



Física - EaD

Universidade Federal  
do Espírito Santo



---

Giuseppi Gava Camiletti

---

Informação, Tecnologia e Ciência  
no Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

Centro de Ciências Exatas

Departamento de Física

Licenciatura em Física - EaD

# INFORMAÇÃO, TECNOLOGIA E CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

**AUTOR:** Giuseppe Gava Camiletti

**COLABORADORES:** Thiéberson da Silva Gomes

Laércio Ferracioli

Leandro Batista Ferreira

**VITÓRIA**

**2011**

**Presidenta da República**

Dilma Rousseff

**Ministro da Educação**

Fernando Haddad

**Universidade Aberta do Brasil**

Celso Costa

**Universidade Federal do Espírito Santo  
Reitor**

Rubens Sergio Rasseli

**Vice-Reitor e Diretor Presidente do Ne@ad**

Reinaldo Centoducatte

**Pró-Reitor de Graduação**

Sebastião Pimentel Franco

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação**

Francisco Guilherme Emmerich

**Pró-Reitor de Extensão**

Aparecido José Cirillo

**Diretora Administrativa do Ne@ad e  
Coordenadora UAB**

Maria José Campos Rodrigues

**Diretor Pedagógico do Ne@ad**

Júlio Francelino Ferreira Filho

**Coordenadora do Curso de Física -EaD**

Angela Emilia de Almeida Pinto

**Revisor de Conteúdo**

Carlos Augusto Cardoso Passos

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C183i

Camiletti, Giuseppi Gava, 1976-

ITC: informação, tecnologia e ciência no ensino de física  
/Giuseppi Gava Camiletti, colaboradores, Laércio Ferracioli,  
Leandro Batis ta Ferreira, Thiéberson da Silva Gomes. - Vitória :  
UFES, Departamento de Física, 2011.  
109 p. : il.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-8087-072-5

1. Física. 2. Ondas (Física). 3. Tecnologia da informação. I.  
Título.

CDU: 53:004

**Coordenação do Projeto**

Thommy Lacerda Sossai

**Capa**

Thommy Lacerda Sossai

**Ilustração**

Cassiano Pinheiro Maciel

**Impressão**

GM Gráfica

**Diagramação**

Ellen Albano Campanharo  
Simone Resende Correa

*Copyright 2011. Todos os direitos desta edição estão reservados ao departamento de Física. Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Coordenação Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física, na modalidade a distância.*

*A reprodução de imagens de obras em (nesta) obra tem o caráter pedagógico e científico, amparado pelos limites do direito do autor no art. 46 da lei no. 9610/1998, entre elas as previstas no inciso III (a citação de livros, jornais, revistas ou qualquer outro meio de comunicação, de passagens de qualquer obra, para fins de estudo, crítica ou polêmica, na medida justificada para o fim a atingir, indicando - se o nome do autor e a origem da obra), sendo toda a reprodução realizada com amparo legal do regime geral de direito do autor no Brasil.*

# APRESENTAÇÃO


A tendência de utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) no contexto da sala de aula é sinalizada pelo PCN, conforme pode ser constatado no trecho da página 112:

“ ...Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas.” (PCN+, 2002, p.112).

Assim, esta disciplina tem o objetivo de apresentar algumas propostas de integração das TICs, na perspectiva da utilização da Modelagem Computacional no contexto das atividades em sala de aula para o estudo de conteúdos da Física.

Seguindo essa vertente, o curso de Curso de Licenciatura em Física da UFES, na modalidade a Distância, possui em sua grade curricular obrigatória a disciplina de *Informação Tecnologia e Ciências no Ensino de Física (ITC)*. Uma disciplina optativa equivalente vem sendo oferecida no curso de Licenciatura em Física, na modalidade presencial, desde 1998 e se constituiu como base para a implementação deste fascículo.

A disciplina *Informação, Ciência & Tecnologia no Ensino de Física* do curso presencial possui uma estrutura de conteúdos e atividades que possibilitam ao aluno de licenciatura em Física uma visão geral do que é desenvolver projetos estruturados de utilização de TICs no ensino de Física. Para isso, ela é dividida basicamente em três partes: 1. Bases teóricas que dão suporte à utilização aos diversos tipos de tecnologia para o estudo de tópicos de Física. 2. Proposta de desenvolvimento de módulos educacionais constituídos de um objeto de conhecimento e de um material instrucional que guia o estudante nas atividades. 3. Etapa de construção e avaliação de módulos educacionais pelos alunos da disciplina. A estrutura é baseada em projetos e tem como seu maior objetivo levar o estudante de licenciatura, futuro professor de Física do ensino médio, a ter uma visão geral sobre a utilização de TICs no contexto do ensino de Física, para



que seja capaz de utilizar, de forma criativa e efetiva, uma estrutura de laboratório de informática da escola.

A disciplina ITC, do curso de licenciatura em Física à distância, foi estruturada utilizando-se como base a disciplina consolidada ICT presencial. No entanto, como as modalidades presencial e à distância são intrinsecamente diferentes, foi necessário estabelecer algumas modificações, com o objetivo de adequar a estrutura da disciplina presencial para a modalidade à distância.

Assim, para a modalidade à distância, a disciplina foi estruturada em quatro capítulos. No Capítulo 1, são apresentados os pressupostos teóricos que devem nortear a integração de TICs, na perspectiva da utilização da modelagem computacional, no contexto do ensino de Física. No Capítulo 2, o aluno desta disciplina é levado a desenvolver atividades nos Ambientes de Modelagem Computacional SQRLab e Modellus, de modo a explicitar possibilidades de utilização destes ambientes no contexto da sala de aula no estudo de fenômenos físicos. No Capítulo 3, está mostrado um exemplo de como poderia ser uma aula expositiva com a utilização de um *applet* que permite a simulação e visualização de fenômenos físicos. O fenômeno abordado no exemplo foi o de ondas em uma corda. Ao final deste capítulo, o aluno é solicitado a construir um planejamento de uma intervenção utilizando ferramentas computacionais no estudo de tópicos de física tendo como base o exemplo apresentado. Completando a aula expositiva apresentada no Capítulo anterior, o Capítulo 4 apresenta um exemplo de utilização interativa do *applet* na perspectiva exploratória com a variação de parâmetros e visualização do comportamento dinâmico da onda em uma corda. A partir desta visualização, o usuário é solicitado a responder questões relacionadas aos conceitos e variáveis relacionadas a estes fenômenos.

## **Capítulo 1 - Referencial Teórico: Utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Física**

1.1. Informação, Tecnologia e Ciência no Estudo da Física	8
1.1.1. Modelos	9
1.1.2. Modelos Mentais	11
1.1.3. Modelos Mentais e Concepções de Estudantes	14
1.1.4. Modelagem Computacional	16
1.1.5. Modelagem Computacional no Contexto do Ensino de Ciências	17
1.1.6. Atividades de Modelagem Computacional	18
1.1.7. Ambientes de Modelagem Computacional	19
1.1.8. Objetos Computacionais de Simulação e Visualização	21
1.2. Módulos Educacionais	22

## **Capítulo 2 - Utilização de Ferramentas Computacionais**

2.1. Introdução	28
2.2. O Ambiente de Modelagem Computacional SQRLab	28
2.3. O Ambiente de Modelagem Computacional Modellus	32

## **Capítulo 3 - Estudo de Ondas: Utilizando Ferramentas Computacionais**

3.1. Introdução	39
3.2. Ondas	39
3.2.1. Formas de Propagação	41
3.2.2. Reflexão	43
3.2.3. Refração	45
3.2.4. Ondas Periódicas	46
3.2.5. Frequência e Período	47
3.2.6. Amplitude e Comprimento de Onda	48
3.2.7. Velocidade de Propagação da Onda	49
3.2.8. Interferência - Princípio da Superposição	50
3.3. Planejamento de uma Aula Utilizando Ferramentas Computacionais	51
3.4. Exercício - Planejamento da Atividade	54
3.5. Questionário de Avaliação da Proposta	56

## Capítulo 4 - Atividades para o Aluno: Estudo de Ondas Utilizando Ferramentas Computacionais:

4.1. Introdução	59
4.2. Módulo Educacional	59
4.3. Execução das Atividades Direcionadas aos Alunos	62
4.4. Questões a Serem Respondido pelos Alunos SEM a utilização do <i>Applet</i>	63
4.5. Questões a Serem Respondido pelos Alunos COM a utilização do <i>Applet</i>	66
4.5.1. Parte 1	66
4.5.2. Parte 2	68
4.5.3. Parte 3	70
4.6. Opinião Sobre a Atividade Desenvolvida	73

## Referências Bibliográficas 75

## Apêndice A

1. Instruções de instalação do Modellus no Linux	72
2. Instruções de instalação do Modellus no Windows	87
3. Instruções de instalação do SQRLab no Linux	94
4. Instruções de instalação do SQRLab no Windows	100

## Apêndice B

Resposta dos Exercícios	105
-------------------------	-----

## Glossário 109



# REFERENCIAL TEÓRICO

---

UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO  
E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

1

Neste capítulo são apresentados os pressupostos teóricos para o trabalho de integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), na perspectiva da utilização da Modelagem Computacional, no contexto do Ensino de Física.

## 1.1. INFORMAÇÃO, TECNOLOGIA E CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

A integração de TIC no contexto educacional tem sido o foco de diversos estudos nos diferentes níveis de escolaridade e em diferentes partes do mundo. Com o avanço da tecnologia e seu consecutivo barateamento a utilização de ferramentas, tais como, o computador, tem sido largamente incentivada. No Brasil os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's - orientam para a adequação dos currículos à realidade contemporânea e aos avanços tecnológicos, afirmando “o uso do computador no ensino é particularmente importante nos dias de hoje” (PCN+, 2002; p 148) sem, no entanto, apontar diretrizes claras para essa adequação. Apesar dos PCN's não serem claros sobre qual a direção a ser seguida, eles apontam para a necessidade da adequação desses recursos ao currículo:

“Também deve ser estimulado o uso **adequado** dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas.” (PCN+, 2002, p.112).

Uma perspectiva sobre a integração da tecnologia da informática no contexto educacional é o desenvolvimento de softwares que permitam aos estudantes construir modelos baseados em suas próprias concepções sobre o mundo que os rodeia. A construção de modelos é também apontada pelos PCN's, principalmente no contexto do Ensino de Ciências da Natureza, quando afirmam:

“É essencial também trabalhar com modelos, introduzindo-se a própria ideia de modelo, através da discussão de modelos microscópicos. Para isso, os modelos devem ser construídos a partir da necessidade explicativa de fatos, em correlação direta com os fenômenos macroscópicos que se quer explicar.” (PCNEM, 2000, p. 25).

A construção de modelos para o entendimento dos fenômenos, no contexto da sala de aula, é feita através do ferramental da Matemática. Esta não é uma tarefa fácil para a maioria dos estudantes. Neste sentido, a modelagem utilizando Ambientes de Modelagem Computacional pode ser uma ferramenta de apoio ao aprendizado de conceitos básicos sobre esses fenômenos para que, a partir destes conceitos, os mesmos sejam abordados através de equações matemáticas (Ogborn, 1999). Em um sentido estrito, modelar significa criar um modelo de algo. Assim, durante toda a vida as pessoas constroem modelos sobre o mundo ao seu redor (Johnson-Laird, 1983), sendo que, na maioria das vezes, isso é realizado naturalmente sem que elas estejam cientes desse processo.

Praticamente, todas as áreas de conhecimento utilizam a modelagem como ferramenta para o entendimento de sistemas, estruturas, relações, fenômenos, entre outros aspectos. Também no contexto dos processos de ensino e aprendizagem, a modelagem pode ser utilizada em duas perspectivas principais: primeiro permitir que o estudante interaja com os fenômenos em estudo, e dessa forma, levá-los a uma compreensão mais próxima destes; e em segundo levá-los a criar modelos a partir de suas próprias concepções, para que, de posse dos modelos dos estudantes, o professor seja capaz de identificar o que ele sabe sobre o assunto abordado e a partir dessa informação poder construir metodologias de ensino (Ausubel et al, 1980).

Uma visão mais apropriada deste tema demanda uma abordagem sobre o conceito de modelo, quais os tipos de modelos, como e onde são utilizados.

### 1.1.1. Modelos

O homem sempre buscou explicar o mundo ao seu redor desde estruturas em escalas microscópicas, tais como o átomo, até aquelas em escalas macroscópicas, tais como, o Sistema Solar. Nesta meta de explicar o mundo, os cientistas se deparam, na maioria das vezes, com sistemas fora do seu alcance, como é o caso dos sistemas já citados. Neste momento a decisão da maioria dos cientistas é lançar mão de modelos para estudar e explicar as estruturas da natureza (Harré, 1978). Os modelos são utilizados em larga escala, até mesmo para o estudo de estruturas mais simples, porém quanto mais inalcançável é o objeto do estudo, mais pertinente se torna a sua utilização.

Assim, um modelo pode ser descrito como uma representação do mundo, ou de parte dele, que pode ser manipulada com o objetivo de estudar as propriedades de um objeto, fenômeno ou sistema. A sua utilização é mais justificada quanto

maior for a complexidade da estrutura, ou seja, quanto maior for o número de parâmetros envolvidos.

Ao lançarem uma teoria, os cientistas geralmente o fazem através de um conjunto de elementos tais como teoremas, conceitos, leis e princípios, mas também utilizando modelos. Neste contexto as teorias podem ser tomadas como um conjunto de abstrações de um mundo imaginário visualizado através da utilização de modelos (Gilbert, 1997). Assim, um modelo também pode ser visto *“como um intermediário entre as abstrações da teoria e as ações concretas da experimentação; e que ajuda a fazer previsões, guiar a investigação, resumir dados, justificar resultados e facilitar a comunicação”* (Gilbert e Boulter, 1998). De acordo com estes autores, a produção de um modelo pode ser explicada da seguinte forma:

“Um **modelo** de um **sistema-alvo** (aquilo que se quer representar) é produzido a partir de uma **fonte** (algum objeto, evento ou ideia) por meio de metáforas, nas quais o alvo é visto, ainda que inicialmente e por pouco tempo, como sendo similar à fonte”. Gilbert e Boulter (1998), p16.

Neste processo, o cientista com o foco em um alvo e possuindo uma fonte faz uso de analogias para relacioná-los, separando as características comuns entre si e a partir das semelhanças poderem entender e explicar as características do sistema-alvo ou até mesmo descobrir novas características (Dunbar, 1999). Tomando como exemplo, Rutherford que, ao tentar explicar a estrutura atômica, fez uma analogia ao sistema solar sobrepondo características como planetas girando ao redor do sol no modelo atômico. Com isso, o conhecimento sobre a estrutura atômica foi continuamente aprimorado e, a partir daí, novas características puderam ser encontradas. Hesse (1963, p. 64) expõe que existem analogias negativas e positivas. Assim, dada uma fonte, as analogias positivas são características desta fonte que são úteis ao entendimento do alvo. Já as analogias negativas são as características que podem ser descartadas, pois não possuem nenhuma relação específica com o alvo. Um caso clássico do uso de analogias para a construção de modelos é a analogia entre o modelo de bolas de bilhar e o modelo de partículas de um gás, onde o movimento das bolas de bilhar e as colisões entre elas são analogias positivas, mas as cores e a textura são analogias negativas. Portanto, ao se construir um modelo deve-se ter em mente que as analogias nunca são perfeitas e servem somente para explicar aspectos específicos previstos na delimitação do sistema.

Ainda o processo de criação de um modelo possui uma estrutura cíclica, na qual cada ciclo fornece uma versão do modelo. Dessa forma, após a finalização de cada versão, eles passam por uma série de testes para verificar a sua validade. Esta etapa é realizada, geralmente, comparando-se os resultados gerados pelo modelo com os dados observados e coletados. No caso de divergência, levando-se em conta uma margem de erro estabelecida, o modelo pode ser descartado ou modificado a partir da análise e detecção de suas falhas, para que, depois de removidas ou contornadas, o modelo possa novamente ser testado na busca de sua validação. Vale ressaltar, que esse ciclo de refinamento do modelo pode ser realizado várias vezes até que chegue, finalmente, a fornecer resultados razoáveis, passando a ser aceito como útil ao estudo do objeto, fenômeno ou sistema que ele representa.

Os modelos permitem realizar estudos nas mais variadas áreas, tais como, previsão do tempo, economia, dinâmica populacional, fenômenos físicos, entre muitas outras. Para esses fins os modelos utilizados são classificados como formais, pois devem fornecer resultados precisos sobre o assunto para o qual foram criados. Porém, existem modelos gerados a partir das concepções das pessoas, que não são precisos e são de difícil acesso (Moreira, 1996). Neste sentido, é necessária uma explanação sobre conceitos gerais que envolvem modelos mentais, a qual será realizada na próxima seção.

### 1.1.2. Modelos Mentais

A interação com o mundo, com outras pessoas ou com objetos tecnológicos, gera no interior das estruturas de conhecimento das pessoas modelos mentais delas mesmas e das coisas com as quais estão interagindo (Norman, 1983). Muitos cientistas, entre eles Johnson-Laird (1983), explicam que as pessoas tendem a criar modelos mentais no intuito de entender o mundo ao seu redor, pois não conseguem captá-lo diretamente. Segundo o autor, os modelos mentais são análogos estruturais do mundo gerados com o objetivo de intermediar a interação do indivíduo com o meio. Neste sentido, o estudo deste tipo de modelo tem sido o foco de interesse das ciências cognitivas e alguns dos resultados têm sido utilizados nas pesquisas em educação em Ciências (e.g. Greca e Mallmann, 1997; Lagreca e Moreira, 1999), cujo foco está no estudo das concepções das pessoas sobre o mundo, ou seja, quais são as estruturas de conhecimento que lhes permitem entender o mundo.

No estudo dos modelos mentais, Gilbert e Boulter (1988) afirmam a necessidade de se distinguir entre:

#### **SISTEMA-ALVO**

O sistema real que se deseja modelar ou objeto da representação;

#### **MODELO MENTAL**

Uma representação pessoal e reservada do alvo;

#### **MODELO EXPRESSO**

Uma versão do modelo mental que é expressa através da ação, da fala ou da escrita;

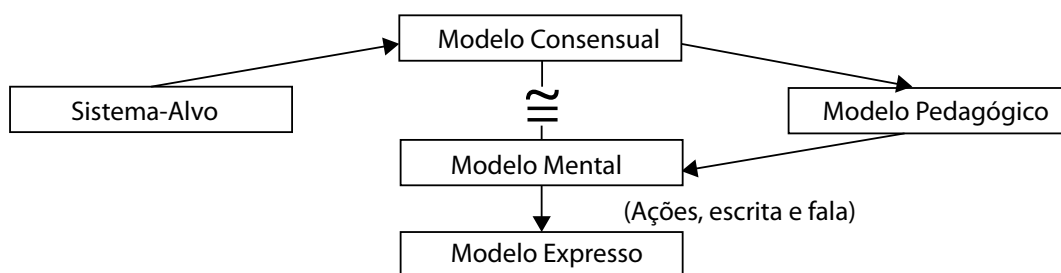
#### **MODELO CONSENSUAL**

Um modelo expresso que foi submetido a testes por um grupo social, por exemplo, pertencente à comunidade científica, e sobre o qual se concorda que apresenta algum mérito;

#### **MODELO PEDAGÓGICO**

Especialmente construído e utilizado para auxiliar na compreensão de um modelo consensual.

