

<http://www.ca.ufsc.br/fsc/projeto/Projeto%20de%20Ensino.htm>
(Acessado em 26/04/2007)

Projeto de Ensino

Atividades Experimentais de Física

Área de Conhecimento: Ciências (Física)

Área de Aplicação: Ensino Experimental de Física

Florianópolis, Outubro de 1999.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ÍNDICE..... | 2 |
| JUSTIFICATIVA..... | 3 |
| OBJETIVOS..... | 4 |
| Geral | 4 |
| Específicos..... | 4 |
| REFERENCIAL TEÓRICO..... | 5 |
| METODOLOGIA | 18 |
| PROFESSORES PARTICIPANTES (FUNÇÃO – ATIVIDADE)..... | 19 |
| BIBLIOGRAFIA | 20 |
| ANEXO | 26 |
| CONTEÚDO 1ª Série | 26 |
| CONTEÚDO 2ª Série | 27 |
| CONTEÚDO 3ª Série | 29 |

JUSTIFICATIVA

O presente projeto tem por objetivo resgatar uma atividade já anteriormente desenvolvida pela disciplina de física e, formalizar um espaço, há anos consolidado no Colégio de Aplicação, de atendimento aos alunos da disciplina no ensino médio na realização de atividades experimentais desenvolvida de vários modos: em situações simuladas de computador, em construção de equipamentos e utilização dos mesmos nas atividades de demonstração em sala de aula e ou em atividades didáticas seqüenciais de modelização.

É de conhecimento de todos os educadores que uma atividade experimental, seja como elemento de apropriação ou demonstração, desempenha um papel importante no processo ensino aprendizagem. Neste sentido, pretende-se oportunizar aos esse momento de forma sistemática para o desenvolvimento das atividades experimentais.

OBJETIVOS

Geral

- Propiciar aos alunos a oportunidade de vivenciar a relação do cotidiano com experimentos controlados e o conhecimento físico, através da realização de atividades experimentais.

Específicos

- Organizar o instrumental do laboratório de física com sistemas físicos, de caráter teórico experimental e computacionais, para suportar a proposta didático-metodológica elaborada.

- Elaborar roteiros de atividades experimentais, parametrizando os equipamentos instrumentais do laboratório real e/ou virtual com o cotidiano vivencial do aluno.

- Aplicar e realizar as atividades experimentais, de forma qualitativa ou quantitativa, discutindo com os alunos, as limitações de um experimento controlado com situações cotidianas.

- - Avaliar a participação dos alunos nestas atividades, com a elaboração de relatórios que poderão contribuir para a sua avaliação bimestral.

REFERENCIAL TEÓRICO

O pressuposto de que o aluno constrói representações a respeito dos eventos que ocorrem ao seu redor, orientou nas últimas décadas a maioria das pesquisas em ensino de Física. Viennot (1979), Saltiel (1980), Watts e Zylberstajn (1981), Di Sessa (1982), Driver (1983), dentre outros, partindo de uma orientação construtivista, procuraram investigar as interpretações dadas pelos estudantes para determinados eventos. Estes trabalhos indicaram que os estudantes possuem concepções acerca desses eventos que, muitas vezes diferem das concepções aceitas cientificamente. Tem se verificado, por meio dessas pesquisas, que os alunos possuem concepções sobre força, movimento, impulso, quantidade de movimento, calor, temperatura etc, diferentes das concepções cientificamente aceitas na atualidade e que essas concepções interferem no processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos. Em alguns casos, as respostas dos estudantes se aproximam de explicações que já fizeram parte do conhecimento no passado.

Estas pesquisas têm identificado que os estudantes, geralmente, apresentam um padrão comum de respostas para classes comuns de problemas. Para problemas que envolvem movimentos relativos, deslocamento e velocidade, percebe-se que muitos estudantes apresentam problemas em utilizar um sistema de referência específico e preferem adotar um sistema de referência único, absoluto, geralmente o solo (Saltiel, 1980), (Aguirre, 1984). Quando se trata de explicar qualquer tipo de movimento de um corpo, geralmente os estudantes relacionam força e movimento, atribuindo, em regra geral, a existência de uma força na direção do movimento e considerando a existência de uma proporcionalidade direta entre força e velocidade (Viennot, 1979), (Watts e Zylberstajn, 1981), (Di Sessa, 1982), (Driver, 1983).

As concepções que o estudante possui são construídas ao longo de sua existência, muitas delas baseadas nas evidências dos sentidos, na sua relação com o meio ambiente. Isso pode justificar a incidência de respostas semelhantes, para investigações feitas em diferentes meios socio-culturais. Estas concepções dos alunos são designadas de várias maneiras: "esquemas", "teorias ingênuas", "ciência dos pequenos", "preconcepções", "concepções alternativas", "concepções espontâneas". Nós denominaremos essas concepções que os alunos possuem, tal como Driver (1988), de "esquemas conceituais alternativos".

Para Saltiel e Viennot (1985), os resultados dessas pesquisas apontam para o fato de que os conceitos científicos que os estudantes possuem, diferentes dos que se ensina na escola, são altamente resistentes à mudança. Mesmo estudantes de maior grau de escolaridade, e vinculados a atividades científicas, respondem a determinadas questões utilizando seus esquemas conceituais alternativos. Assim, muitos dos erros cometidos pelos alunos ao responderem determinados problemas, deixaram de ser encarados como erros e passaram a ser fontes de detecção de concepções envolvidas nos problemas.

