Alavancas) e aplicações.
As	ELEMENTOS DE ASTRONOMIA: Heliocentrismo X Geocentrismo, fases da lua, eclipses, marés, estações do ano e intensidade da radiação solar na superfície da Terra.
E	ENERGIA: Trabalho, potência, Conservação da energia mecânica, Princípio de conservação da energia total (1ª lei da Termodinâmica). Fontes, transformações e degradação da energia.
ML	MOMENTO LINEAR: Impulso e Momento linear. Conservação do momento para uma e muitas partículas, forças internas, externas e centro de massa.
F	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FLUIDOS: Pressão, Empuxo, Flutuação, Princípio de Pascal, Tensão superficial, Capilaridade, Princípio de Bernoulli e aplicações.
C	CALOR: Conceitos de Energia interna, temperatura e calor. Dilatação térmica e aplicações. Transferência de calor (Condução, convecção, radiação), potência solar e efeito estufa. Mudança de fase (Evaporação, condensação e ebulição), umidade relativa do ar, condensação na atmosfera, formação de nevoeiros e nuvens.
EL	ELETROSTÁTICA: Carga elétrica, conservação da carga. Força elétrica e lei de Coulomb. Isolantes, condutores, supercondutores, semicondutores. Processos de eletrização (contato, atrito, indução, efeito fotoelétrico), polarização. Campo elétrico, blindagem eletrostática, potencial elétrico e energia elétrica armazenada.
Cir	CORRENTE ELÉTRICA: Fonte de voltagem, corrente elétrica, resistência e lei de Ohm. Choque elétrico e raio. Circuitos simples e potência.
M	MAGNETISMO: Forças, polos e domínios magnéticos. Corrente Elétrica e Campo Magnético. Força magnética sobre partículas carregadas e fios percorridos por corrente elétrica. Motores elétricos, campo magnético terrestre, aurora boreal e biomagnetismo. Noções sobre indução eletromagnética.
LC	LUZ E COR: Ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético, frequência e comprimento de onda. Enxergando a luz – O olho. Ilusões ópticas. Reflexão e transmissão seletiva, Misturando luzes coloridas, Misturando pigmentos coloridos. Por que o céu é azul? Por que o pôr-do-sol é avermelhado? Por que as nuvens são brancas?
On	ONDAS: Princípio de Huygens, difração, interferência. Filmes finos e cores de interferência por reflexão em películas delgadas. Polarização, visão tridimensional e cinema 3D.
Ra	NÚCLEO ATÔMICO E RADIOATIVIDADE: Raios X e a radioatividade, Radiações α, β e γ , Meia vida, Radiação natural: Unidades, doses e traçadores radioativos; Meia vida; detectores de radiação, transmutação de elementos; Datação radiológica.
Op	Óptica Geométrica: Raio de luz, reflexão, refração. Espelhos planos, curvos e lentes. Microscópio e Lunetas.
Sm	SOM E MÚSICA: A natureza do som, propagação, reflexão, refração, energia das ondas sonoras. Frequência natural, ressonância, interferência, difração e batimento. Música, timbre, instrumentos musicais, escalas musicais, análise de Fourier.

Como pode ser observado, procuramos identificar o máximo de competências, habilidades e conteúdos considerados necessários, ainda que não haja recursos ou amparo (tempo, laboratório, ementa) adequados para implementação de todos estes tópicos no decorrer do semestre. Embora o objetivo principal deste trabalho seja a reestruturação da disciplina “Física para Biologia” na UERJ-FFP, esperamos que este modelo de organização do curso, expresso na matriz, possa ser facilmente adaptado por outros professores para disciplinas similares de outras instituições de ensino.

Esta metodologia de estruturação da disciplina trás duas inovações fundamentais. A primeira delas é organizar, associar e sintetizar os diversos objetivos e etapas de execução do processo de ensino de uma forma menos abstrata e difusa. Desta forma as ideias tornam-se mais sólidas, com contornos mais bem definidos, com uma concretude saudável para que a execução do processo de ensino não perca seu rumo em um mar de concepções importantíssimas, porém abstratas, a respeito da educação. Este método pode ajudar professores experientes em seu trabalho e também auxiliar estudantes de licenciatura (seja de Biologia, Física, Letras etc.) a elaborar seus planos de curso de forma mais coesa.

A segunda vantagem desta metodologia surge quando combinada ao uso de recursos simples da estatística descritiva, e será explicada em breve.

3.2.1.3. Atividades associadas às rubricas

O conjunto de atividades citados na matriz do curso foram depositados em um banco de dados, organizados e classificados em uma tabela denominada "Matriz de referência das atividades". Esta matriz é mostrada a seguir na tabela 11.

Competência	Habilidade	Rubrica	Conteúdo	Atividade	Número de atividades conceituais	Número de atividades numéricas	Número de atividades mistas.	Total de atividades	Total por habilidade	Total por competência
C1	C1H1	C1H1R1	Ci,D,E,EL,M,Cir,Op,O.	3c, 4c, 6m,	2	0	1	3	23	103
		C1H1R2		21m, 23m, 24c, 36n, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 46n, 47c, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m, 77n,	6	7	5	18		
		C1H1R3		43c, 84c,	2	0	0	2		
		C1H1R4						0		
		C1H1R5						0		
		C1H1R6						0		
		C1H1R7						0		
		C1H1R8						0		
	C1H2	C1H2R1	Ci,D,E,EL,Cir,C.	1c, 2c, 3c, 4c, 5m, 6m, 7c, 8c, 9c, 10n, 11n, 12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 33c, 45c,	12	8	4	24	50	
		C1H2R2		36n, 37n, 39n, 40n, 41c, 44c, 47c,	3	4	0	7		
		C1H2R3		58m, 59m, 63c, 64n,	1	13	2	16		

C1H3			65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78n,					
	C1H2R4		77n, 79n, 81n,	0	3	0	3	
	C1H2R5						0	
	C1H2R6						0	
	C1H3R1	Geral	4c, 6m, 9c, 14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n,	2	6	1	9	30
	C1H3R2		13c, 24c, 29c, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 48n, 50m, 51m, 52m,	6	4	3	13	
	C1H3R3		29c, 38c, 39n, 40n, 44n, 48n,	2	4	0	6	
C1H3R4	34c, 67c		2	0	0	2		
C2H1	C2H1R1	Geral					0	0
	C2H1R2						0	
	C2H1R3						0	
	C2H1R4						0	
	C2H1R5						0	
	C2H1R6						0	
C2H2	C2H2R1	D,ML,E, T,C,Ci	24c, 27c, 28c, 37n, 49c, 50m, 51m, 52m,	4	1	3	8	12 8
	C2H2R2		24c, 26c, 27c, 29c, 30c, 41c, 42c, 49c, 51m, 52m,	8	0	2	10	
	C2H2R3		24c, 25c, 28c, 36n, 37n, 39n, 40n, 44c, 46n, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m,	5	6	3	14	
	C2H2R4		26c, 31c, 32c, 35c, 37n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m,	4	4	3	11	
	C2H2R5						0	
	C2H2R6		53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 76n, 78n, 79n, 81n, 82c, 83c,	8	15	2	25	
	C2H2R7		53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 76c, 77n, 78n, 79n, 80n, 82c, 83c,	9	4	2	15	
	C2H2R8		58m, 59m, 68n, 69n,	0	7	2	9	
C2								232

			70n, 71n, 72n, 74n, 77n					
	C2H2R9							0
	C2H2R10		85c,	1				1
	C2H2R11		43c,84c,85c,86c,87c,88 ,c,91c	7	0	0		7
	C2H2R12		89c,90c,92c,93c	4	0	0		4
	C2H2R13		43c,86c,87c,88c,91c,	5	0	0		5
	C2H2R14		43c, 85c,86c,87c,88c,91c,	6	0	0		6
	C2H2R15							0
	C2H2R16							0
	C2H2R17							0
	C2H2R18							0
	C2H2R19							0
	C2H2R20		12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 45c, 52m,	4	6	3		13
	C2H2R21							0
	C2H2R22							0
	C2H2R23							0
	C2H2R24							0
	C2H2R25							0
	C2H2R26							0
	C2H2R27							0
	C2H2R28							0
	C2H2R29							0
	C2H2R30							0
	C2H2R31							0
	C2H2R32							0
	C2H2R33							0
	C2H2R34							0
	C2H2R35							0
	C2H2R36							0
	C2H2R37							0
	C2H2R38							0
	C2H2R39							0
	C2H2R40							0
	C2H2R41							0
	C2H2R42							0
	C2H2R43							0
	C2H2R44							0
	C2H2R45							0
C2H3	C2H3R1	Geral	2c, 3c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n,	4	6	3		13
								10 4

			21m, 22m, 45c, 52m,						
		C2H3R2	7c, 8c, 9c, 21m, 22m, 33c, 45c,	5	0	2	7		
		C2H3R3	2c, 4c, 5c, 7c, 8c, 9c, 14n, 15c, 21m, 22m, 33c, 45c,	9	1	2	12		
		C2H3R4	5m, 7c, 8c, 9c, 15c, 21m, 22m, 33c,	5		3	8		
		C2H3R5	5c, 22m,	1	0	1	2		
		C2H3R6	22m,	0	0	1	1		
		C2H3R7	14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 22m,	0	5	1	6		
		C2H3R8	40n, 50m	0	1	1	2		
		C2H3R9	16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 40n, 50m, 51m, 52m, 75n,	7	0	3	10		
		C2H3R10	36n, 37n, 39n, 40n, 46n, 50m, 51m, 52m,	0	5	3	8		
		C2H3R11	10n, 11n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 36n, 37n, 39n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m, 64n, 65n, 66n, 67n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78n, 79n, 80n,	0	28		28		
		C2H3R12	16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 46n, 52m,	0	6	1	7		
	C2H4	C2H4R1					0	0	
		C2H4R2					0		
		C2H4R3					0		
		C2H4R4	A,M,C,E				0		
		C2H4R5	L,O, O				0		
		C2H4R6					0		
		C2H4R7					0		
		C2H4R8					0		
C3	C3H1	C3H1R1	M,A,E				0	0	
		C3H1R2					0		
		C3H1R3					0		
	C3H2	C3H2R1	E,R				0		
		C3H2R2					0		
		C3H2R3					0		
C4	C4H1	C4H1R1	Geral				0	0	0
		C4H1R2					0		

	C4H2	C4H1R3					0	
		C4H2R1					0	
		C4H2R2					0	0
	C4H2R3					0		
	C4H3	C4H3R1					0	0
		C4H3R2					0	
Total				134	144	57	335	335

Tabela 11: Matriz de referência das atividades.

Como pode ser observado na tabela acima, não foram criadas atividades para todas as rubricas listadas, e sim somente para aquelas contempladas pela ementa do curso “Física para Biologia” e trabalhadas ao longo do semestre. Embora a ementa não seja considerada satisfatória, não podemos ignorá-la e ministrar um curso diferente daquele aprovado pela universidade. Qualquer mudança substancial na ementa deve ser aprovada pelo setor responsável para, somente depois, ser executada em classe.

Ao todo foram reunidas 93 atividades diferentes, mas como muitas se prestavam para o exercício de mais de uma rubrica, foram contadas na matriz mais de uma vez, totalizando 335 atividades.

Como mencionado anteriormente outra vantagem deste modo de organização do curso surge quando aliado a noções básicas de estatística descritiva. A matriz de referência das atividades revela claramente quais rubricas, e conseqüentemente, quais habilidades e competências foram, e não foram, exercitadas pelos alunos ao longo do semestre. Fica nítida a fragilidade da ementa atual, pois das 102 rubricas enumeradas apenas 30 foram, de fato, trabalhadas (cerca de 29%)! Vale a pena ressaltar que estas 102 rubricas muito dificilmente poderiam ser trabalhadas ao longo de apenas um semestre, mas de qualquer forma, esta simples análise numérica continua válida para avaliar a abrangência e o cumprimento dos objetivos do curso.

Outra vantagem desta análise numérica é de constituir um bom instrumento para avaliar a qualidade das avaliações (Provas) aplicadas aos alunos no decorrer do curso. Uma simples classificação

das questões de prova, nas diferentes rubricas listadas, revela o quão abrangente, distribuída ou concentrada estão os itens da prova. Após esta classificação pode-se observar com nitidez quais habilidades a prova cobre e quais ela não cobre.

3.3 Estratégia didática.

Parte integrante do processo de reestruturação da disciplina versa sobre as estratégias de ensino e metodologia das aulas. Sem dúvida, também neste aspecto, uma reelaboração é bem vinda, tanto para promover e favorecer a aprendizagem crítica por parte dos estudantes, mas também, para ajudar a formar (por meio do exemplo) uma cultura de aulas e metodologias de ensino que incentivam a aprendizagem significativa.

Desta forma, três influências principais permearam a escolha e o desenvolvimento das metodologias de ensino utilizadas no curso. A primeira remete a David Ausubel e a teoria da aprendizagem significativa [15]. A segunda, o sócio-interacionismo de Vygotsky [16], e a última, o ensino centrado no aluno [13]. É válido destacar que este trabalho não tem a pretensão de seguir estritamente nenhuma das metodologias dos autores citados, mas utilizou alguns elementos de suas concepções a respeito do processo de ensino e aprendizagem. O que, e quanto, de cada metodologia foi utilizado nas aulas deste curso, será descrito no decorrer desta subseção.

3.3.1 Influências Ausubelianas – Organizadores e pseudo-organizadores prévios.

Começaremos pelas influências de Ausubel e as relações entre aprendizagem significativa, “subsunçores” e organizadores prévios. De forma simplificada, aprendizagem significativa é aquela em que o aprendiz atribui sentido e significado aos novos conhecimentos

aprendidos. Segundo Ausubel, isso somente é possível quando este novo conhecimento encontra, na estrutura cognitiva do aprendiz, conhecimentos prévios correlatos, sólidos, com significados bem estabelecidos (subsunçores), nos quais ele (o novo conhecimento) se ligará agregando valores, significados e sentido ao corpo de conhecimento do aprendiz. Se este novo conhecimento não encontrar subsunçores adequados, a aprendizagem significativa não ocorre, e o resultado obtido é a aprendizagem mecânica, onde o novo conhecimento não está ligado, relacionado, associado aos conhecimentos prévios e, portanto, será um conhecimento desprovido de sentido, de significado [16]. Em seu artigo sobre Organizadores prévios e aprendizagem significativa, Moreira chama a atenção para este ponto da teoria:

“Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como “ancoradouro” para novas idéias, conceitos ou proposições” [15].

Desta forma, o personagem principal do processo de aprendizagem, segundo a óptica de Ausubel, são os subsunçores, ou seja, o conjunto de conhecimentos prévios correlatos, bem estabelecidos, nos quais os novos conhecimentos devem “aderir” agregando ou ampliando os significados e sentidos dos conhecimentos já existentes.

Mas o que fazer quando estes subsunçores não existirem? E se o que deve ser aprendido for, substancialmente novo, e não encontrar similares ou afins na estrutura cognitiva do aprendiz? Nestes casos, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, que funcionam subsunçores “improvisados” e provisórios para viabilizar a aprendizagem significativa.

Organizadores prévios são instrumentos (textos, filmes, questionário, aula expositiva, simulações computacionais etc.) utilizados com o intuito de manipular a estrutura cognitiva do aprendiz a fim de suprir a falta dos subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa. Conforme descreve [Moreira, 2012] eles devem ser uma espécie de introdução ao novo tema a ser ensinado, confeccionado com um alto nível de generalidade, abstração e inclusividade, e evidentemente, deve preceder o ensino dos novos conhecimentos. Estes organizadores podem se valer de analogias ou outros recursos, mas devem apresentar ao aprendiz uma visão generalista e sistêmica do novo conhecimento, evidenciando seus principais conceitos e relações, para somente depois, seguir com uma apresentação mais minuciosa dos novos conceitos.

Em seu artigo sobre a aprendizagem significativa e o ensino de ciências Romero Tavares [17], ao citar Ausubel, resume muito bem o porquê de esta característica ser necessária nos organizadores prévios.

“O ser humano apresenta a tendência de aprender mais facilmente um corpo de conhecimentos quando ele é apresentado a partir de suas ideias mais gerais e mais inclusivas (Ausubel et al., 1980; Ausubel, 2003) e se desdobrando para as ideias mais específicas e menos inclusivas.” [17].

Em seu artigo de 2012, Moreira também diferencia organizadores prévios de pseudo-organizadores prévios. Este último embora também tenha importância e utilidade, se diferencia dos organizadores prévios “legítimos” por serem apenas introduções para capítulos ou unidades de ensino e não uma introdução para ideias adjacentes e fortemente correlacionadas como fazem os “legítimos”.

É justamente neste ponto que as ideias de Ausubel são utilizadas na metodologia das aulas do curso. Procuramos, sempre que necessário, apresentar uma visão generalista e sistêmica das

teorias físicas estudadas, procurando identificar os conceitos e relações principais que estruturam o modelo para, somente depois, estabelecer formalmente definições e demonstrar teoremas. Desta forma diversos organizadores e pseudo-organizadores prévios foram utilizados ao longo do curso, por meio de exposições orais ou perguntas dirigida aos estudantes.

Por exemplo, durante o estudo do princípio de conservação da energia, rompemos com a abordagem tradicional de apresentarmos sequencialmente: a definição de trabalho de uma força; deduzir o teorema trabalho energia cinética; definir força conservativa; deduzir a expressão para a energia potencial gravitacional; e por último, mostrar a conservação da energia mecânica quando não há trabalho de forças dissipativas. Valendo-nos das ideias de Ausubel, começamos por identificar as diversas formas com que a energia pode aparecer; explicitar que energia não pode ser criada ou perdida, somente transformada ou convertida; identificar os agentes transformadores ou “convertedores” da energia (trabalho e calor); Definir sistema físico e aplicar a 1ª lei da termodinâmica a sistemas simples com o propósito de ilustrar o princípio de conservação. Somente depois de uma extensa discussão conceitual, inclusive com exercícios conceituais, os detalhes da teoria foram sendo desenvolvidos.

Esta abordagem favorece a compreensão da teoria como um todo, evidencia suas utilidades e aplicações e valoriza os aspectos conceituais em detrimento dos puramente matemáticos. Embora seja um dado subjetivo, pude observar em meus alunos, especialmente no contexto do princípio da conservação da energia, um ganho substancial na compreensão conceitual da Física, quando utilizado esta abordagem.

3.3.2. Influências Vygotskyana – Perspectiva sócio-interacionista.

A segunda influência na metodologia das aulas vem da teoria sócio interacionista de Lev Vygotsky que, em síntese, propunha que o desenvolvimento cognitivo é consequência da conversão das relações sociais (existentes no coletivo) em relações mentais (existentes no indivíduo), mediadas por instrumentos e signos [16].

Segundo este ponto de vista, é por meio das relações sociais coletivas, que as ideias, conceitos e saberes são descobertos, moldados, aperfeiçoados e depois expressos na forma de instrumentos ou símbolos. Segundo Moreira [16], instrumento "*é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa*" e signo "*é algo que significa alguma outra coisa*". Na física, por exemplo, o conceito de inércia foi moldado, aperfeiçoado e estabelecido por meio de intensa troca de ideias, negociações, revisão de conceitos, ou seja, por meio da interação social daqueles que pesquisavam o tema. Após o consenso, o conceito é expresso na forma de um símbolo "M" (massa inercial). Já a solução de uma equação do 2º grau, certamente descoberta ou desenvolvida em um ambiente, época e contexto social propício, é expressa por meio de uma Fórmula, ou seja, um instrumento.