Deste modo, dentro de um conteúdo específico, inicialmente os professores determinam um sistema-alvo a ensinar. Após a verificação dos modelos consensuais relacionados a ele, o professor constrói um modelo pedagógico que será utilizado como base para levar o estudante a construir um modelo mental do sistema-alvo que seja o mais próximo possível do modelo consensual do sistema-alvo. Esta abordagem pode ser representada pela Figura 1.1 abaixo:



**FIGURA 1.1: ESQUEMA DE RELAÇÕES ENTRE OS MODELOS EM EDUCAÇÃO.**

No caso dos modelos consensuais, eles devem apresentar algumas características básicas para que sejam efetivos nos processos de ensino e aprendizagem. Mayer (1989) propõe seis critérios que poderiam ser aplicados para selecionar um modelo consensual a ser ensinado. Segundo ele os modelos consensuais devem ser *completos, coerentes, concretos, conceituais, corretos e cuidadosos*. Gilbert (1997) entende que um sétimo critério deva ser acrescentado alegando que os modelos consensuais devem ser também correspondentes no sentido de conterem uma quantidade razoável de analogias em relação à fonte.

Já os modelos pedagógicos são desenvolvidos pelos professores para “*facilitarem o caminho intelectual*” (Gilbert e Boulter, 1998) dos estudantes até a compreensão de um modelo consensual, ou seja, o professor seleciona uma fonte que seja familiar ao estudante para criar um modelo pedagógico o qual tem por objetivo final levar o estudante a criar um modelo mental do modelo consensual em questão.

Além disso, pode-se dizer que os modelos mentais são estruturas dinâmicas em contínuo processo de desenvolvimento. Nesta perspectiva, Norman (1983) descreve alguns resultados de seus estudos sobre esses modelos mentais:

- Modelos mentais são incompletos;
- As habilidades das pessoas em “simular” mentalmente seus modelos são limitadas;
- Modelos mentais são instáveis: as pessoas esquecem os detalhes do sistema que estão usando, principalmente quando esses detalhes não foram usados por um bom tempo;
- Modelos mentais não têm uma fronteira definida: dispositivos e operações similares se confundem umas com as outras;
- Modelos mentais são não-científicos: as pessoas incluem em seus modelos comportamentos supersticiosos mesmo quando sabem que esses comportamentos não são necessários: custa pouco esforço físico e reduz o esforço mental;
- Modelos Mentais são econômicos: frequentemente as pessoas fazem muito mais operações mecânicas do que planejamento mental que as permitiria eliminar estas ações.

Pode-se perceber, através destes resultados, que modelos mentais não precisam ser tecnicamente apurados, mas é imperativo que eles sejam funcionais, caso contrário eles são descartados pelo indivíduo (Johnson-Laird, 1983). Assim, pela interação com o sistema-alvo as pessoas modificam os seus modelos mentais até encontrarem um modelo que funcione para o seu propósito, mesmo que este modelo não tenha relação com o modelo consensual (Norman, 1983). Assim, é necessário ter cautela ao se construir um modelo mental das concepções de um estudante a partir de um modelo expresso, uma vez que, na verdade, está se construindo uma visão destas concepções, a qual pode não estar de acordo com modelo mental do estudante (Moreira, 1996). Assim, a próxima seção trata do aspecto das concepções dos estudantes sobre o mundo.

### 1.1.3. Modelos Mentais e Concepções de Estudantes

A questão do aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos é um dos focos tanto da pesquisa em educação quanto em psicologia. Jean Piaget (1967), que era biólogo, na busca do entendimento sobre a construção das estruturas de conhecimento no indivíduo baseado em dados psicogenéticos e análise de antecedentes biológicos e epistemológicos, identificou um mecanismo no qual o sujeito assimila um novo conhecimento e o acomoda de acordo com os conhecimentos que já possui através de um contínuo processo de diferenciação, integração e adaptação do novo conhecimento aos que já possui (Ferracioli, 2001). Assim, Piaget (1967) não desenvolveu uma teoria de aprendizagem, mas buscou estudar e compreender como se dão os processos internos no desenvolvimento intelectual do indivíduo a partir da busca de explicações causais quando este interage com o mundo ao seu redor (Piaget, 1974). A explicação causal tem por objeto transformações materiais reais: para desvendar o modo de produção de um fenômeno, a explicação deve identificar transformações em meio aos aspectos que permanecem constantes. Enquanto representando as transformações reais, a causalidade “consiste em um sistema de transformações” (Piaget, 1974).

Ausubel (Masini e Moreira, 2001), que era médico psiquiatra com especialização em psicologia, em sua Teoria de Aprendizagem estabelece o que chamou de aprendizagem significativa àquela que ocorreria em situações nas quais os novos conhecimentos são acoplados a conhecimentos especificamente relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (subsunções): elos nos quais a nova informação pode ser enlaçada, promovendo a aprendizagem significativa



em contraposição à aprendizagem mecânica. Com base nestas premissas, o autor ainda ressalta uma estratégia que poderia ser utilizada por professores na abordagem dos conteúdos curriculares específicos. A ideia seria descobrir inicialmente aquilo que o estudante sabe sobre o assunto em questão, suas concepções prévias ou subsunçores, e a partir daí buscar metodologias e abordagens adequadas a ensiná-lo: “descubra isso e ensine-o de acordo” (Masini e Moreira, 2001). Mas, e se o estudante ainda não possui subsunçores relacionados ao conteúdo abordado? Nestes casos, Ausubel explica que se torna necessária a criação de organizadores prévios, que pode ser realizada apresentando ao indivíduo informações mais gerais e abstratas sobre o tema de forma que esta informação fique disposta aleatoriamente em sua mente. Assim, os conceitos mais específicos serão combinados à informação previamente fornecida, resultando em um novo elo onde conhecimentos futuros possam ser enlaçados e, conseqüentemente, promovendo a aprendizagem significativa.

Mesmo que a teoria ausubeliana não faça menção aos modelos mentais, nada impede que a estratégia sugerida por Ausubel, de investigar o que o estudante sabe, seja utilizada em estudos envolvendo os mesmos. Contudo, para que se possa saber o que o estudante sabe é necessário acessar os seus modelos mentais e isso é feito, basicamente, através dos seus modelos expressos. Assim, a tentativa de saber o que o estudante já sabe sobre determinado assunto apresenta certos obstáculos, sendo o principal deles a dificuldade do estudante em expressar seus próprios modelos mentais (Moreira, 1996). Quando o estudante é entrevistado com o objetivo de se obter o modelo expresso de seu modelo mental, ao final pode não existir uma equivalência entre eles. Entre os fatores que levam a essa deficiência estão a necessidade do estudante em apresentar uma resposta correta e, até mesmo, a simples necessidade de uma resposta. Assim, ao ser questionado sobre um determinado conteúdo, talvez o estudante nunca tenha refletido sobre o assunto, mas possua algumas ideias e concepções sobre este conteúdo. Com isso, pressionado pela demanda, é possível que antes de responder o estudante faça, rapidamente, conexões para que possa apresentar uma resposta qualquer, o que pode ser entendido como um modelo mental, mas que não necessariamente traduz seu real conhecimento sobre o conteúdo.

Assim, dificuldade no acesso às concepções do estudante demanda o desenvolvimento de metodologias adequadas à eliciação de seu conhecimento. Neste sentido, uma das propostas atuais é incentivar os estudantes a expressarem suas concepções sobre determinado conteúdo específico através da construção de modelos em atividades de modelagem adequadamente estruturadas. Essas

atividades de modelagem podem ser feitas utilizando materiais que vão desde lápis e papel, até o uso do computador (Ogborn, 1999).

Neste sentido, a utilização de Ambientes de Modelagem Computacional, a serem descritos no Capítulo 2, pode ser feita de duas formas: uma com o enfoque na elicitación de concepções de estudantes sobre conteúdo específicos em Ciências, influenciada pela visão ausubeliana; outra com enfoque na compreensão de processos de construção de estruturas de conhecimento baseada em estruturas causais, influenciada pela visão piagetiana.

Com o objetivo de esclarecer sobre os conceitos relacionados à modelagem computacional, as próximas seções tratarão deste tipo específico de modelagem, incluindo o contexto dos processos de ensino e aprendizagem.

#### 1.1.4. Modelagem Computacional

O advento dos computadores e os avanços tecnológicos têm contribuído de forma significativa na investigação dos sistemas da natureza. Dentre os principais aspectos que contribuíram para a integração do computador no cotidiano como ferramenta de apoio e suporte podem ser citados a versatilidade, a velocidade e a interatividade. Sua presença na sociedade se tornou símbolo de modernidade e competência de tal forma que dentre os requisitos mínimos para a obtenção de um emprego está a experiência com computadores (UOL Empregos, 2007).

No meio científico o computador proporcionou a evolução nos métodos de investigação, implicando em uma maior agilidade na obtenção de resultados. Antes do seu surgimento, os cálculos necessários para a investigação de alguma hipótese de trabalho levavam meses e, ao final, a imprecisão poderia fazer com que todo o trabalho fosse descartado. Contudo, a utilização do computador como ferramenta de modelagem de objetos, fenômenos ou sistemas foi uma das suas maiores contribuições. Assim, através de um computador, baseado em séries pretéritas ou pressupostos teóricos, é possível criar modelos sobre o mundo e, além disso, realizar simulações projetando cenários futuros, corroborando ou refutando modelos teóricos. Aliado a esse fato, a utilização dos computadores tem permitido a redução do tempo de testagem destes modelos teóricos. A modelagem computacional pode ser utilizada nas mais diversas áreas de pesquisa na busca do entendimento do mundo, do homem e da relação entre os dois.

### 1.1.5. Modelagem Computacional no Contexto do Ensino de Ciências

Segundo Ogborn (1999), o ensino tradicional de Matemática leva os estudantes a trilharem uma trajetória de aprendizado constituída pelos estágios: 1. aprender um pouco de aritmética; 2. aprender um pouco de álgebra; 3. aprender um pouco de cálculo; 4. aprender diferenças finitas e as aproximações ao cálculo; e, finalmente, 5. utilizar modelos computacionais. O autor ressalta ainda que este último estágio pode ocorrer somente no ensino superior. Assim, ainda de acordo com Ogborn (1999), esta sequência não tem se mostrado eficaz no ensino, uma vez que muitos estudantes desistem de continuá-la no decorrer da vida e, apenas uma pequena parcela, chega ao grau mais elevado. Sendo assim, o autor defende que a forma mais adequada de abordagem dos conteúdos seria incentivar os estudantes a construírem modelos computacionais baseados em suas próprias concepções. Dessa maneira, sobre a orientação do professor eles adquiririam habilidades fundamentais proporcionando um aprendizado efetivo de conteúdos específicos de Matemática e Ciências.

Porém, para que esta mudança de paradigma nos processos de ensino e aprendizagem aconteça, faz-se necessário que professores e estudantes tenham tanto o amplo acesso aos recursos das TICs para esse fim, o acesso a computadores, quanto a disponibilidade de ambientes de modelagem computacional.

No início, a utilização de computadores no contexto educacional foi basicamente restrita ao ensino de uma linguagem de programação em disciplinas específicas de um curso de graduação onde o estudante podia ser levado a desenvolver atividades de modelagem de um sistema ou fenômeno no contexto do curso.

Uma das primeiras iniciativas em direção a utilização do computador no contexto da educação básica foi com a tentativa de integração da linguagem LOGO, uma linguagem de programação voltada para crianças, a partir do contexto de *micromundo como um incubador para o conhecimento*: ao construir um micromundo com as próprias superações e restrições a criança aprende o que é explorar as propriedades de um mundo construído e a transferir hábitos de exploração de sua vida pessoal ao domínio formal de construção de teorias científicas (Papert, 1980). No contexto deste estudo, pode-se dizer que este foi um dos passos pioneiros em direção à integração da modelagem computacional que tem sido explorada até recentemente nessa vertente (e.g. Vitale 1994;1998;

Valente, 1996; Ripper, 1993; Ferracioli, 1996). A principal crítica ao LOGO, ainda que não necessariamente adequada, é que a criança deve aprender uma linguagem de programação para desenvolver as atividades de modelagem.

Dessa forma, os avanços da área de computação e da computação gráfica abriram a possibilidade ao desenvolvimento de Ambientes de Modelagem Computacional nos quais os modelos podem ser criados com os recursos do mouse. O principal objetivo destes ambientes é levar o estudante a concentrar-se na atividade de modelagem, reduzindo, dessa forma, a carga cognitiva da aprendizagem da linguagem de programação e, até mesmo, da aprendizagem do próprio ambiente utilizado. Assim, todos esses avanços possibilitaram o desenvolvimento de diferentes abordagens da modelagem no contexto educacional.

Aliado a esses aspectos, com o avanço das tecnologias e o seu consequente barateamento, os computadores estão cada vez mais próximos do contexto escolar. Apesar do descompasso na implantação desta infra-estrutura associado à falta de ações de formação continuada de professores sobre a integração desse ferramental, principalmente em países emergentes e em desenvolvimento, pode-se observar o investimento em laboratórios de informática em escolas de todos os níveis. Dessa forma, a utilização da modelagem computacional no contexto educacional passa a ter uma possibilidade concreta a partir do desenvolvimento tanto de Ambientes de Modelagem Computacional quanto de metodologias adequadas a este fim.

A literatura aponta para o fato de que uma série de estudos tem sido realizada objetivando estabelecer metodologias de integração dos Ambientes de Modelagem Computacional no contexto educacional (e.g. Mellar *et al*, 1994; Mandinach e Cline, 1994; Feurzeig e Roberts, 1999; Ferracioli, 2003). Assim, os próximos tópicos trazem detalhes sobre os tipos de atividades de modelagem e sobre os tipos de ferramentas de modelagem e simulação existentes.

### 1.1.6. Atividades de Modelagem Computacional

Atividades que utilizam a modelagem computacional são denominadas de Atividades de Modelagem Computacional. Mellar e Bliss (1994) distinguem essas atividades de acordo com a forma de interação entre o estudante e o software de modelagem computacional. São eles:

### **ATIVIDADES DE MODELAGEM EXPLORATÓRIA**

Nestas atividades o estudante é levado a observar o comportamento de um modelo construído por um professor ou especialista. O objetivo é fazer com que o estudante confronte suas concepções sobre um fenômeno com aquelas apresentadas pelo modelo daquele fenômeno (e.g. Rampinelli et al, 2005; Morelato e Ferracioli, 2007; Quinto e Ferracioli, 2007);

### **ATIVIDADES DE MODELAGEM EXPRESSIVA**

Ao contrário das atividades de modelagem exploratória, nesta o estudante é solicitado a criar seus próprios modelos sobre “como o mundo funciona”, ou seja, a externar suas concepções sobre determinado sistema ou fenômeno. Assim, a partir do modelo construído o estudante pode simulá-lo e comparar suas previsões sobre o comportamento esperado com o comportamento do modelo computacional: dependendo dos resultados, o estudante pode modificá-lo ou, simplesmente, rejeitá-lo e iniciar a construção de um novo modelo (e.g. Oliveira, 2004; Gonçalves, 2004).

É possível, ainda, desenvolver atividades de modelagem que apresentem os dois modos: dado um modelo, inicialmente o estudante interage exploratoriamente, e em seguida é levado a modificá-lo com base nos aspectos que achar necessários. Tal forma de abordagem é denominada de atividade semiexpressiva (Gomes, 2003). Os softwares utilizados em Atividades de Modelagem Computacional no contexto do ensino são denominados Ambientes de Modelagem Computacional e são abordados na seção seguinte.

## **1.1.7. Ambientes de Modelagem Computacional**

Um Ambiente de Modelagem Computacional é um software educacional voltado para a construção de modelos sobre conteúdos específicos em Ciências. Dessa forma, eles podem ser utilizados para a construção de modelos, simulação de modelos previamente construídos e visualização dos resultados da simulação.

Bliss e Ogborn (1989) classificam esses Ambientes de Modelagem Computacional de acordo com o modo de raciocínio associado, que pode ser quantitativo, semiquantitativo ou qualitativo.

Os Ambientes de Modelagem Computacional Quantitativa, também denominados de ambientes de modelagem matemática, envolvem a especificação de variáveis relevantes de um sistema, seus valores e as relações algébricas entre elas. Um exemplar deste tipo de ambiente é o STELLA - Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation – desenvolvido com base nos Princípios de Sistemas de Jay Forrester (Forrester, 1968), o qual suporta a construção de modelos baseados na metáfora de níveis e taxas, através de uma interface gráfica amigável permitindo análise dinâmica dos modelos criados. Uma funcionalidade útil desta ferramenta é a construção, em segundo plano, das equações matemáticas representadas pelas relações estabelecidas no modelo (e.g. Camiletti, 2001; Gonçalves, 2004; Rampinelli e Ferracioli, 2006). Outro ambiente de modelagem, denominado Vensim, que utiliza o mesmo referencial teórico do Ambiente STELLA, porém apresentando uma interface gráfica distinta (Dominicini e Ferracioli, 2005). Nessa perspectiva, pode-se ainda citar o Ambiente Modellus, onde os estudantes devem produzir as equações que regem os fenômenos físicos abordados (Vitor e Ferracioli, 2001;2002).

Os Ambientes de Modelagem Computacional Semiquantitativa se baseiam na ideia de que alguns modelos são complexos para uma análise matemática ou não existe uma forma específica de quantificar as variáveis ou as relações entre elas. Uma situação típica é caracterizada pela afirmação “quanto maior a intensidade da luz, menor é a abertura da pupila”. Nessa situação não há a necessidade de quantificar a intensidade da luz e a abertura da pupila, bastando saber a relação que existe entre elas e suas tendências de variação ao longo do tempo: a esse tipo de raciocínio deu-se o nome de Semiquantitativo. O Ambiente SQRLab é um exemplar de Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativa, no qual as variáveis são representadas por caixas e as relações entre as variáveis são representadas por links.