Driver (1988) enfatiza a importância de conhecer os esquemas conceituais alternativos dos estudantes por entender que a aprendizagem de conceitos complexos ocorre pela organização e reestruturação de esquemas conceituais construídos a partir de noções intuitivas iniciais. Para ela, estas noções intuitivas possibilitam que o estudante construa explicações e faça previsões no seu dia-a-dia, durante um boa parte de sua vida. Por isso elas apresentam características que devem ser consideradas no processo de ensino-aprendizagem:

1º Os esquemas conceituais alternativos são dotados de certa coerência interna e apresentam semelhanças com concepções historicamente superadas.

2º Os esquemas conceituais alternativos são persistentes e não se modificam facilmente com o ensino tradicional e nem mesmo frente a experimentos que se conflitam com eles.

3º Os esquemas conceituais dos alunos não são simples construções para um único fato, tendo um relativo poder explicativo.

4º Idéias intuitivas são encontradas em um grande número de estudantes em diferentes meios e idades.

5º Os estudantes utilizam de linguagem imprecisa e terminologia imprópria para expressar suas idéias.

6º Não se pode atribuir todas as dificuldades dos estudantes a seus esquemas conceituais alternativos.

O fato de algumas explicações dos estudantes apresentarem semelhanças com concepções superadas historicamente, como a teoria do impetus e o entendimento do calor como um fluido, suscitou o levantamento de questões sobre a possibilidade de comparação entre o processo histórico da construção de conhecimento e o da construção de um estudante. A busca e análise de semelhanças entre o modo como ocorreu a construção do conhecimento científico e os esquemas conceituais dos estudantes foi objetivo de alguns trabalhos, como os de Piaget e Garcia (1987), Saltiel e Viennot (1985), Saltiel (1990), Pietrocola (1993). Estas pesquisas tem apontado a impossibilidade de estabelecer paralelos completos entre esses universos. O contexto no qual essas explicações foram formuladas é fundamentalmente diferente do contexto no qual vive o estudante de hoje. Essas semelhanças são justificadas muito mais pelo fato dos estudantes basearem seus esquemas conceituais nas evidências dos sentidos, do que numa repetição, a nível individual, do processo da construção do conhecimento científico.

Driver afirma ainda que a importância dos resultados das investigações sobre os esquemas conceituais alternativos dos alunos reside no fato de servirem para nortear nossas ações no ensino e no planejamento do currículo. A tomada de consciência dos esquemas conceituais alternativos dos estudantes serviu como ponto de partida para o consenso construtivista no ensino de Ciências. Nesse sentido, enuncia proposições que servem para balizar uma prática construtivista no ensino de Ciências:

a) Dar importância às experiências anteriores dos alunos.

Os resultados da aprendizagem dependem das concepções e motivações de quem vai aprender, pois estas concepções e motivações influenciam as interpretações e explicações que os alunos fazem a respeito dos fenômenos,

como também interferem no modo como observam, para onde dirigem sua atenção e como orientam os experimentos que realizam.

b) Dar sentido ao que será aprendido, estabelecendo relações.

Para garantir a conservação do conhecimento construído é necessário estruturá-lo e relacioná-lo de múltiplas formas a outros conhecimentos anteriores.

c) Quem aprende constrói ativamente significados.

A construção de significados implica na interpretação de novas experiências por meio de analogias a partir de conhecimentos anteriores e em processo ativo de formulação de hipóteses e realização de ensaios.

d) Os estudantes são responsáveis por sua própria aprendizagem.

Mais que uma característica, esta é condição necessária para a aprendizagem. Os estudantes devem dirigir sua atenção para a tarefa da aprendizagem e fazer uso de seus próprios conhecimentos para construir o significado na situação de aprendizagem, e não buscarem simplesmente a resposta certa de um problema.

Portanto, tem-se hoje a compreensão que o aluno não tem sua mente como páginas em branco, nas quais a escola escreverá o saber. Os alunos pensam e constroem modelos explicativos sobre os diversos fenômenos físicos que se depara no seu dia-a-dia. Quando os alunos chegam à escola, trazem consigo suas próprias compreensões do mundo construídas ao longo de sua existência, quer através de suas interações com o meio ambiente e com as pessoas que convivem, quer através do ensino formal que porventura tiveram. Existe, portanto, uma Ciência dos alunos que deve ser considerada no processo de ensino-aprendizagem.

O conhecimento físico é diferente do conteúdo físico escolar. Isso implica na existência de um processo de modificação que ocorre quando determinado elemento do conhecimento sai da esfera da Ciência dos cientistas e passa a ser um elemento de ensino da Ciência da escola.

As transformações sofridas por determinado elemento do conhecimento ao sair da esfera do "saber sábio" até se tornar elemento ou objeto do saber escolar, promovidas por mecanismos gerais de pressão, é denominada de "transposição didática" ^{1[1]} (Astolfi, 1995).

O conceito de transposição didática foi introduzido na didática das matemáticas em 1982 por Chevallard e Johsua em um artigo que tinha por objetivo a discussão da noção matemática de distância, desde a sua origem até a sua inclusão como conteúdo escolar. Nessa discussão verificaram que a noção de distância se modificava, cada vez que era recuperado pelas esferas de pensamento intermediários. Essas esferas intermediárias, constituídas por grupos que exercem pressão para as modificações de um objeto de conhecimento é o que os autores chamam de "noosfera". Dentre outros, integram a noosfera os pesquisadores ou cientistas, os autores de livros didáticos, o poder político, o currículo, os especialistas e os professores.