Para que o sujeito aprenda é necessário que o produto desta relação social coletiva (instrumentos e símbolos), seja convertido em relações psicológicas internas no aprendiz. Os instrumentos e símbolos dão forma ao corpo de conhecimento.

O significado dos símbolos e instrumentos é, na verdade, um consenso social, um acordo coletivo. A ideia contida no símbolo "@" é resultado de uma convenção coletiva, e só pode ser aprendida por meio do convívio, do diálogo, ou seja, da interação social com aqueles que compartilham o significado do símbolo. Para Vygotsky, a interação social é o personagem principal do processo de captação dos significados de símbolos e instrumentos, ou seja, da aprendizagem.

É justamente esta, mais uma das ideias que compõem a metodologia das aulas do curso. Compartilhamos da opinião que a interação social constitui uma ferramenta potencializadora para aprendizagem significativa [16].

Este momento de interação social estava presente em todas as aulas, exceto no dia da avaliação escrita. A última hora das aulas era reservada para produção colaborativa em sala. Era distribuída aos alunos, uma pequena lista de exercícios (do banco de questões) selecionados para que eles exercitassem as rubricas dos conteúdos trabalhados na aula. Os alunos eram intensamente estimulados a resolverem e discutirem os exercícios em conjunto. Neste momento o professor circulava pela sala auxiliando os alunos. É desejável que neste momento o professor evite dar respostas, a melhor forma de ajudar é fazer perguntas que guiem os estudantes rumo à solução das questões.

Novamente pude perceber a importância e utilidade deste recurso, principalmente para os estudantes com maior desenvoltura em Física. Quando solicitados, por seus colegas, a ajudarem na resolução dos problemas, se viam obrigados a “externalizar” os conceitos e procedimentos (símbolos e instrumentos) necessários para se obter a solução das questões. Este exercício de comunicação de ideias, argumentação a favor de um ponto de vista (que nem sempre é tarefa fácil) mostrou-se bastante instrutivos para os estudantes.

3.3.3. Ensino centrado no aluno

Por último, a terceira influência que compôs a metodologia das aulas do curso, foi a do ensino centrado no aluno [13]. Em seu artigo sobre o tema, o autor usa as metáforas “Dar aula narrando” para ilustrar o modelo tradicional de aula em que o professor fala e o aluno, quieto, apenas escuta e anota para reproduzir as “repostas

corretas” os exames finais. E “Dar aula de boca fechada”, onde o professor inverte a postura, abandonando o centro do processo de ensino aprendizagem e coloca os alunos. Assim eles assumem em uma postura ativa, participativa, questionadora e crítica.

Sem dúvidas, infelizmente, esta foi a metodologia menos praticada nas aulas. Tanto por falta de experiência do docente, como por falta de experiência dos discentes. É certo que eles sentem-se muito incomodados de assumirem um papel diferente do tradicional no ambiente da sala de aula. A postura tradicional é mais cômoda para os estudantes.

Esta metodologia realmente esteve presente durante a preparação e apresentação dos projetos aula desenvolvido por eles. Neste momento o professor literalmente deu aula de boca fechada, e os estudantes tiveram a oportunidade de se exporem, defenderem pontos de vista, criar, desenvolver e apresentar materiais didáticos e estratégias para o ensino de tópicos da Física nas aulas de ciências. Também esteve presente, embora parcialmente, durante a realização das atividades colaborativas no fim das aulas.

Este é um ponto de extrema importância, pois se, enquanto alunos os estudantes de licenciatura preferem se colocar na periferia do processo de ensino aprendizagem, enquanto professores, provavelmente irão exigir esta postura de seus alunos, e se desviarão enormemente dos ideais modernos vigentes na área educacional, inclusive recomendados no PCN.

3.4. Atividades de exercício a prática docente, e avaliação dos estudantes.

Além das modificações referentes a organização do curso e as estratégias didáticas utilizadas nas aulas, inovações importantes

também foram introduzidas nas avaliações dos estudantes e nas atividades de estímulo a prática docente.

Como mencionado na subseção 3.2.1 é muito difícil que todas as habilidades descritas na matriz de referência do curso sejam trabalhadas ao longo de uma disciplina de 60h. No entanto, a reformulação do curso tentou, dentro do possível, contemplar o maior número de habilidades descritas na matriz. Com isso competências como “Didática em ciências Físicas” foram trabalhadas paralelamente as aulas, na forma de projetos aula.

Como no decorrer do curso muitos tópicos da Física, importantes e interessantes de serem discutidos, ficaram de fora do cronograma das aulas, estes foram selecionados como tema de projetos aula a serem desenvolvidos, em grupo, pelos alunos do curso. A proposta seria fazer um recorte do tópico da Física proposto, que fosse adequado à realidade das aulas de ciências do ensino fundamental, e a partir de então, preparar uma aula sobre o tema buscando: integrar as diversas subáreas da ciência, incentivar uma postura participativa dos estudantes do EF e valorizar aspectos qualitativos e experimentais dos fenômenos.

Como resultado, cada grupo elaborou um plano de aula por escrito, descrevendo os objetivos da aula, material utilizado, sequência didática, entre outros, além de uma apresentação, seguida de um debate, exibindo como a aula deveria ser ministrada. Para esta atividade destacamos 3 pontos de fundamental importância:

1. Na apresentação, seguida pelo debate, os estudantes puderam interagir com os demais e com o professor da disciplina, discutir, argumentar, perguntar, trocar ideias e experiências relacionadas ao ensino de ciências. Desta maneira foi reservado um momento (na verdade dois, pois foram dois dias de apresentações: um no meio e outro no fim do semestre) para troca de ideias relacionadas ao ensino de ciências físicas.

2. O plano de aula escrito pelos grupos foi entregue a cada estudante da disciplina. Desta forma todos os alunos do curso puderam levar para sua vida profissional uma pequena contribuição direta da disciplina "Física para Biologia". Uma variedade de aulas de ciências montadas por seus colegas, pensadas e desenvolvidas para trabalhar, junto aos estudantes do ensino fundamental, alguns tópicos elementares de Física.
3. O projeto aula também assumiu a tarefa de avaliação somativa. Parte da nota final dos estudantes teve origem em seu compromisso e desempenho no desenvolvimento do trabalho. Embora não tenha sido realizado desta forma, percebemos que o projeto aula também se presta ao papel de avaliação formativa. Normalmente após o debate surgem algumas sugestões para aprimorar a aula proposta pelo grupo. Desta forma, seria educativo que fosse dada, ao grupo apresentador, a oportunidade de modificar seu plano de aula, desde que concordem com as sugestões apontadas pelos colegas. Além disso, os estudantes do curso também poderiam participar da avaliação dos trabalhos apresentados.

O restante das avaliações foi composto por provas convencionais (Somativa), resolução de exercícios selecionados ao final das aulas (Formativa) e resumo dos textos de referência (Formativa).

As provas semestrais não apresentaram muitas novidades, exceto pelo maior cuidado em sua construção, selecionando questões de modo a abranger a maior quantidade de rubricas descritas na matriz de referência do curso. Com isso tentamos não concentrar perguntas em poucos tópicos estudados e não deixar outros de fora da avaliação. As duas provas semestrais contribuíram, juntas, com 64% da nota final dos estudantes, sendo os 36% restantes divididos entre resumos dos textos e exercícios em classe (16%) e projeto aula (20%).

As avaliações formativas (Resumos e exercícios) constituíram uma importante inovação do curso. Como as turmas eram pequenas, com aproximadamente 14 alunos, era possível controlar a participação dos estudantes de forma personalizada, e desta forma, os estudantes eram pontuados conforme sua dedicação e produtividade. Somente quando solicitado, o professor corrigia, na aula seguinte, os exercícios no quadro. Desta maneira os estudantes podiam conferir seus resultados. Os resumos dos textos de referência sobre os temas estudados em aula eram recolhidos pelo professor toda semana, apenas para realizar o controle daqueles que o fizeram, e logo eram devolvidos aos estudantes como material de estudo. Este conjunto de medidas trouxe algumas melhorias para o curso, e estas estão destacadas a seguir:

- Avaliações distribuídas ao longo de todas as aulas, mesmo que contribuindo com apenas 16% da nota final, incentiva o estudo permanente e constante. Essa medida garantiu que a maioria dos estudantes dedicasse um tempo mínimo de estudo semanal, mantendo-os razoavelmente atualizado e sincronizado com os assuntos abordados nas aulas.
- A resolução, em conjunto, de exercícios ao final de todas as aulas torna os estudantes sujeitos ativos e participativos, colocando-os, pelo menos neste momento, no centro do processo de ensino, e faz o professor “dar aula de boca fechada” [13]. Além disso, as atividades em grupo favorecem enormemente a interação social aluno-aluno e aluno-professor, e com isso debates, argumentações, negociações de conceitos, ou seja, a apropriação dos símbolos e instrumentos pode ocorrer de forma plena [16].
- Avaliações formativas viabilizam o “*feedback*” dos alunos, ou seja, proporcionam ao professor um espécie de monitoramento do que está, e o que não está, sendo

aprendido pelos discentes. Este recurso permite ao professor ajustar suas aulas conforme a necessidade, reorganizando seu plano de curso de modo atender as dificuldades encontradas antes que estas sejam percebidas somente nas provas finais.

Evidentemente as avaliações do curso devem ser propostas pelo docente da disciplina, e se possível, negociadas com os estudantes conforme cada caso (regras estabelecidas pela instituição, especificidades da disciplina, tempo disponível, número de estudantes por turma, entre outros). No entanto, pude perceber que o uso de avaliações formativas pode contribuir substancialmente para o trabalho do professor e, conseqüentemente, para a aprendizagem dos alunos. E desta forma, seu uso é recomendado sempre que possível.

3.5. Material didático.

As inovações referentes ao material didático utilizado podem ser divididas em três grupos: Atividades didáticas, Banco de questões e textos de referência. A primeira delas (atividades didáticas) já foi comentada na seção 3.1. A seguir vamos revisar três de suas características principais.

- Podem ser Conceituais (sem a necessidade do uso de matemática na resolução), numéricas (necessidade obrigatória do uso de matemática na resolução) ou mistas (uso de matemática em alguns itens ou passos da questão).
- Todas as atividades estão associadas às rubricas, e têm como objetivo fazer o estudante exercitar pelo menos uma das habilidades descritas na matriz de referência do curso.
- Ao todo foram selecionadas e desenvolvidas 93 atividades, organizadas e classificadas como mostra a “matriz de referência das atividades” exibida anteriormente.

Como mencionado, algumas atividades foram desenvolvidas pelo próprio autor e muitas outras selecionadas a partir de diversas fontes: livros textos, provas antigas de concursos, provas de seleção para ingresso em universidades, exercícios trazidos como dúvidas pelos próprios alunos, questões antigas de minhas provas da época da graduação etc. Devida a grande variedade de fontes e o desconhecimento da real origem de muitas questões torna-se inviável a citação de referências. No entanto um livro texto intensamente consultado foi Física Conceitual [18], de onde foram extraídas várias e talvez as mais originais questões. A lista completa das 93 atividades selecionadas pode ser encontrada no apêndice IV.

Além das atividades propriamente ditas, outro material didático de apoio relacionado a elas que está sendo desenvolvido é o banco de atividades e questões (BAQ). Este é uma ferramenta eletrônica de armazenamento, organização e de seleção das atividades.

Quando incluídas nesta ferramenta BAQ, as atividades são classificadas em conceituais, numéricas ou mistas, e também associadas a pelo menos uma das rubricas listadas anteriormente na Matriz de referência do curso. Mas tarde, quando o professor quiser preparar uma lista de exercícios ou, até mesmo uma avaliação, pode consultar as diversas atividades catalogadas de forma fácil e filtra-las de acordo com a habilidade ou característica desejada da questão.

Este banco de atividades e questões BAQ será disponibilizado para uso gratuitamente pela internet e, para isso, o usuário deverá apenas realizar um cadastro no site hospedeiro. Também será permitida a inclusão de novas atividades pelo público, no entanto, estas só estarão liberadas para uso, depois de avaliadas por moderadores do site. Estes moderadores serão compostos pelo autor e mais qualquer outros 4 usuários que tiverem pelo menos 5 questões submetidas e aceitas no BAQ. Todas as atividades submetidas ficarão em uma fila de espera aguardando sua validação

por parte dos moderadores para que, após esta etapa, sejam liberadas para uso. Desta forma, o banco de atividades e de questões será criado e avaliado por seus próprios usuários.

O último material didático inovador utilizado foram os textos de referência, ou seja, livros textos (trechos ou completos), artigos e afins utilizados como material de leitura pelos alunos e referencial teórico para as aulas. Dentre todos os materiais didáticos descritos, este foi o único totalmente selecionado e não confeccionado. A seguir é mostrada uma lista dos principais textos utilizados como referência no decorrer do curso.

- HEWITT, P. G. Física Conceitual, 11a edição – Bookman, 2011 pág 17-76
- ALMEIDA, Maria Antonieta T. de. Introdução às Ciências Físicas 1. v.3 - 3ª edição – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2006 pág 83-126
- M. Pietrocola, A. Pogibin, R. Andrade, T. R. Romero. Coleção Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Energia, Calor, Imagem e Som, Editora FTD, São Paulo (2010) pág 18-106.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Com o objetivo de validar as inovações propostas, e implementadas, para o curso, voltamos a procurar as partes envolvidas na questão: alunos e professores da área para que pudessem avaliar, corroborando ou refutando, as propostas de inovação formuladas.

Os estudantes da disciplina foram “consultados” novamente por meio de questionário, o mesmo aplicado para realização do levantamento de requisitos. Esperamos encontrar alguma melhora, algum ganho, em suas avaliações a respeito do curso.

Os professores da área, entrevistados, foram contatados por e-mail, e solicitados a responderem algumas perguntas a respeito das inovações propostas. Estas perguntas visavam avaliar se a propostas de inovação de fato continham sugestões apontadas por eles, e se a organização da estrutura da disciplina na forma expressa na matriz de referência era adequada.

Vale a pena ressaltar que a baixa participação dos estudantes ao responderem a avaliação da disciplina (questionário) e o retorno

de poucos dos professores entrevistados, enfraqueceu a força da validação. Desta forma, os resultados obtidos apenas poderão indicar leves tendências de melhora ou piora, e não asseguram um resultado mais sólido. Portanto, no decorrer deste capítulo, será dada uma ênfase maior na metodologia utilizada com o intuito de validar os resultados que nos resultados de fato obtidos. A seguir descreveremos os processos de validação aplicados aos estudantes e aos professores da área.

4.1 Estudantes da Disciplina

Uma das formas de avaliar se as inovações propostas trouxeram algum avanço na qualidade do curso oferecido, é repetir o questionário aos alunos da turma piloto (que receberam as inovações), e observar se houve mudanças substanciais em sua avaliação.

Embora o questionário esteja sendo aplicado a dois grupos de alunos distintos e, por isso, não haja garantias que uma melhor avaliação dos alunos do segundo grupo implicará numa melhora da qualidade do curso, também não há razões para se esperar que estes grupos sejam radicalmente diferentes. Por fazerem parte do mesmo curso, da mesma instituição, e separados por poucos semestres, espera-se que se comportem como grupos com características iniciais equivalentes e desta forma, a comparação dos resultados torna-se válida.

Assim sendo, este questionário foi aplicado aos alunos concluintes da disciplina "Física para Biologia" do primeiro semestre de 2012, quando as inovações metodológicas foram implementadas.

Como mencionado, a participação dos alunos foi baixa, apenas 8 dos 26 alunos que frequentaram o curso responderam as questões, e ainda assim, ocorreu uma falha no salvamento dos dados de um estudante, restando apenas 7 respostas disponíveis para análise (27% dos discentes). Como o questionário foi o mesmo do levantamento de requisitos, a metodologia de análise utilizada para as perguntas tipo Likert teria que ser rigorosamente a mesma que a descrita no capítulo 3. Contudo, com apenas 7 respostas, não teria sentido fazer análises baseadas em correlações, então optamos por exibir nas tabelas 12 e 13, respectivamente, os resultados obtidos para as médias das respostas dadas as questões Likert e Múltipla escolha e das questões abertas 13 e 35.

Dimensão	Nº	Sentenças e Perguntas	Polaridade	Tipo	Média	Des. Padrão	Inferência dos resultados
Professor	1	O professor demonstrou domínio dos conteúdos abordados em sala.	P	Likert	4,00	0,00	Concordo
	2	O professor se dispôs a tirar dúvidas fora do horário das aulas.	N	Likert	3,57	0,79	Concordo
	3	O professor manteve uma relação cordial e de respeito mútuo com a classe.	P	Likert	3,86	0,38	Concordo
	4	O professor se expressa de forma clara e didática.	P	Likert	3,43	0,53	Concordo
	5	O professor utilizou recursos didáticos extras, tais como, vídeos, simulações ou experiências demonstrativas.	N	Likert	2,71	1,11	Concordo Parcialmente
	6	O professor definiu os critérios de avaliação desde o início do semestre.	N	Likert	3,71	0,76	Concordo
	7	O professor manteve uma coerência entre os assuntos	P	Likert	3,14	0,90	Concordo Parcialmente

		abordados em sala e as avaliações.					
	8	O professor estimulou os estudantes a terem uma participação ativa nas aulas expondo suas dúvidas e ideias.	P	Likert	3,57	0,53	Concordo
	9	O professor indicou bibliografia no início do semestre.	N	Likert	3,29	1,25	Concordo
	10	O professor favoreceu e estimulou debates, discussões e atividades em grupo.	N	Likert	2,71	1,25	Concordo Parcialmente
	11	O professor soube responder as dúvidas dos estudantes.	N	Likert	4,00	0,00	Concordo
	12	Em uma análise geral, qual nota você daria para o professor?		Múltipla Escolha	7,43	1,51	Nota 7,4
	13	Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o professor.		Aberta			
Aluno	14	Na maioria das aulas fui assíduo e pontual.	N	Likert	3,86	0,38	Concordo
	15	Estive empregado e trabalhando durante o semestre.	N	Múltipla Escolha	0,71		71% Trabalham
	16	Consultei a bibliografia recomendada.	P	Likert	3,14	1,07	Concordo Parcialmente
	17	Procurei o professor para tirar dúvidas fora do horário das aulas.	N	Likert	2,14	1,21	Discordo Parcialmente
	18	Executei as tarefas de estudos recomendadas (listas de exercício, leitura de textos, resumos).	P	Likert	3,86	0,38	Concordo
	19	Mantive uma postura ativa nas aulas expondo minhas ideias e dúvidas.	N	Likert	3,43	0,79	Concordo
	20	Mantive uma relação cordial e de respeito mútuo com os colegas e o professor.	P	Likert	4,00	0,00	Concordo
	21	Estudo Física basicamente lendo textos (livro, caderno,	P	Likert	2,43	0,98	Concordo Parcialmente

		resumos e etc.).					
	22	Estudo Física basicamente resolvendo exercícios.	P	Likert	3,57	0,53	Concordo
	23	Estudo Física basicamente de outras formas.	P	Likert	1,86	1,21	Discordo Parcialmente
	24	Fui aprovado na disciplina.	P	Múltipla Escolha	0,29		29% Aprovados.
	25	Em média, quantas horas por semana (excluindo o horário das aulas) você se dedicou ao estudo da disciplina?		Múltipla Escolha	2,43	0,79	Entre 0 e 2h
	26	Em uma análise geral, qual nota você daria para si como estudante desta disciplina?		Múltipla Escolha	3,71	0,95	Entre 6 e 8
Curso	27	A disciplina “Física para Biologia” contribuiu muito para minha formação como professor de Biologia.	P	Likert	2,14	1,21	Discordo Parcialmente
	28	A disciplina trouxe mudanças em minha opinião sobre o que é, e o que trata a Física.	P	Likert	2,43	1,51	Discordo Parcialmente
	29	Avalio a ementa da disciplina como pertinente para o curso de licenciatura em Biologia.	N	Likert	2,57	1,27	Concordo Parcialmente
	30	Após o término da disciplina meu interesse pela Física aumentou.	P	Likert	2,00	1,29	Discordo Parcialmente
	31	A universidade oferece condições adequadas para o bom andamento das aulas da disciplina.	N	Likert	2,43	0,79	Discordo Parcialmente
	32	Tenho interesse em continuar aprendendo mais sobre alguns tópicos da física, como por exemplo Astrofísica, Física quântica e etc.	N	Likert	2,14	1,46	Discordo Parcialmente
	33	Acredito que com algumas aulas práticas em laboratório a disciplina se tornaria mais interessante e útil.	P	Likert	3,71	0,76	Concordo
	34	Em uma análise geral, qual nota você daria para o curso?		Múltipla Escolha	3,71	1,11	Entre 6 e 8
	35	Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o		Aberta			

		curso.					
--	--	--------	--	--	--	--	--

Tabela 12: Resultado da análise do questionário pós-inovação do curso.