Finalmente, os Ambientes de Modelagem Computacional Qualitativa permitem a construção de modelos sem o estabelecimento das variáveis do sistema, sendo utilizado para a construção de modelos baseados em lógica ou de tomada de decisão. Um exemplar deste tipo de ambiente é o Modelab<sup>2</sup> (Gomes, 2003) que permite a construção de modelos através da metáfora de “objetos e eventos”, a qual consiste na escolha dos objetos relevantes ao estudo de um sistema

específico e das regras de interação que regem o comportamento destes objetos no sistema (Ogborn et al, 1992). Assim, este ambiente permite a construção de modelos que possam ser representados através de objetos que interagem entre si e com o meio e dos eventos gerados por esta interação (Gomes, 2003; Rodrigues, 2006). A tabela 1.1 abaixo apresenta os endereços na internet para o download gratuito de alguns Ambientes de Modelagem Computacional.

**TABELA 1.1 ENDEREÇOS NA INTERNET DE ALGUNS AMBIENTES DE MODELAGEM COMPUTACIONAL.**

<b>Modelab2</b>	<a href="http://modelab2.modelab.org/">http://modelab2.modelab.org/</a>
<b>Modellus</b>	<a href="http://modellus.fct.unl.pt/">http://modellus.fct.unl.pt/</a>
<b>SQRLab</b>	<a href="http://sqlab.modelab.org/">http://sqlab.modelab.org/</a>
<b>STELLA (Versão Demo)</b>	<a href="http://www.iseesystems.com/community/downloads/STELLA/STELLADemo.aspx">http://www.iseesystems.com/community/downloads/STELLA/STELLADemo.aspx</a>
<b>VENSIM</b>	<a href="http://www.vensim.com/download.html">http://www.vensim.com/download.html</a>
<b>VISQ</b>	<a href="http://www.modelciencias.furg.br/VisqJava/VisqSetup.exe">http://www.modelciencias.furg.br/VisqJava/VisqSetup.exe</a>
<b>WLinkIt</b>	<a href="http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit/downloadp.htm">http://www.nce.ufrj.br/ginape/wlinkit/downloadp.htm</a>

### 1.1.8. Objetos Computacionais de Simulação e Visualização

Dentro da perspectiva exploratória existem opções de integração da modelagem computacional no contexto do ensino de Física através de simulações computacionais desenvolvidas na plataforma Java™ ou Flash®. Este tipo de objeto computacional é chamado de *applet* e consiste de um software de pequeno porte que pode ser executado através de navegadores de internet, tais como, Firefox, Internet Explorer ou Chrome, entre outros.

Para poderem ser executados, tanto os Java *Applets* como os Flash *Applets* necessitam da instalação de um plug-in específico que é um software de suporte à execução dos *applets* em navegadores. Em geral os plug-ins são instalados automaticamente pelo navegador, caso contrário é necessário acessar a página dos desenvolvedores para que seja realizada a instalação manual.

Atualmente existe uma infinidade de *applets* sobre os mais variados fenômenos

da Física. A tabela 1.2 apresenta sugestões de sites que são verdadeiros repositórios de *applets* que podem ser utilizados livremente.

**TABELA 1.2 REPOSITÓRIOS DE *APPLETS***

<b>JAVA</b>	<a href="http://www.walter-fendt.de/ph14br/">http://www.walter-fendt.de/ph14br/</a> <a href="http://www.myphysicslab.com/">http://www.myphysicslab.com/</a> <a href="http://phet.colorado.edu/">http://phet.colorado.edu/</a>
<b>FLASH</b>	<a href="http://www.ensinolivre.pt/?q=node/184">http://www.ensinolivre.pt/?q=node/184</a> <a href="http://pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/Multimidia/Simulacoes">http://pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/Multimidia/Simulacoes</a> <a href="http://www.ludoteca.if.usp.br/ripe/index.php">http://www.ludoteca.if.usp.br/ripe/index.php</a> <a href="http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/">http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/</a>

Os *applets* são desenvolvidos sob o conceito de fragmentação de conteúdo, onde cada exemplar permite explorar apenas um aspecto específico de um determinado conteúdo.

Essa fragmentação permite que estes *applets* sejam pequenos o bastante para serem distribuídos na internet. Pode-se citar como exemplo um *applet* sobre o sistema massa mola que gera como output gráfico apenas as variáveis cinemáticas posição, velocidade e aceleração.

A principal utilização dos *applets* no contexto educacional é como instrumento de visualização e simulação de fenômenos, ou seja, são utilizados para ilustrar dinamicamente fenômenos físicos que o professor já abordou em sala de aula estaticamente através de desenhos e gráficos no quadro negro ou ainda para introduzir o fenômeno a ser estudado.

## 1.2. MÓDULOS EDUCACIONAIS

Os Ambientes de Modelagem Computacional e Simuladores estão inseridos dentro do conceito das Tecnologias da Informação e Comunicação. De modo geral, as TICs podem ser utilizadas no contexto educacional com os mais diversos focos, tais como, divulgação científica, visualização de fenômenos e também para a aprendizagem. Nos casos onde as TICs são utilizadas como ferramentas de apoio à aprendizagem de conceitos Físicos, deve-se estruturar uma atividade devidamente planejada, caso contrário não atingirá o objetivo



da aprendizagem e se tornará uma atividade de divulgação científica ou apenas de visualização de fenômenos. Deve-se sempre ter cuidado com a ideia de que o uso de simulações computacionais, *applets*, softwares de modelagem matemática entre outros, é um fim em si mesmo, uma vez que essa prática leva ao fracasso qualquer tentativa de utilização dessas tecnologias em sala de aula para a aprendizagem. Assim, decidindo-se por utilizá-las no contexto educacional com o objetivo voltado para a aprendizagem, sugere-se que esta ação seja realizada através de Módulos Educacionais.

No contexto da proposta dessa disciplina sobre a utilização de TICs para o ensino de Física, um Módulo Educacional é constituído de duas partes:

### **1. OBJETO EDUCACIONAL**

Modelos Computacionais com ou sem interatividade; Também podem ser utilizados aplicativos tecnológicos, tais como, o celular e GPS.

### **2. MATERIAL INSTRUCIONAL**

Material escrito que guiará o estudante na atividade de modelagem proposta. Deve possuir uma estrutura básica que contenha uma teorização prévia do fenômeno, um mini manual sobre como utilizar o modelo computacional e questões sobre conceitos do fenômeno.

As questões devem ser devidamente formuladas para que o estudante atinja o objetivo da aprendizagem de determinado conceito. Questões mal formuladas atrapalham a aprendizagem e podem levar os estudantes a adquirirem concepções errôneas do fenômeno. As questões podem ser dispostas antes ou depois da interação com o modelo computacional. Podem ser divididas em *questões antes da interação com o modelo computacional*, como forma de fazer o aluno pensar sobre suas próprias concepções, e *questões após a interação com o modelo computacional*, permitindo ao aluno verificar se suas respostas estavam corretas ou não permitindo uma análise crítica sobre suas próprias respostas.

Para que um Módulo Educacional seja produzido de maneira adequada é necessário seguir uma série de etapas que tornem a atividade proposta concisa, objetiva e atraente para o estudante. Propõe-se então o desenvolvimento de Módulos Educacionais como material pedagógico que guiará o estudante na

atividade com o objetivo de que a aprendizagem dos conceitos seja o mais significativa possível. Para que isso ocorra é necessário **planejar, implementar, avaliar, revisar**, para somente ao final **integrar** o Módulo Educacional desenvolvido no contexto ao qual foi proposto.

O primeiro passo é o planejamento de um Módulo Educacional e deve buscar combinar adequadamente o conteúdo a ser abordado, o ambiente ao qual será aplicada a atividade e o público alvo, ou seja, o nível dos alunos que farão a atividade. Com essas informações é possível:

- estabelecer quais conceitos serão abordados pela atividade;
- construir um modelo computacional ou procurar um *applet* que aborde os conteúdos estabelecidos;
- adequar da linguagem utilizada no material instrucional;
- estabelecimento do tempo de duração da atividade levando-se em consideração a realidade na qual a atividade será realizada.

A etapa de implementação do Módulo Educacional consiste na efetiva construção do modelo computacional e do material instrucional. A avaliação deve ser realizada de forma a verificar se o Módulo permite que os objetivos da atividade sejam atingidos.

No Capítulo 2 serão apresentados e descritos alguns Ambientes de Modelagem Computacional e Simuladores, e sugeridas atividades para a utilização dos mesmos no estudo de tópicos de Física. Nos Capítulos 3 e 4 serão apresentados Módulos educacionais para o estudo de tópicos de Física utilizando as TICs.



## EXERCÍCIOS DE AVALIAÇÃO

A partir da leitura e estudo do referencial teórico apresentado nas seções anteriores, responda as questões abaixo escolhendo uma **única** resposta.

1. Jean Piaget, que era biólogo, buscou o entendimento sobre a construção das

estruturas de conhecimento no indivíduo baseado em dados psicogenéticos e análise de antecedentes biológicos e epistemológicos. O mecanismo identificado por ele foi:

- a)* O sujeito assimila um novo conhecimento e o acomoda de acordo com os conhecimentos que já possui através de um contínuo processo de diferenciação, integração e adaptação do novo conhecimento aos que já possui.
- b)* Os estímulos fornecidos ao indivíduo são determinantes para as respostas apresentadas.
- c)* Um novo conhecimento é assimilado e acomodado de acordo com uma lógica de raciocínio específica para cada indivíduo e por isso precisa ser investigada caso a caso para ser entendida.
- d)* Os modos de raciocínio são tão complexos que é impossível observar um padrão de comportamento entre os indivíduos.

**2.** Inicialmente, a utilização de computadores no contexto educacional foi basicamente restrita ao ensino de uma linguagem de programação em disciplinas específicas de cursos de graduação. A principal crítica a esta estratégia é que:

- a)* Esta atividade não é adequada para o trabalho no contexto educacional.
- b)* É necessário aprender a linguagem de programação para desenvolver as atividades no computador, gerando uma carga cognitiva extra para o aluno.
- c)* O aluno não consegue aprender nada dessa forma.
- d)* O aluno não tinha disponibilidade de computadores para o desenvolvimento desta atividade.

**3.** Uma atividade de Modelagem Exploratória consiste em:

- a)* Levar o aluno a construir seu próprio modelo sobre o fenômeno em estudo de modo que possa melhorar suas concepções sobre o mesmo.
- b)* Levar o aluno a observar o comportamento de um modelo construído por um professor ou especialista com o objetivo de fazer com que o estudante confronte suas concepções sobre um fenômeno com aquelas apresentadas pelo modelo daquele fenômeno.
- c)* Levar o aluno a criar seus próprios modelos sobre “como o mundo funciona”, ou seja, a externar suas concepções sobre determinado sistema ou fenômeno.
- d)* Nenhuma das respostas anteriores.

**4.** A principal utilização dos *Applets* no contexto educacional é:

- a) como instrumento de modelagem de fenômenos.
- b) como instrumento de programação de fenômenos.
- c) como instrumento de diagramação de fenômenos.
- d) como instrumento de visualização e simulação de fenômenos.

**5.** Um Ambiente de Modelagem Computacional é um software educacional voltado para a construção de modelos sobre conteúdos específicos em Ciências. Dessa forma, eles podem ser utilizados para a construção de modelos, simulação de modelos previamente construídos e visualização dos resultados da simulação. Os autores Bliss e Ogborn classificam esses Ambientes de Modelagem Computacional de acordo com o modo de raciocínio associado, que pode ser quantitativo, semiquantitativo ou qualitativo. São exemplos de Ambientes de Modelagem Computacional Quantitativo, Semiquantitativo e Qualitativo, respectivamente:

- a) STELLA, Vensim e Modellus.
- b) SQRLab, Modelab<sup>2</sup> e *Applets*.
- c) STELLA, SQRLab e Modelab<sup>2</sup>.
- d) Modellus, *Applets* e SQRLab.

# UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

---

2

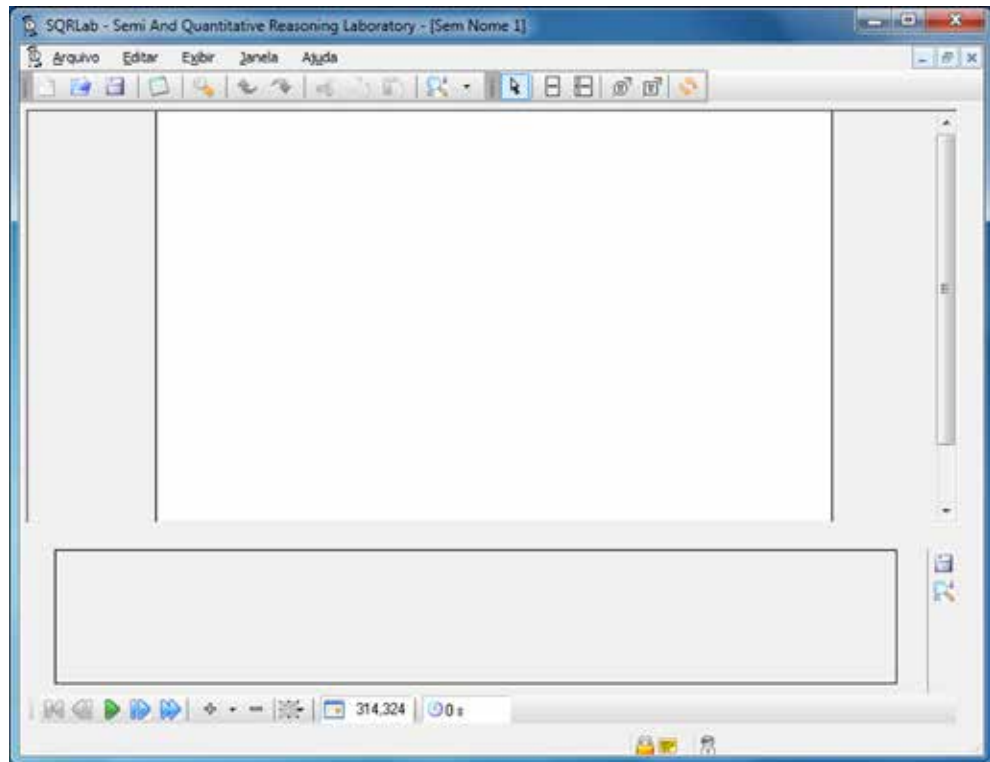
Neste capítulo é solicitado ao aluno o desenvolvimento de atividades nos Ambientes de Modelagem Computacional *SQRLab* e *Modellus*, de modo a explicitar possibilidades de utilização destes Ambientes no contexto da sala de aula no estudo de fenômenos Físicos.

## 2.1. INTRODUÇÃO

São disponibilizados vídeos que explicam como construir, no *SQRLab* e no *Modellus*, modelos que representam um corpo descrevendo um Movimento Retilíneo. Os vídeos podem ser baixados direto da plataforma, no capítulo 2 da disciplina, no link **vídeos explicativos** sobre a construção de modelos no *SQRLab* e no *Modellus*. Os vídeos estão disponíveis também no CD que acompanha este fascículo. Siga o passo a passo de acordo com o explicitado no vídeo e construa seu próprio modelo, no respectivo Ambiente de Modelagem. Caso tenha dificuldade em construir seus próprios modelos, eles estão disponíveis na plataforma para serem baixados e rodados nos respectivos Ambientes. Os modelos estão disponíveis também no CD que acompanha este fascículo. Utilize os modelos já prontos em último caso. Sabemos que algumas dificuldades para a construção de modelos em Ambientes Computacionais são normais. O usuário deve procurar superar tais dificuldades, de modo a adquirir habilidades no manuseio destes Ambientes. Somente após o domínio da ferramenta o professor poderá utilizá-la em sala de aula como um instrumento de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem.

## 2.2. O AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL SQRLAB






O *SQRLab* é um Ambiente de Modelagem Computacional onde é possível construir modelos sobre fenômenos da natureza a partir do conhecimento das variáveis que traduzem esses fenômenos e das relações entre essas variáveis. Essas variáveis são representadas por caixas e as relações entre elas são representadas por ligações. A Figura 2.1 mostra a tela inicial do *SQRLab*.



**FIGURA 2.1: TELA INICIAL DO SQRLAB.**

Para realizar as simulações no modelo no SQRLab, existe uma barra de ferramentas específica, na parte inferior do software. A Tabela 2.1 lista essas ferramentas indicando a função de cada uma delas.

**TABELA 2.1: BOTÕES DE SIMULAÇÃO**

Botão	Nome	Funcionalidade
	<b>Play</b>	Inicia a simulação a baixa velocidade
	<b>Acelerar</b>	Aumenta a velocidade da simulação
	<b>Pause</b>	Pausa a simulação
	<b>Resetar</b>	Retorna à condição Inicial
	<b>Zerar</b>	Zerar todas as variáveis do modelo

No SQRLab é possível solicitar a construção do gráfico da variável em função do tempo. Para isso basta efetuar dois cliques sobre uma variável já criada. Abre-se uma janela tal como mostrada na Figura 2.2 abaixo.

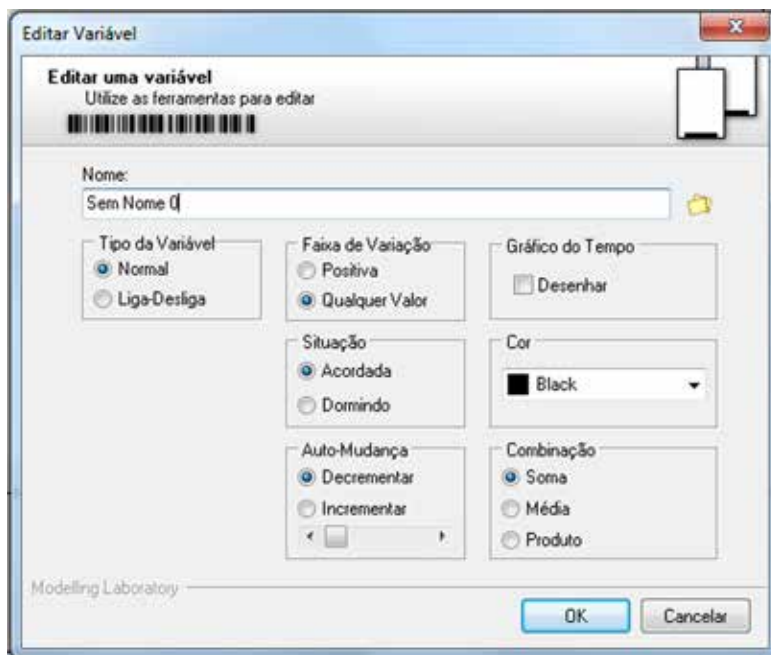


FIGURA 2.2: JANELA DE EDIÇÃO DE VARIÁVEL.

Basta marcar a opção Desenhar e clicar em OK.