A transposição didática permite a distinção de três estatutos ou patamares de saber: O "saber sábio", o "saber a ensinar" e o "saber ensinado". O "saber sábio" é constituído pelo produto da atividade científica. Os cientistas pertencem ao grupo que produz e determina o "saber sábio". Para que um conteúdo do "saber sábio" se torne um conteúdo do "saber a ensinar", ou seja, um conteúdo de ensino, ele passa por alterações nada simples, que são determinadas inicialmente por uma lógica conceitual originada no saber sábio. Uma das conclusões a que os autores mencionados chegaram é que a transposição didática faz com que um objeto do conhecimento da Ciência de referência (Ciência dos cientistas) passe por um processo de "despersonalização" e "descontextualização" até se tornar conteúdo escolar. (Astolfi, 1995). O processo de descontextualização e despersonalização já se inicia na esfera do "saber sábio", ou seja, no produto da atividade científica. O primeiro deles é denominado de efeito de reformulação, que caracteriza o processo da despersonalização. Este efeito é devido ao fato de que os cientistas utilizam de uma lógica de exposição de resultados, nas publicações aos membros da comunidade a que pertencem, que difere das modalidades de procedimentos

^{1[1]} Ver também dissertação de Mestrado de Maria Aparecida de Souza Perreli : A Transposição Didática no Campo da Indústria Cultural : Um estudo dos condicionantes dos conteúdos dos livros didáticos de ciências. UFSC. Florianópolis, SC, 1996.

utilizados durante a construção do saber. Isto significa dizer, de acordo com Reichenbach (1961) que existe uma reconstrução racional que diferencia o modo como um cientista constrói determinado conhecimento (contexto da descoberta) e como ele o apresenta aos seus pares (contexto da justificação). No contexto da justificação, os artigos são organizados de forma a eleger os elementos fundamentais e daí obter as conseqüências, reforçando o máximo possível o encadeamento lógico das proposições.

Das publicações científicas aos manuais há ainda um processo específico de transposição que Astolfi (1995) denomina tal como Rumelhard de efeito de dogmatização, que caracteriza a descontextualização. Este efeito, considerado como tendo origem na tendência dos cientistas em valorizar a observação e a experiência no processo de obtenção do conhecimento, ocorre quando determinado conteúdo do "saber sábio" é reescrito para se tornar um "saber a ensinar" aos estudantes que seguem uma carreira científica. Ao ser reescrito, este saber passa por modificações, nas quais ocorre a supressão de partes do saber sábio e, muitas vezes a inversão da ordem cronológica de sua construção. Por exemplo, na exposição do efeito fotoelétrico pela maioria dos manuais franceses de Física, as leis experimentais antecedem a teoria. Acontece que a teoria do fóton de Einstein foi proposta em 1905 e as leis experimentais só foram propostas por Millikan em 1916.(Astolfi, 1995). Uma das conseqüências do processo de dogmatização é que, nos manuais, os conceitos são apresentados como "verdades da natureza" e não como formas de resolução de questões científicas específicas, uma vez que, pela forma como são apresentados, parece que eles foram obtidos a partir dos dados da experiência .

Dos manuais específicos à formação científica aos livros didáticos destinados ao ensino de nível médio, esse processo de descontextualização se torna mais evidente. Além de uma simplificação mais acentuada de partes do saber sábio ocorre a inclusão de elementos que não pertencem ao saber de referência. Para esta fase de descontextualização na definição do saber a ensinar, além dos autores de livros didáticos, contribuem o poder político, o currículo, o vestibular, os especialistas e os professores, orientados de certo modo por projetos político-pedagógicos de formação e por exigências didáticas. A interrelação entre projeto político-pedagógico e exigência didática é analisada e definida pelos vários grupos

constituintes da noosfera, num processo relativamente longo e amplo em termos educacionais. Isto é, geralmente esse processo ocorre por ocasião ou como conseqüência da definição de um plano nacional, estadual ou municipal de educação. Dependendo do momento histórico haverá a maior influência de um dos grupos.

O fato de um "saber a ensinar" estar presente ou definido nos manuais e livros didáticos, na proposta curricular ou nos planos de ensino, não é garantia que ele chegue, necessariamente, até o aluno. Há, portanto, um universo mais particular, o "saber ensinado". Embora tenhamos nos referenciado como um caso particular do saber a ensinar, o saber ensinado é também repleto de fatores determinantes, além dos já mencionados. Para ele concorrem mais acentuadamente os grupos da noosfera vinculados à comunidade escolar, como os proprietários de estabelecimentos de ensino, os supervisores e orientadores educacionais, a comunidade dos pais e os professores. São inúmeros os aspectos que concorrem para a definição do saber a ser ensinado, mas podemos identificar que ele é definido pela possibilidade de um controle social e legal da aprendizagem, atendendo, pelo menos, aos seguintes requisitos:

- 1º o conteúdo é ensinável ou seja, pelo menos teoricamente, ele pode ser aprendido pelo aluno a que se destina. Para essa definição são levadas em consideração a faixa etária dos alunos, a especificidade do curso e da disciplina escolar dos quais fará parte.
- 2º o conteúdo possibilita a elaboração de objetivos de ensino, de exercícios, avaliações ou trabalhos práticos.

Embora na maioria das vezes esses requisitos tenham sido levados em consideração na definição do saber a ensinar, especialmente pelos livros didáticos, destacamos a influência dos professores nessa esfera do saber. Isso porque a ênfase a determinadas unidades do conteúdo, a maneira como o conteúdo é abordado, os exercícios e a avaliação, passam necessariamente pela decisão do professor e esta depende, dentre outras coisas, da sua formação e de seu entendimento a respeito da Ciência de referência, dos conteúdos de ensino e do aluno.