Alunos	Questão 13 - Dimensão Professor (Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o professor.)	Questão 35 - Dimensão Curso (Se quiser, faça comentários e envie sugestões sobre o curso.)
1	-	-
2	-	-
3	Seria interessante que as matérias passadas fossem as realmente utilizadas em biologia, tais como óptica, Energia, empuxo, pressão, mecânica de alavancas, momento de uma força. Outra sugestão é uma tentativa de integração com a disciplina de Biofísica, existem matérias em biofísica que seria muito bom ter uma base prévia, que a Física poderia perfeitamente contribuir.)	-

4	<p>Mesmo sendo complicado, acho que a matéria deveria ter mais aplicações no ramo da biologia, é um pensamento muito físico utilizado nas aulas. É física aplicada e não puramente física. Acho que poderia ter algumas aulas experimentais, discussões em sala para leitura de textos com aplicação na biologia. E seria interessante rever essa questão da avaliação, pois o senhor nesse semestre acrescentou o trabalho e não valeu de muita coisa, já que as provas tiveram peso 2 e o trabalho peso 1. Isso é apenas para dizer que o senhor é um pouco mais didático e não muito carrasco? Me desculpa a franqueza, mas é essa a minha opinião! O senhor não é obrigado a passar ninguém numa disciplina, ainda mais sendo ela obrigatória, mas também acho que deveria ter o bom senso e saber qual aluno estar apto, qual aluno mostrou dedicação durante o curso e pesar isso na hora de simplesmente reprovar ou aprovar um aluno e não apenas utilizar a nota para isto. Até porque, sabemos que vários alunos já repetiram na matéria, então será que não é o caso de o senhor parar e pensar: Será que todos eles não têm interesse/ não são alunos dedicados, ou será que eles possuem verdadeiramente dificuldades em aprender esses conteúdos???)</p>	<p>Serei bastante sincera... Eu em toda a minha vida escolar tive dificuldades em física, acho algo muito subjetivo. Não imaginava que iria me deparar na faculdade, novamente, com essa matéria. E honestamente não acredito que irei utilizar muitos dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, tudo bem que professor de biologia no ensino fundamental (especificamente 9º ano) pode utilizar alguns desses conhecimentos; mas não é o meu caso, pois não pretendo ministrar aulas para o ensino fundamental, principalmente 9º ano, já que não me dou bem com essa matéria (física). Além do mais esses conhecimentos que são passados nas aulas de física está muuuito além do que um professor de 9º ano pode trabalhar em sala de aula com seus alunos. Fora isso não vejo outra aplicação para esta disciplina. Não estou criticando o senhor, e sim a matéria, e sei que os professores da faculdade tem que seguir (nem que seja minimamente) a ementa. Mas acho que poderia ter umas questões mais simplificadas, não só nas avaliações como também nas aulas.)</p>
5	-	<p>Atividades práticas, lúdicas para exemplificar alguns conteúdos fariam da disciplina um pouco mais interessante e menos complexa, auxiliando na compreensão.)</p>

6	<p>Ao meu ver o Professor não tem simpatia pelo curso de biologia, ficou claro na primeira vez que ele deu aula para o curso alguns anos atrás, porém ele vem se esforçando para entender a dificuldade dos alunos em aprender Física, analisando a quantidade de aprovados e reprovados percebe-se uma evolução, pequena mas houve, tem criado recursos que ajudam ao aluno a se interessar pela disciplina e consigam ser aprovados. O Professor tem auxiliado mais na resolução de exercícios, e está ficando independente da Monitoria, isso está sendo muito bom para os alunos que se sentem mais seguros com a explicação do Docente, a Monitoria depende de horários e nem todos podem participar, não existe um contato do professor com o Monitor isso é Claro, pelo que vemos nem é selecionado por ele!!! Contudo o professor domina o assunto e gosta do que ensina.)</p>	-
7	-	-
8	<p>Eu gostei muito das aulas, e apesar da maioria não concordar comigo, os assuntos estudados, principalmente sobre energia, contribuíram muito em outras áreas da biologia como Ecologia e agora que comecei biofísica, com ela também. Creio que esse mito de que física não serve para outras disciplinas deva ser quebrado, pois contribuiu muito, inclusive com as aulas que dou no pré vestibular, por isso creio que uma abordagem mais ligada à biologia também seria interessante, apesar de alguns textos se remeterem à biologia, sinto que poderia ser ainda melhor!)</p>	<p>O curso é bem interessante, acho que os problemas que ele têm se referem a disciplina de matemática para biologia que certamente poderia ter sido bem mais útil para física! Eu creio, pelo que vi dos meus colegas, que o grande números de reprovações foi devido a displicência em relação aos conteúdos, porque física se estuda lendo, fazendo exercícios, tirando dúvidas, se possível assistindo a vídeos didáticos, que foi o que eu fiz, e creio que o único responsável por passar ou não é o aluno, já que na minha visão as aulas ofereceram material mais que suficiente para passar, e não só para passar mas para aprender e ensinar. Pra mim foi muito útil, e sinceramente não esqueci os conteúdos aprendidos e creio que não vou esquecer porque estou sempre usando!)</p>

Tabela 13: Resultado das perguntas abertas 13 e 25 pós-inovação do curso.

Com base na tabela 13 e procedendo da mesma forma como descrito na subseção 3.1.1, organizamos os temas abordados nos comentários 13 e 35 em categorias de mesmo significado. Desta vez, como alguns comentários se estenderam e abordaram mais de um tema, eles foram, dependendo do caso, classificados em mais de uma categoria. O resultado deste procedimento pode ser visualizado a seguir na tabela 14.

Questão 13 – Temas abordados no discurso	Frequência de citações	Resposta do(s) aluno(s)	Questão 35 – Temas abordados no discurso.	Frequência de citações.	Resposta do(s) aluno(s)
Associação dos temas da Física com os da Biologia.	3	1,4 e 8	Ementa inadequada.	1	4
Reconhecimento da validade das inovações.	2	6 e 8	Necessidade de mais atividades práticas, experimentais e lúdicas.	1	5
Críticas.	1	6	Elogio.	1	8

Tabela 14: Resultado das perguntas abertas 13 e 25 pós-inovação do curso.

Análise dos resultados

Como mencionado, devido ao pequeno número de alunos respondentes, não será feita uma análise baseada em correlações, e sim comparando os resultados médios obtidos de cada item de cada dimensão, assim como os comentários das questões abertas. Assim sendo, começaremos pela dimensão “professor” em seguida “aluno” e posteriormente “curso”.

Comparando a inferência do resultado das questões da dimensão “professor” da tabela 5 com os da tabela 12, podemos perceber que, em linhas gerais, as respostas se mantiveram, sendo a maioria “Concordo”. No entanto podemos encontrar resultados diferentes nas respostas dos itens 9, 10, 5 e 7 onde, respectivamente, ocorreu: melhora na avaliação (de “Concordo

parcialmente” para “Concordo”); invariância na resposta (“Concordo parcialmente”); piora na avaliação nas questões 5 e 7 (de “Concordo” para “Concordo parcialmente”). Além disso a nota média atribuída ao professor diminuiu de 8,5 para 7,4.

Embora a baixa adesão dos alunos nos impeça de obter conclusões mais sólidas, o conjunto dos resultados acima parecem indicar uma leve piora na avaliação feita pelos alunos ao professor, inclusive em aspectos que foram reconhecidos deficientes na primeira avaliação e que foram alterados no curso inovado, como por exemplo, o analisado na questão 10 (“O professor favoreceu e estimulou debates, discussões e atividades em grupo”).

Por outro lado os mesmos alunos parecem perceber as iniciativas adotadas para melhorar a qualidade do curso oferecido, como pode ser observado na tabela 14. Além disso, quando comparamos a tabela 14 com a 9, também percebemos que as reclamações referentes a falta de objetividade desapareceram, embora às referentes à falta de integração entre Biologia e Física tenha aumentado, e os elogios ao trabalho do professor desaparecido!

Seguindo com nossa análise e comparando a inferência de resultado das questões da dimensão “aluno” da tabela 5 com os da tabela 12, podemos notar poucas mudanças em seu perfil quanto a assiduidade, dedicação, modo de estudar e nota média atribuída a si mesmos (permaneceu entre 6 e 8). Por outro lado, as diferenças mais notáveis entre os alunos respondentes são encontradas nas questões 16 e 24 onde percebemos, respectivamente: maior tendência de não utilizar a bibliografia sugerida (textos de referência) e alto índice de reprovação, 71% dos respondentes do segundo grupo contra apenas 25% dos respondentes do primeiro grupo.

Este dado sugere que esse grupo de alunos não é uma amostra representativa do todo (uma vez que neste período mais de 50% dos alunos inscritos no curso foram aprovados) e que, portanto, os

resultados obtidos a partir de suas respostas provavelmente não expressam a opinião de todo grupo de estudantes. Além disso, é natural que diante de uma metodologia de aula diferente (centrada nos estudantes), os alunos não se sintam tão a vontade e tendam a expressar essas sensações na avaliação da disciplina. Talvez a piora na avaliação dada ao professor seja explicada, em parte, por estes fatores.

Aplicando o mesmo tipo de comparação as respostas da dimensão "Curso" percebemos que praticamente todas as respostas não sofreram alterações, o que indicaria que as inovações não surtiram efeito. Houve poucos comentários para questão aberta 35, e estes se mostraram difusos sem apontar tendências. Isso e mais os fatores mencionados anteriormente, comprometem qualquer iniciativa em avaliar a eficácia das inovações introduzidas, nos deixando sem elementos sólidos para argumentar a favor ou até mesmo contra, as modificações desenvolvidas e aplicadas ao longo deste tempo de pesquisa.

4.2 Professores da Área

Outra forma de avaliar a consistência e coerência das inovações introduzidas, é pedir os professores entrevistados (um dos principais colaboradores da construção do projeto de reformulação) que avaliem sua estrutura final. Na verdade, como a reestruturação é extensa e abrange vários aspectos distintos, foi solicitado aos entrevistados que avaliassem parte da reestruturação: a organização dos objetivos do curso através da "Matriz de referência do curso" (colunas 1 e 2 referentes ao inventário de competências e habilidades) e a cadeia conceitual associada. A carta explicando os motivos da retomada do contato e as perguntas que guiaram a avaliação dos entrevistados podem ser observadas no Apêndice III.

A seguir, estão reproduzidas as perguntas finais contidas na carta que nortearam os professores em suas avaliações.

1. De que forma você avalia a organização da estrutura do curso por meio da “cadeia conceitual”, ou seja, através da associação de um conjunto de atividades a cada competência destacada?
 Bastante válida Válida Pouco válida Totalmente inválida
2. Em que grau você considera adequada a relação de competências e habilidades destacadas acima?
 Adequado Parcialmente Adequado Parcialmente inadequado Inadequado
3. Com relação às competências e habilidades, existe alguma sugestão apontada por você na entrevista não contemplada na tabela?
 Nenhuma Poucas Muitas
4. Existe algum ponto destacado na relação de competências e habilidades que você está de acordo, mas não havia pensado ou mencionou na entrevista?
 Nenhuma Poucas Muitas
5. De um modo geral como você avalia a proposta de organização e reestruturação da disciplina?
 Satisfatória Parcialmente Satisfatória Parcialmente insatisfatória Insatisfatória
6. Se achar necessário, faça aqui seus comentários.

Como mencionado no início deste capítulo, o retorno dos professores entrevistados também foi baixo. Alguns responderam, por e-mail, que estavam muito ocupados e que não poderiam analisar o material naquele momento, mas que poderiam fazê-lo, algumas semanas depois. No entanto, apesar da retomada de contato ter ocorrido no início de outubro e ser repetida por algumas vezes até o final de dezembro, muitos não responderam as solicitações. Outros professores simplesmente não responderam os e-mails enviados, e outros, felizmente, responderam atenciosamente no momento que lhes era mais propício. Ao final desta etapa apenas 3 dos 12 professores entrevistados avaliaram o projeto de reestruturação elaborado (23% dos docentes da área entrevistados).

Com isso a chancela da reestruturação do curso por parte dos professores da área fica bastante prejudicada. De qualquer forma, o resultado obtido será descrito a seguir.

Todos os professores responderam “Bastante válido”, “Adequado” e “Satisfatório” para as perguntas 1, 2 e 6 respectivamente. Para as perguntas 3 e 4 um dos professores respondeu “nenhuma” para as duas perguntas, enquanto outro “poucas” para as mesmas. Apenas uma professora não respondeu as perguntas 3 e 4 argumentando que “Em relação às questões 3 e 4, não tenho elementos suficientes para responder.”

Apesar do conjunto de dados ser insuficiente para afirmar qualquer coisa a respeito da opinião dos professores da área em relação às inovações propostas, parece haver uma pequena tendência para a aprovação.

4.3 Considerações Finais

Este trabalho teve características de uma pesquisa de desenvolvimento e de uma pesquisa-ação, levadas a cabo simultaneamente pelo autor em um período de pouco mais de um ano e meio, acumulando praticamente sozinho o papel de pesquisador, desenvolvedor e o de professor.

Sob essas circunstâncias, não foi possível alcançar ainda todos os objetivos almejados e, em particular, obter dados confiáveis que nos permitam avaliar e tirar conclusões sobre os efeitos provocados pelas inovações introduzidas no novo curso. No entanto, ainda que baseando meus argumentos em impressões subjetivas adquiridas em sala de aula, acredito totalmente que as inovações desenvolvidas trazem melhora significativa ao processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes. Certamente esta melhora carece de melhores investigações, para confirmar ou não sua validade, e mensurar sua

intensidade. O que certamente poderá ser realizado com a continuidade do estudo.

De qualquer forma esperamos que o extenso e criterioso levantamento de requisitos realizado junto a professores e estudantes da área, e a legislação reguladora do tema possa ser útil a outros pesquisadores que tenham interesse nesta questão.

Também foi desenvolvida no decorrer da pesquisa uma técnica capaz de organizar os objetivos gerais do curso (Competências e Habilidades), relacioná-los com os conteúdos e “mapear” de forma sintética as áreas de conhecimento (rubricas) que devem ser trabalhadas com os estudantes no decorrer das aulas. Esta forma de estruturação do plano de curso nos permite avaliar a abrangência das aulas dadas, e as avaliações aplicadas aos alunos em relação aos objetivos inicialmente estabelecidos. Esta técnica expressa na “matriz de referência do curso” pode ser perfeitamente utilizada por professores que ministram disciplinas similares, facilmente adaptadas por professores de Física do ensino médio e até mesmo, com mais trabalho, reformuladas por professores de outras disciplinas.

Outra estratégia de ensino elaborada e testada, como a metodologia das aulas valendo-se de organizadores prévios, interação social e uso de avaliações formativas também podem ser incorporadas por outros docentes, além evidentemente, do conjunto de questões selecionadas, classificadas e organizadas no banco de atividades e de questões BAQ, capaz de associar cada rubrica, de cada habilidade, a um exercício concreto.

Tendo em vista a abrangência da pesquisa e a variedade dos resultados obtidos, esperamos ter elaborado um trabalho útil para aqueles interessados em melhorar suas aulas e facilitar a aprendizagem de seus alunos. Especialmente para professores de Física que ministram aulas para licenciatura em ciências biologia e seus coordenadores de curso, que dispõem agora de um material de

apoio e consulta que os auxiliem na elaboração da ementa e plano de curso de sua disciplina.

ANEXO 1 - Ementas

Nome da Disciplina/Atividade	Código = GFI 00110
FUNDAMENTOS DE FISICA PARA BIOLOGIA	Período = 1º
DEPARTAMENTO/COORDENAÇÃO DE EXECUÇÃO: DEPARTAMENTO DE FÍSICA	
CARGA HORÁRIA TOTAL: 80 TEÓRICA: 80 PRÁTICA: 0 ESTÁGIO: 0	
DISCIPLINA/ATIVIDADE: OBRIGATÓRIA (X) OPTATIVA () AC ()	
OBJETIVOS DA DISCIPLINA/ATIVIDADE:	
<p>Identificar ordens de grandeza. Expressar energia e sua conservação, potenciais elétricos e capacitares, energia no corpo humano. Relacionar fluidos, pressão, princípios de Pascal e Arquimedes, escoamento de fluidos, gás de Van der Waals, diagrama de fases. Definir processos irreversíveis. Relacionar fenômenos ondulatórios com som e óptica do corpo humano. Descrever lentes e relacionar com a formação de imagens na câmara fotográfica e microscópio. Conhecer conceitos básicos e aplicações de radiação nuclear. Identificar raio-X e suas aplicações. Relacionar reações em cadeia e reator a U235. Aplicar dotação e estudar leis de escala em Biologia, distribuições em leis de potência, modelos evolutivos, assistir tópicos especiais de Física aplicada à Biologia.</p>	

	EMENTA DA DISCIPLINA	1) ANO	2) SEM.
		2006	1

3) UNIDADE: Faculdade de Formação de Professores		4) DEPARTAMENTO Ciências		
5) CÓDIGO FFP02-09161	6) NOME DA DISCIPLINA Física para Biologia	(X) obrigatória eletiva () universal () definida () restrita	7) CH 60	8) CRÉD 4
9) CURSO(S) CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		10) DISTRIBUIÇÃO DE CARGA HORÁRIA		
		TIPO DE AULA	SEMANTAL	SEMESTRAL
		TEÓRICA	4	60
		PRÁTICA		
		LABORATÓRIO		
	ESTÁGIO			
	TOTAL	4	60	
11) PRÉ-REQUISITO (A): Matemática Aplicada à Biologia			12) CÓDIGO FFP06-09154	
11) PRÉ-REQUISITO (B):			12) CÓDIGO	
11) CO-REQUISITO			12) CÓDIGO	

13) OBJETIVOS
Compreender os conceitos, leis e princípios fundamentais da Física, desenvolver a habilidade de manipular e aplicar essas idéias na análise de situações do cotidiano.