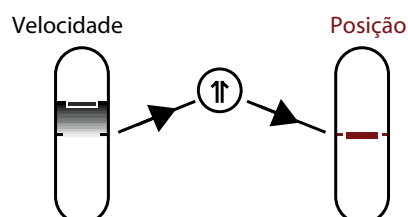
## ATIVIDADES NO SQRLAB



Assista o vídeo *Vídeo-SQRLab-MRU* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

Construa seu próprio modelo sobre o MRU no SQRLab execute as seguintes atividades:

1. Atribua um **valor positivo** para a variável velocidade. Mantenha nulo o valor da variável posição. Seu modelo deve ficar semelhante ao mostrado na figura ao lado. Solicite o gráfico da posição, simule o modelo e responda, observando o gráfico, o que acontece com o valor da posição:



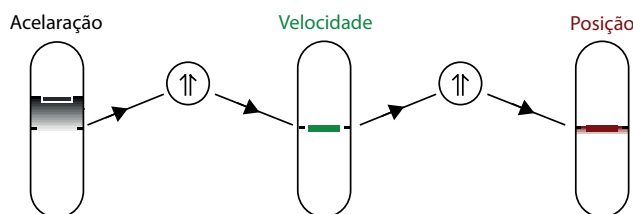


- a) aumenta
- b) diminui
- c) não se altera
- d) aumenta e depois diminui

Assista o vídeo *Vídeo-SQRLab-MRUV* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Construa seu próprio modelo sobre o MRUV no SQRLab execute as seguintes atividades:

**2.** Atribua um **valor positivo** para a variável aceleração. Mantenha nulo o valor das variáveis velocidade e posição. Seu modelo deve ficar semelhante ao mostrado na figura ao lado. Solicite também o gráfico da velocidade, simule o modelo e responda, observando os gráficos:



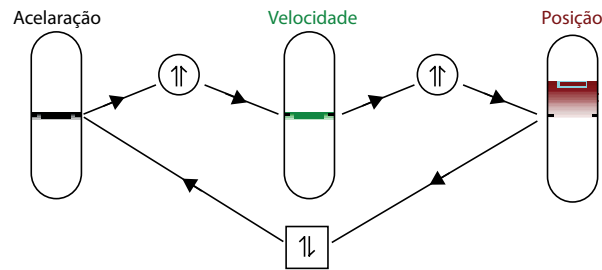
- a) o valor da velocidade aumenta e da posição diminui
- b) o valor da velocidade diminui e da posição aumenta
- c) o valor da velocidade e posição aumentam
- d) os valores não se alteram

Assista o vídeo *Vídeo-SQRLab-MHS* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Harmônico Simples (MHS).

Construa seu próprio modelo sobre o MHS no SQRLab execute as seguintes atividades:

**3.** Atribua um **valor positivo** para a variável posição. Mantenha nulo o valor das variáveis velocidade e aceleração. Seu modelo deve ficar semelhante ao mostrado na figura ao lado. Solicite também o gráfico da aceleração, simule o modelo e

responda, observando os gráficos:



- a) quando a aceleração é máxima a velocidade também é máxima
- b) quando a aceleração é máxima a posição é nula
- c) quando o valor da aceleração é máximo, o valor da velocidade e posição também é máximo
- d) quando a velocidade atinge um valor máximo ou mínimo, o valor da posição é nulo

4. Considerando a simulação anterior e observando os gráficos das variáveis, podemos dizer que:

- a) a diferença de fase entre a posição e a velocidade é de  $180^\circ$
- b) a diferença de fase entre posição a aceleração é de  $180^\circ$
- c) não existe diferença de fase entre posição e velocidade
- d) não existe diferença de fase entre velocidade e aceleração

5. Escreva na plataforma:

a) Como professor, você utilizaria o Ambiente SQRLab como recurso para o estudo dos movimentos (MRU, MRUV, MHS, etc) em suas aulas?

( ) Sim

( ) Não

b) Justifique a resposta acima comentando sobre aspectos favoráveis e desfavoráveis em relação ao Ambiente SQRLab.

## 2.3. O AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL MODELLUS

**Modellus** é um ambiente computacional para modelagem matemática interativa. Professores e estudantes podem usar este programa para construir modelos matemáticos e os explorar com animações, gráficos e tabelas. Em vez de apenas olhar o aspecto algébrico, diferencial e equações iterativas, os usuários de **Modellus** podem experimentá-los de forma visual e interativa com modelos e animações para entender melhor a matemática subjacente e as representações múltiplas de um modelo.

Assim, uma vez que o usuário descreva o modelo matemático que traduz o fenômeno, **Modellus** permite a simulação computacional deste fenômeno, ou seja, permite a execução do experimento conceitual (Teodoro, 1997). O objetivo é proporcionar a construção e manipulação de modelos dinâmicos quantitativos matematicamente de modo que estes possam ser analisados de forma mais clara e concisa.

As duas características básicas do **Modellus** são:

### REPRESENTAÇÕES MÚLTIPLAS

o usuário pode criar, ver e interagir com representações analíticas e gráficas de objetos matemáticos;

### MANIPULAÇÃO DIRETA

o usuário pode trabalhar com todos os tipos de objetos que aparecem na tela do computador sem a mediação de qualquer linguagem de programação.

Outra característica do **Modellus** é a possibilidade de se trabalhar como um sistema tutorial, onde o professor pode preparar a representação de uma situação física na qual os alunos ainda não possuam o conhecimento necessário para a compreensão de sua natureza matemática. Dessa forma, o professor pode preparar um modelo sobre o movimento de um satélite ao redor de um planeta, utilizando equações diferenciais, e utilizá-lo com alunos de 8ª série explorando apenas as animações sem apresentar o formalismo matemático.

Além destes aspectos, este ambiente de modelagem pode também ser usado como uma ferramenta para análise e compreensão de dados experimentais, fornecendo opções alternativas para fazer modelos de imagens em formato BMP ou GIF e vídeos em formato AVI.

Professores que trabalharem com esta ferramenta poderão:

- utilizar modelos prontos da biblioteca de modelos que vêm com o programa;
- adaptar modelos existentes para satisfazer necessidades específicas;
- criar a própria biblioteca de modelos e utilizá-los sempre que necessário;
- impedir que os modelos sejam alterados atribuindo-lhes senhas de proteção.

O Modellus permite a representação gráfica de qualquer variável ou parâmetro do modelo em função do tempo. Assim, o eixo vertical recebe os valores da variável escolhida enquanto que o eixo horizontal recebe o valor da variável tempo.



## ATIVIDADES NO MODELLUS

Assista o vídeo *Vídeo-Modellus-MRU* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).



Construa seu próprio modelo sobre o MRU no Modellus e execute as seguintes atividades:

1. Atribua os seguintes valores às constantes do modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{massa} = 1 & x_0 = 0 \\ \text{constante} = 0 & v_0 = 10 \end{array}$$

Observe que, se a soma de forças é nula correspondendo ao valor da constante =

o, então a partícula executa um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Solicite o gráfico da posição, simule o modelo e responda, observando o gráfico, o que acontece com o valor da posição:

- a)* diminui
- b)* não se altera
- c)* aumenta
- d)* aumenta e depois diminui

Assista o vídeo *Vídeo-Modellus-MRUV* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

A partir do modelo do MRU já construído, faça as modificações necessárias de modo a obter um modelo do MRUV e execute as seguintes atividades:

**2.** Atribua os seguintes valores às constantes do modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{massa} = 1 & x_0 = 0 \\ \text{constante} = 2 & v_0 = 0 \end{array}$$

Observe que, se a soma de forças é não nula correspondendo ao valor da constante = 2, então a partícula executa um MRUV. Solicite o gráfico da velocidade, simule o modelo e responda, observando os gráficos:

- a)* o valor da velocidade e posição aumentam
- b)* o valor da velocidade aumenta e da posição diminui
- c)* o valor da velocidade diminui e da posição aumenta
- d)* os valores não se alteram

Assista o vídeo *Vídeo-Modellus-MHS* (disponível no CD que acompanha este fascículo) para ver as orientações de como construir um modelo sobre um corpo descrevendo um Movimento Harmônico Simples (MHS).

A partir do modelo do MRUV já construído, faça as modificações necessárias de modo a obter um modelo do MHS e execute as seguintes atividades:

**3.** Atribua os seguintes valores às constantes do modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{massa} = 1 & x_0 = 50 \\ k = 10 & v_0 = 0 \end{array}$$

Observe que, se a soma de forças é igual a  $-kx$ , então a partícula executa um MHS. Solicite também o gráfico da aceleração, simule o modelo e responda, observando os gráficos:

- a) quando a aceleração é máxima a velocidade também é máxima
- b) quando a aceleração é máxima a posição é nula
- c) quando o valor da aceleração é máximo, o valor da velocidade e posição também é máximo
- d) quando a velocidade atinge um valor máximo ou mínimo, o valor da posição é nulo

4. Atribua os seguintes valores às constantes do modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{massa} = 1 & x_0 = 50 \\ k = 30 & v_0 = 0 \end{array}$$

Para facilitar a análise das próximas questões, desabilite o gráfico das variáveis velocidade e aceleração. Simule o modelo. Comparando o resultado desta simulação com o resultado obtido para a simulação considerando os valores sugeridos na atividade anterior (atividade 3), responda:

- a) o período do movimento oscilatório da massa aumentou
- b) o período do movimento oscilatório da massa diminuiu
- c) o período do movimento oscilatório da massa não se alterou
- d) a frequência do movimento permaneceu a mesma

5. Atribua os seguintes valores às constantes do modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{massa} = 10 & x_0 = 50 \\ k = 30 & v_0 = 0 \end{array}$$

Simule o modelo. Comparando o resultado desta simulação com o resultado obtido para a simulação considerando os valores sugeridos na atividade anterior (atividade 4), responda:

- a)* o período do movimento oscilatório da massa aumentou
- b)* o período do movimento oscilatório da massa diminuiu
- c)* o período do movimento oscilatório da massa não se alterou
- d)* a frequência do movimento permaneceu a mesma

**6.** Escreva na plataforma:

*a)* Como professor, você utilizaria o Ambiente Modellus como recurso para o estudo dos movimentos (MRU, MRUV, MHS, etc) em suas aulas?

( ) Sim

( ) Não

*b)* Justifique a resposta acima comentando sobre aspectos favoráveis e desfavoráveis em relação ao Ambiente Modellus.

# 3

## ESTUDOS DE ONDAS

---

UTILIZANDO FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS



Neste Capítulo, é apresentada uma proposta de como poderia ser uma aula expositiva com a utilização de um *applet* que permite a simulação e visualização de fenômenos físicos. O fenômeno abordado no exemplo foi o de ondas em uma corda. Ao final deste capítulo, é solicitado a construção de um planejamento de uma intervenção utilizando ferramentas computacionais no estudo de tópicos de física tendo como base o exemplo apresentado.

### 3.1. INTRODUÇÃO

O assunto a ser abordado é **Ondas**. Nesta proposta utilizamos e adaptamos parte do material do livro Física: *Ondas - Óptica - Termodinâmica* Vol 2 (GASPAR 2000) que é um texto básico de referencia para o estudo de física no ensino médio. Foram inseridas orientações (apresentadas em destaque no texto) para o professor de como introduzir Ferramentas Computacionais e Animações em suas aulas com objetivo de promover uma visualização dinâmica dos fenômenos. Neste sentido, este material não pretende substituir o livro didático, apenas apresentar uma proposta de adaptação do conteúdo à utilização dessas ferramentas no contexto da sala de aula.

Após o professor ministrar esta aula, deve-se propor atividades aos alunos utilizando ferramentas computacionais de modo que possam simular e variar parâmetros do modelo para aprofundar os conhecimentos em estudo. Tais atividades são apresentadas no Capítulo seguinte.

Ressaltamos que, nesta disciplina, nosso foco é mostrar uma forma de utilização de ferramentas computacionais no contexto da sala de aula. Isso não significa que a utilização de experimentos deixou de ser importante no estudo dos fenômenos físicos. A ausência de abordagem experimental neste material está unicamente relacionada com o propósito da disciplina.

### 3.2. ONDAS

Já foram estudados os movimentos de pontos materiais ou partículas em diferentes tipos de trajetórias: retilíneas, parabólicas, circulares. Esses movimentos estão diretamente relacionados à quantidade de movimento e energia associados a eles. Em todos eles, no entanto, há algo em comum: a partícula descreve efetivamente a sua trajetória em relação a determinado

referencial. E, em relação a este referencial, é possível definir precisamente a posição, velocidade, aceleração, soma de forças, energia, momento linear relativos ao movimento da partícula em questão.

Mas, na natureza, nem todos os movimentos tem essas características. Quando o ruído e o clarão provenientes de uma descarga elétrica em uma tempestade chegam até nós, nenhuma partícula nos atinge, pelo menos do ponto de vista da física clássica. O que chega até nós é uma pequena parcela da enorme energia da descarga elétrica que se propaga pelo espaço sob a forma de som e luz. Essa energia, no entanto, não se propaga da mesma maneira. Embora o fenômeno que os origina seja o mesmo, a luz do clarão chega até nós muito antes do som.

A explicação para a formação de raios e trovões em uma tempestade está relacionada aos movimentos bruscos de cargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e a superfície da terra. Durante a movimentação das cargas, elas se chocam com as moléculas do ar que estão ao seu redor. Essas moléculas se chocam com outras que estão um pouco mais afastadas. Esse processo de choques se propaga até atingirem as moléculas que estão em contato com os nossos ouvidos. As moléculas, por sua vez, se chocam com a membrana da orelha (tímpano) e então nosso cérebro interpreta esses choques como sendo o som, que no caso da tempestade é o trovão. Durante esses choques, ocorrem também excitações atômicas que são as responsáveis pela geração de luz. No caso da tempestade essa luz é o relâmpago, que também se propaga e chega até nossos olhos.

Portanto, no caso do som esses choques sucessivos de moléculas se constituem em um pulso. A propagação desse pulso no ar é o que definimos como onda. Em outras palavras:

**Onda** é uma perturbação qualquer que se propaga de uma região do espaço para outra, no decorrer do tempo, sem provocar deslocamento de matéria.

Quando uma pedra é atirada em um lago de águas calmas, formam-se ondas na água de formato circular com o centro coincidindo com o ponto onde a pedra atingiu o lago. No mar, os movimentos das águas também formam ondas. A luz,

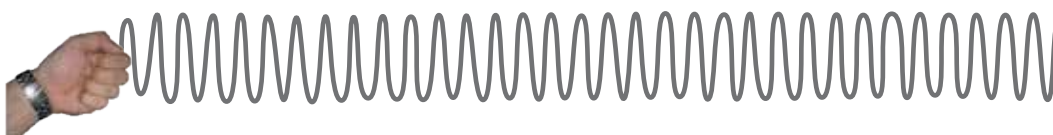
o raio X, os sinais de TV e rádio, entre outros, são também fenômenos que podem ser explicados pela teoria de ondas. No século 20 observou-se que toda matéria também é dotada de propriedades ondulatórias, sendo essa uma das principais descobertas deste século.

Nos exemplos da pedra em um lago ou do som de um trovão, é necessário um meio para se propagar: no primeiro caso o ar e no segundo caso a água. No entanto, a luz emitida pelo relâmpago, pelo sol, sinais de rádio e TV se constituem em ondas que não dependem necessariamente de um meio para se propagarem. Elas tanto se propagam no ar, na água como no vácuo.

Ondas na água ou ar ou em qualquer meio elástico que torne possível a sua propagação, são ditas **ondas mecânicas**. Ondas como a luz que não dependem da existência de nenhum tipo de meio para se propagarem, são ditas **ondas eletromagnéticas**.

### 3.2.1. Formas de Propagação

Considere um meio elástico tal como uma mola esticada e que está mostrada na Figura 3.1 abaixo (retirada de <http://www.youtube.com/watch?v=UHCse1jJAto>):



**FIGURA 3.1: REPRESENTAÇÃO DE UMA MOLA ESTICADA.**

Se a pessoa faz um movimento vertical de vaivém, as partículas da mola vibram verticalmente enquanto o pulso criado se propaga, da esquerda para a direita, ao longo da mola. Uma onda como esta, em que a vibração dos pontos se faz em direção perpendicular à direção de propagação, é denominada onda transversal.



### **ORIENTAÇÃO: VEJA O VIDEO NO ARQUIVO DE NOME V1 - EXEMPLO ONDA TRANSVERSAL**

- Neste momento o professor pode utilizar a animação contida no vídeo retirado de <http://www.youtube.com/watch?v=UHcse1jJAto> e também disponível no CD que acompanha este fascículo, para mostrar dinamicamente o que é uma onda transversal.
- Deve ser enfatizado durante a animação que a vibração dos pontos se faz em direção perpendicular à direção de propagação do pulso.

Entretanto, se a pessoa fizer um movimento de vaivém na direção horizontal, as partículas da mola vibram horizontalmente enquanto o pulso criado se propaga, da esquerda para a direita, ao longo da mola. Uma onda como esta, em que a vibração dos pontos ocorre na mesma direção de propagação do pulso, é denominado **onda longitudinal**.



### **ORIENTAÇÃO: VEJA O VIDEO NO ARQUIVO DE NOME V2 - EXEMPLO ONDA LONGITUDINAL**

- Neste momento o professor pode utilizar a animação contida no vídeo retirado de <http://www.youtube.com/watch?v=aguCWnbRETU&NR=1> e também disponível no CD que acompanha este fascículo, para mostrar dinamicamente o que é uma onda longitudinal.
- Deve ser enfatizado durante a animação que a vibração dos pontos se faz na mesma direção de propagação do pulso.

Em resumo, de acordo com ALVARENGA e MÁXIMO (2000):

Em uma **onda transversal**, os pontos do meio no qual ela se propaga vibram **perpendicularmente** à direção de propagação da onda

Em uma **onda longitudinal**, os pontos do meio no qual ela se propaga vibram **paralelamente** à direção de propagação da onda

Nestes exemplos, as ondas são unidimensionais porque é possível determinar a posição da perturbação, chamada de frente de ondas, utilizando apenas um eixo de coordenadas. Em outras palavras, nas ondas unidimensionais a frente de onda é um ponto.

As ondas na superfície da água são exemplos de ondas bidimensionais. Para sua descrição matemática são necessários dois eixos coordenados. Sua frente de onda é uma curva plana.

As ondas sonoras propagam-se por todo o espaço. São exemplos de ondas tridimensionais, ou seja, a sua descrição matemática exige um sistema de três coordenadas. A frente de onda tridimensional é sempre uma superfície. No caso de ondas sonoras, podem ser superfícies esféricas.

No estudo dos fenômenos e conceitos abordados daqui em diante, vamos sempre nos referir a uma **onda transversal**. No entanto, todos os conceitos têm validade tanto para ondas transversais como para ondas longitudinais.

### 3.2.2. Reflexão

Suponha que alguém faça um único movimento vertical de vaivém, na extremidade de um meio elástico tal como uma corda esticada horizontalmente. Observa-se então um pulso propagando-se ao longo do meio elástico. O que acontece quando o pulso atinge a extremidade da corda? Para responder esta pergunta, faz-se necessário considerar duas situações distintas: extremidade livre e extremidade fixa.

#### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar o *Applet* disponível para download no endereço [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html) para mostrar o que acontece com o pulso quando encontra a extremidade. Obs: Esse *applet* também pode ser baixado e rodado direto no computador, desde que tenha o Java instalado.
- Veja o vídeo no arquivo de nome *v3-reflexao ondas* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder para visualizar o que ocorre com um pulso quando ele encontra a extremidade.

Podemos concluir que:

Os pulsos que se propagam em cordas refletem-se mantendo a mesma forma do pulso original, também chamado de pulso incidente, se essa corda tiver a extremidade livre. Neste caso, dizemos que a reflexão ocorre sem inversão de fase.

Quando a corda tiver extremidade fixa, o pulso refletido será invertido em relação ao pulso incidente. Dizemos que entre o pulso refletido e o pulso incidente há uma defasagem de  $\pi$  radianos.

A reflexão de ondas em uma corda pode ser explicada a partir do princípio da conservação da energia mecânica. À medida que o pulso se propaga, a corda se deforma e volta à posição inicial. Trata-se portanto de deformação elástica, à qual está associada uma energia potencial elástica. A propagação do pulso equivale, portanto, à propagação da energia potencial elástica fornecida à corda no pulso inicial. Pelo princípio da conservação da energia mecânica (se as forças que atuam na partícula são constantes, a soma das energias cinética mais potencial permanece a mesma) essa energia potencial elástica não pode desaparecer quando o pulso atinge a outra extremidade da corda. Mas a corda acaba. O que acontece? Se não há mais corda para o pulso percorrer para frente, ele passa a percorrê-la para trás. O pulso volta, ou seja, ele se reflete. Esse processo pode continuar indefinidamente caso a energia total do sistema não seja dissipada.

O fenômeno da reflexão é característico de qualquer propagação ondulatória que, por alguma razão ou de alguma forma, encontra um obstáculo à sua propagação. Assim como os pulsos ou as ondas se refletem ao atingirem a extremidade da corda, também as ondas sonoras ou luminosas se refletem ao atingirem qualquer anteparo que impede a sua propagação.

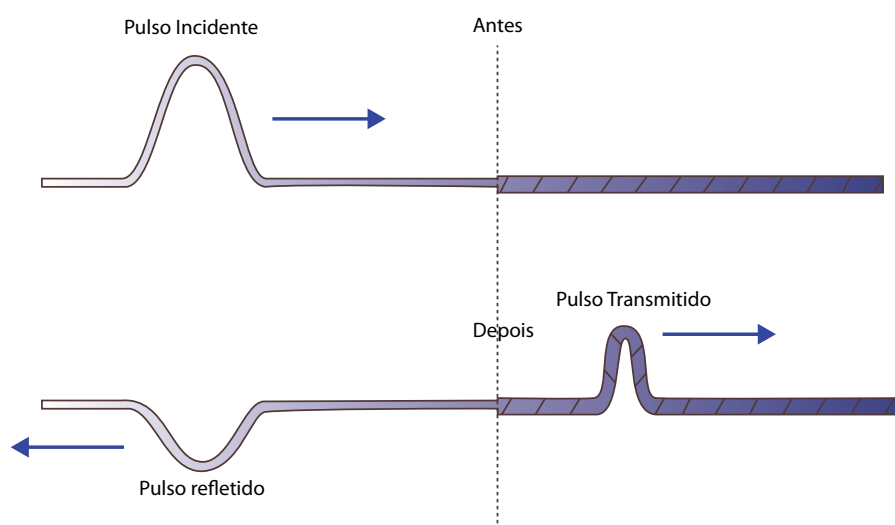
A *fase* é uma grandeza que pode ser utilizada para o estudo de vários aspectos interessantes sobre oscilações e ondas. Quando uma onda transversal se propaga em uma corda, tal como mostrada no *applet*, as partículas executam movimentos verticais. Quando consideramos o que está acontecendo na corda em um instante qualquer, é possível observar que algumas partículas estão subindo, outras estão descendo e no ponto máximo e mínimo as partículas estão

paradas. Para facilitar o raciocínio, vamos considerar as partículas que estão no ponto máximo da corda no instante considerado. Dizemos que estes pontos possuem a mesma fase. Considerando agora um ponto máximo e um mínimo que se encontra imediatamente após ele, estes dois pontos estão defasados de  $\pi$  radianos.

Quando o pulso vai, em um instante qualquer, todas as partículas estão se movendo para cima. Ao encontrar a extremidade fixa, todas as partículas estão se movendo para baixo na volta. Por isso dizemos que o pulso como um todo sofreu uma defasagem de  $\pi$  radianos. Considerando agora o caso da extremidade livre, quando o pulso vai, em um instante qualquer, todas as partículas estão se movendo para cima. Na volta todas as partículas continuam se movendo para cima. Por isso dizemos que o pulso como um todo não sofreu mudança de fase.

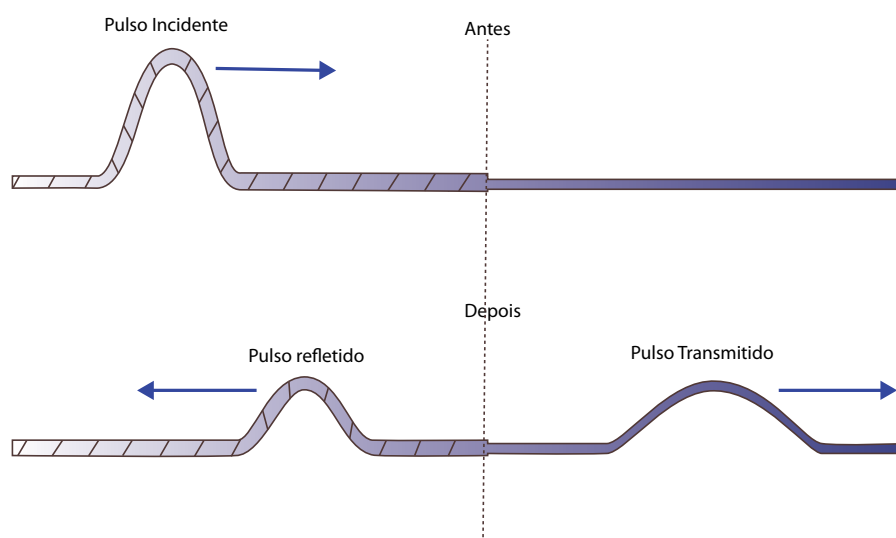
### 3.2.3. Refração

Suponha agora que duas cordas diferentes estejam ligadas uma a outra e estendidas horizontalmente. Se um pulso é gerado em uma das cordas e se propaga até atingir a outra corda, o que ocorre quando o pulso passa de uma para outra? Há duas situações possíveis, dependendo da espessura ou, mais precisamente, da densidade linear de cada corda. Para entender o fenômeno, vamos considerar inicialmente o caso de um pulso se propagando de uma corda mais fina (menos densa) para uma mais grossa (mais densa). O fenômeno está mostrado na Figura 3.2 abaixo, retirada do livro: FÍSICA Vol2 (GASPAR 2000).



**FIGURA 3.2: SITUAÇÃO ANTES E DEPOIS DE UM PULSO QUE SE PROPAGA DE UMA CORDA MAIS FINA PARA UMA MAIS GROSSA.**

Quando o pulso passa da corda mais fina para a mais grossa, “parte do pulso” passa para a corda mais grossa constituindo-se no pulso refratado ou transmitido, enquanto que outra parte se reflete com mudança de fase de  $\pi$  radianos. Considere agora o caso de um pulso se propagando de uma corda mais grossa (mais densa) para uma mais fina (menos densa). O fenômeno está mostrado na Figura 3.3 abaixo, retirada do livro: FÍSICA Vol2 (GASPAR 2000).



**FIGURA 3.3: SITUAÇÃO ANTES E DEPOIS DE UM PULSO QUE SE PROPAGA DE UMA CORDA MAIS GROSSA PARA UMA MAIS FINA.**

Quando o pulso passa da corda mais grossa para a mais fina, “parte do pulso” passa para a corda mais fina constituindo-se no pulso refratado ou transmitido, enquanto que outra parte se reflete sem mudança de fase.

Infelizmente, não conseguimos localizar nenhum *applet*, animação ou vídeo para ilustrar dinamicamente este fenômeno, conforme fizemos para os demais. Assim, a apresentação da refração de ondas em cordas foi feita da mesma forma que a encontrada no livro FÍSICA Vol2 (GASPAR 2000).

### 3.2.4. Ondas Periódicas

Embora a propagação de pulsos seja de natureza ondulatória, o seu estudo não permite a abordagem de todas as características desse movimento. Para isso, é necessário considerar uma série contínua de pulsos, ou seja, um trem de ondas periódicas, gerado por uma fonte oscilante periódica.



### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar novamente o *Applet* para mostrar o trem de ondas periódicas.
- Veja o vídeo no arquivo de nome *v4-trem de ondas* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.

Neste *applet* podemos observar que o dispositivo mecânico oscilante gera pulsos de modo contínuo, o que dá origem ao trem de ondas. Como essa fonte produz oscilações regulares, a corda será percorrida por ondas periódicas. Vamos considerar que essas oscilações são do tipo harmônica, ou seja, o movimento de vaivém de qualquer partícula da corda sempre é feito em um mesmo intervalo de tempo. Se todas as partículas da corda gastam o mesmo tempo no movimento de vaivém, então a oscilação é do tipo harmônica simples. Neste caso, o tipo de onda que se propaga pela corda é chamado ondas harmônicas simples.

### 3.2.5. Frequência e Período

Se a fonte gera um pulso, propaga-se na corda um pulso. Se a fonte gerar  $n$  pulsos num determinado intervalo de tempo, vão se propagar na corda  $n$  pulsos no mesmo intervalo de tempo. Portanto, a frequência da fonte e consequentemente o seu período são iguais à frequência e ao período da onda. Como estamos supondo que a onda executa um Movimento Harmônico Simples (MHS), valem a mesmas definições estudadas para movimento oscilatório:

O **Período  $T$**  é o intervalo de tempo gasto para uma partícula qualquer efetuar uma oscilação completa.

A **Frequência  $f$**  é o número de oscilações completas efetuadas na unidade de tempo.

Matematicamente, a relação entre essas grandezas é:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

De acordo com a expressão acima e de posse do valor medido do período, é possível calcular a frequência da onda.

#### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar novamente o *Applet* para fazer medidas dos valores do período e consequente cálculo da frequência.
- Veja o vídeo no arquivo de nome *v5-medida periodo* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.



### 3.2.6. Amplitude e Comprimento de Onda

Podemos definir a amplitude de oscilação de uma onda estabelecendo um sistema de eixos coordenados, sendo que a origem do eixo  $y$  deve coincidir com a posição de repouso da mola e o eixo  $x$  deve coincidir com a direção de propagação da onda.

**A amplitude  $A$**  é definida como sendo o deslocamento vertical máximo de uma partícula da corda em relação à posição de equilíbrio.

Segue abaixo a definição de comprimento de onda.

**O comprimento de onda  $\lambda$**  é definido como sendo a distância entre dois pontos consecutivos que estão, por exemplo, na posição de deslocamento máximo de uma partícula da corda.

#### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar novamente o *Applet* para fazer medidas dos valores da Amplitude e Comprimento de Onda.
- Veja o vídeo no arquivo de nome *v6-medida amplitude e comprimento onda* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.



### 3.2.7. Velocidade de Propagação da Onda

Para a propagação ondulatória, só tem sentido utilizar o conceito de velocidade escalar média. Assim, devemos medir o espaço percorrido pela onda dividido pelo tempo gasto. Isso pode ser feito medindo-se o tempo que onda gasta para percorrer a distância correspondente a um comprimento de onda. Pela definição de período, esse tempo é o período de oscilação da onda. Assim:

A **velocidade de propagação da onda** é definida como sendo o comprimento de onda dividido pelo período. Matematicamente:

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ ou, usando a definição de frequência } v = \lambda f$$

Como estamos considerando que a fonte é do tipo harmônica simples, o período e frequência são constantes. O comprimento de onda também é constante, porque a velocidade de propagação da onda é constante, pois depende apenas das propriedades do meio em que ela se propaga. É possível mostrar que a velocidade de propagação de uma onda numa corda é inversamente proporcional à densidade linear da corda e diretamente proporcional à tensão aplicada na corda.

#### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar novamente o *Applet* para estudar a velocidade de propagação da onda. Veja o vídeo no arquivo de nome *v7-velocidade propagacao onda* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.
- Pode-se também observar dependência da velocidade com a tensão aplicada na corda. Veja o vídeo no arquivo de nome *v8-tensao e velocidade* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.

### 3.2.8. Interferência - Princípio da Superposição

Suponha que numa mesma corda sejam produzidos dois pulsos em extremidades opostas. O que ocorre quando esses pulsos se cruzam? E depois do cruzamento?

#### ORIENTAÇÃO PARA ESTA ATIVIDADE

- Neste momento pode-se utilizar novamente o *Applet* para gerar dois pulsos na mesma corda e observar a interferência entre eles.
- Veja o vídeo no arquivo de nome *v9-interferência* (disponível no CD que acompanha este fascículo) que explica como proceder nesta atividade.



Observe que a situação de geração de dois pulsos contrários na mesma corda, no *applet*, pode ser criada levando-se em consideração que o pulso reflete quando encontra a extremidade da corda. Durante o cruzamento, a ordenada de cada ponto é a soma algébrica das ordenadas de cada onda neste instante. Essa afirmação denomina-se *Princípio da Superposição*. Depois do cruzamento, no entanto, cada pulso continua com suas próprias características, como se nada tivesse acontecido. Devido ao fato do Princípio da Superposição poder ser aplicado para ondas, não ocorre alteração de características individuais quando duas ondas interagem. O mesmo não pode ser dito para partículas. Por isso ouvimos o som de uma orquestra, por exemplo, distinguindo seus instrumentos, embora todas as ondas sonoras, produzidas por todos os instrumentos, se propagam no mesmo meio e na mesma região do espaço.

Quando as ordenadas de cada ponto somam-se algebricamente, ocorre o fenômeno da **interferência**. O pulso resultante pode ter sua amplitude aumentada ou reduzida. No primeiro caso, ocorre *interferência construtiva*, no segundo a *interferência destrutiva*.

Na verdade, o Princípio da Superposição é uma consequência do princípio da Conservação da Energia. Um pulso só poderia alterar o outro se dele absorvesse ou para ele perdesse energia. Mas pulso, como qualquer propagação ondulatória, é apenas forma, não é corpo. A forma dos pulsos é a manifestação visível da energia potencial elástica que se propaga pela corda. E a corda é única, embora os pulsos possam ser muitos. Se a corda não perdesse energia, nada seria alterado. Mas ela perde energia, que se manifesta pela redução gradativa da amplitude dos pulsos.

Como ondas são sucessão de pulsos, o que vale para pulsos vale para ondas. O Princípio da Superposição e a interferência são características tipicamente ondulatórias, válidas para qualquer tipo de ondas, mecânicas ou eletromagnéticas. Ao menos no mundo macroscópico, podemos garantir que as partículas não “se atravessam” e portanto não produzem interferência.

### 3.3. PLANEJAMENTO DE UMA AULA UTILIZANDO FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

A integração de Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) no contexto educacional deve ser feita de forma planejada na busca de atingir o maior número possível de objetivos. Neste sentido, apresentamos uma metodologia de planejamento de atividades direcionadas ao professor para a apresentação do conteúdo de Física utilizando ferramentas Computacionais. Assim, propomos que o planejamento deve conter:

#### 1. CONTEXTO

Qualquer atividade desenvolvida pelo professor, por mais bem elaborada que seja, se não estiver adequada ao seu público alvo, não será bem sucedida. Assim, antes de desenvolver qualquer atividade é necessário ter bem claro o contexto no qual ela será aplicada: escola, a faixa etária, o grau de escolaridade, o nível de prática dos alunos com o computador, entre outros.

#### 2. TEMA

Neste item deve-se estabelecer objetivamente qual será o conteúdo a ser abordado na atividade e qual o tema principal.

#### 3. DATA E HORÁRIO

O agendamento da atividade é extremamente importante, pois ela deve estar inserida no planejamento das aulas. Caso contrário ela pode ser realizada antes ou muito depois de algum conteúdo necessário. Seria bom que todo agendamento fosse feito em duas vias para que o professor fique resguardado de que o agendamento seja cumprido.

#### 4. DURAÇÃO

Uma aula no ensino médio pode ter 50 ou 60 minutos, de acordo com a nova regra. Sendo assim, para estabelecer o tempo da atividade deve-se levar em conta o tempo de deslocamento dos estudantes e sua acomodação no laboratório de informática somado ao tempo de retorno para a sala de aula. Sugere-se que seja reservado para cada deslocamento o tempo de 10 minutos.

#### 5. OBJETO EDUCACIONAL

Cada Objeto Educacional possui uma especificidade relacionada ao conteúdo que é capaz de tratar. Assim, é necessário escolher aquele que mais se adéqua ao Tema e aos Objetivos de Aprendizagem. Por exemplo, os *applets* modelos fechados que permitem a variação de parâmetros e visualização de resultados. O *SQRLab* e o *Modellus* permitem que o modelo seja construído e modificado, podendo-se incluir tantas variáveis quantas forem necessárias ao entendimento do conteúdo.

#### 6. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Muitas vezes um tema contempla uma enorme quantidade de conceitos físicos. Assim, é necessário definir:

- quais conceitos os alunos deverão conhecer após a realização da atividade;
- o nível de profundidade que o aluno deve atingir em cada conceito abordado (conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar, avaliar);

#### 7. MODALIDADE

As atividades envolvendo ferramentas computacionais devem ser realizadas no laboratório de informática da escola. No entanto, isso nem sempre é possível sendo necessário adaptar a atividade para que o aluno possa realizá-la fora desse contexto, ou seja: no computador de sua casa, numa LAN House ou em Pólos educacionais no sistema de Ensino a Distância.

## 8. ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

Para finalizar este planejamento, deve-se listar todas as atividades que serão desenvolvidas com as ferramentas escolhidas. O objetivo dessa listagem é promover o planejamento dos aspectos, relacionados ao conteúdo em estudo, que serão abordados em sala de aula para os alunos.

Estes são os principais aspectos a serem observados quando se decide por realizar uma atividade em sala de aula que, no caso desta disciplina, utilize TICs.

Segue abaixo uma ficha ilustrando o planejamento proposto para o **Estudo de Ondas Utilizando Ferramentas Computacionais**, que foi a atividade desenvolvida na seção 3.2 deste capítulo.