A transposição didática é uma transformação necessária para que um objeto do saber da Ciência dos cientistas passe a ser objeto do saber da Ciência dos alunos, por meio da Ciência da escola. Ignorar a existência e a necessidade da transposição didática é entender o aluno como um "cientista em miniatura", pois implica dentre outros fatores, no entendimento que o saber a ser ensinado na escola é apenas uma simplificação do saber sábio. Entretanto ela deve contemplar elementos epistemológicos, psicológicos e sociológicos que permitam a superação dos obstáculos epistemológicos, ao mesmo tempo que impeça os efeitos da dogmatização. Nesse sentido, a exemplo de algumas experiências que vem sendo realizadas na didática das Ciências, Astolfi (1995) indica a necessidade de levar em conta, dentre outros fatores, as práticas sociais de referência, os níveis de formulação de um conceito e as redes conceituais. As práticas sociais de referência podem ser a garantia da neutralização do efeito da dogmatização, uma vez que elas podem promover uma reelaboração do saber a ser ensinado no ensino de 2o grau, evitando a simples redução do saber universitário ao saber secundário. Para tanto, salienta a importância de se utilizar atividades sociais diversas, como atividades de pesquisa, de produção, domésticas e culturais, como ponto de partida para o exame de aspectos relativos ao saber de referência. Para a utilização de práticas sociais de referência é fundamental que seja respondida a seguinte questão : Que imagem de Ciência e atividade científica que se quer fornecer aos alunos ? É a resposta a esta pergunta que deverá nortear a prática do ensino. A atenção aos níveis de formulação de um conceito pode evitar a apresentação do mesmo de forma descontextualizada e fragmentada e ainda contemplar o que os alunos já sabem a respeito de determinado conceito. Já a consideração às redes conceituais pode propiciar a diminuição da reificação e simplificação do saber de referência e a definição isolada dos conceitos.

De maneira geral, a despersonalização e descontextualização do saber ocorre quando não é levado em conta o processo histórico da construção desse saber. Nesse sentido a História da Ciência, no nosso caso, a História da Física, contribui para mostrar o caráter dinâmico e transitório do conhecimento científico, na medida em que possamos conhecer e refletir sobre as formas já utilizadas para explicar determinado fenômeno, isto é, quais os modelos dos quais o homem já se valeu para explicá-lo. Sendo a modelização um processo de construção de um

modelo, torna-se necessário conhecer as transformações sofridas por ele até se tornar o modelo aceito.

As dificuldades em funções apresentadas pelos alunos originam-se na complexidade na construção do próprio conteúdo de funções. A complexidade da noção de função é analisada por Sierpinska (1992), identificando a existência de vários obstáculos epistemológicos^(2[2]) referentes a essas noções. Alguns destes obstáculos são localizados por esta pesquisadora no âmbito da filosofia da Matemática, que via de regra considera que a Matemática não se refere a problemas práticos. Outros obstáculos são atribuídos a esquemas inconscientes de pensamento, construídos a partir de conhecimentos anteriores, tais como o fato de se observar um fenômeno como um todo, sem a atenção para os objetos de mudança e a resolução de problemas para os quais a resposta correta admite, no máximo, dois valores para uma determinada quantidade desconhecida. Para superá-los e ir além deles, ela prescreve ações que denomina de "atos de entendimento". Um ato de entendimento é, para Sierpinska, um reforço a uma nova forma de conhecer alguma coisa, uma ação a ser empreendida para que essa nova forma de conhecer ganhe significado.

Sierpinska (1992), ao indicar os obstáculos epistemológicos e discorrer sobre os atos de entendimento necessários à compreensão do conceito de função, fornece elementos importantes que devem ser considerados no processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo. Mais que isso, ela deixa evidente a necessidade do ensino destes conteúdos por meio da resolução de problemas práticos. Segundo ela, a melhor maneira de possibilitar a construção das noções de funções é apresentá-las como modelos de relações observadas. Isto significa apresentá-las, como ferramentas para descrição e previsão, tal como foram utilizadas no seu processo histórico de construção, fortemente vinculado ao processo de construção da Ciência Moderna, especialmente a Física. Nesta perspectiva, as variáveis "x" e "y" passam a corresponder a um "mundo de mudanças ou de objetos mutáveis". A relação entre estas variáveis corresponde a um "mundo de processo ou mundo de relações", que transforma objetos em outros objetos (Sierpinska, 1992, 30). Assim,

^{2[2]} Uma discussão sobre os obstáculos epistemológicos e o atos de entendimento da noção de função, propostos por Sierpinska, pode ser encontrada em "Os obstáculos epistemológicos e a educação matemática", dissertação de mestrado de José Análio de Oliveira Trindade. UFSC, Florianópolis, 1996.

este mundo de relações é um mundo de regras, padrões e leis que determinam como o objeto "y" se comporta e se modifica, dependendo do objeto "x".

Consideramos que alguns dos atos de entendimento colocados por Sierpiska (1992) são fundamentais para que o aluno compreenda a Matemática como elemento estruturador do conhecimento físico. Estes atos de entendimento objetivam permitir a compreensão de que funções não se limitam exclusivamente à operações com símbolos. Para tanto é necessária a identificação de mudanças como um problema prático a ser resolvido. Entretanto, ela enfatiza a importância de que o aluno perceba quais os elementos responsáveis para que determinada mudança ocorra, isto é, para que seja dada atenção para o que muda (objetos de mudança) em um evento e não só para o como muda. Neste sentido, salienta ainda a necessidade de percepção de regularidades nas mudanças, pois desta maneira é possível o estabelecimento das relações entre os objetos mutáveis.