14) EMENTA
Medidas. Grandezas físicas. Unidades (sistema internacional). Padrões de tempo, comprimento, massa; precisão, Algarismos significativos. Vetores. Cinemática escalar e vetorial. Dinâmica do ponto material. Estática dos sólidos. Estática dos fluidos. Termometria. Calorimetria. Gases perfeitos. Termodinâmica. Ótica Geométrica. Eletrostática.

15) BIBLIOGRAFIA
SEARS & ZEMANSKY. Física I — V. 1. SEARS & ZEMANSKY. Física II — V. 2.

16) PROFESSOR PROPONENTE Alan Freitas Machado		17) CHEFE DO DEPT° Luís Fernando Marques Dorvillé		18) DIRETOR Cláudio Barbosa da Costa	
DATA	ASSINATURA/MAT.	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA



INSTITUTO DE BIOLOGIA – UFRJ
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ENSINO DE GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMAS DE DISCIPLINAS

DISCIPLINA: FÍSICA PARA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CÓDIGO: FIN - 112

PERÍODO: 2º para as turmas do Diurno e 6º-(ou 7º) para as turmas do Noturno (IB)>

TIPO DE DISCIPLINA: Obrigatória para o Curso: Ciências Biológicas (BÁSICO) Modalidade – Biologia Genética, Marinha, Vegetal, Zoologia e Licenciatura em Ciências Biológicas.

PRÉ-REQUISITOS: Não há

Número de créditos: 04 **CARGA HOR. TOTAL:** 60hs **TEÓRICAS:** 60hs **PRÁTICAS:** 00

Número de vagas oferecidas: 40 **NÚMERO DE TURMAS:** 01

DOCENTES RESPONSÁVEIS: Ricardo Borges Barthem e outros do Inst. De Física/UFRJ.

EMENTA:

Noções de cinemática e dinâmica. Medidas de grandezas físicas. Energia: conservação e fontes. Radiações: efeitos biológicos, raios-X. Fenômenos ondulatórios: som e ultra-som, ótica, instrumentos óticos, o olho humano, Flúidos, Fenômenos elétricos e magnéticos: potencial e campo, fenômenos elétricos em células nervosas.

OBJETIVOS:

Proporcionar ao aluno conhecimento fundamentais de Física, levando-o a um melhor entendimento dos fenômenos de Natureza que ocorrem no cotidiano.

PROGRAMA:

Origens da Física. Medições e Unidades, Escalas.
Forças, componentes e resultantes. Equilíbrio estático (3ª Lei de Newton)
Torque, equilíbrio de rotação e centros de gravidade.
Velocidade e aceleração. A 2ª Lei de Newton Massa e peso
Trabalho e energia cinética. Energia potencial. Atrito e dissipação de energia.
Pressão hidrostática. Princípio de Arquimedes e avaliação de densidade.
Gases ideais. Elementos de teoria Cinética. Interpretação cinética da temperatura. O gás real. Pressão de vapor e higrometria.
Líquidos e tensão superficial. Capacidade. Osmose.
Ondas mecânicas. Superposição de ondas. Ondas sensoriais e teorema de Fourier (aspectos qualitativos)
O som, sua velocidade e intensidade.

AVALIAÇÃO:

Será considerado aprovado o aluno que obtiver a média 5,0.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

Fundamentos de Física. Vols I, II, III e IV. Halliday, Resnick e Walker
Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. Enrico Okuno, Ibere Caldas e Cecil Ehow
Halliday, D. E Resnick, R. Física. Livros Técnicos e Científicos. Ed. S. A. , 1982.
Orear, J. Fundamentos de Física - Livros Técnicos e Científicos. Ed. S. A. , 1991.
Okuno E., Caldas, I. L., Chow C. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas – Harbra – Harper e Row do Brasil, 1992.
Alvarenga, B. e Máximo A. Curso de Física, Ed. Habra, 1994.

Apêndice I – Carta aos alunos 1

Olá Pessoal,

Desculpem-me por incomodá-los após o término do período. Não quero parecer uma assombração que voltou para atormentar o sossego de ninguém. Apenas gostaria de poder contar com a contribuição de vocês para fazer algumas modificações na disciplina "Física para Biologia" no próximo semestre.

Minha intenção é inverter os papéis agora. A ideia consiste em coloca-los na condição de avaliadores, em uma atividade que poderíamos denominar de “Pimenta nos olhos dos outros é refresco”. Neste sentido, preparei um questionário no qual vocês terão a oportunidade de expressarem suas opiniões a respeito do curso, de meu trabalho e da postura de vocês mesmos como estudantes na disciplina. Agora é a hora de vocês avaliarem cada um destes pontos e atribuírem uma nota ou conceito a eles.

Acredito que este "feedback" é importante para que mudanças possam ser elaboradas afim de tornar a disciplina mais útil e interessante para os próximos alunos. Para responder o questionário cada estudante deverá seguir os seguintes passos:

1) Acessar o site <http://mosaico.nce.ufrj.br/> e se cadastrar. **ATENÇÃO**, recomendo que você opte por responder o questionário sem se identificar, ou seja, que faça o cadastro sem revelar sua identidade. Desta forma você irá se sentir mais confortável para responder as perguntas. Para isso o cadastro deverá ser feito com um nome fictício, que impossibilite a identificação do aluno.

Exemplo, Login: moluscoffp2012/1.

Nome: Molusco Invertebrado. **A terminação ffp2011/1 é necessária para que eu possa ter o controle de que são realmente vocês (Alunos deste período) que responderam o questionário.**

2) Após o cadastro você deverá entrar na página do Mosaico escolhendo o perfil "Aluno". Em seguida deverá se matricular em uma turma, procure pela turma "**UERJ FFP 2011/1**" e se matricule. Após a matrícula e a confirmação da mesma, click em "selecionar turma" e em seguida em "Responde o teste". Agora é só responder o teste e pronto!

O tempo estimado para responder o questionário é de 15 a 20 minutos. Então não perca a chance de expor suas opiniões e contribuir para a melhora do seu curso de graduação. Suas opiniões e sugestões serão muito bem vindas!

Quaisquer dúvidas fiquem a vontade para entrar em contato

Obrigado a todos e bom semestre.

Prof. Diego Barbosa Moura

Apêndice II – Carta aos Professores 1

Prezado Professor,

A Resolução Nº 7 de 11 de Março de 2002 do Conselho Federal de Biologia – CFBio, estabelece diretrizes e parâmetros a respeito da estrutura curricular dos cursos de graduação em Ciências Biológicas. Um dos pontos de destaque do documento é a definição de conteúdos específicos na modalidade Licenciatura, que deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, **Física** e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio.

Diante deste cenário e afim de melhor atender as necessidades dos Cursos de Ciências Biológicas e de seus estudantes, estamos planejando uma reestruturação das chamadas disciplinas “Física para Biologia” presentes na maioria dos currículos de graduação do País. Este processo abrange desde uma reformulação na Ementa / Programa, até uma inovação na metodologia das aulas, na avaliação, e na utilização das tecnologias da informação aplicadas a educação.

Dentre as diversas medidas que estão sendo elaboradas para atingir estes objetivos, destacamos:

Primeiramente, fazer um levantamento de requisitos junto aos alunos desses cursos, procurando conhecer suas principais sugestões e reivindicações a respeito da disciplina, bem como levantar alguns indicadores sócio-educativos, como Trajetória escolar, Escolaridade dos Pais, Acesso a recursos digitais, Percentual dos alunos que estagiam ou trabalham, etc.

Em segundo lugar, ouvir a opinião dos professores a respeito deste tema por meio de uma entrevista que siga um roteiro organizado a partir do levantamento dos requisitos acima mencionados, mas que também seja flexível de modo acolher pontos que o entrevistado (a) queira acrescentar. A entrevista terá aproximadamente duração de uma hora.

Este estudo faz parte de uma pesquisa de dissertação de mestrado da UFRJ. Comprometemo-nos a manter o anonimato total das informações e a enviar um relatório técnico com nossas principais conclusões, na expectativa de receber uma avaliação crítica sobre o mesmo. Esperamos que, de posse destas informações, possamos “desenhar” uma nova proposta de curso que esteja adequada e condizente com a realidade e necessidades dos estudantes.

Local da Entrevista	Instituição de Ensino do entrevistado
Data e hora	A combinar

Agradecemos antecipadamente a atenção do(a) colega, e esperamos poder transformar suas sugestões e contribuições em atividades e metodologias concretas para utilização em nossa proposta de curso inovadora.

Atenciosamente,
Prof. Diego Barbosa Moura (Mestrando em ensino de Física - UFRJ).

Apêndice III – Carta aos Professores 2

Prezado professor(a),

Alguns meses atrás tivemos a oportunidade de conversarmos, por meio de uma entrevista, a respeito de algumas questões associadas a formação de professores de ciências. Nesta conversa, nossa atenção se voltou para as características, especificidades e estrutura da(s) disciplina(s) de Física oferecida aos futuros professores de ciências de ensino fundamental, em geral, alunos de graduação em ciências biológicas.

Como mencionado anteriormente, esta entrevista compõe uma das etapas de minha pesquisa de dissertação de mestrado em ensino de Física. Com isso pretendemos compreender de forma detalhada o papel da Física na formação de professores de ciências, rever a estrutura tradicional das disciplinas de Física oferecidas atualmente nos cursos de graduação em Biologia, *e propor um novo modelo de disciplina que atenda as necessidades das partes envolvidas.*

Após a etapa de análise do conteúdo das entrevistas, e do processo de síntese das diversas orientações e sugestões que tive dos entrevistados, procurei expressar a estrutura do novo modelo da disciplina “Física para Biologia” em uma matriz de referência do curso organizada em forma de tabela. Esta matriz está melhor descrita e detalhada no arquivo em anexo “Matriz do curso”.

Convém destacar que esta matriz expressa parte do conceito do novo curso proposto, uma vez que contém apenas as competências, habilidades e conteúdos sugeridos pela nova proposta. Aspectos como metodologia de ensino, avaliação, uso de tecnologias da informação aplicadas ao ensino entre outros, não estão contemplados na matriz, embora estejam contemplados na proposta como um todo.

Assim sendo, retomo o contato com o senhor(a) a fim de validar algumas das informações contidas na matriz. Gostaria que fizesse uma análise crítica do arquivo “Matriz do curso” a fim de verificar se ele contém de fato suas ideias e sugestões fornecidas pela entrevista. Você encontrará ao final deste arquivo algumas perguntas que o ajudarão a fazer esta análise, mas se considerar necessário, fique a vontade para fazer qualquer comentário extra.

Desde já agradeço a atenção.

Prof. Diego Barbosa Moura.

Conforme descrito no corpo do email procurei expressar a estrutura do novo modelo da disciplina “Física para Biologia” em uma matriz de referência do curso organizada em forma de tabela. Por ser um documento relativamente extenso (cerca de 10 páginas) e conter muitos detalhes a respeito da estrutura da disciplina (siglas, códigos e etc.), a matriz não será exibida de forma completa. No entanto a figura 1 mostra, em linhas gerais, sua estrutura.

A matriz é composta de um inventário de Competências e Habilidades (colunas 1 e 2) consideradas necessárias a serem desenvolvidas nos graduandos no decorrer da disciplina. Ela também associa cada uma destas habilidades a conteúdos da Física (coluna 3) e, por meio das rubricas/descriptores (coluna 4), detalha como estes conteúdos devem ser abordados nas aulas e exercitados através das atividades (coluna 5). Nesta figura as siglas Ci, D, E e etc. identificam os conteúdos da física (Cinemática, Dinâmica, Eletricidade e etc.). Já os números contidos nas colunas 4 e 5 mostram quantas rubricas e atividades foram feitas para cada habilidade respectivamente. As atividades (exercícios) da coluna 5 estão catalogadas em um banco de dados e foram pensadas de modo a estimular os estudantes a desenvolverem as habilidades e competências listadas.

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	CONTEÚDOS	RUBRICAS	ATIVIDADES
REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO (C1)	SÍMBOLOS E CÓDIGOS (C1H1)	Ci, D, E, EL, M, Cir, Op, O	9	23
	UNIDADES DE MEDIDA (C1H2)	Ci, D, E, EL, Cir, C.	6	18
	COMUNICAÇÃO EM LINGUAGEM MATEMÁTICA E DISCURSIVA (C1H3)	Geral	7	30
INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO (C2)	MEDIÇÕES (C2H1)	Geral	6	0
	IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS RELEVANTES (C2H2)	D, ML, E, T, C, Ci	13	24
	ANÁLISE DE DADOS (C2H3)	Geral	12	51
	MODELOS E LEIS EXPLICATIVOS (C2H4)	A, M, C, EL, O, O	8	2
CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCULTURAL (C3)	EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS E IDEIAS CIENTÍFICAS (C3H1)	M, A, E	3	
	CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (C3H2)	E, R	3	
DIDÁTICA EM CIÊNCIAS FÍSICAS (C4)	ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO. (C4H1)	Geral	3	
	INSTRUMENTAÇÃO EM MATERIAIS DIDÁTICOS. (C4H2)	Geral	3	
	ABORDAGEM, METODOLOGIA e AVALIAÇÃO. (C4H3)	Geral	2	
Total			75	148

Figura 1

Esta estrutura foi pensada de modo a criar uma “cadeia conceitual” (**Competência =>Habilidade=> Conteúdo de Física => Rubrica => Atividades**) capaz de organizar e associar todas as etapas do planejamento da disciplina.

Abaixo segue uma tabela com as colunas 1 e 2 da matriz de referência original. Ela contém um “inventário de competências e habilidades” mais detalhado.

Competências	Habilidades
REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO	<p style="text-align: center;">SÍMBOLOS E CÓDIGOS</p> <p>Ler e escrever informações representadas por meio de códigos e símbolos próprios do meio físico.</p>
	<p style="text-align: center;">UNIDADES DE MEDIDA</p> <p>Identificar e distinguir uma grandeza física de outra, sabendo expressa-la por meio de unidades de medida conveniente, interpretando seu significado físico.</p>
	<p style="text-align: center;">COMUNICAÇÃO EM LINGUAGEM MATEMÁTICA E DISCURSIVA</p> <p>Comunicar conceitos e ideias físicas, de forma sucinta e clara, utilizando, discriminando e traduzindo adequadamente as linguagens matemática e discursiva entre si.</p>
INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO	<p style="text-align: center;">MEDIÇÕES</p> <p>Utilizar instrumentos de medição e cálculo.</p>
	<p style="text-align: center;">IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS E PROCESSOS RELEVANTES</p> <p>Reconhecer em fenômenos naturais, grandezas e processos comuns do conhecimento científico, identificando regularidades, invariantes e transformações.</p>
	<p style="text-align: center;">ANÁLISE DE DADOS</p> <p>Analisar dados representados de forma gráfica ou algébrica, de forma qualitativa e quantitativa, de modo ser capaz de realizar previsões de tendências, extrapolações, interpolações e interpretações.</p>
	<p style="text-align: center;">MODELOS E LEIS EXPLICATIVAS</p>

	<p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>
CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCULTURAL	<p style="text-align: center;">EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS E IDEIAS CIENTÍFICAS</p> <p>Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.</p>
	<p style="text-align: center;">CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE</p> <p>Compreender a relação de interdependência do desenvolvimento tecnológico contemporâneo com, as ciências e seu papel na vida humana. Sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social e no meio ambiente, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.</p>
DIDÁTICA EM CIÊNCIAS FÍSICAS	<p style="text-align: center;">ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO.</p> <p>Saber organizar o conhecimento científico em uma estrutura lógica, coerente e ordenada didaticamente, correlacionando e integrando os conteúdos de cada área da ciência.</p>
	<p style="text-align: center;">INSTRUMENTAÇÃO EM MATERIAIS DIDÁTICOS.</p> <p>Conhecer, propor e elaborar recursos didáticos úteis ao ensino de ciências, tais como experiências demonstrativas, modelos didáticos, jogos, debates e etc. Assim como discutir estratégias de sua implementação em sala de aula.</p>
	<p style="text-align: center;">ABORDAGEM, METODOLOGIA e AVALIAÇÃO.</p> <p>Conhecer, refletir e debater novas abordagens e estratégias para o ensino-aprendizagem da ciência-física, bem como métodos alternativos de avaliação.</p>

Assim sendo, gostaria que o senhor(a) fizesse uma análise crítica do plano de reestruturação de curso exposta acima, mais especificamente sobre suas impressões a respeito da “cadeia conceitual” e do “inventário de competências e habilidades”. Para isso você deverá responder as perguntas abaixo, e se considerar necessário, fique a vontade para fazer qualquer comentário extra no final.

1. De que forma você avalia a organização da estrutura do curso por meio da “cadeia conceitual”, ou seja, através da associação de um conjunto de atividades a cada competência destacada?

Bastante válida Válida Pouco válida Totalmente inválida

2. Em que grau você considera adequada a relação de competências e habilidades destacadas acima?

Adequado Parcialmente Adequado Parcialmente inadequado Inadequado

3. Com relação as competências e habilidades, existe alguma sugestão apontada por você na entrevista não contemplada na tabela?

Nenhuma Poucas Muitas

4. Existe algum ponto destacado na relação de competências e habilidades que você está de acordo, mas não havia pensado ou mencionou na entrevista?

Nenhuma Poucas Muitas

5. De um modo geral como você avalia a proposta de organização e reestruturação da disciplina?

Satisfatória Parcialmente Satisfatória Parcialmente insatisfatória
 Insatisfatória

6. Se achar necessário, faça aqui seus comentários.

Desde já agradeço a grande atenção e contribuição do senhor(a) nesta iniciativa de aprimorar a formação dos professores de ciências de nosso país.

Atenciosamente,

Prof. Diego Barbosa Moura

Apêndice IV

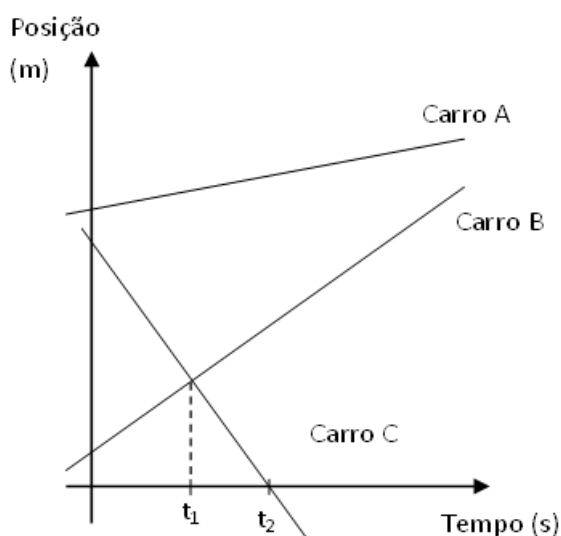
Questão 1

Frequentemente em corridas de fórmula 1, é comum ouvir a seguinte expressão “A distância entre o segundo e o primeiro colocado é de 3,64 segundos”.

- Do ponto de vista formal da Física, o que representa estes 3,64 segundos? Realmente é uma distância?
- Explique por que nestes casos é conveniente expressar a “distância” em segundos.

Questão 2

O gráfico abaixo representa a **posição em função do tempo** de três carros A, B e C que se movem ao longo de uma estrada retilínea. Para o intervalo de tempo mostrado no gráfico, classifique em verdadeiro ou falso as afirmativas a seguir e justifique sua resposta.



- A velocidade do carro A é sempre maior que a do carro B.
- A velocidade do carro B varia com o tempo.
- No instante de tempo t_1 , necessariamente o carro B e C tem a mesma velocidade e mesma posição.
- O módulo da velocidade do carro C (a rapidez do movimento do carro C) é maior que a do carro A.
- Em todos os instantes de tempo os três carros se movem no mesmo sentido.
- No instante t_2 o carro C tem velocidade e posição iguais a zero.