### FICHA DE PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

<b>Escola</b>	UFES-UAB/Licenciatura em Física
<b>Professor(es)</b>	Giuseppi Camiletti e Thieberson Gomes
<b>Série</b>	4º Período do Curso de Licenciatura em Física/EAD
<b>Turma</b>	UAB/ProLicen
<b>Tema</b>	Estudo de Ondas
<b>Data e Horário</b>	25/11/2010 a 02/12/2010
<b>Duração</b>	15 horas
<b>Objeto Educacional</b>	Animações Vídeo 1: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=UHcse1jJAto">http://www.youtube.com/watch?v=UHcse1jJAto</a> Vídeo 2: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=aguCWnbRETU&amp;NR=1">http://www.youtube.com/watch?v=aguCWnbRETU&amp;NR=1</a>  <i>Applet</i> Todas as atividades serão desenvolvidas com o <i>applet</i> disponível no endereço: <a href="http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html">http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html</a> )

<b>Objetivos de aprendizagem</b>	1. Conhecer a proposta de utilização de ferramentas computacionais no estudo de um tópico de Física 2. Aplicar ferramentas computacionais no contexto de sala de aula
<b>Modalidade</b>	Ensino a Distância

#### Atividades a serem desenvolvidas

- Ilustrar dinamicamente uma onda transversal;

Usando Vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=UHcse1jJAto>

- Ilustrar dinamicamente uma onda longitudinal;

Usando Vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=aguCWnbRETU&NR=1>

- Ilustrar dinamicamente o fenômeno de reflexão de ondas em extremidade fixa e extremidade solta;

Usando o Applet: [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html)

- Ilustrar dinamicamente o que é um trem de ondas. (Usando o mesmo Applet)

- Medir período de uma onda. (Usando o mesmo Applet)

- Medir Amplitude e Comprimento de Onda de uma onda. (Usando o mesmo Applet)

- Medir velocidade de propagação de uma onda. (Usando o mesmo Applet)

- Visualizar a relação entre a velocidade de propagação da onda e a tensão na corda. (Usando o mesmo Applet)

- Visualizar o fenômeno de interferência de dois pulsos em uma corda. (Usando o mesmo Applet)

### 3.4. EXERCÍCIO - PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

Neste exercício considere que você é o professor de alguma disciplina e vai ministrar uma aula para seus alunos. Você deve fazer um PLANEJAMENTO de uma atividade de sala de aula que inclua a utilização de **Ferramentas**



**Computacionais.** Esta atividade deve ser feita EM DUPLA. Após o preenchimento desta ficha, envie este arquivo anexado para o tutor a distância para correção.

Segue abaixo uma ficha em branco a ser preenchida. Vocês deverão tomar como base o modelo de ficha apresentado na seção anterior. Observe, no fim da página, comentários e orientações adicionais para o preenchimento desta ficha.

<b>Escola<sup>1</sup></b>	
<b>Professor(es)</b>	
<b>Série<sup>2</sup></b>	
<b>Turma<sup>2</sup></b>	
<b>Tema</b>	
<b>Data e Horário</b>	
<b>Duração</b>	
<b>Objeto Educacional<sup>3</sup></b>	
<b>Objetivos de aprendizagem</b>	
<b>Modalidade</b>	
<b>ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS</b>	

### ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO

- <sup>1</sup> Se você não for professor de alguma escola, escreva: Ainda não sou Professor.
- <sup>2</sup> Nestes dois itens, faça seu planejamento definido principalmente a série para a qual a atividade se dirige.
- <sup>3</sup> Na escolha dos objetos educacionais, de preferência à utilização de *applets*. Consulte, no fascículo da primeira semana uma lista de sítios da internet que contem *applets*.

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A elaboração deste planejamento deve seguir os mesmos moldes do que foi apresentado como modelo. Este planejamento será avaliado de modo a constituir uma das notas da disciplina. Os critérios utilizados para correção são:

- Preenchimento correto de todos os campos do formulário;
- Verificação se o objeto educacional proposto (de preferência utilize *applet*) existe e está disponível;
- Adequação das **atividades** propostas (no mínimo duas) às possibilidades oferecidas pelo **objeto educacional** escolhido, ou seja, verificar se o que foi proposto pode ser executado.

A chave de correção desta atividade encontra-se no APÊNDICE B.

### 3.5. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Tendo em vista o desenvolvimento das atividades propostas neste capítulo desta disciplina, queremos saber sua opinião a respeito de alguns aspectos que foram abordados. Assim, responda as questões abaixo de acordo com a seguinte escala:

1	2	3	4	5
Discordo plenamente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo plenamente

QUESTÕES	1	2	3	4	5
<b>Questão 1.</b> Esta proposta é adequada para a utilização de ferramentas computacionais no estudo de tópicos de Física.					
<b>Questão 2.</b> A utilização de <i>applets</i> e vídeos, como forma de ilustrar dinamicamente os fenômenos que foram discutidos, permitiram um melhor entendimento dos conceitos abordados no texto.					

**Questão 3.** O *applet* utilizado possibilitou observar aspectos sobre o fenômeno que não estavam descritos no texto.

**Questão 4.** Os vídeos apresentados auxiliaram no entendimento dos aspectos abordados no texto.

**Questão 5.** A ficha de planejamento de atividade é útil para o delineamento de atividades envolvendo ferramentas computacionais de simulação e visualização.

**Questão 6.** Considere a situação de que você, como professor do Ensino Médio, deva ministrar uma aula sobre introdução aos fenômenos ondulatórios. Você utilizaria a proposta aqui apresentada?

( ) Sim

( ) Não

Justifique a resposta da questão 6 considerando aspectos FAVORÁVEIS e DESFAVORÁVEIS à utilização desta proposta em sala de aula.

# 4

## ATIVIDADES PARA O ALUNO

---

ESTUDO DE ONDAS UTILIZANDO FERRAMETAS  
COMPUTACIONAIS

Com o objetivo de explicitar a visualização do comportamento dinâmico de alguns fenômenos ondulatórios que podem ser obtidos com um *applet*, neste Capítulo o usuário é inicialmente levado a responder uma série de questões relacionadas à onda em uma corda. Em seguida, é então proposta uma atividade de manipulação do *applet* visando à variação de parâmetros e consequente observação do comportamento dinâmico das variáveis envolvidas no fenômeno de ondas em uma corda. Por fim, o usuário é solicitado a responder novamente as mesmas questões a partir da visualização proporcionada pela manipulação do *applet*.

## 4.1. INTRODUÇÃO

Neste módulo apresentaremos atividades sobre fenômenos ondulatórios direcionadas aos estudantes. Assim como foi feito no capítulo anterior, a proposição destas atividades deve ser feita de forma planejada na busca de atingir o maior número possível de objetivos. Neste sentido, este capítulo traz uma metodologia de planejamento de atividades destinada ao estudante baseada na idéia de construção de um módulo educacional.

Como definido no Capítulo 1, um Módulo Educacional é constituído de um Objeto Educacional e um Material Instrucional. Esta seção traz sugestões acerca de cada um destes aspectos como forma de ilustrar sua utilização nas atividades que o aluno deve desenvolver.

## 4.2. MÓDULO EDUCACIONAL

Um Objeto Educacional, no contexto da utilização das TICs, pode ser qualquer ferramenta computacional que sirva de apoio à abordagem de conteúdos pelo professor com o fim tanto na aprendizagem de conteúdos como para estimular o aluno a se interessar por eles. Exemplos destas ferramentas são os Ambientes de Aprendizagem, SQRLab e Modellus, os vídeos e as animações computacionais sobre fenômenos físicos e os *applets*, que são modelos computacionais interativos.

No nosso caso, as atividades direcionadas aos alunos sobre o estudo dos fenômenos ondulatórios utilizarão o mesmo *applet* do capítulo anterior. A vantagem é que ele é de fácil manipulação e permite simular e visualizar

fenômenos de reflexão e interferência de ondas, fazer medidas relacionadas aos conceitos de *amplitude*, *frequência* e *período*. Permite ainda estudar a relação entre a velocidade, frequência, comprimento de onda e tensão em uma corda esticada.

Após a aula ministrada pelo professor tal como delineada na atividade 1 da terceira semana, o professor deve disponibilizar um Material Instrucional contendo as atividades que o aluno deve fazer. O conteúdo deste material deverá ser composto de:

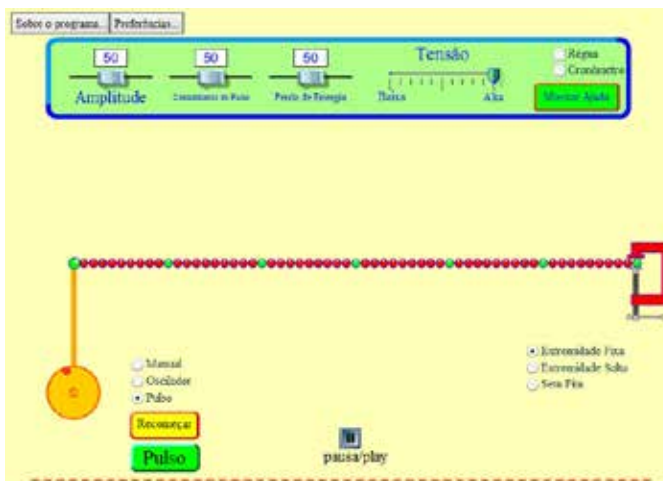
- Objetivos a serem alcançados pelos estudantes com o desenvolvimento destas atividades. Como exemplo, citamos abaixo os objetivos que definimos para o trabalho neste quarto módulo da disciplina de ITC:

- \* Manipular uma ferramenta computacional de modo a visualizar as relações entre as variáveis utilizadas para descrever e estudar uma onda;
- \* Compreender as relações existentes entre as variáveis utilizadas para descrever e estudar uma onda.

- Texto básico que contextualiza a atividade aos conteúdos abordados em sala de aula.

“Uma onda mecânica é uma perturbação que se propaga através de um meio material. As variáveis relevantes no estudo de ondas são amplitude, frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação e período. Outro aspecto fundamental deste estudo é que as ondas não transportam matéria, apenas energia enquanto se propagam. As ondas em uma corda se propagam apenas em uma dimensão e podem ser do tipo transversal ou longitudinal de acordo com a direção de vibração de suas moléculas”.

- Descrição da ferramenta computacional a ser utilizada na atividade. Na atividade deste módulo vocês deverão utilizar o applet mostrado na Figura 4.1 a seguir:



**FIGURA 4.1: TELA INICIAL DO APPLET PARA O ESTUDO DE ALGUNS FENÔMENOS ONDULATÓRIOS EM UMA CORDA.**

Este *applet* pode ser acessado on line ou baixado para o computador diretamente do sítio: [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html)

Na parte inferior esquerda você pode escolher o tipo de fonte a ser utilizada para a geração da onda na corda: Manual, Oscilador ou Pulso. Em função da escolha da fonte, aparece na parte superior uma barra de ferramentas que muda de acordo com o modo escolhido. No caso mostrado na figura, onde a opção PULSO está marcada, pode-se variar os valores da Amplitude, Comprimento do Pulso, a Perda de energia e a Tensão na corda. Clicando-se nas outras opções pode-se observar o que muda na barra superior. No canto inferior direito, pode-se modificar as condições da outra extremidade da corda, que pode estar Fixa, Solta ou Sem fim.

A apresentação deste *applet* pode ser feita de forma sucinta, levando-se em consideração que seus comandos são auto-explicativos. No entanto, quando for necessário, deve-se fazer uma apresentação mais detalhada. Em alguns casos faz-se necessário um treinamento prévio com os estudantes, tomando-se o cuidado para que este não sobreponha os objetivos principais da atividade.

### 4.3. EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DIRECIONADAS AOS ALUNOS

Considere as atividades do Módulo 3 desta disciplina (ITC) como sendo uma aula sobre ondas que o professor ministrou aos seus alunos, utilizando um Objeto Educacional que foi o *applet* mostrado na Figura 4.1. Em seguida, os estudantes devem desenvolver atividades de modo a aprender o conteúdo em estudo. As atividades podem conter questões dissertativas ou objetivas, sendo que, no caso das objetivas, sugere-se que seja delimitada uma área, na forma de um retângulo, para que o aluno escreva sua resposta.

Assim, nós propomos um roteiro de execução das atividades onde é solicitado inicialmente que o estudante responda uma série de questões objetivas que estão diretamente relacionadas ao que ele viu na apresentação do professor em sala de aula. O objetivo é expor o estudante a uma situação onde ele deverá recordar o que foi aprendido na aula ministrada pelo professor utilizando o *applet*, para responder as questões.

Em seguida, são disponibilizadas ao aluno novamente as mesmas questões juntamente com o *applet* que foi utilizado pelo professor na sua aula expositiva. Agora ele pode manipular os parâmetros e fazer as simulações que julgar necessárias de modo a gerar as condições necessárias para responder as questões propostas. Assim, é possível criar para o aluno uma condição de comparação de suas próprias respostas de modo a rever em que momento seu raciocínio sobre o tópico em estudo não estava correto, ou pelo menos não de acordo com o esperado.

Ressaltamos que esta é uma proposta para o trabalho em sala de aula no estudo de tópicos de Física. No entanto, outras sequências que utilizam TICs no contexto da sala de aula são possíveis e devem ser elaboradas em função de promover a melhor abordagem do conteúdo em estudo bem como aproveitar da melhor forma o potencial de cada ferramenta utilizada.

Finalizando, são propostas três tarefas:



- Na primeira vocês deverão responder as questões propostas SEM UTILIZAR O *APPLET*. É muito importante frisar que esta primeira tarefa NÃO VALE PONTO. O objetivo é que vocês respondam as questões somente com o que aprenderam na aula ministrada pelo professor, no módulo 3 desta disciplina.
- Na segunda vocês podem e DEVEM utilizar o *applet*. O objetivo é manipulá-lo de modo a encontrar as respostas para as questões propostas. Esta tarefa VALE PONTO e foi dividida em três partes para facilitar o desenvolvimento da mesma.
- Por fim, é solicitado que emitam sua opinião a respeito da atividade desenvolvida. Esta também NÃO VALE PONTO.  
Cabe esclarecer ainda que estas atividades são hierárquicas, ou seja, você só poderá responder a próxima se tiver concluído a anterior.

#### 4.4. QUESTÕES A SEREM RESPONDIDO PELOS ALUNOS SEM A UTILIZAÇÃO DO *APPLET*

Lembre-se: Nesta tarefa vocês deverão responder as questões propostas SEM UTILIZAR O *APPLET*. É muito importante frisar que esta primeira tarefa NÃO VALE PONTO. O objetivo é que vocês respondam as questões somente com o que vocês aprenderam na aula ministrada pelo professor, no módulo 3 desta disciplina.

Todas essas questões foram elaboradas tendo em mente uma onda transversal ou pulsos de uma onda transversal se propagando em uma corda esticada.

1. Aumentado a frequência, o que ocorre com o comprimento de onda?
  - a) Aumenta
  - b) Diminui
  - c) Não se altera
  - d) Não sei

**2.** Aumentado a frequência, o que ocorre com a velocidade de propagação da onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui
- c)* Não se altera
- d)* Não sei

**3.** Aumentado a Amplitude, o que ocorre com o comprimento de onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui
- c)* Não se altera
- d)* Não sei

**4.** Aumentando a Amplitude, o que ocorre com a frequência da onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui
- c)* Não se altera
- d)* Não sei

**5.** Aumentado a Amplitude, o que ocorre com a velocidade da onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui
- c)* Não se altera
- d)* Não sei

**6.** Aumentando a tensão na corda, o que ocorre com a velocidade da onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui
- c)* Não se altera
- d)* Não sei

**7.** Aumentando a tensão na corda, o que ocorre com o comprimento de onda?

- a)* Aumenta
- b)* Diminui

- c) Não se altera
- d) Não sei

**8.** Aumentando a tensão na corda, o que ocorre com a frequência da onda?

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

**9.** Quando um pulso transversal é produzido em uma corda e se propaga até encontrar uma extremidade solta, ele:

- a) Sofre reflexão e apresenta mudança de fase de  $\pi$  radianos
- b) Sofre reflexão e não apresenta mudança de fase
- c) Não é refletido
- d) Não sei

**10.** Quando um pulso transversal é produzido em uma corda e se propaga até encontrar uma extremidade fixa, ele:

- a) Sofre reflexão e apresenta mudança de fase de  $\pi$  radianos
- b) Sofre reflexão e não apresenta mudança de fase
- c) O pulso não é refletido
- d) Não sei

**11.** Quando dois pulsos em fase em uma corda se encontram:

- a) A interferência entre eles é construtiva.
- b) A interferência entre eles é destrutiva.
- c) Não ocorre interferência entre eles.
- d) Não sei

**12.** Quando dois pulsos defasados de  $\pi$  radianos em uma corda se encontram:

- a) A interferência entre eles é construtiva.
- b) A interferência entre eles é destrutiva.
- c) Não ocorre interferência entre eles.
- d) Não sei

## 4.5. QUESTÕES A SEREM RESPONDIDO PELOS ALUNOS COM A UTILIZAÇÃO DO APPLET

### 4.5.1. Parte 1

Lembrem-se: Nesta tarefa vocês podem e DEVEM utilizar o *applet*. O objetivo é manipulá-lo de modo a encontrar as respostas para as questões propostas. Esta tarefa VALE PONTO.

Neste momento, você deve iniciar o referido *applet* no seu computador. Se você já fez o download do *applet*, execute o arquivo. Senão, vá até a página [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html) e execute-o on line.

Para responder as questões de 1 até 5, você deve fazer os seguintes ajustes no *applet*:

- i. No canto inferior esquerdo escolha a opção OSCILADOR.
- ii. Em seguida, aperte o botão de PAUSA.
- iii. Na barra de comandos, movimente o botão PERDA DE ENERGIA de modo a obter valor igual a ZERO, ou seja, de modo a não existir perda de energia da onda que passa pela corda.
- iv. No canto inferior direito escolha a opção SEM FIM.
- v. A tela do *applet* deve ter uma aparência de acordo com a mostrada na Figura 4.2 abaixo

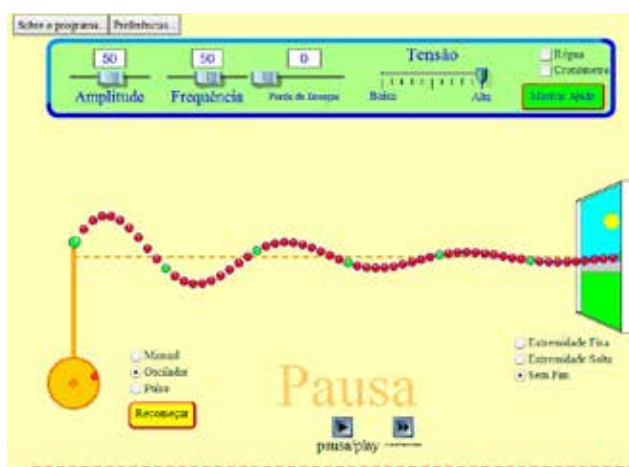


FIGURA 4.2: APARÊNCIA INICIAL DO APPLET APÓS AJUSTAR ALGUNS COMANDOS PARA RESPONDER AS QUESTÕES DE 1 ATÉ 5.

vi. Clique no botão RECOMEÇAR. Agora você deverá estar visualizando uma onda se propagando pela corda. Siga as orientações específicas de cada exercício para respondê-los.