Para que o estudante perceba mudanças e permanências no mundo das relações, Sierpiska (1992) coloca a necessidade de ações que permitam o estabelecimento de diferenças e semelhanças entre variáveis e constantes. Esta discriminação também se faz necessária entre variáveis dependentes e independentes e entre números e quantidades. Outra discriminação importante é quanto às diferentes formas de representar funções. Para isso se faz necessário que o estudante utilize as várias formas de representação de uma função e expresse verbalmente a dependência entre as grandezas.

Outro aspecto levantado por Sierpiska (1992), se refere ao fato de que devem ser apresentadas aos alunos situações-problema nas quais a proporcionalidade direta não se apresente como um tipo privilegiado de função. Como já mencionamos, a proporcionalidade direta, além de estar fortemente vinculada às experiências pessoais, é enfatizada em vários momentos ao longo do ensino da Matemática, desde as séries iniciais. Assim, se faz necessário que seja colocado ao aluno situações-problema para as quais a proporcionalidade direta não fornece solução.

De maneira geral, quando os pesquisadores analisam a complexidade das noções de funções, o fazem localizando a atenção sobre uma pequena fração

desses conhecimentos. Partindo de um problema específico, buscam, à luz de um referencial, as origens, processos e possíveis caminhos para a solução do problema enfocado. Já os professores, na sala de aula, se deparam com todas as nuances, amplitudes e profundidades dos problemas e têm que trabalhar num universo em que as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem têm as mais diversas origens. No caso específico de funções, que é um dos conteúdos escolares e cuja compreensão é de fundamental importância no ensino de Física, encontramos que o aluno pode atingir uma concepção operacional e uma concepção estrutural. Sfard (1992), ao estudar a gênese do conceito de função, afirma que é possível duas abordagens para o seu conceito: a concepção operacional e a concepção estrutural. A concepção operacional está relacionada ao entendimento da noção de função como referente a um processo dinâmico, por exemplo, como um procedimento computacional, ou como um modelo de relações observadas. Já a concepção estrutural está relacionada ao entendimento do conceito de função como um objeto abstrato. A concepção estrutural de funções, na sua forma mais elaborada, é construída geralmente após estudos avançados desses conteúdos, quando o estudante já frequenta um curso de nível superior. Sfard (1992) coloca ainda que, quando um novo conceito é introduzido, não se deve apresentá-lo na sua concepção estrutural e que esta concepção não deve ser exigida enquanto o aluno pode trabalhar sem ela. Por esses motivos, para darmos conta do nosso problema, nos proporemos a trabalhar num contexto que permita que o aluno construa um concepção operacional de funções, a qual julgamos suficiente para que possa utilizar-se dos modelos matemáticos, que servirão para a compreensão dos conteúdos desenvolvidos na Física no ensino médio.

METODOLOGIA

As atividades serão realizadas no Laboratório de Física e no Laboratório de Informática do Colégio de Aplicação e, também, no laboratório de Instrumentação e Ensino do Departamento de Física da UFSC.

As atividades aplicadas durante o ano de 2000 serão optativas e, terão cinco horas aulas semanais, divididas em cinco horários de uma hora aula para cada aluno por semana, abrangendo em forma de rodízio as três séries do Ensino Médio, em período contrário (vespertino) ao horário normal de aulas. Os alunos poderão

escolher livremente um dos horários que deverão assistir, no limite de 20 alunos por horário.

Será feita a preparação e organização das atividades experimentais, com a elaboração de roteiros básicos para a construção e ou desenvolvimento das mesmas, sobre os conteúdos das três séries do Ensino Médio (em anexo), de forma paralela, com o conteúdo desenvolvido pelo professor responsável pela aula teórica.

As atividades poderão ser de caráter qualitativo ou quantitativo, realizadas individual ou em grupo, dependendo das condições materiais, e dos conteúdos abordados.

Para cada atividade o aluno deverá elaborar um pequeno relatório que fará parte de sua avaliação bimestral de forma somatória (o aluno não será prejudicado caso não queira ou não possa participar das atividades).

PROFESSORES PARTICIPANTES

(FUNÇÃO – ATIVIDADE)

- 1) Prof. Ms. Alfredo Mullen da Paz (Mestre em Engenharia de Produção)
Coordenador geral do projeto. Ficará a cargo de coordenar, organizar as atividades, distribuir as funções, ministrar as atividades/aulas experimentais e verificar o andamento das mesmas.

- 2) Prof. Ms. Adriano dos Santos (Mestre em Física)
Participante. Ficará a cargo de acompanhar o andamento das atividades com seus alunos das aulas teóricas, assim como sugerir atividades relacionadas aos conteúdos trabalhados com os mesmos.

- 3) Prof. Antônio Cobos (Especialista em Física)
Participante. Ficará a cargo de toda organização das atividades experimentais, em relação ao espaço físico (laboratório de física e/ou laboratório de informática), organização e preparação do material

experimental, organização e preparação de roteiros das atividades experimentais, avaliação e correção dos relatórios dos alunos das atividades experimentais.

4) Prof. Gilberto Vieira Ângelo

Participante. Ficará a cargo de acompanhar o andamento das atividades com seus alunos das aulas teóricas, assim como sugerir atividades relacionadas aos conteúdos trabalhados com os mesmos.