Questão 3

Baseando-se no gráfico da questão 1, faça um desenho da estrada e dos carros A, B e C representando o movimento deles:

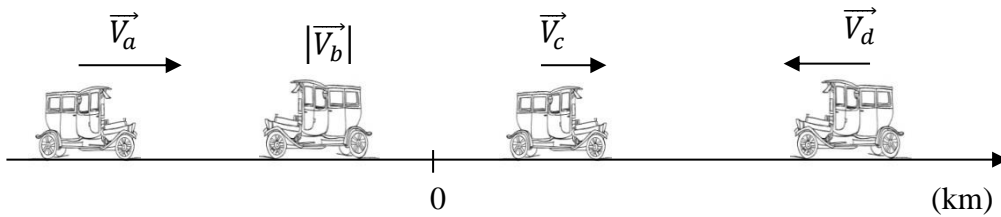
- No instante zero.
- No instante t_2 .

Não se esqueça de indicar no seu desenho o Km zero da estrada, e o sentido positivo da mesma (qual lado da estrada os km crescem), bem como o vetor velocidade dos Carros A, B e C.

***DICA: SEUS DESENHOS DEVEM SER FEITOS DE FORMA SEMELHANTE A MOSTRADA NA QUESTÃO 4.**

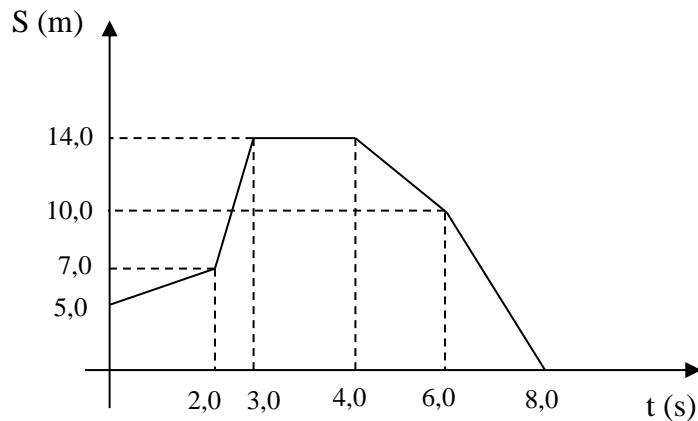
Questão 4

Baseando-se no desenho abaixo, construa um gráfico da posição em função do tempo dos carros A, B, C e D. Sabe-se que: $|\vec{V}_a| > |\vec{V}_d| > |\vec{V}_c| > |\vec{V}_b|$.



Questão 5

O gráfico abaixo representa a posição em função do tempo de um carrinho de controle remoto que se move sobre uma trena (aparelho para medir distâncias).



- Em qual intervalo de tempo o carrinho se move mais rapidamente? Qual o valor da velocidade do carrinho para este intervalo?
- Em qual intervalo de tempo o carrinho se move mais lentamente? Qual o valor da velocidade do carrinho para este intervalo?
- Este carrinho se move sobre a trena sempre no mesmo sentido? Para qual intervalo de tempo ele “vai” sobre a trena, e para qual ele “volta” sobre ela? Existe algum intervalo que o carrinho nem vai, nem volta? Qual?
- Qual a velocidade do carrinho entre os instantes 4 e 6 segundos?
- Qual a velocidade média do carrinho entre os instantes 0 e 4 segundos?
- A partir do gráfico **posição em função do tempo**, construa um novo gráfico da **velocidade em função do tempo** para o carrinho.

Questão 6

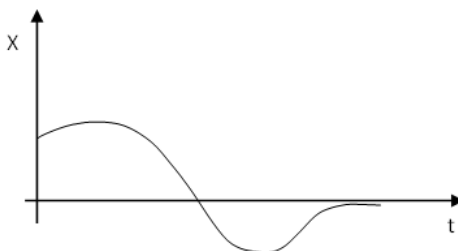
De duas cidadezinhas A e B, ligadas por uma estrada reta de 10 km de comprimento, partem simultaneamente, uma em direção à outra, duas carroças, puxadas cada uma por um cavalo e andando com velocidade constante de 6 Km/h (carroça que parte de A) e 4Km/h (carroça que parte de B). No instante de partida, uma mosca, que estava pousada na testa do cavalo que sai de A, parte voando em linha reta, com velocidade constante de 18 Km/h, e vai pousar na testa do cavalo que sai de B. Após um intervalo de tempo desprezível, parte novamente e volta, com a mesma velocidade de antes, em direção ao

cavalo que sai de A até posar em sua testa. E assim prossegue neste vaivém, até que os dois cavalos se encontram e a mosca morre esmagada entre as duas testas.

- Quanto tempo a mosca permanece voando? Quantos quilômetros ela voa até morrer?
- Faça um desenho representando as cidades A e B, e a estrada que as une. Marque neste desenho seu referencial, ou seja, um sistema de coordenadas mostrando de maneira clara onde é o zero das posições, e em qual direção e sentido ela cresce. Esboce agora um gráfico, Posição X Tempo, representando o movimento dos dois cavalos e da mosca, desde o instante que eles começam a se mover, até o instante que ela morre.

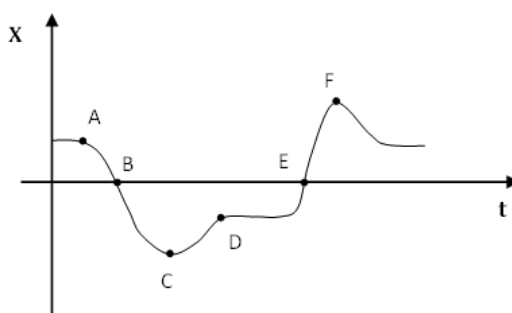
Questão 7

Uma partícula se move ao longo do eixo x , sendo a figura abaixo o gráfico de sua posição em função do tempo. Esboce para este movimento o gráfico da velocidade em função do tempo.



Questão 8

O gráfico abaixo representa a posição em função do tempo, de um carrinho de controle remoto se movendo sobre o eixo x , em uma pista unidimensional.



- Qual a relação (maior, menor ou igual) entre as velocidades instantâneas do carrinho, nos instantes destacados no gráfico?
- Dentre as grandezas Posição e Velocidade, quais são iguais a zero nos instantes indicados pelos pontos B, C, E e F?

Questão 9

A cada segundo um coelho percorre metade da distância entre seu nariz e um pé de alface.

- Faça um gráfico da posição em função do tempo deste movimento.
- Faça um gráfico da velocidade em função do tempo.
- Qual é o valor limite da velocidade média do coelho?
- O coelho consegue alcançar a alface?

Questão 10

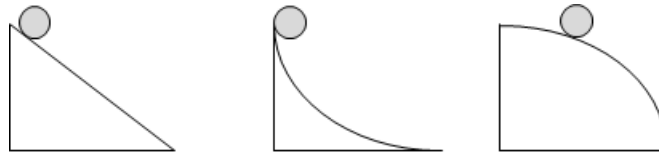
Um motorista percorre 10Km a 40Km/h e os 10Km seguintes a 80Km/h. Qual é a velocidade média do percurso? Compare com a média aritmética das velocidades.

Questão 11

Na célebre corrida entre a lebre e a tartaruga, a velocidade da lebre é 30 km/h e a da tartaruga é de 1,5 m/min. A distância a percorrer é de 600m, e a lebre corre durante 0,5 min antes de parar para uma soneca. Qual é a duração máxima da soneca para que a lebre não perca a corrida? (Dica: Use como unidade de comprimento o metro e de tempo o min.)

Questão 12

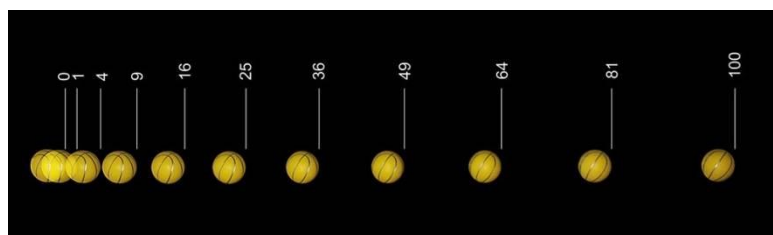
Sobre qual destas rampas, a bola rola descendo com velocidade crescente e aceleração decrescente?



Questão 13

Uma fotografia estroboscópica, consiste na superposição de diversas fotografias tiradas, de um mesmo objeto, em instantes diferentes, mas com intervalos de tempos iguais entre uma foto e outra.

As figuras abaixo mostram duas fotografias estroboscópicas de dois movimentos diferentes 1 e 2. Sabe-se que o intervalo de tempo entre duas fotos sucessivas é o mesmo para as duas figuras, e que ambas tem a mesma escala de tamanho.



Movimento 1



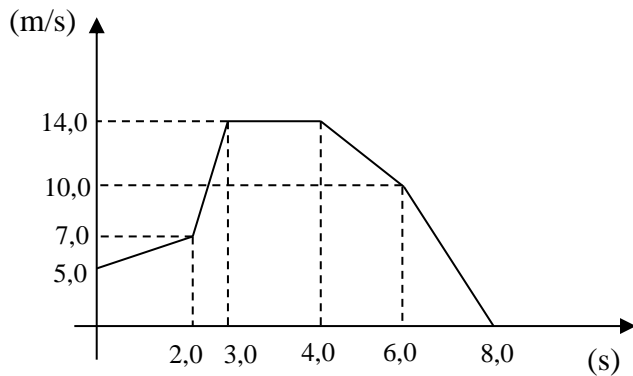
Movimento 2

Classifique em verdadeiro ou falso as afirmativas a seguir e justifique sua resposta.

- A velocidade do movimento 1 é sempre maior que a do movimento 2.
- A aceleração do movimento 2 é diferente de zero.
- As bolinhas das duas figuras percorrem distâncias iguais em tempos iguais.
- A aceleração do movimento 1 é diferente de zero enquanto que a do movimento 2 é igual a zero.
- Como a aceleração do movimento 1 é diferente de zero, a bolinha da primeira figura percorre, para qualquer intervalo de tempo, uma distância maior que a bolinha da figura 2.

Questão 14

Um objeto se move ao longo de uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo mostra como sua velocidade varia em função do tempo.

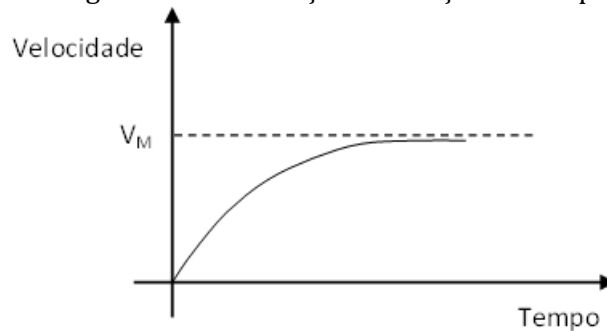


a) Calcule a aceleração do móvel entre os instantes 0 e 2, 2 e 3, 3 e 4, 4 e 6, 6 e 8.

b) Calcule a distância percorrida pelo móvel entre os instantes 0 e 2, 2 e 3, 3 e 4, 4 e 6, 6 e 8.

Atividade 15

O gráfico abaixo mostra como varia a velocidade em função do tempo, para um objeto em queda livre com resistência do ar. V_M representa a velocidade máxima que o objeto atinge durante a queda. Esboce o gráfico da aceleração em função do tempo para este objeto.



Atividade 16

Uma pedra, deixada cair de uma ponte, atinge a água em 5,0s. Calcule:

a) A velocidade com que a pedra atinge a água.

b) A altura da ponte.

Despreze a resistência do ar e use $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Atividade 17

Um estudante quer determinar a altura de um edifício utilizando seus conhecimentos de cinemática. Para isso, ele deixa cair do último andar um bolinha de gude em direção ao solo, e mede o tempo de queda com um cronômetro. Sabendo que a medida obtida foi de 3,2s. Determine.

a) A velocidade com que a bolinha chega ao chão.

b) A altura do prédio sem utilizar a função horária da posição (use o método gráfico).

Atividade 18

Se não existisse a resistência produzida pelo ar, quão rápidas seriam as gotas de chuva que caem de uma nuvem a 1 km de altura?

Atividade 19

Uma pedra é lançada, de uma altura de 15m do solo, verticalmente para cima, e atinge uma altura máxima de 20m acima do solo. Despreze a resistência do ar e use $g = 10\text{m/s}^2$.

- Determine a velocidade com que ela foi lançada.
- Calcule o tempo que a pedra permanece voando.

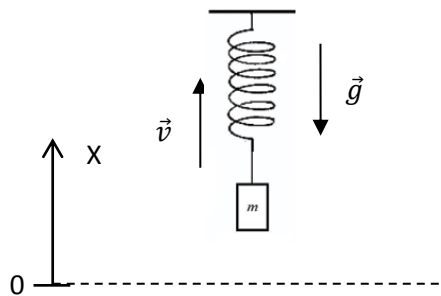
Atividade 20

Chegando atrasado à estação ferroviária, um indivíduo corre com velocidade constante. Quando ele se encontra a 25m do último vagão o trem avança com aceleração constante de $0,5\text{m/s}^2$ a partir do repouso.

- Qual deve ser a velocidade mínima do indivíduo para que ele consiga alcançar o trem?
- Se o indivíduo tem uma velocidade de 4m/s , de modo que não consegue alcançar o trem, a que distância mínima ele chega?

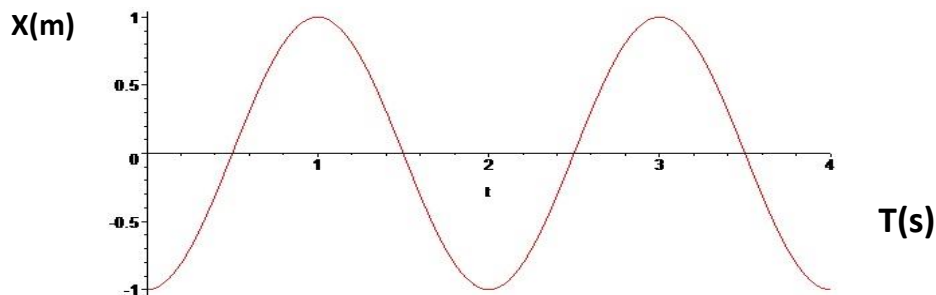
Atividade 21

Uma caixinha pendurada na extremidade de uma mola vertical executa um movimento oscilatório. Na situação da figura, a mola está comprimida e a caixinha está subindo com velocidade \vec{v} .



- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre a bolinha no instante representado na figura, e diga onde (em qual objeto) atua a reação de cada uma delas.

O gráfico abaixo representa a posição X da caixinha em função do tempo.



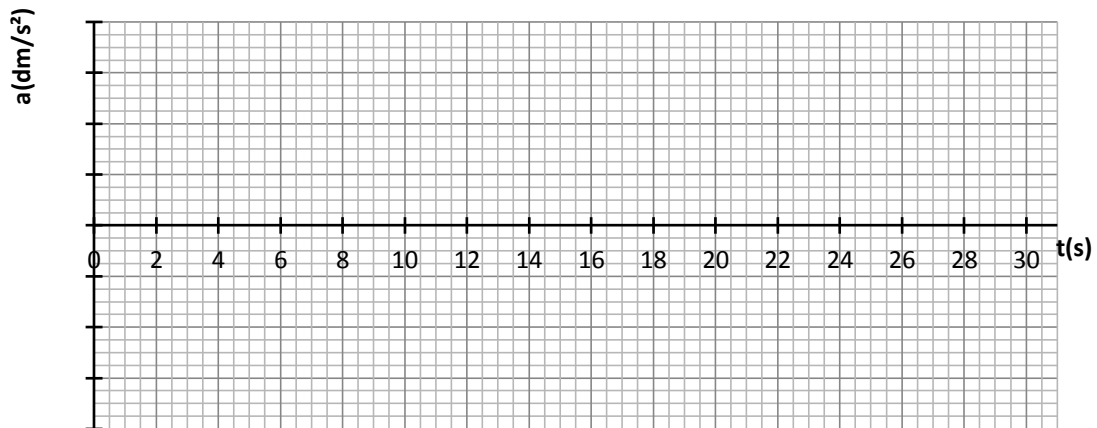
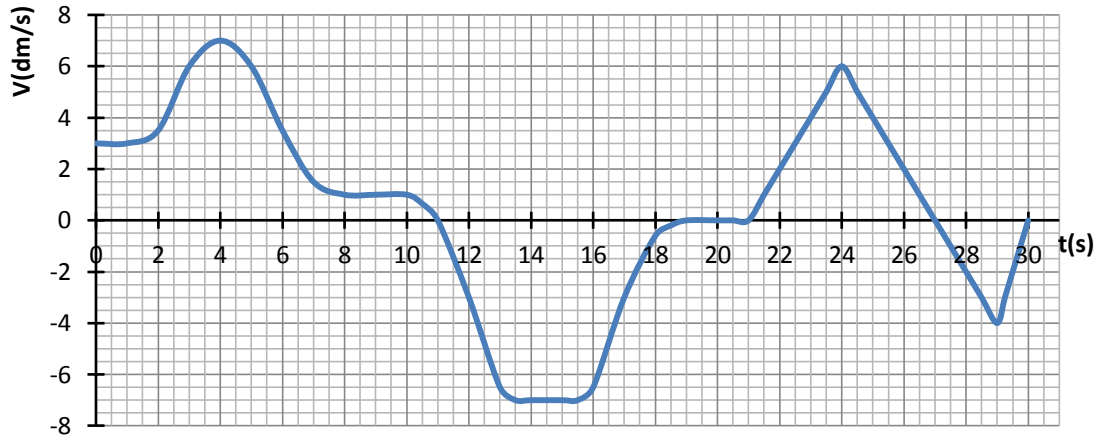
Esboce os gráficos da velocidade e aceleração em função do tempo, do movimento da caixinha.

c) Em quais intervalos de tempo a rapidez do movimento (módulo da velocidade) é crescente? Em quais é decrescente?

d) Em quais instantes de tempo a aceleração do movimento é mínima?

Atividade 22

Um carrinho de controle remoto se move ao longo de uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo mostra como sua velocidade varia em função do tempo.



a) Calcule a aceleração média do carrinho nos intervalos de 0 até 4s e 8s até 14s. [0,5]

b) Estime o valor da aceleração do carrinho no instante 6s. [0,5]

c) Faça um esboço do gráfico da aceleração em função do tempo para este movimento. [0,5]

d) Em qual instante, ou quais instantes, de tempo o carrinho muda o sentido de seu movimento? [0,5]

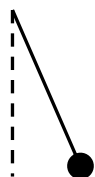
e) Estime a distância percorrida pelo carrinho no intervalo de 0s até 11s. Justifique sua resposta. [0,5]

f) Calcule a distância percorrida no intervalo de 21s até 27s. [0,5]

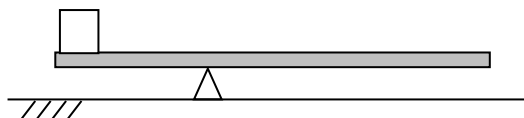
Atividade 23

Nos esquemas abaixo, isole os corpos indicando as forças que atuam em cada um deles.

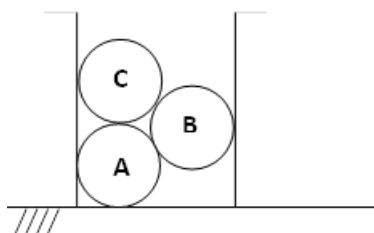
a) Esfera oscilante em um pêndulo.