1. Movimente o botão FREQUÊNCIA de modo a fazer seu valor aumentar. Responda o que ocorre com o comprimento de onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão FREQUÊNCIA para retornar o valor para 50.

2. Movimente o botão FREQUÊNCIA de modo a fazer seu valor aumentar. Responda o que ocorre com a velocidade de propagação da onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão FREQUÊNCIA para retornar o valor para 50.

3. Movimente o botão AMPLITUDE de modo a fazer seu valor aumentar. Responda o que ocorre com o comprimento de onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão AMPLITUDE para retornar o valor para 50.

4. Movimente o botão AMPLITUDE de modo a fazer seu valor aumentar. Responda o que ocorre com a frequência da onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão AMPLITUDE para retornar o valor para 50.

5. Movimente o botão AMPLITUDE de modo a fazer seu valor aumentar. Responda o que ocorre com a velocidade da onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera
- d) Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão AMPLITUDE para retornar o valor para 50.

#### 4.5.2. Parte 2

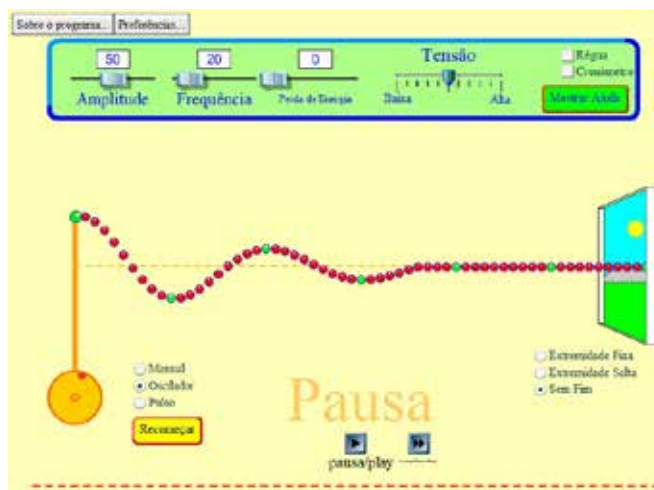
Lembrem-se: Nesta tarefa vocês podem e DEVEM utilizar o *applet*. O objetivo é manipulá-lo de modo a encontrar as respostas para as questões propostas. Esta tarefa VALE PONTO.

Neste momento, você deve iniciar o referido *applet* no seu computador. Se você já fez o download do *applet*, execute o arquivo. Senão, vá até a página [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html) e execute-o on line.

Para responder as questões de 6 a 8, você deve fazer os seguintes ajustes no *applet*:

- i. No canto inferior esquerdo escolha a opção OSCILADOR.

- ii. Em seguida, aperte o botão de PAUSA.
- iii. Na barra de comandos, movimente o botão PERDA DE ENERGIA de modo a obter valor igual a ZERO, ou seja, de modo a não existir perda de energia da onda que passa pela corda.
- iv. No canto inferior direito escolha a opção SEM FIM.
- v. No botão da FREQUÊNCIA diminua o valor até 20.
- vi. No botão TENSÃO (refere-se à tensão na corda), desloque o indicador para o meio do caminho entre Baixa e Alta.
- vii. A tela do *applet* deve ter uma aparência de acordo com a mostrada na Figura 4.3 abaixo:



**FIGURA 4.3: APARÊNCIA INICIAL DO APPLET APÓS AJUSTAR ALGUNS COMANDOS PARA RESPONDER AS QUESTÕES DE 6 ATÉ 8.**

- viii. Clique no botão RECOMEÇAR. Agora você deverá estar visualizando uma onda se propagando pela corda. Siga as orientações específicas de cada exercício para respondê-los.

**6.** Movimente o botão TENSÃO de modo a fazer seu valor aumentar. Isso significa que a tensão na corda aumentou. Responda o que ocorre com a velocidade da onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

- a) Aumenta
- b) Diminui
- c) Não se altera

*d)* Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão TENSÃO para deslocar o indicador para o meio do caminho entre Baixa e Alta.

**7.** Movimente o botão TENSÃO de modo a fazer seu valor aumentar. Isso significa que a tensão na corda aumentou. Responda o que ocorre com o comprimento de onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

*a)* Aumenta

*b)* Diminui

*c)* Não se altera

*d)* Não sei

Após responder essa questão, utilize o botão TENSÃO para deslocar o indicador para o meio do caminho entre Baixa e Alta.

**8.** Movimente o botão TENSÃO de modo a fazer seu valor aumentar. Isso significa que a tensão na corda aumentou. Responda o que ocorre com a frequência da onda? (Se julgar necessário, utilize os recursos de régua e cronômetro do *applet* para fazer medidas que auxiliam sua resposta).

*a)* Aumenta

*b)* Diminui

*c)* Não se altera

*d)* Não sei

### 4.5.3. Parte 3

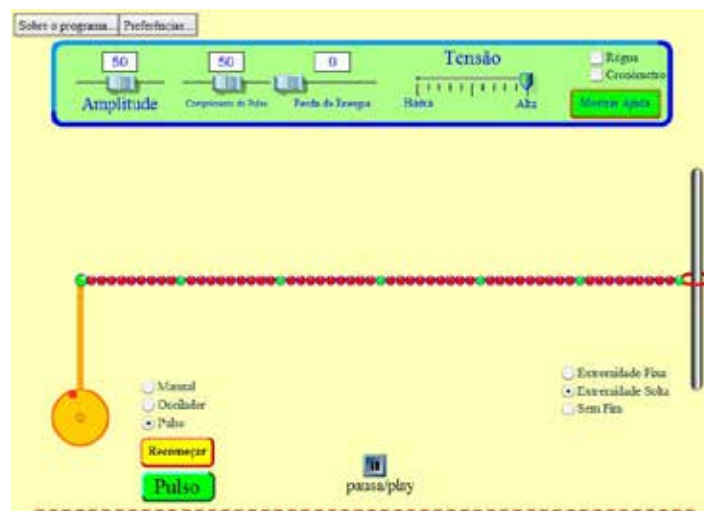
Lembrem-se: Nesta tarefa vocês podem e DEVEM utilizar o *applet*. O objetivo é manipulá-lo de modo a encontrar as respostas para as questões propostas. Esta tarefa VALE PONTO.

Neste momento, você deve iniciar o referido *applet* no seu computador. Se você já fez o download do *applet*, execute o arquivo. Senão, vá até a página [http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html) e execute-o on line.

Para responder as questões de 9 a 12, você deve fazer os seguintes ajustes no *applet*:



- i. No canto inferior esquerdo escolha a opção PULSO.
- ii. Em seguida, aperte o botão de RECOMEÇAR.
- iii. Na barra de comandos, movimente o botão PERDA DE ENERGIA de modo a obter valor igual a ZERO, ou seja, de modo a não existir perda de energia da onda que passa pela corda.
- iv. No canto inferior direito escolha a opção EXTREMIDADE SOLTA.
- v. No botão TENSÃO (refere-se à tensão na corda), desloque o marcador para a posição Alta.
- vi. A tela do *applet* deve ter uma aparência de acordo com a mostrada na Figura 4.4 abaixo:




**FIGURA 4.4: APARÊNCIA INICIAL DO APPLET APÓS AJUSTAR ALGUNS COMANDOS PARA RESPONDER AS QUESTÕES DE 9 ATÉ 12.**

- vii. Siga as orientações específicas de cada exercício para respondê-los.
- 9.** Clique no botão de cor verde PULSO e observe o pulso criado se deslocando até a extremidade. Quando um pulso transversal é produzido em uma corda e se propaga até encontrar uma extremidade solta, ele:
- a) Sofre reflexão e apresenta mudança de fase de  $\pi$  radianos
  - b) Sofre reflexão e não apresenta mudança de fase
  - c) Não é refletido
  - d) Não sei
- Após responder essa questão, clique no botão RECOMEÇAR.

**10.** No canto inferior direito escolha a opção EXTREMIDADE FIXA. Clique no botão de cor verde PULSO e observe o pulso criado se deslocando até a extremidade. Quando um pulso transversal é produzido em uma corda e se propaga até encontrar uma extremidade fixa, ele:


- a) Sofre reflexão e apresenta mudança de fase de  $\pi$  radianos
- b) Sofre reflexão e não apresenta mudança de fase
- c) O pulso não é refletido
- d) Não sei

Após responder essa questão, clique no botão RECOMEÇAR.

**11.** Clique no botão de cor verde PULSO de modo a criar um pulso. Quando este pulso atingir a metade da corda clique novamente no botão de cor verde PULSO, de modo a criar um segundo pulso. Rapidamente clique no botão PAUSA. Para permitir sua análise, clique sucessivamente no botão  (que fica ao lado do botão PAUSA) avançando PASSO A PASSO a simulação do movimento. O primeiro pulso vai encontrar a extremidade fixa, vai refletir e encontrar o segundo pulso que você gerou. Finalmente responda: Quando dois pulsos defasados de  $\pi$  radianos em uma corda se encontram:

- a) A interferência entre eles é construtiva.
- b) A interferência entre eles é destrutiva.
- c) Não ocorre interferência entre eles.
- d) Não sei

Após responder essa questão, clique no botão RECOMEÇAR.

**12.** No canto inferior direito escolha a opção EXTREMIDADE SOLTA. Clique no botão de cor verde PULSO de modo a criar um pulso na corda. Quando este pulso atingir a metade da corda clique novamente no botão de cor verde PULSO, de modo a criar um segundo pulso. Rapidamente clique no botão PAUSA. Para permitir sua análise, clique sucessivamente no botão  (que fica ao lado do botão PAUSA) avançando PASSO A PASSO a simulação do movimento. O primeiro pulso vai encontrar a extremidade solta, vai refletir e encontrar o segundo pulso que você gerou. Finalmente responda: Quando dois pulsos em fase em uma corda se encontram:

- a) A interferência entre eles é construtiva.
- b) A interferência entre eles é destrutiva.
- c) Não ocorre interferência entre eles.

d) Não sei

#### 4.6. OPINIÃO SOBRE A ATIVIDADE DESENVOLVIDA

Considere que, você como professor do Ensino Médio, tenha ministrado uma aula expositiva utilizando o material que foi apresentado no Módulo 3 desta disciplina. Agora você deve elaborar uma lista de atividades para seus alunos sobre o conteúdo em estudo. Você utilizaria a proposta que apresenta um questionário para ser respondido pelos alunos SEM a utilização do *applet* e depois o mesmo questionário COM a utilização do *applet*, conforme foi mostrado neste módulo?

( ) Sim

( ) Não

Justifique sua resposta considerando aspectos FAVORÁVEIS e DESFAVORÁVEIS à utilização desta proposta como atividade para os seus alunos.

# BIBLIOGRAFIA

---

- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. (2000) Curso de Física. Ed Scipione. Vol 2. São Paulo-SP.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joo; HANESIAN, Hugo. Psicologia Educacional. Rio: Interamericana, 1980. (Parte1).
- BLISS, Joan; OGBORN, Jon. Tools for exploratory Learning: A Research Programme. Journal Of Computer Assited Learning, Uk, v. 5, n. 1, p.37-50, 1989.
- CAMILETTI, Giuseppi Gava. A Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo de Tópicos de Ciências: Um Estudo com Estudantes Universitários. 2001. 218 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.
- DOMINICINI, Cristina Klippel; FERRACIOLI, Laercio. Introdução ao Ambiente de Modelagem Computacional Vensin. Série Modelos, Vitória, Publicação Interna do Modelab, p. 1-30. jul. 2005.
- FERRACIOLI, Laercio (Ed.). Anais do IV Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem. Vitória, Es: Mabor, 2003. Disponível em: <<http://www.modelab.ufes.br/ivseminario>>. Acesso em: 11 mar. 2008.
- GASPAR, A. (2000) Física: Ondas - Óptica - Termodinâmica. Ed Ática. 1ª Ed. Vol 2 . São Paulo-SP.
- FERRACIOLI, Laercio. O Conceito de Reversibilidade: Um Estudo Utilizando Recurso Computacional. In: CONGRESSO INTERNACIONAL LOGO, 7., 1996, Porto Alegre, RS. Anais do VII Congresso Internacional LOGO. Porto Alegre, RS, 1996. p. 56 - 56.
- GILBERT, John. Models in Science and Science Education. In: GILBERT, John. (Ed.) Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education – Contribution From the MISTRE Group. Reading: University Of Reading, 1997.
- GOMES, Thiéberson. A Modelagem Computacional Qualitativa no Estudo de Tópicos de Ciências: Um Estudo Exploratório com Estudantes Universitários. 2003. 220 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do

Espírito Santo, Vitória, 2003.

GOMES, Thiéberson; FERRACIOLI, Laércio. Exploratory Learning about Fractals and Cellular Automata using a Web-based Educational Module. In: X INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION SYMPOSIUM, 2002, Foz do Iguaçu. Proceedings of X International Organization for Science and Technology Education Symposium. Porto Alegre: Editora da Furgs, 2002. p. 577-85. Disponível em: <<http://www.modelab.ufes.br/xioste>>. Acesso em: 11 mar. 2008.

GOMES, Thiéberson; FERRACIOLI, Laércio. Fractais e Autômatos celulares: Uma visão geral. Disponível em: <<http://www.modelab.ufes.br/automato>>. Acesso em: 11 mar. 2008.

HARRÉ, Rom. Models in Science. Physics Education. v. 13, n. 5, p. 275-278, jul. 1978.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. Mental Models. Cambridge: Harvard Press. 1983. [apud MOREIRA, Marco A. Modelos Mentais. Investigações em Ensino de Ciências. v.1, n. 3. 1996]

LAW, Nancy.; TAM, Eric W.C. WORLDMAKER (HK) - An Iconic Modelling Tool for Children to Explore Complex Behaviour. In: International Conference on Computers in Education, China, 1998,

MELLAR, Harvey. et al. Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modeling in the Curriculum. London: The Falmer Press, 1994.

MOREIRA, Marco A. Modelos Mentais. Investigações em Ensino de Ciências, v. 1, n. 3, 1-39. 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>. Acesso em: 11 mar. 2008.

NORMAN, Donald A. Some Observations of Mental Models. In Gentner, Dedre; Stevens, Albert (Eds). Mental Models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983

OGBORN, Jon. Modeling Clay for Thinking and Learning. In Feurzeig, Wallace; Roberts, Nancy (Eds.) Modeling and Simulation in Science and Mathematics Education. Springer-Verlag, New York, p. 5-37, 1999.

- PCN+ - Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002.
- PIAGET, Jean. Six Études de Psychologie. Genève: Gonthier, 1964. [Seis Estudos de Psicologia. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1967]
- SAMPAIO, Fabio Ferrentine. LinkIt: Design, Development and Testing of a Semi-Quantitative Computer Modelling Tool. Ph.D. Thesis, Department of Science and Technology, Institute of Education, University of London. 1996
- SANTOS, Arion C. K.; THIELO, Marcelo R.; KLEER, Ana Alzira. Studentes Modelling Environmental Issues. Journal of Computer Assisted Learning. v. 13, n. 1, p 35-47, mar. 1997.
- TEODORO, Vitor Duarte. Modelação Computacional em Ciências e Matemática. Informática Educativa. Uniandes-Lidie, Colombia. Vol. 10 No 2. 1997.
- VICTOR, Rodolfo Araújo; FERRACIOLI, Laércio. Introdução ao Ambiente de Modelagem Computacional Modellus. Material Instrucional. 2001.
- VITALE, Bruno. From local to global: Programming and the unfolding of local models in the exploratory learning of mathematics and science. In: diSessa, A.; Hoyles, C.; Noss, R; Edwards, L. (Eds) The design of computational media to support exploratory learning. Berlin: Springer. 1995.
- VITALE, Bruno. La integración de la informática en el aula: Consideraciones generales para un enfoque transdisciplinar. Espanha: Visor. 1994

# APÊNDICE A

---



## 1. INSTRUÇÕES DE INSTALAÇÃO DO MODELLUS NO LINUX

**ATENÇÃO:** Essas instruções foram confeccionadas para a instalação do Modellus em um computador utilizando versão Linux **Ubuntu 10.10**.

Clique no link “Modellus (Java)” na parte de programas (softwares) da disciplina.



Será aberta uma nova janela requisitando login no Modellus.

Selecione o idioma para “Português – Portugal (br)”



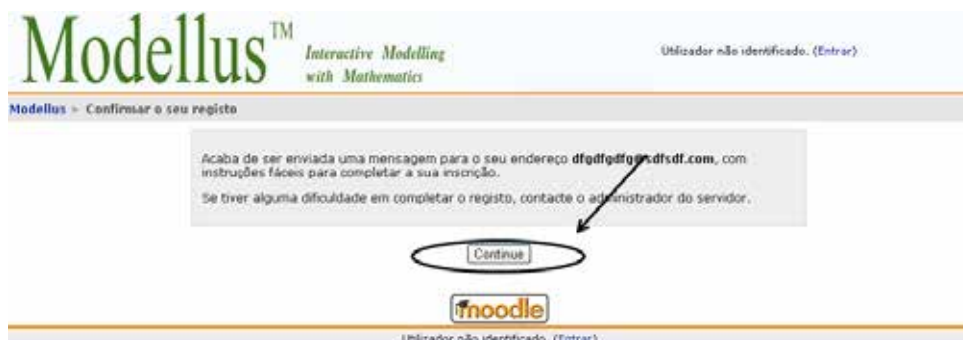
Clique no botão “criar uma conta de utilizador”:

Será aberto um formulário como na figura abaixo. Preencha os campos.

Os campos “Nome de utilizador” e “senha” serão os usados para logar no Modellus. Não precisam ser os mesmos do Moodle da Física EAD.