5) Profª Ms. Terezinha de Fátima Pinheiro (Mestre em educação)

Participante. Ficará a cargo de fornecer o suporte teórico metodológico do projeto.

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, J. & ERICKSON, G. Students' conceptions about the vector characteristics of three physics concepts. Journal of Res. in Sci. Teaching, 21 (5), 439-457, 1984.

ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. A didática das ciências. São Paulo : Papyrus, 1995.

BACHELARD, G. A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço. In : Os pensadores. São Paulo : Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, G. Epistemologia : Trechos escolhidos. Rio de Janeiro, Zahar, 1983.

BARBOUX, M. et al.(1987), Modèles particulaire et activités de modélisation en classe de quadrème, In : JOHSUA, S & DUPIN, J.J. Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques. PUF, Paris, 1993.

BROUSSEAU, G. (1981) , problèmes de didactique des décimaux. Analyse d'une situation : l'épaisseur d'une feuille de papier. In : JOHSUA, S & DUPIN, J.J. Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques. PUF, Paris, 1993.

BUNGE, M. Teoria e realidade. São Paulo : Perspectiva, 1974.

CHEVALLARD, Y. La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensée Sauvage, 1985.

DI SESSA, A. Unlearning aristotelian physics : a study of knowledge-based learning. Cognitive Science, 6, 37-75, 1982.

DRIVER, R. Pupils' alternative frameworks in science. European Journal of Science Education, 3, 1, 93-101, 1981.

DRIVER, R. Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos . Enseñanza de las Ciencias, 6(3), 291-296, 1988.

- DRIVER, R. The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students. Urbana : University of Illinois, 1973.
- DRIVER, R & ERICKSON, G. Theories-in-action : some theoretical and empirical issues in the study of student's conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60, 1983.
- DROUIN, A. M. Le modele en questions. In : ASTER N° 7. Modèles et Modélisation. INRP, Paris. 1988.
- DROUIN, J. M. Du terrain au laboratoire : reumur et l'histoire des fourmis. In : ASTER N° 5. Didactique et Histoire des Sciences. INRP, Paris. 1987.
- EINSTEIN, A. Out of my later years. New York, Philos. Library, 1950.
- GIL, D. El profesorado y la investigación educativa. Primeras Jornadas de Investigación Didáctica en Física y Química, 537-540. (ICE : València), 1982.
- GIL, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 26-33, 1983.
- GIL-PÉREZ, D. Differences entre "modeles spontanés", modeles enseignés et modeles scientifiques : quelques implications didactiques. A. Giordan, J. L. Martinand, Actes JES, 9, 1987.
- GIL, D. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias ao desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212, 1993.
- GIL-PÉREZ, D. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias : realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164, 1994.
- JOHSUA, S & DUPIN, J.J. Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques. PUF, Paris, 1993.
- KNELLER, G. A ciência como atividade humana. Rio de Janeiro : Zahar; São Paulo, EDUSP, 1980.. KOYRÉ, A. Estudos galilaicos. Lisboa : Publicações Dom Quixote, 1986.
- KUHN, T. S. A função do dogma na investigação científica. In : A crítica da ciência. DEUS, J. D. (Org.). Rio de Janeiro : Zahar, 1974, p. 53-80.
- KUHN, T. S. A Estrutura das revoluções científicas. S. Paulo : Perspectiva, 1995.
- LACOMBE, G. Pour l'introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement du second cycle. In : ASTER N° 5. Didactique et Histoire des Sciences. INRP, Paris. 1987.
- LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (orgs.) A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo : Cultrix, 1979.
- LARCHER, C. La physique et la chimie, sciences de modèles. Du mond réel aux connaissances scientifiques, en passant par la modélisation. In : Didactique appliquée de la physique-chimie. Éditions Nathan, Paris, 1996.

- LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. Gestion d'activites de modelisation en classe. In : ASTER N° 7. Modèles et Modélisation. INRP, Paris. 1988.
- LOPES, B. y COSTA, N. Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas : fundamentos, presentación e implicaciones educativas. Enseñanza de las ciencias. 14 (1), 45-61, 1996.
- MARTINAND, J. L. Enseñanza y a aprendizaje de la modelización. Enseñanza de las Ciencias, 4(1), 45-50, 1986. . MILLAR, R. & DRIVER, R. Beyond processes. Studies in Science Education, 14, 33-62, 1987.
- NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change : philosophical perspectives. In : Int. J. Sci. Educ., vol. 11, special issue, 530-540, 1989.
- OTERO, M. R. Como usar analogias en clases de Física ? In : Cad. Cat. Ens. Fís., v.14, n.2 : p.179-187, ago.1997.
- PAZ, A. M., Ensino Experimental de Física, Assistido por Computador, na Escola Formal de 2º grau de Institutos de Ensino Superior. Dissertação de Mestrado. UFSC, 1999.
- PERRELI. M. A. S. A Transposição Didática no Campo da Indústria Cultural : Um estudo dos condicionantes dos conteúdos dos livros didáticos de ciências. UFSC. Florianópolis, SC, 1996.. PIAGET, J. & INHELDER, B. Da lógica da criança à lógica do adolescente. São Paulo : Pioneira, 1976.
- PIAGET, J. & INHELDER, B. O desenvolvimento das quantidades físicas na criança. Rio de Janeiro : Zahar/INL, 1975.
- PIAGET, J. & INHELDER, B. Gênese das estruturas lógicas elementares. Rio de Janeiro : Zahar/INL, 1975.
- PIAGET, J. & GARCIA, R. Psicogênese e história das ciências. Lisboa : Publicações Dom Quixote, 1987.
- PIAGET, J. Epistemologia genética. São Paulo : Martins Fontes, 1990.
- PIERRARD, M. A. Modelisation et astronomie. In : ASTER N° 7. Modèles et Modélisation INRP, Paris. 1988.
- PIETROCOLA-OLIVEIRA, M. A história e a epistemologia no ensino da física; aspectos individual e coletivo na construção do conhecimento científico, 1993.(mimeo)
- PINHEIRO, T. F. Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2º grau e a ciência dos cientistas : Uma discussão . UFSC. Florianópolis, SC, 1996.
- REICHENBACH, H. Experience and prediction. Chicago : UCP, Phoenix, 1961.
- ROBILOTTA, M. R. O cinza, o preto e o branco - da relevância da história da ciência no ensino da física. Cad. Cat. Ens. Fis., Fpolis, 5 (NE) : 7-22, jun. 1988.
- ROSMODUC, J. L'histoire de la physique peut-elle eclaires les obstacles epistemologiques ? In : ASTER N° 5. Didactique et Histoire des Sciences. INRP, Paris. 1987.
- SALTIEL, E . & MALGRANGE, J.C. Spontaneous ways of reasoning in elementary kinematics. Eur. Phys., 1, 73-8, 1980.