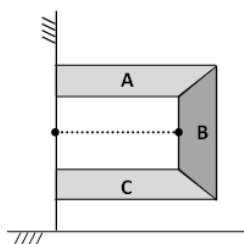
b) Barra cinza.



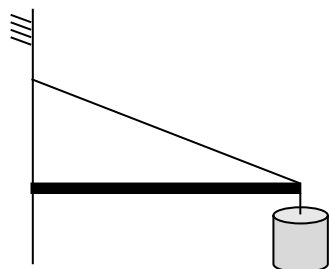
c) Esferas A, B e C todas em contato e sem atrito com as paredes e entre si.



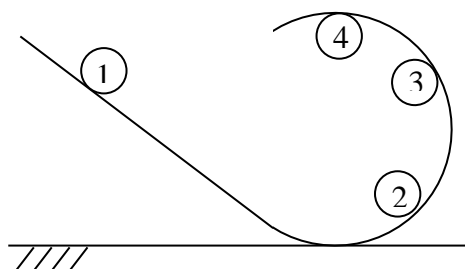
d) Bloco B que está preso por uma corda na parede e não tem atrito com os blocos A e C.



e) Barra de peso desprezível.

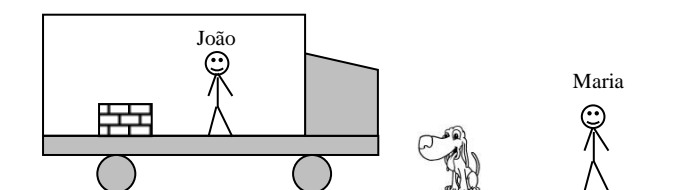


f) Esferas 1,2,3 e 4 deslizando sobre uma pista sem atrito. Todas foram soltas em instantes diferentes do alto da pista.



Atividade 24

João e Maria decidem se mudar para a casa nova. Durante a mudança eles decidem dividir as tarefas, João ficou responsável pelo transporte dos móveis, e Maria de arrumá-los na nova casa. Em uma das várias viagens que fez entre as duas casas, o motorista se vê obrigado a frear forte para não atropelar um cão. No momento da frenada, João (no interior da carroceria do caminhão), e Maria (em repouso sobre a calçada de sua casa nova), observam um de seus móveis, dentro do caminhão, deslizar sobre o piso áspero da carroceria.



- Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam sobre o móvel durante a frenada.
- Durante a viagem, João observa o móvel se mover com

velocidade constante ou variável? E Maria?

c) Comente a validade da 1ª lei de Newton, para o referencial de João e Maria.

Atividade 25

Num ônibus espacial orbitando no espaço, você tem em suas mãos duas caixas idênticas, uma cheia de areia e outra cheia de penas. Você pode dizer qual é qual sem abri-las?

Atividade 26

Você está empurrando um carro pesado com as mãos. O carro, por sua vez, empurra-o com uma força igual, mas oposta. Isto não significa que as forças se anulam mutuamente, tornando impossível acelerar? Justifique sua resposta em qualquer caso?

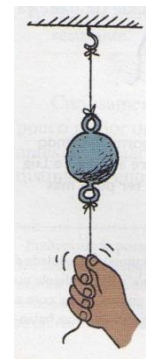
Atividade 27

A chaminé de um trenzinho de brinquedo, em repouso, contém uma mola vertical que atira uma bola de aço, a um metro ou mais, em linha reta para cima no ar. Linha tão retilínea que a bola cai de volta dentro da chaminé. A bola ainda retornará para a chaminé se:

- O trenzinho se mover sobre trilhos retos com rapidez constante?
- O trenzinho se mover sobre trilhos circulares com rapidez constante?
- O trenzinho se mover sobre trilhos retos com rapidez crescente ou decrescente?

Atividade 28

Por que um aumento lento e contínuo da força para baixo rompe o barbante acima da esfera massiva, enquanto que um aumento súbito rompe o barbante de baixo?



Atividade 29

Um bloco de madeira está apoiado em repouso sobre uma mesa plana horizontal como ilustra a figura 1. Nesta situação a mesa exerce sobre o bloco uma força \vec{f} . A figura 2 mostra a mesma mesa e o mesmo bloco, só que agora inclinados, com o bloco deslizando sobre a mesa com velocidade constante. Nesta nova situação a força que a mesa exerce sobre o bloco é \vec{f}' . Compare \vec{f} e \vec{f}' . Verifique se $|\vec{f}|$ é maior, menor ou igual ao $|\vec{f}'|$. Justifique sua resposta.

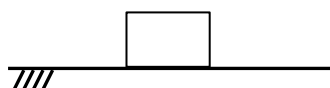


Figura 1

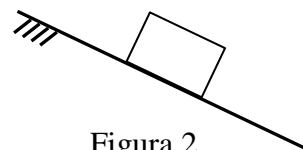
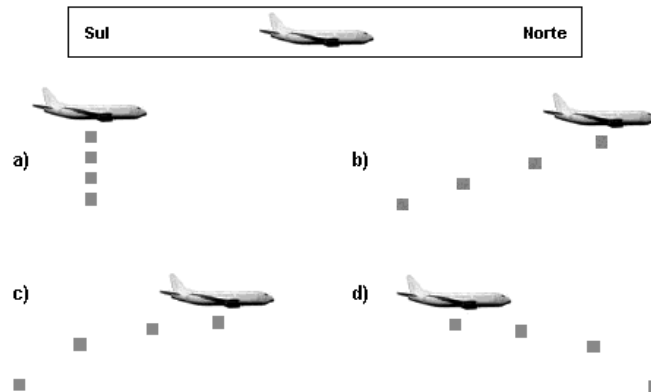


Figura 2

Atividade 30

Um avião sobrevoa, com velocidade constante, uma área devastada, no sentido sul-norte, em relação a um determinado observador. A figura a seguir ilustra como esse observador, em repouso, no solo, vê o avião. Quatro pequenas caixas idênticas de remédios são largadas de um compartimento da base do avião, uma a uma, a pequenos intervalos regulares. Nessas circunstâncias, os efeitos do ar praticamente não interferem no movimento das caixas. O observador tira uma fotografia, logo após o início da queda da quarta caixa e antes de a primeira atingir o solo. A ilustração mais adequada dessa fotografia é apresentada em:



Atividade 31

Um fazendeiro incita seu cavalo a puxar uma carroça. O cavalo refuta dizendo que tentar isso seria inútil, pois estaria zombando da terceira lei de Newton. Ele conclui que não pode exercer uma força na carroça maior do que a carroça exerce sobre ele e, portanto, não será capaz de acelerá-la. Qual o erro no raciocínio do cavalo? Como você poderia argumentar, baseando-se em conceitos físicos, a fim de convencer o cavalo a puxar a carroça?

Atividade 32

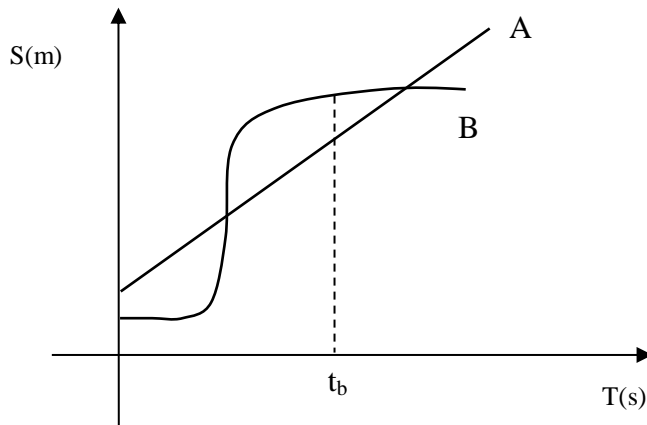
Em 13 de janeiro de 1920 o jornal New York Times publicou um editorial atacando o cientista Robert Goddard por propor que foguetes poderiam ser usados em viagens espaciais. O editorial dizia:

"É de se estranhar que o prof. Goddard, apesar de sua reputação científica internacional, não conheça a relação entre as forças de ação e reação e a necessidade de ter alguma coisa melhor que o vácuo contra a qual o foguete possa reagir. É claro que falta a ele o conhecimento dado diariamente no colégio."

Comente o editorial anterior, indicando quem tem razão e por quê, baseando sua resposta em algum princípio físico fundamental.

Atividade 33

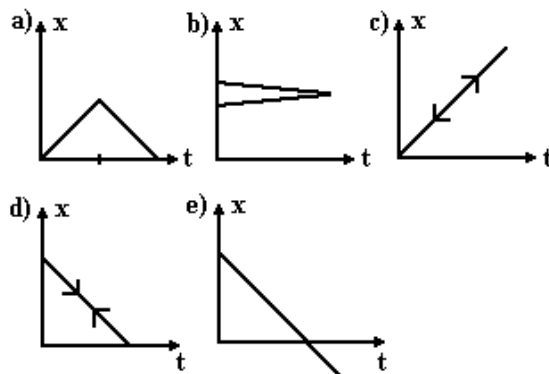
O Gráfico abaixo mostra a posição em função do tempo de duas esferas A e B em movimento retilíneo.



- Marque ao longo do eixo t , usando o símbolo t_a , o(s) instante(s) em que uma esfera ultrapassa a outra.
- Qual das duas esferas A ou B esta se movendo mais rapidamente no tempo t_b indicado no gráfico?
- Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo t_c , o(s) instante(s) em que ambas esferas possuem a mesma velocidade.
- Faça um esboço do gráfico da velocidade em função do tempo das esferas A e B.

Atividade 34

2) Uma pessoa parte de um ponto P, vai até um ponto Q e volta ao ponto P, deslocando-se em linha reta com movimento aproximadamente uniforme. O gráfico posição(x) em função do tempo(t) que melhor representa esse movimento é:



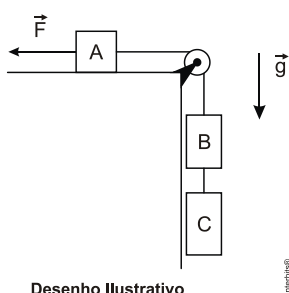
Atividade 35

Um aluno que tinha vindo de sua primeira aula sobre o princípio da Ação e Reação, ficou sem gasolina no carro.

Raciocinou: "Se eu tentar empurrar o carro com a força F ele vai reagir com uma força F , ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro". Seu colega desceu do carro e o empurrou, conseguindo movê-lo. Qual o erro cometido pelo aluno em seu raciocínio?

Atividade 36

Três blocos A, B e C de massas 4 kg, 6 kg e 8 kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade g vale 10m/s^2 .

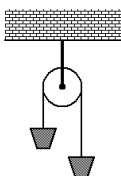


Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal \vec{F} que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de 2m/s^2 , é de:

- 100 N
- 112 N
- 124 N
- 140 N
- 176 N

Atividade 37

A figura a seguir mostra uma máquina de Atwood formada por dois baldes idênticos e uma polia. Um cabo inextensível acoplado ao teto sustenta o eixo de uma polia, a qual pode girar sem atrito com o eixo. Os dois baldes encontram-se ligados um ao outro por meio de uma corda inextensível que não desliza sobre a polia. Os baldes, a polia, a corda e o cabo têm massas desprezíveis. Considere que tenhamos 10 kg de areia para distribuir entre os dois baldes e despreze a resistência do ar.



a) Supondo que a areia tenha sido dividida entre os baldes em porções de massas m_1 e m_2 e usando g para o módulo da aceleração da gravidade local, deduza as fórmulas para a aceleração dos baldes e para a tração na corda.

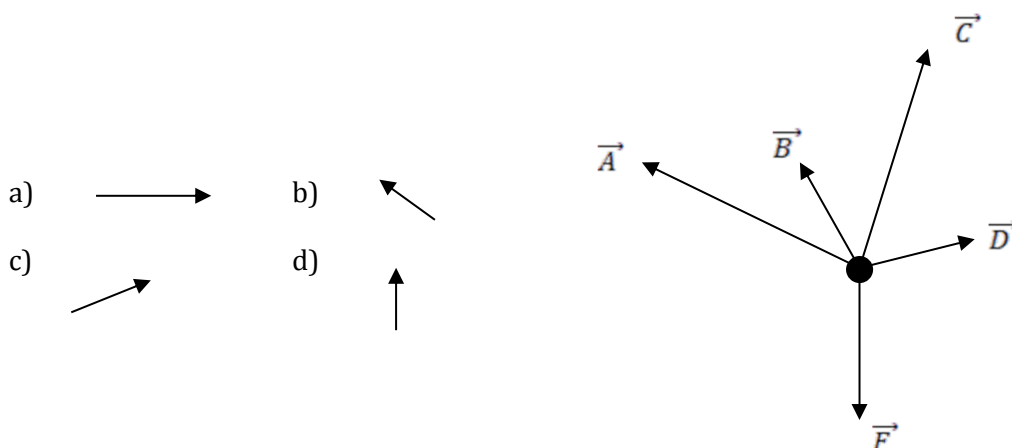
b) Mostre que o módulo da força exercida pelo cabo sobre o teto é

dado por $F = \left[\frac{4 m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right] g$.

c) Em qual das seguintes situações a força exercida pelo cabo sobre o teto é menor: 5 kg de areia em cada balde (situação 1) ou 4 kg num deles e 6 kg no outro (situação 2)? Justifique sua resposta utilizando o resultado do item anterior.

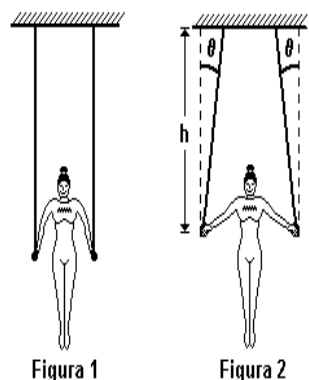
Atividade 38

4) Sabendo que a partícula abaixo está em equilíbrio, e que todos os vetores da figura representam forças aplicadas sobre a partícula. Qual das alternativas abaixo melhor representa o vetor $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$? (1,0)



Atividade 39

As figuras mostram uma ginasta olímpica que se sustenta em duas argolas presas por meio de duas cordas ideais a um suporte horizontal fixo; as cordas têm 2,0m de comprimento cada uma. Na posição ilustrada na figura 1 os fios são paralelos e verticais. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem T. Na posição ilustrada na figura 2, os fios estão inclinados, formando o mesmo ângulo θ com a vertical. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem T' e a distância vertical de cada argola até o suporte horizontal é $h=1,80\text{m}$, conforme indica a figura 2.

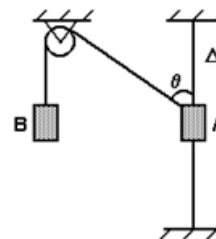


Sabendo que a ginasta pesa 540N, calcule T e T'.

Atividade 40

3) Considere o sistema em equilíbrio representado na figura a seguir.

- o corpo A tem massa m_A e pode deslizar ao longo do eixo Δ ;
- o corpo B tem massa m_B ;
- a roldana é fixa e ideal;
- o eixo vertical Δ é rígido, retilíneo e fixo entre o teto e o solo;
- o fio que liga os corpos A e B é inextensível.

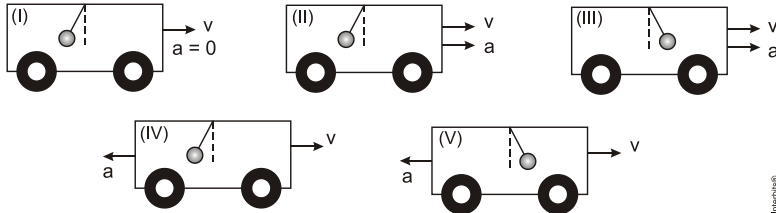


Sabendo-se que $m_B > m_A$ e desprezando-se todos os atritos,

- escreva, na forma de uma expressão trigonométrica, a condição de equilíbrio do sistema, envolvendo o ângulo θ e as massas de A e B.
- explique, analisando as forças que atuam no bloco A, o que ocorrerá com o mesmo, se ele for deslocado ligeiramente para baixo e, em seguida, abandonado.

Atividade 41

Belém tem sofrido com a carga de tráfego em suas vias de trânsito. Os motoristas de ônibus fazem frequentemente verdadeiros malabarismos, que impõem desconforto aos usuários devido às forças inerciais. Se fixarmos um pêndulo no teto do ônibus, podemos observar a presença de tais forças. Sem levar em conta os efeitos do ar em todas as situações hipotéticas, ilustradas abaixo, considere que o pêndulo está em repouso com relação ao ônibus e que o ônibus move-se horizontalmente.



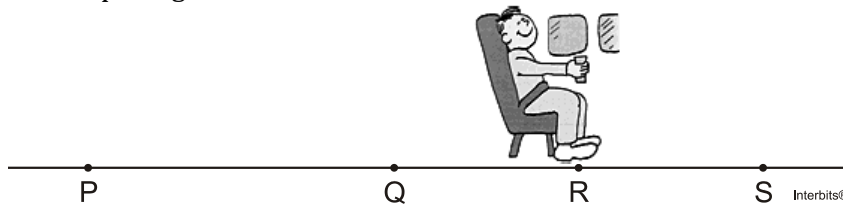
Sendo v a velocidade do ônibus e a sua aceleração, a posição do pêndulo está ilustrada corretamente

- na situação (I).
- nas situações (II) e (V).
- nas situações (II) e (IV).

- nas situações (III) e (V).
- nas situações (III) e (IV).

Atividade 42

No interior de um avião que se desloca horizontalmente em relação ao solo, com velocidade constante de 1000 km/h, um passageiro deixa cair um copo. Observe a ilustração abaixo, na qual estão indicados quatro pontos no piso do corredor do avião e a posição desse passageiro.

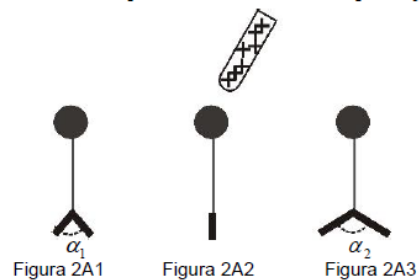


O copo, ao cair, atinge o piso do avião próximo ao ponto indicado pela seguinte letra:

- P
- Q
- R
- S

Atividade 43

Na Figura 2A1 abaixo mostramos um eletroscópio de folha eletricamente carregado com uma carga elétrica Q (na figura foi representada apenas a parte condutora do eletroscópio). Um aluno utiliza um bastão eletrizado positivamente para descobrir a carga elétrica do eletroscópio. Ele aproxima o bastão eletrizado ao eletroscópio, mas *sem tocá-lo*. Na presença do bastão, o aluno observa que as folhas do eletroscópio se juntam (Figura 2A2).



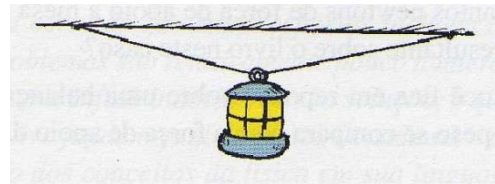
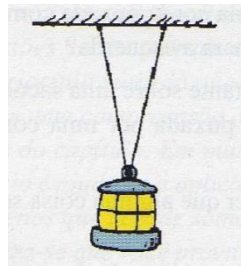
- Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Qual o tipo (positiva ou negativa) de carga elétrica do eletroscópio?

Agora, o aluno *toca* a esfera do eletroscópio com o bastão e, em seguida, o *afasta do eletroscópio*. Ele observa que o ângulo final α_2 entre as folhas de alumínio é maior do que o ângulo α_1 que existia antes do bastão ser aproximado (Figura 2A3, $\alpha_2 > \alpha_1$).

b) Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Qual o tipo (positiva ou negativa) de carga elétrica final do eletroscópio (Figura 2A3)?

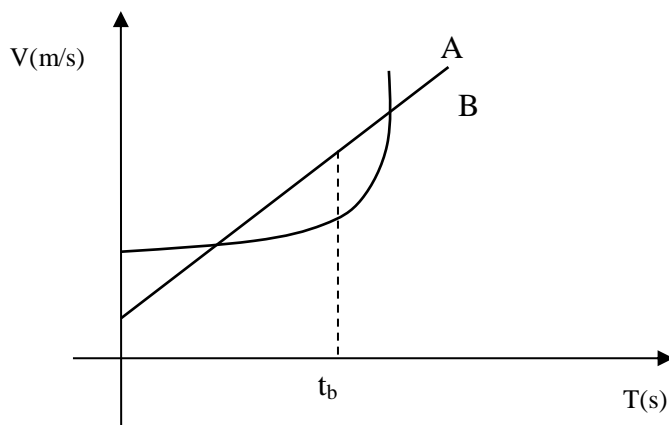
Atividade 44

As figuras abaixo mostram duas formas diferentes de se prender um lampião de peso 50N ao teto. Em qual delas a tensão na corda é maior? Justifique sua resposta.



Atividade 45

O Gráfico mostra a posição em função do tempo de duas esferas A e B em movimento retilíneo.



- Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo t_a , o(s) instante(s) em que uma esfera ultrapassa a outra.
- Qual das duas esferas A ou B está se movendo mais rapidamente no tempo t_b indicado no gráfico?
- Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo t_c , o(s) instante(s) em que ambas esferas possuem a mesma

velocidade.

d) Faça um esboço do gráfico da velocidade em função do tempo das esferas A e B.

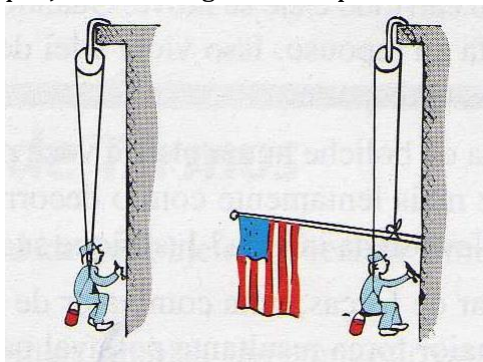
Atividade 46

Um elevador comercial tem capacidade máxima para 5 pessoas ou 400 kg. Sabe-se que a aceleração máxima que o elevador atinge é de 3m/s^2 quando ele desce, e de 2m/s^2 quando ele sobe. Calcule:

- a) A força máxima que o piso do elevador suporta quando ele opera na sua capacidade máxima.
- b) A força mínima que o piso do elevador suporta quando ele opera na sua capacidade máxima.
- c) Caso o cabo do elevador seja cortado e ele passe a se mover em queda livre, quanto vale a força que é exercida no piso do elevador?
- d) Imagine agora que além de cortar os cabos, o elevador seja empurrado para baixo de modo que desça com aceleração igual a $2\vec{g}$. Descreva qualitativamente a situação física percebida pelas pessoas de dentro do elevador.
- e) Uma bolinha de gude é arremessada em direção ao piso do elevador com uma velocidade de 1m/s quando o elevador está parado no térreo. Nestas condições o tempo de queda é vale T_0 . Quando o elevador se encontra na situação descrita pelos itens a) e b) o tempo de queda vale respectivamente T_1 e T_2 . Diga quais são as relações (maior, menor ou igual) entre T_0 , T_1 e T_2 . Justifique sua resposta.
- f) Com o elevador se movendo nas condições do item d), Qual é a altura mínima do piso a bolinha deve ser lançada de modo que consiga atingir o piso?

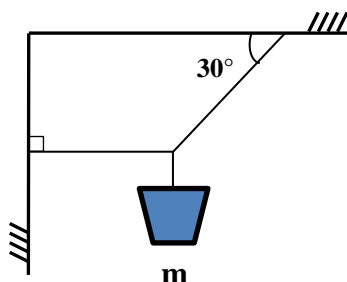
Atividade 47

João o pintor, utiliza sua cadeirinha amarrada a uma corda, ano após ano em seu trabalho. Ele pesa 500N , e a corda, sem que ele saiba, tem um ponto de ruptura de 300N . Por que a corda não se rompe quando ele é sustentado como ilustrado no lado esquerdo da figura? Um dia João estava pintando próximo ao mastro de uma bandeira, e resolve amarrar a extremidade livre da corda no mastro em vez de amarrar em sua cadeira, como ilustra a figura da direita. Por que João foi obrigado a se aposentar mais cedo?



Atividade 48

Na figura abaixo o bloco está em equilíbrio. Calcule a tensão nos fios. Dados $g = 10\text{m/s}^2$ e $m = 3\text{ kg}$.



Atividade 49

Um pêndulo consiste em um objeto massivo preso a uma das extremidades de um fio de massa desprezível. A extremidade livre do fio é então presa ao teto de um vagão de metrô que passa a se mover com uma aceleração horizontal constante vista de um referencial fixo a Terra. Este sistema funciona como um acelerômetro.

- Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam na massa do pêndulo, e diga onde (em qual objeto) agem as reações de cada uma das forças.
- Comente sobre a validade da primeira lei de Newton aplicada ao movimento do pêndulo nestes referenciais:

i) Referencial fora do vagão fixo a terra.

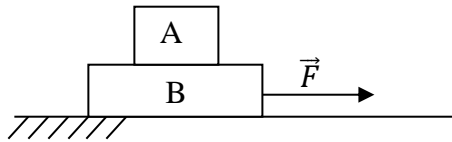
ii) Referencial dentro do vagão e fixo ao piso.

Dentre os referenciais descritos acima, qual é considerado inercial?

- Mostre que a expressão que relaciona a aceleração horizontal A do vagão, ao ângulo θ formado pelo fio com a vertical é: $A = g \operatorname{tg}(\theta)$. Calcule esta aceleração quando $\theta = 30^\circ$.

Atividade 50

A figura mostra o bloco A apoiado sobre o B, e o B sobre uma mesa plana e horizontal. Não existe atrito entre o bloco B e a mesa, mas existe entre o A e o B. Sabe-se que $m_A = 4\text{kg}$, $m_B = 8\text{kg}$ e que a força de atrito máxima entre A e B é de 4N.



- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre A e B e diga onde atua a reação de cada uma delas.
- Calcule o valor mínimo da força \vec{F} que devemos puxar B horizontalmente para que A deslize sobre B.

Atividade 51

Um bloco B, de massa 2kg, está apoiado sobre um bloco A de massa 4kg, que por sua vez encontra-se sobre uma mesa sem atrito. Existe atrito entre os blocos A e B, e seu valor máximo é de 3N. O bloco B é empurrado por uma força externa F de modo que o conjunto desliza sobre a mesa, mas sem haver deslizamento entre os blocos.

- Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam sobre cada um dos blocos.
- Qual o valor da aceleração do sistema que faz com que o bloco B fique na iminência de deslizar sobre o bloco A?
- Qual o valor máximo que F pode assumir, sem que ocorra deslizamento entre os blocos?

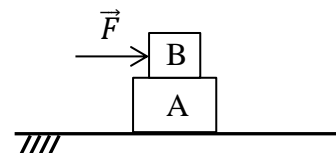


Figura 1

Atividade 52

Uma bolinha de borracha (bolinha “perereca”) tem 10g de massa. Quando ela é abandonada de uma altura de 5m do solo, cai, bate no chão, e sobe novamente, atingindo agora uma altura de 4m do solo. Despreze a resistência do ar, use $g=10\text{m/s}^2$ e considere $\sqrt{\frac{4}{5}} \cong 0,9$ ou $\sqrt{80} \cong 9$.

- Qual o valor da velocidade da bola ao atingir o solo?
- Qual o valor da velocidade da bola ao deixar o solo na subida?
- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre a bola quando ela atinge o chão.
- Sabendo que o tempo de contato entre a bolinha e o chão é de 0,1s, calcule a aceleração média sofrida pela bolinha durante o impacto.
- Calcule o valor médio da força que o chão faz sobre a bolinha durante o impacto. Qual o valor médio da força que a bolinha faz sobre o chão?

*DICA: ATENÇÃO PARA AS UNIDADES DE MEDIDA!

Questão 53

Uma maçã pendurada em um ramo possui energia potencial por causa de sua altura. Se ela cai, em que esta energia se tornou imediatamente antes de bater no solo? E após bater no solo?

Questão 54

Ligar o ar condicionado de um carro geralmente aumenta o consumo de combustível. Mas para certos valores de velocidade, um carro com janelas abertas e ar condicionado desligado pode consumir mais combustível. Explique.

Questão 55

Você diz ao seu colega que nenhuma máquina é capaz de fornecer mais energia do que lhe é fornecida na entrada, e seu colega replica dizendo que um reator nuclear fornece mais energia na saída do que na entrada. O que você diz?

Questão 56

Alguém que tenta lhe vender uma “superbola” afirma ela saltará até uma altura maior do que aquela de onde foi largada. Isso é possível?

Questão 57

Suponha que você e dois colegas de turma estejam discutindo o projeto de uma montanha russa. Um dos colegas diz que cada topo de uma pista deve ser mais baixo que o anterior. O outro colega diz que isto não faz sentido, pois desde que o primeiro deles seja o mais alto de todos, não importa a que altura estarão os demais. O que você diz? (Considere dois casos: Despreze todos os atritos sobre o carrinho. E depois considere todos os atritos sobre o carrinho da montanha russa).

Questão 58

Quanto trabalho você deve realizar, quando empurra um caixote horizontalmente, aplicando sobre ele uma força de 100N ao longo de 10m do piso horizontal de uma fábrica? Se a força de atrito entre o caixote e o piso for constantemente igual a 70N, quanta

energia cinética é adquirida pelo caixote depois de escorregar por 10m? Quanto trabalho é convertido em energia térmica?

Questão 59

Comparado com alguma rapidez original, quanto trabalho os freios devem fornecer para deter um carro que é quatro vezes mais veloz? Como se comparam as distâncias de parada?

Questão 60

Qual é, em última instância, a fonte das energias advindas da queima de combustíveis fósseis, das hidroelétricas e dos moinhos de vento?

Questão 61

A energia que precisamos para viver vem da energia potencial quimicamente armazenada nos alimentos, que é convertida em outras formas quando é metabolizada. O que acontece com uma pessoa cujo trabalho fornecido na saída é menor que a energia que ela ou ele consumiu? E se o trabalho fornecido na saída for maior que a energia consumida?

Questão 62

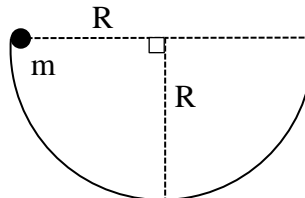
Por que você pode, com muito mais facilidade, andar de bicicleta por 1km no plano, do que correr a mesma distância? Em cada caso, você transporta seu próprio peso por 1km e no primeiro você também transporta a bicicleta e, ainda por cima, em um intervalo de tempo mais curto!

Questão 63

Uma “marimba” consiste em uma pedra posta a girar em uma trajetória circular presa a um barbante. Qual é o ângulo entre a força de tração do barbante e o deslocamento instantâneo da pedra? Qual o trabalho realizado pela força de tração? Como você poderia explicar como a pessoa que segura o barbante consegue fazer a pedra girar mais rapidamente?

Questão 64

Um pequeno bloco de massa $m = 1,0\text{kg}$ é abandonado no instante t_0 , a partir do repouso, de um ponto na beira da superfície interna de um hemisfério de raio $R = 1,0\text{m}$, como ilustra a figura.



Ele oscila algumas vezes e sua velocidade no ponto mais baixo da trajetória é menor a cada oscilação, devido à existência de atrito. Ao passar pelo ponto mais baixo, num certo instante t_1 , sua velocidade tem módulo $v = 4,0\text{m/s}$.

- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito desde o instante t_0 até o instante t_1 .
- A perda de energia mecânica é a mesma a cada oscilação?

Questão 65

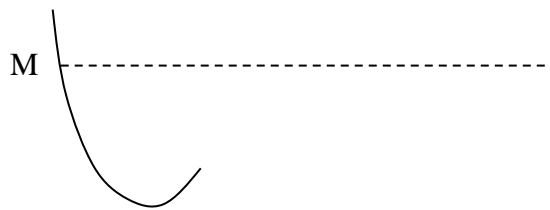
Abandona-se do alto de uma rampa de 15m de altura, um carrinho de 20kg de massa, que desliza sem atrito até a base plana e horizontal da rampa. Na base, o carrinho choca-se contra uma mola presa a uma parede, comprimindo-a até uma distância de 10cm. Determine a constante elástica da mola.

Questão 66

Um bloco de massa 1kg, inicialmente em repouso, é solto de uma altura $h = 1,5\text{m}$ sobre uma mola de constante elástica $k = 10\text{N/m}$. Desprezando a resistência do ar e a massa da mola, calcule a distância máxima que a mola será comprimida.

Questão 67

Uma bolinha de aço é abandonada a partir do ponto M da calha indicada na figura. Ao sair da calha a bolinha atingirá a linha tracejada? Justifique sua resposta.



Questão 68

Para derreter um grama de gelo a 0°C , é necessário 80 cal. Já para aquecer 1°C , um grama de água líquida, é necessário 1cal. Uma pessoa de posse destas informações, pensa em elaborar uma dieta de emagrecimento ingerindo alguns gramas de gelo diariamente. A ideia consiste em comer gelo a 0°C para que seu organismo gaste calorias derretendo-o e esquentando-o até a temperatura de 36°C (Temperatura normal do corpo humano). Quantos gramas de gelo serão necessários ingerir por dia, para que se queime 500Cal ($1\text{Cal} = 1\text{Kcal} = 1000\text{cal}$) diariamente?

Questão 69

Uma pessoa retira da geladeira uma garrafa de água mineral muito gelada cheia até a metade. Antes de beber, ela imagina esquentar água virando e desvirando a garrafa de ponta cabeça, de modo que a água no seu interior leve sucessivos tombos e aqueça através da absorção de toda energia potencial da queda. Sabendo que a garrafa tem o formato de um cilindro reto de 30 cm de altura, e que a massa de água no seu interior é de 250g, calcule quantas viradas e desviradas será necessário dar na garrafa para que a água aqueça de 1°C ?

Questão 70

Um esquiador de 70kg de massa, desce uma pista de gelo de 20m de altura chegando na sua base com uma velocidade de 15m/s. Sabendo que toda energia mecânica perdida foi usada para derreter uma parte do gelo da pista, calcule a massa de gelo derretida na descida. Dado temperatura do gelo 0°C , calor latente de fusão do gelo 334000 J/kg .

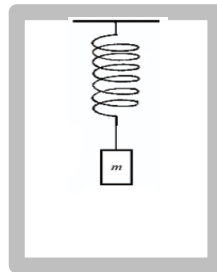
Questão 71

Um nutricionista sabe que 200ml de coca-cola tem 85kcal, e que portanto, uma pessoa estará ingerindo esta quantidade de energia se beber um copo de refrigerante. No entanto, se a pessoa beber a coca-cola bem gelada, por exemplo a 0°C , seu organismo terá que gastar energia para aquecer o refrigerante em seu estomago até que ele atinja a temperatura de 36°C (temperatura normal do ser humano). Desta forma a quantidade de energia “liquida”, ingerida ao beber o refrigerante, seria menor que o indicado na tabela nutricional do rótulo do produto. Sabendo que $1\text{kcal} = 1000\text{cal} = 4000\text{J}$; que a massa de 1ml de coca-cola é de 1g, e que para aquecer 1g deste refrigerante em 1°C é necessário 1cal. Calcule:

- Quanta energia é gasta pelo corpo da pessoa para aquecer 400ml de coca-cola de 0°C até 36°C ? Esta quantidade é relevante comparada a quantidade de calorias do refrigerante?
- Uma pessoa pretende “queimar” todas as calorias ingeridas através dos 400ml de coca-cola subindo escadas. Se a pessoa tem 100kg, qual é o número de andares máximo que a pessoa deve subir em um prédio para gastar tudo que consumiu? Considere $g=10\text{m/s}^2$ e que cada andar tem em média 3m de altura.

Questão 72

Imagine que uma pequena massa de 0,5kg presa a uma mola de constante elástica $k = 3200\text{N/m}$, é posta a oscilar na vertical dentro de uma garrafa térmica vedada, de volume constante e cheia de água como mostra a figura.

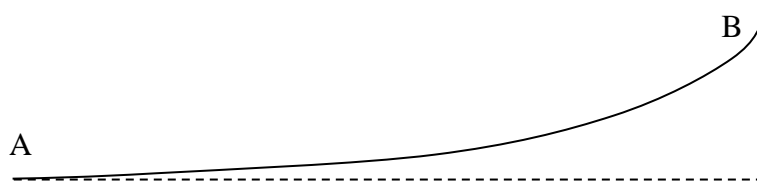


Com o passar do tempo, a massa vai se movendo cada vez mais lentamente até parar. No final do processo, verifica-se que a água do interior da garrafa é aquecida, tendo sua temperatura aumentada de 1°C . Sabendo que é necessário 1cal de energia para aquecer de 1°C um grama de água, e que há no interior da garrafa 100g de água, calcule:

- A quantidade de energia necessária, em Joules, para aquecer a água de 1°C . Dado $1\text{cal} \approx 4\text{J}$
- No início do movimento, de quanto a mola foi esticada para deixar a mola oscilando?

Questão 73

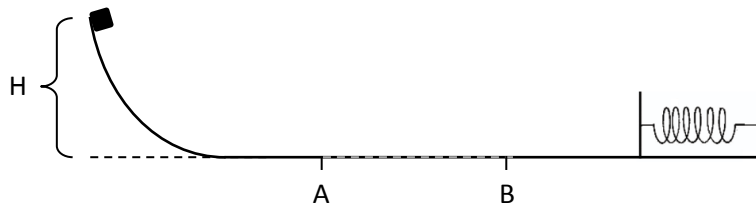
Uma partícula de 0,2kg sobe um trilho vertical cujo perfil está representado na figura. Ela parte da base do trilho no ponto A com uma velocidade inicial horizontal de módulo 4m/s e consegue atingir, no máximo a altura de 0,6m no ponto B. Considere $g = 10\text{m/s}^2$.



a) Calcule o trabalho realizado pelos diversos atritos que se opõem ao movimento da partícula durante a subida.

Questão 74

Um cubo de massa 0,4 Kg é abandonado na extremidade de uma pista a uma altura $H = 6\text{m}$. O cubo desliza sobre a pista sem atrito, exceto no trecho AB de 3m de comprimento, onde o atrito entre o piso e o cubo vale 2N. Na outra extremidade da pista, uma placa de massa desprezível é presa a uma mola de constante elástica 200N/m fixa a parede.



- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito quando o cubo passa uma vez pelo trecho AB.
- Quantas vezes o cubo passa pelo trecho AB antes de parar?
- Considere que o piso da pista no trecho AB seja feito de gelo a 0°C , e que toda energia mecânica dissipada foi usada para derreter parte do gelo transformando-o em água a 0°C no final do processo. Sabendo que o calor necessário para derreter 1g de gelo a 0°C é de 80cal, e que $1\text{cal} \approx 4\text{J}$. Calcule a massa de gelo derretida da pista.
- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre o cubo quando ele passa pelo trecho AB no sentido de A para B, e calcule a aceleração do cubo neste trecho.
- Calcule o valor da velocidade com que o cubo passa pela primeira vez no ponto A. Calcule quanto tempo o cubo leva para atravessar o trecho AB pela primeira vez?