- SALTIEL, E. De l'intérêt de la didactique de la physique et de l'histoire de la physique dans la formation des enseignants. Atas do Séminaire Nationale de la Société Française de Histoire des Science et Técnicas, 1990.
- SALTIEL, E. & VIENNOT, L. Que aprendemos de las semejanzas entre las ideas historicas y el razoamiento espontaneo de los estudiantes ? Enseñanza de las ciencias, 137-144, 1985.
- VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. Eur. J. Sci. Educ., 1(2), 205-222, 1979.
- WATTS, D. M. & ZYLBERSTAJN, A. A survey of some ideas about forces. Physics Education, 16, 360-365, 1981.
- ZYLBERSTAJN, A. Revoluções científicas e ciência normal em sala de aula. In : Tópicos em ensino de ciências. MOREIRA, M. A. & AXT, R. (orgs). Porto Alegre : Ed. Sagra, 47-60, 1991.

ANEXO

CONTEÚDO 1ª Série

Unidade I. Iniciação à Física

1. Introdução
 - 1.1. O que estuda a Física
 - 1.2. Ramos da Física
 - 1.3. Potências de Dez
2. Algarismos Significativos
 - 2.1. Grandezas Físicas - Medidas
 - 2.2. Sistema de Unidades em Física
 - 2.3. Equações Dimensionais
 - 2.4. Operações com Algarismos Significativos
3. Funções e Gráficos
 - 3.1. Proporção Direta
 - 3.2. Variação Linear
 - 3.3. Variação com o Quadrado e com o Cubo
 - 3.4. Proporção Inversa

Unidade II. Cinemática

1. Noções de Movimento
 - 1.1. Referencial
 - 1.2. Repouso e Movimento
 - 1.3. Trajetória
 - 1.4. Deslocamento e Distância Percorrida
2. Movimentos Retilíneos
 - 2.1. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)
 - 2.3. Velocidade Instantânea e Velocidade Média
 - 2.3. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)
 - 2.4. Queda Livre
3. Vetores - Movimentos Curvilíneos
 - 3.1. Grandezas Escalares e Vetoriais
 - 3.2. Operações com Vetores
 - 3.3. Vetor Velocidade e Vetor Aceleração
 - 3.4. Movimento Circular Uniforme (MCU)
 - 3.5. Composição de Velocidades

Unidade III. Dinâmica

1. 1ª e 3ª Leis de Newton
 - 1.1. Força
 - 1.2. A 1ª Lei de Newton
 - 1.3. Equilíbrio de uma partícula
 - 1.4. A 3ª Lei de Newton
 - 1.5. Forças de Atrito
 - 1.6. Momento de uma Força
 - 1.7. Equilíbrio de um corpo Rígido
2. 2ª Lei de Newton
 - 2.1. A 2ª Lei de Newton
 - 2.2. Massa e Peso
 - 2.3. Aplicações da 2ª Lei de Newton
 - 2.4. Força de reação Normal
 - 2.5. Plano Inclinado
 - 2.6. Queda dos corpos com resistência do ar
 - 2.7. Forças no Movimento Circular
3. Gravitação Universal
 - 3.1. Leis de Kepler
 - 3.2. Leis de Newton para a Gravitação Universal
 - 3.3. Movimento de Satélites
 - 3.4. Variações da aceleração da gravidade

CONTEÚDO 2ª Série

Unidade I. Revisão

1. Leis de Newton
 - 1.1. Equilíbrio de uma Partícula
2. Equilíbrio de um Corpo Rígido
 - 2.1. Momento de uma Força
 - 2.2. Condições de Equilíbrio de um Corpo Rígido
 - 2.3. Alavancas

Unidade II. Hidrostática

1. Pressão e Massa Específica
 - 1.1. Conceito de Pressão e suas Unidades
 - 1.2. Conceito de Massa Específica e suas Unidades
2. Pressão Atmosférica
 - 2.1. Pressão Atmosférica
 - 2.2. A Experiência de Torricelli
 - 2.3. Variação da Pressão com a Profundidade
 - 2.4. Equação Fundamental para o Cálculo da Pressão no interior de um Fluido
 - 2.5. Vasos Comunicantes
 - 2.6. Princípio de Pascal
3. Princípio de Arquimedes
 - 3.1. Empuxo
 - 3.2. O Princípio de Arquimedes

Unidade III. Leis de Conservação

1. Conservação da Energia
 - 1.1. Trabalho de uma Força
 - 1.2. Potência
 - 1.3. Trabalho e Energia Cinética
 - 1.4. Energia Potencial Gravitacional
 - 1.5. Energia Potencial Elástica
 - 1.6. Conservação da Energia Mecânica
2. Conservação da Quantidade de Movimento
 - 2.1. Impulso e Quantidade de Movimento
 - 2.2. Quantidade de Movimento de um Sistema de Partículas
 - 2.3. Conservação da Quantidade de Movimento
 - 2.4. Forças Impulsivas e Colisões

Unidade IV. Temperatura - Dilatação Térmica e Comportamento dos Gases

1. Temperatura e Dilatação
 - 1.1. Temperatura e Escalas Termométricas
 - 1.2. Dilatação dos Sólidos
 - 1.3. Dilatação dos Líquidos
2. Comportamento dos Gases
 - 2.1. Gás Ideal
 - 2.2. Variáveis de Estado
 - 2.3. Transformação Isotérmica
 - 2.4. Transformação Isobárica
 - 2.5. Transformação Isométrica
 - 2.6. Lei de Avogadro
 - 2.7. Equação de Estado de um Gás Ideal
 - 2.8. Modelo Molecular de um Gás Ideal

Unidade V. Calor

- I. Calorimetria
 - 1.1. Calor como Energia
 - 1.2. Transferência de Calor
 - 1.3. Capacidade Térmica e Calor Específico
 - 1.4. Calor Sensível e Calor Latente
2. Mudança de Fases
 - 2.1. Sólidos, Líquidos e Gases
 - 2.2. Fusão e Solidificação
 - 2.3. Vaporização e Condensação
 - 2.4. Influência da Pressão
 - 2.5. Sublimação
 - 2.6. Diagrama de Fases

Unidade VI. Termodinâmica

1. Primeira Lei da Termodinâmica
 - 1.1. Trabalho em uma Variação de Volume
 - 1.2. Sistema
 - 1.3. Energia Interna
 - 1.4. Primeira Lei da Termodinâmica
 - 1.5. Segunda Lei da Termodinâmica.

CONTEÚDO 3ª Série

Unidade I. Campo e Potencial Elétrico

1. Carga Elétrica
 - 1.1. Eletrização
 - 1.2. Condutores e isolantes
 - 1.3. Indução e polarização
 - 1.4. Eletroscópios
 - 1.5. Lei de Coulomb
2. Campo Elétrico
 - 2.1. Conceito
 - 2.3. Campo elétrico criado por cargas pontuais
 - 2.4. Linhas de força
 - 2.5. Comportamento de um condutor eletrizado
3. Potencial elétrico
 - 3.1. Diferença de potencial
 - 3.2. Voltagem em um campo uniforme
 - 3.3. Voltagem no campo de uma carga pontual
 - 3.4. Superfícies eqüipotenciais

Unidade II. Circuitos Elétricos de Corrente Contínua

1. Corrente Elétrica
 - 1.1. Corrente elétrica
 - 1.2. Circuitos simples
 - 1.3. Resistência elétrica
 - 1.4. Lei de Ohm
 - 1.5. Associação de resistências
 - 1.6. Instrumentos elétricos de medida
 - 1.7. Potência em um elemento do circuito
2. Capacitores e Capacitância
 - 2.1. Capacitores
 - 2.2. Capacitância
 - 2.3. Associação de capacitores
 - 2.4. A energia de um capacitor
3. Força Eletromotriz – Equação do Circuito
 - 3.1. Força eletromotriz
 - 3.2. A equação do circuito
 - 3.3. Voltagem nos terminais de um gerador

Unidade III. Eletromagnetismo

1. Campo Magnético 1
 - 1.1. Magnetismo
 - 1.2. Eletromagnetismo
 - 1.3. Campo Magnético
 - 1.4. Movimento Circular em um Campo Magnético
 - 1.5. Força Magnética em um Condutor
2. Campo Magnético 2
 - 2.1. Campo magnético de um condutor retilíneo
 - 2.2. Campo magnético no centro de uma espira circular
 - 2.3. Campo magnético de um solenóide
 - 2.4. Influência do meio no valor do campo magnético
3. Indução Eletromagnética - Ondas Eletromagnéticas
 - 3.1. Força eletromotriz induzida
 - 3.2. A lei de Faraday
 - 3.3. A lei de Lenz
 - 3.4. O transformador
 - 3.5. Ondas eletromagnéticas
 - 3.6. O espectro eletromagnético

Unidade IV. Ótica e Ondas

1. Reflexão da Luz
 - 1.1. 1.1. Introdução
 - 1.2. Reflexão da Luz
 - 1.3. Espelho plano
 - 1.4. Espelhos esféricos
 - 1.5. Imagem de um objeto extenso
 - 1.6. A equação dos espelhos esféricos
2. Refração da Luz
 - 2.1. Refração da luz
 - 2.2. Alguns fenômenos relacionados com a refração
 - 2.3. Dispersão da luz
 - 2.4. Lentes esféricas
 - 2.5. Formação de imagens nas

lentes

2.6. Instrumentos óticos

3. Movimento Ondulatório

3.1. Movimento harmônico simples

3.2. Ondas em uma corda

3.3. Ondas na superfície de um líquido

3.4. Difração

3.5. Interferência