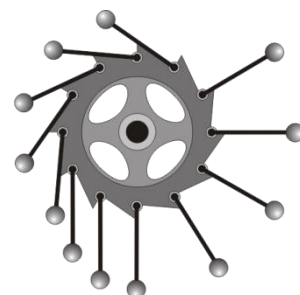
Questão 75

Em um trecho de uma rodovia, o limite de velocidade é de 50 km/h. Alguns motoristas que passaram por este trecho com velocidade de 60km/h, foram multados pelo radar, e querer recorrer da multa. Eles argumentam que um acréscimo de apenas 10km/h na velocidade, não aumentaria em quase nada a distância de frenagem do veículo, caso fosse necessário freiar bruscamente para evitar um acidente.

- A velocidade que o motorista passou por este trecho excede a máxima permitida em quantas vezes?
- O motorista excedeu a energia cinética máxima permitida para seu automóvel em quantos por cento?
- Se era necessário 100m, para freiar completamente o veículo andando com velocidade de 50km/h, quantos metros serão necessários para parar o mesmo veículo com velocidade de 60km/h?

Questão 76

Moto-perpétuo significa máquina de movimento eterno. Esta máquina, em tese, seria capaz de produzir a própria energia que consome para se manter em movimento e ainda gerar energia para alimentar algum dispositivo externo. A figura ao lado mostra um dos diversos modelos de máquina deste tipo, a “Roda desequilibrada”. Ela é composta de uma roda dentada livre para se mover ao redor de um eixo. Nesta roda, diversos pêndulos são conectados de forma articulada, de modo que seus movimentos ficam limitados pelos dentes da roda como

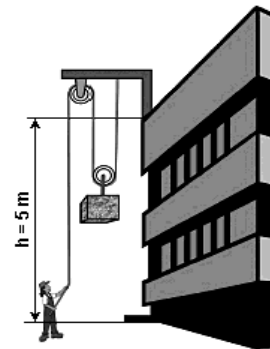


mostra a figura. Como as massas dos pêndulos da direita estão mais afastadas do eixo de rotação que os da esquerda, esta roda ficaria desequilibrada, e portanto, começaria a se mover em sentido horário aceleradamente. Desta forma ela se manteria em movimento indefinidamente sem a necessidade de receber energia de alguma fonte externa. Explique, baseando-se em princípios físicos, porque um dispositivo como este **não** funciona.

Questão 77

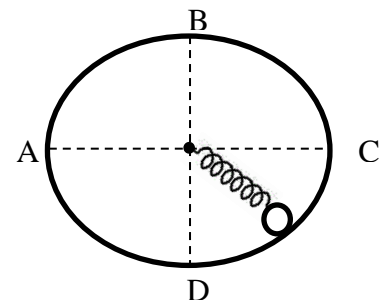
Em uma construção civil, os operários usam algumas máquinas simples para facilitar e diminuir sua carga diária de energia gasta na execução de seu trabalho. Uma das máquinas simples mais utilizadas é, por exemplo, as roldanas fixas e móveis. Em um dia comum de trabalho, um operário deve elevar, com velocidade constante, um bloco de pedra de massa $m = 100 \text{ kg}$ para o segundo andar da obra, que fica a uma altura $h = 5,0 \text{ m}$ em relação ao solo. Para essa tarefa, o operário utilizou um sistema com duas roldanas, uma fixa e outra móvel, e um cabo de massa desprezível, como mostra a figura. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Faça um diagrama representando todas as forças que atuam sobre o bloco e identifique cada uma delas.
- Calcule a tração no cabo que está em contato com a mão do operário e o trabalho realizado por ele, para elevar o bloco até o segundo andar da obra.
- Se foi gasto um tempo $t = 10 \text{ s}$ para o operário elevar o bloco até o segundo andar da obra, calcule a potência gasta nessa tarefa.



Questão 78

A figura ao lado mostra um objeto de massa 20 kg preso a uma mola. A outra extremidade da mola está fixa a um eixo localizado no centro de uma pista elíptica, cujo eixo maior AC mede 8 m e o menor BD 6 m . Num determinado instante o objeto é lançado do ponto B com uma velocidade inicial V_0 horizontal, e a partir daí, permanece girando no interior da elipse sempre em contato com ela, porém sem atrito com a mesma. Sabe-se que durante todo o movimento o módulo da velocidade do objeto nos pontos A , C e D são iguais e vale V , e que o comprimento natural da mola mede 4 m .

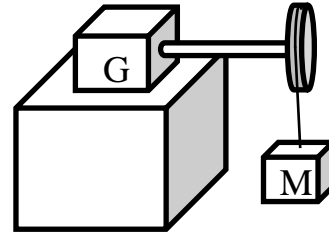


- Escreva uma expressão para a energia mecânica do objeto quando ele está no ponto C e outra quando ele está no ponto D . Estas energias tem o mesmo valor? Justifique sua resposta.
- Determine o valor da constante elástica da mola.
- Sabendo que a velocidade V do objeto no ponto D vale 7 m/s , determine sua velocidade no ponto B .

Questão 79

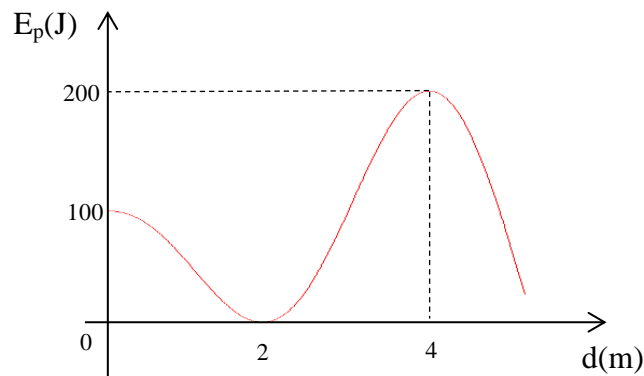
A figura abaixo mostra uma caixa de massa $M = 15 \text{ Kg}$, presa por um fio, ao eixo de um gerador de energia elétrica. A caixa é posta a descer com velocidade constante, e deste modo, a energia cedida ao gerador é utilizada para alimentar uma lâmpada de 60 W (não representada na figura). Qual a velocidade que a caixa deve descer para que a lâmpada

opere de acordo com as especificações? Considere que toda energia mecânica seja convertida em energia elétrica pelo gerador.



Questão 80

O gráfico abaixo mostra a variação da energia potencial de uma partícula A, de $m_A = 1\text{Kg}$, que se desloca em uma linha reta em função da distância d contada a partir de uma origem 0 desta reta. Considere que sobre a partícula não atue forças dissipativas, e que sua energia mecânica total em $d = 0\text{m}$ é 200J.



- Qual o valor da energia cinética da partícula em $d = 0\text{m}$?
- Qual o valor da energia mecânica da partícula em $d = 2\text{m}$?
- Qual o valor da velocidade da partícula em $d = 2\text{m}$ e $d = 4\text{m}$?
- Faça um esboço do gráfico da Energia cinética em função da distancia d para a partícula.
- Considere agora que a partícula A seja substituída por outra partícula B de massa $m_B = 5\text{Kg}$. As suas respostas para os itens anteriores mudariam ou permaneceriam as mesmas? Justifique sua resposta.

Questão 81

Uma queda d'água de 30m de altura tem uma vazão de $7,5 \times 10^4$ litros por minuto. Supondo que toda energia potencial seja convertida em trabalho útil e que 1 litro de água tem massa de 1kg, determine:

- A potência desta queda.
- Imagine que toda potência desta queda seja utilizada para abastecer a rede elétrica de um pequeno bairro de uma localidade afastada. Considere que neste bairro cada uma das casas possua um chuveiro elétrico de 1000w de potência. Se todos os chuveiros deste bairro fossem ligados ao mesmo, tempo quantas casas, no máximo, esta queda d'água conseguiria abastecer?

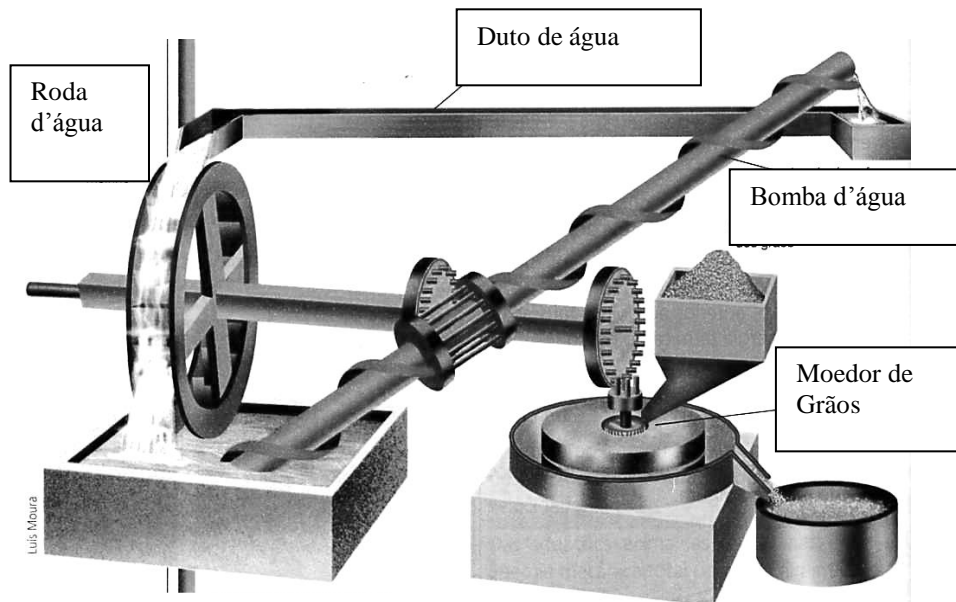
Questão 82

Moto-perpétuo significa máquina de movimento eterno. Esta máquina, em tese, seria capaz de produzir a própria energia que consome para se manter funcionando e ainda gerar energia para alimentar algum dispositivo externo. A figura ao lado mostra um modelo deste tipo de maquina proposto pelo destacado médico e pensador inglês Robert Fludd, em 1618, para o funcionamento de moinhos em regiões desprovidas de água corrente. Quando a roda d'água gira, aciona o disco de moer grãos, e ao mesmo tempo, põe

em funcionamento uma bomba que eleva a água até o topo do mecanismo para novamente por a roda em movimento.

a) Faça um diagrama indicando, para cada uma das etapas de funcionamento da máquina, a forma como a energia se apresenta, e sua transformação.

b) Esta máquina pode funcionar indefinidamente? Discuta seus limites de funcionamento em termos da conservação da energia.



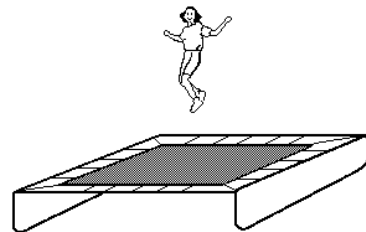
Questão 83

Uma atleta de massa m está saltando em uma cama elástica. Ao abandonar a cama com velocidade v_0 , ela atingirá uma altura h .

Considere que a energia potencial gravitacional é nula no nível da cama e despreze a resistência do ar.

A figura mostra o momento em que a atleta passa, subindo, pela metade da altura h .

Nessa posição, a energia mecânica da atleta é



- a) $\frac{(mgh)}{2} + \frac{(mv_0^2)}{2}$ b) $\frac{(mgh)}{2}$ c) $\frac{(mv_0^2)}{2}$ d) $mgh + \frac{(mv_0^2)}{2}$

Questão 84

Estritamente falando, quando um objeto adquire uma carga positiva por transferência de elétrons, o que acontece com sua massa? E quando ele adquire uma carga negativa?

Questão 85

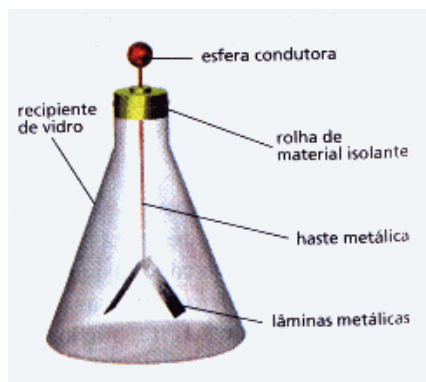
Por que um bom condutor de eletricidade é também um bom condutor de calor?

Questão 86

Em alguns pedágios rodoviários existe um fino arame metálico fixado verticalmente no piso da rodovia, que entra em contato com os carros antes que eles alcancem a guarita do funcionário do pedágio. Qual a finalidade do arame?

Questão 87

Um eletroscópio é um dispositivo básico, uma esfera metálica ligada por um condutor a duas folhas metálicas delgadas, protegidas das perturbações causadas pelo ar por um recipiente de vidro fechado, como mostra a figura. Quando a esfera é tocada por um corpo eletrizado, as folhas, que normalmente pendem juntas na vertical, se afastam uma da outra. Por quê? É necessário que um corpo eletrizado toque a esfera do eletroscópio para que suas folhas metálicas se afastem? Justifique sua resposta.



Questão 88

Sabe-se que o corpo humano é capaz de conduzir cargas elétricas. Explique então, por que uma pessoa, segurando uma barra metálica em suas mãos, não consegue eletrizá-la por atrito.

Questão 89

Duas cargas iguais exercem forças mútuas iguais. Agora considere que uma delas tenha o dobro do valor da carga da outra. Como se comparam as forças que uma exerce sobre a outra?

Questão 90

Como a intensidade da força elétrica entre um par de objetos eletrizados se altera quando os objetos são deslocados de modo a ficarem três vezes mais afastados? E se a distância entre eles for reduzida a metade?

Questão 91

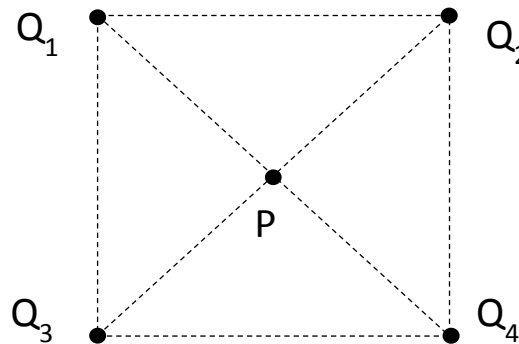
Uma fábrica de automóveis pinta seus carros através de uma técnica chamada pintura eletrostática. O chassi do veículo entra na câmara de pintura ligado a um gerador, que o mantém carregado eletricamente. Quando uma névoa de tinta é borrifada ao seu redor, ela é atraída para o chassi e pronto, o veículo fica pintado rapidamente e de maneira razoavelmente uniforme.

- O que o fenômeno da polarização tem a ver com isso? Descreva de maneira detalhada, o processo físico que permite esta técnica de pintura.
- Quais regiões do chassi (regiões pontiagudas ou regiões mais planas) acumulará mais tinta? Justifique sua resposta.

Questão 92

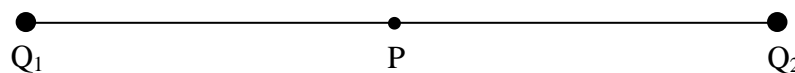
Quatro cargas elétricas Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 estão fixas no espaço nas posições dos vértices de um quadrado como mostra a figura. O ponto P representa o centro do quadrado onde se deseja colocar uma carga $+q$ de modo que a resultante elétrica sobre ela seja igual a zero.

- Quais as combinações de sinais para as cargas Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 que fazem com que a resultante elétrica sobre $+q$ seja igual a zero?
- Qual(a)is a(s) relação(es) entre os módulos das cargas Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 que fazem com que a resultante elétrica sobre $+q$ seja igual a zero sobre o ponto P?
- Considere que a carga q possa se mover somente sobre a reta da figura. Descreva qualitativamente (para cada uma das combinações de sinais da letra a) o movimento da carga q , se ela for levemente deslocada da posição de equilíbrio.



Questão 93

Duas cargas Q_1 e Q_2 ($|Q_1| > |Q_2|$) estão separadas por uma distância d . Uma carga q é colocada entre elas de modo que a resultante elétrica sobre q é igual a zero.



O ponto P da figura representa o ponto médio entre as cargas Q_1 e Q_2 . **Nestas condições**, responda as perguntas abaixo justificando suas respostas.

- Quais as combinações de sinais possíveis para as cargas Q_1 , Q_2 e q ?
- Em qual posição (à esquerda, à direita ou sobre o ponto P) está localizada a carga q ?

d) Considere que a carga q possa se mover somente sobre a reta da figura. Descreva qualitativamente (para cada uma das combinações de sinais da letra a) o movimento da carga q , se ela for levemente deslocada da posição de equilíbrio.

Referências bibliográficas.

- [1] BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9394/1996).
- [2] BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [3] BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais de 5ª a 8ª séries: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [4] *Resolução CNE/CP 1, 18 fev. 2002*: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002.
- [5] *Resolução CNE/CP 2, 19 fev. 2002*: Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Brasília, 2002.
- [6] BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES nº 1301, 6 nov. 2001*: Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília, 2001.
- [7] GATTI, Bernadete A. Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas / Bernadete A. Gatti; Marina Muniz R. Nunes (orgs). São Paulo: FCC/DPE, 2009
- [8] Ementa da disciplina “Fundamentos de Física para Biologia” UFF disponível em:
<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=ementa%20fundamentos%20de%20fisica%20para%20biologia%20uff&source=web&cd=1&ved=0CDEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uff.br%2Fbiomedicina%2FGrade%2520curricular%2FEMENTAS.doc&ei=JMPcUL-GG5Kk8gSNo4GgDA&usq=AFQjCNGS4ALY4HxHw6yR0ciBZUfrdFJRbQ&bvm=bv.1355534169,d.eWU&cad=rja> Acesso: 27/12/2012
- [9] Ementa da disciplina “Física para Ciências Biológicas” UFRJ disponível em:
<http://www.ementario.uerj.br/ementas/9161.pdf> Acesso: 27/12/2012
- [10] Ementa da disciplina “Física para Biologia” FFP-UERJ disponível em:
<http://www.ementario.uerj.br/ementas/9161.pdf> Acesso: 27/12/2012

- [11] BISPO, Carlos Alberto Ferreira; GIBERTONI, Daniela, Coeficientes de fidedignidade para mensurações qualitativas, 2007 Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR620465_9246.pdf
Acesso: 10/11/2012
- [12] OLIVEIRA, Eliana de; ENS, Romilda Teodora; ANDRADE, Daniela B. S. Freire; MUSSIS, Carlo Ralph de. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. Revista diálogo educacional, Curitiba, v.4, n.9, p 11-27, maio/ago, 2003. Disponível em: <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=637&dd99=pdf> Acesso: 26/12/2012
- [13] MOREIRA, M.A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente, 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf> Acesso: 26/12/2012
- [14] BRASIL Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ – Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- [15] MOREIRA, M.A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>
Acesso: 26/12/2012
- [16] MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente, 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf> Acesso: 26/12/2012
- [17] TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Revista Ciência & Cognição 2008; v. 13 (1). Disponível em: <http://cienciasecognicao.tempsite.ws/revista/index.php/cec/article/view/687/464>
Acesso: 26/12/2012.
- [18] HEWITT, P. G. Física Conceitual, 11a edição – Bookman, 2011