Preenchidos os campos, clique em “criar a minha conta”

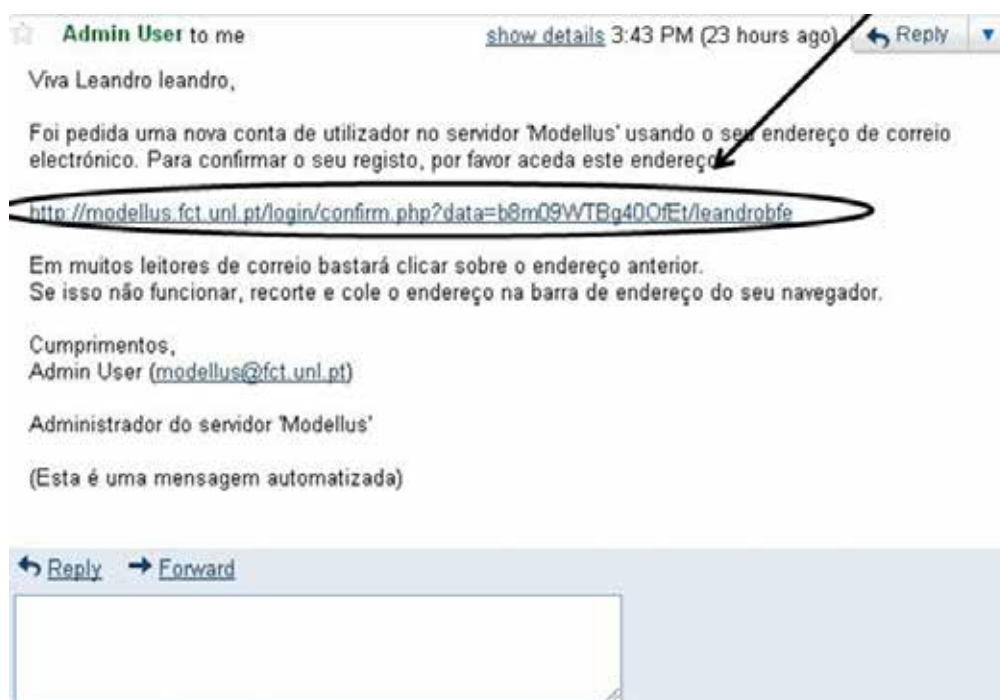
Aparecerá uma mensagem dizendo que foi enviado um email a você contendo instruções para completar o registro do programa. Clique em “continue”



Entre no seu email e procure a mensagem de confirmação de conta do Modellus



Clique no link da mensagem para confirmar o registro.



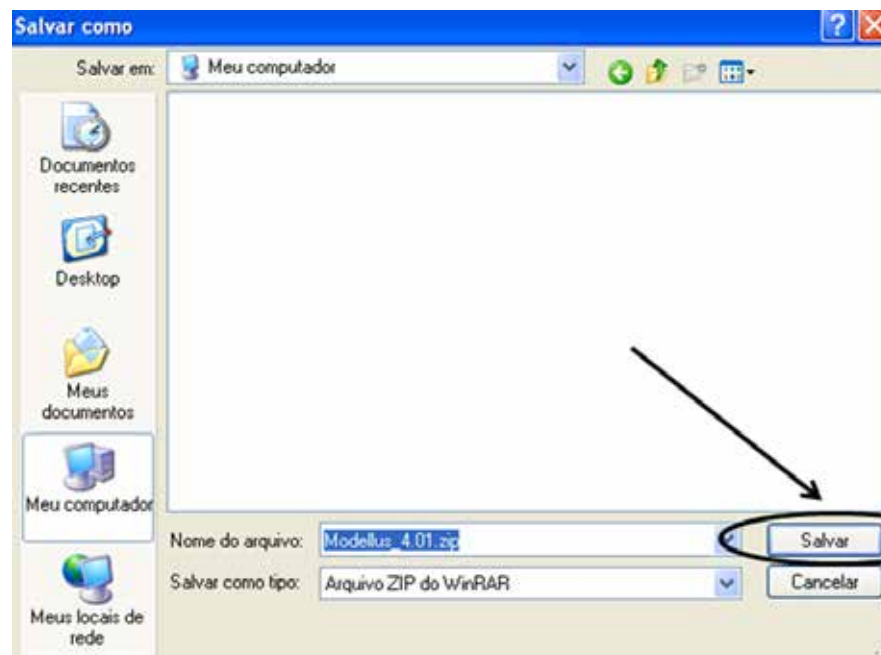
Clique novamente no link “Modellus Java” na parte de programas (softwares) da disciplina.



Será aberta a janela requisitando login. Preencha seus dados fornecidos no cadastro e clique em entrar (ou “Login” caso esteja em inglês).



Será aberta uma janela de download. Escolha o local e clique em “Salvar”.



Localize o arquivo baixado e descompacte-o.

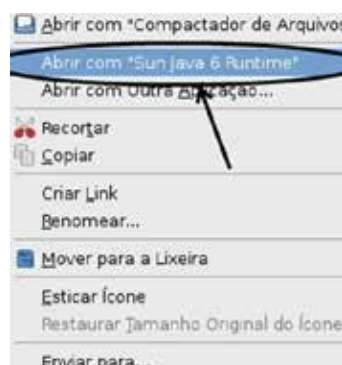
Abra a pasta descompactada e localize arquivo Modellus#915.jar

Dê a ele permissão de execução:

1. Clique com o botão direito do mouse neste arquivo e em seguida em propriedades
2. Selecione a aba permissões
3. Marque a caixa “permitir execução do arquivo como um programa”
4. Feche a janela de propriedades

Para abrir o programa:

Clique com botão direito do mouse e escolher a opção “abrir com Sun Java 6 Runtime”

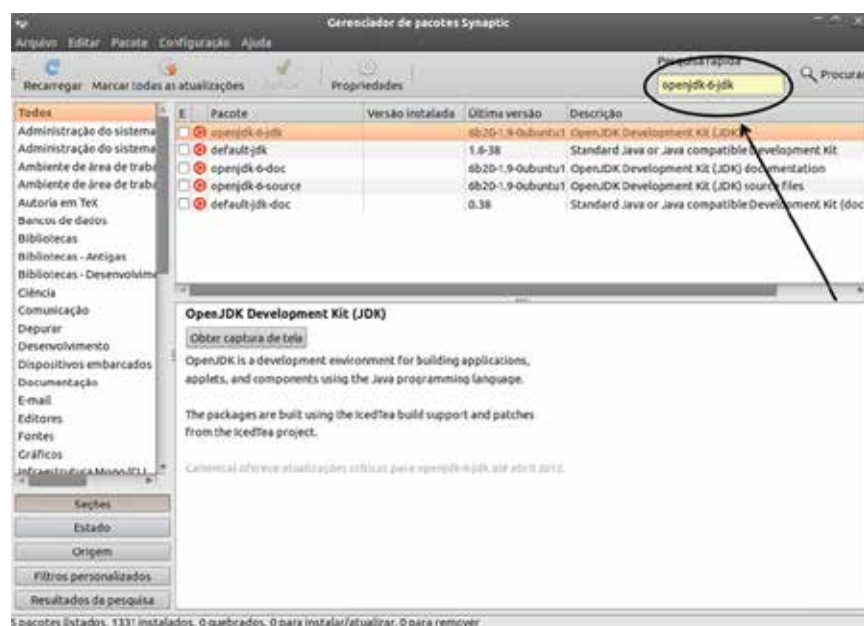


**FONTE:** <http://ajudaemtecnologia.blogspot.com/2009/08/como-instalar-o-java-jdk-e-jre-no-linux.html>

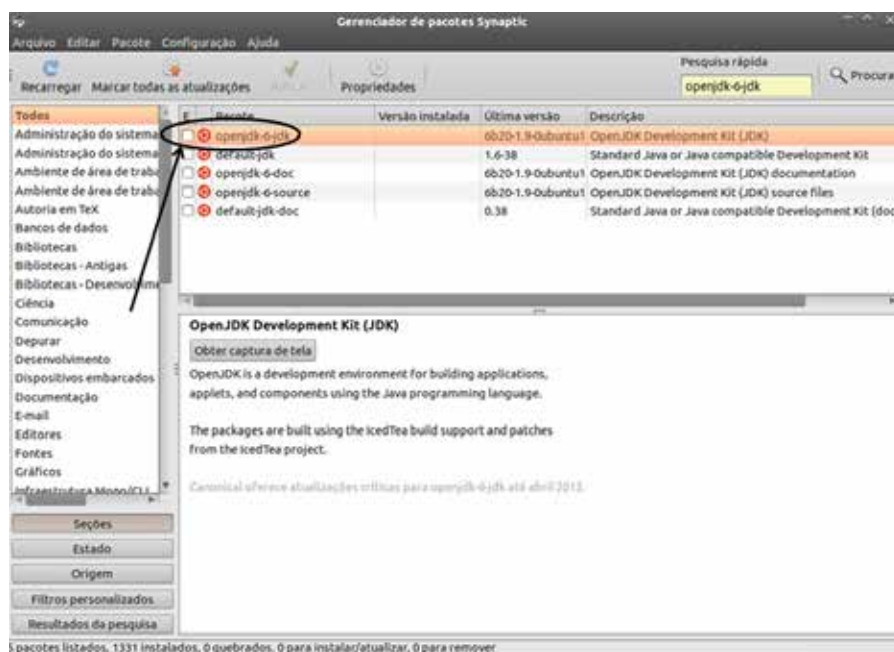
Caso seu Linux não possua esta opção, será necessário instalar o Java.

Neste caso, proceda da seguinte forma:

Abra o synaptic e busque por openjdk-6-jdk.

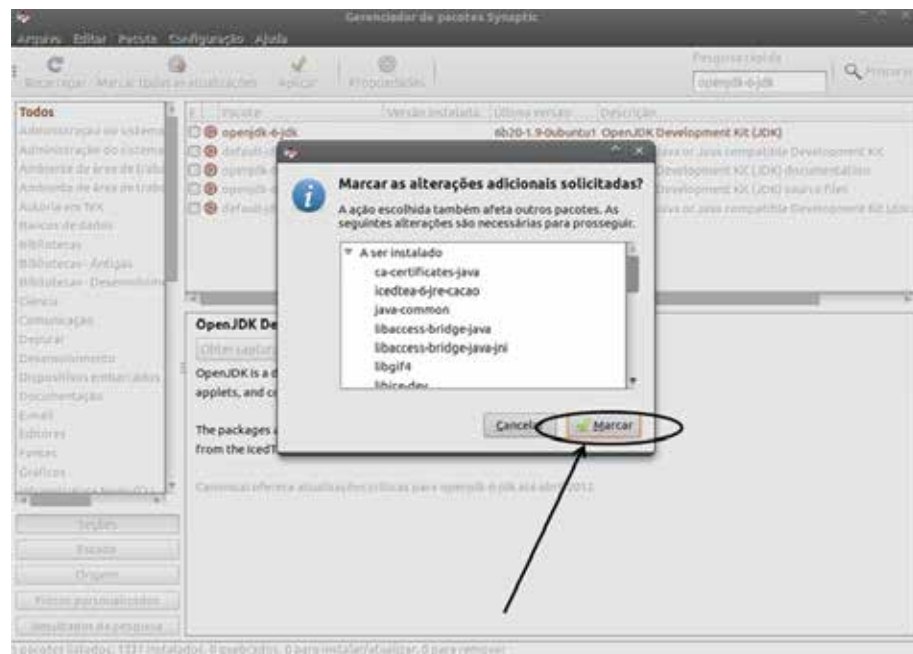


Marque a opção openjdk-6-jdk.

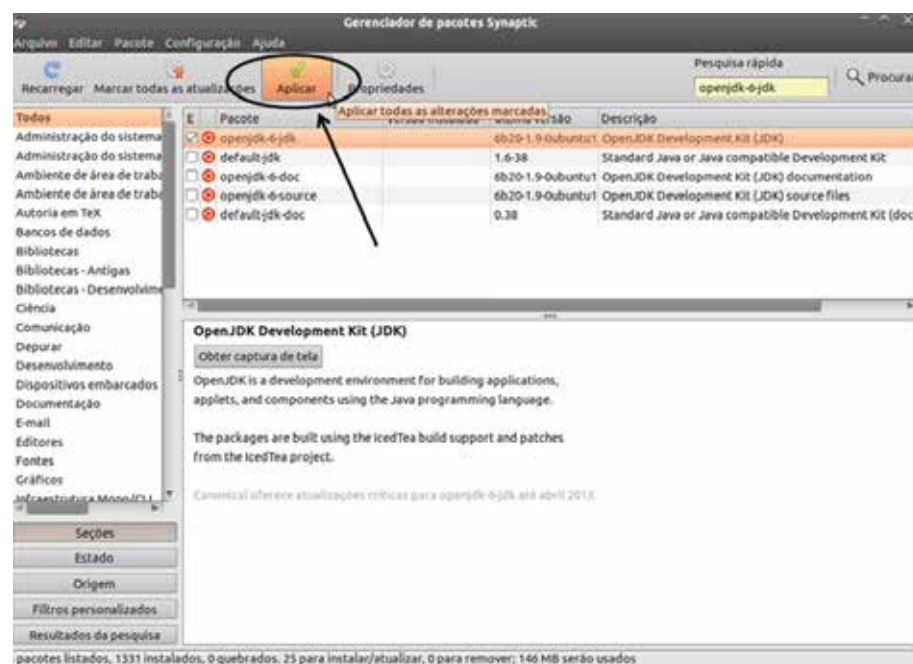




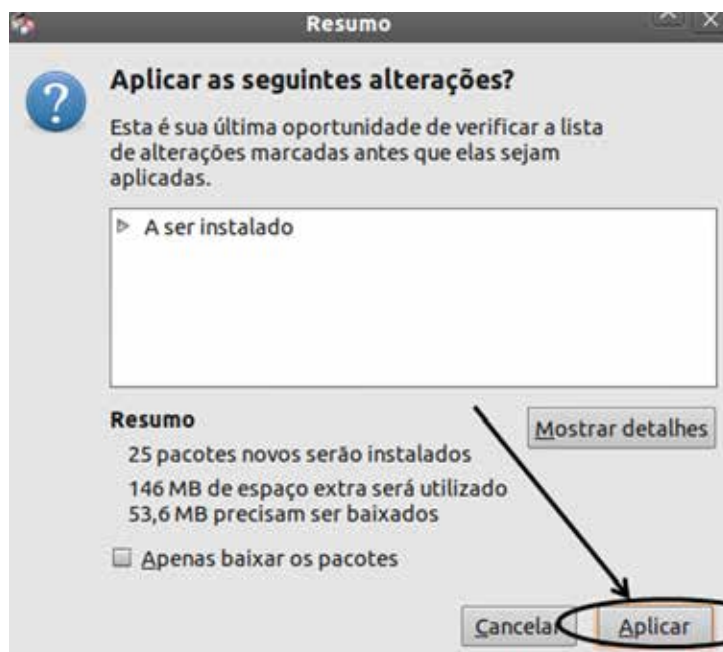
Clique em “Marcar”



Em seguida clique no botão “Aplicar” Synaptic.



Na janela que abrirá, clique em “Aplicar”



Localize novamente arquivo Modellus#915.jar.

Clique com botão direito do mouse e escolha a opção “abrir com Sun Java 6 Runtime” mostrada anteriormente.



## 2. INSTRUÇÕES DE INSTALAÇÃO DO MODELLUS NO WINDOWS

Clique no link “Modellus” na parte de programas (softwares) da disciplina.



Será aberta uma nova janela requisitando login no Modellus.

Selecione o idioma para “Português – Portugal (br)”



Em seguida, clique no botão “criar uma conta de utilizador”:

Será aberto um formulário de acordo com a figura abaixo. Preencha os campos.

Os campos “Nome de utilizador” e “senha” serão os usados para logar no Modellus. Não precisam ser os mesmos do Moodle da Física EAD.

Preenchidos os campos, clique em “criar a minha conta”

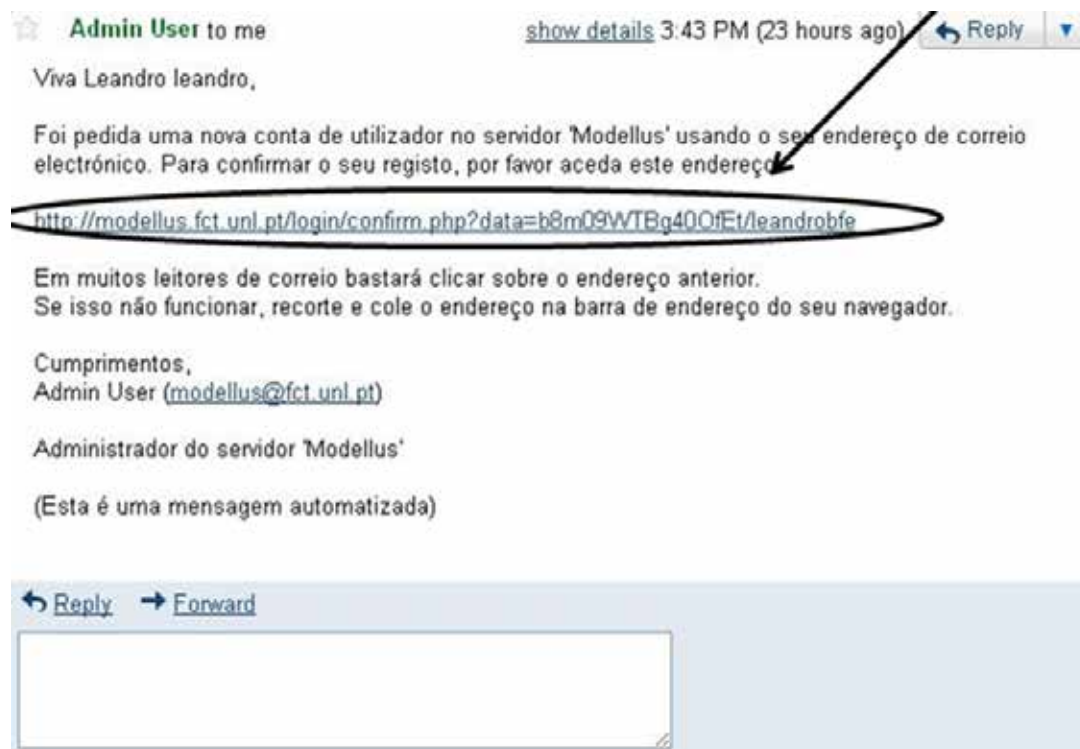
Aparecerá uma mensagem dizendo que foi enviado um email a você contendo instruções para completar o registro do programa. Clique em “continue”



Entre no seu email e procure a mensagem de confirmação de conta do Modellus



Clique no link da mensagem para confirmar o registro.



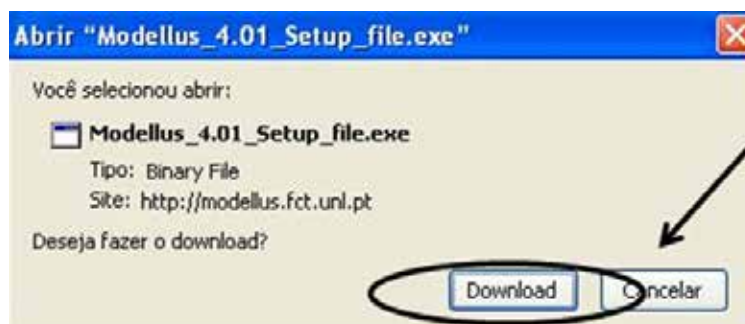
Clique novamente no link “Modellus” na parte de programas (softwares) da disciplina.



Será aberta a janela requisitando login. Preencha seus dados fornecidos no cadastro e clique em entrar (ou “Login” caso esteja em inglês).



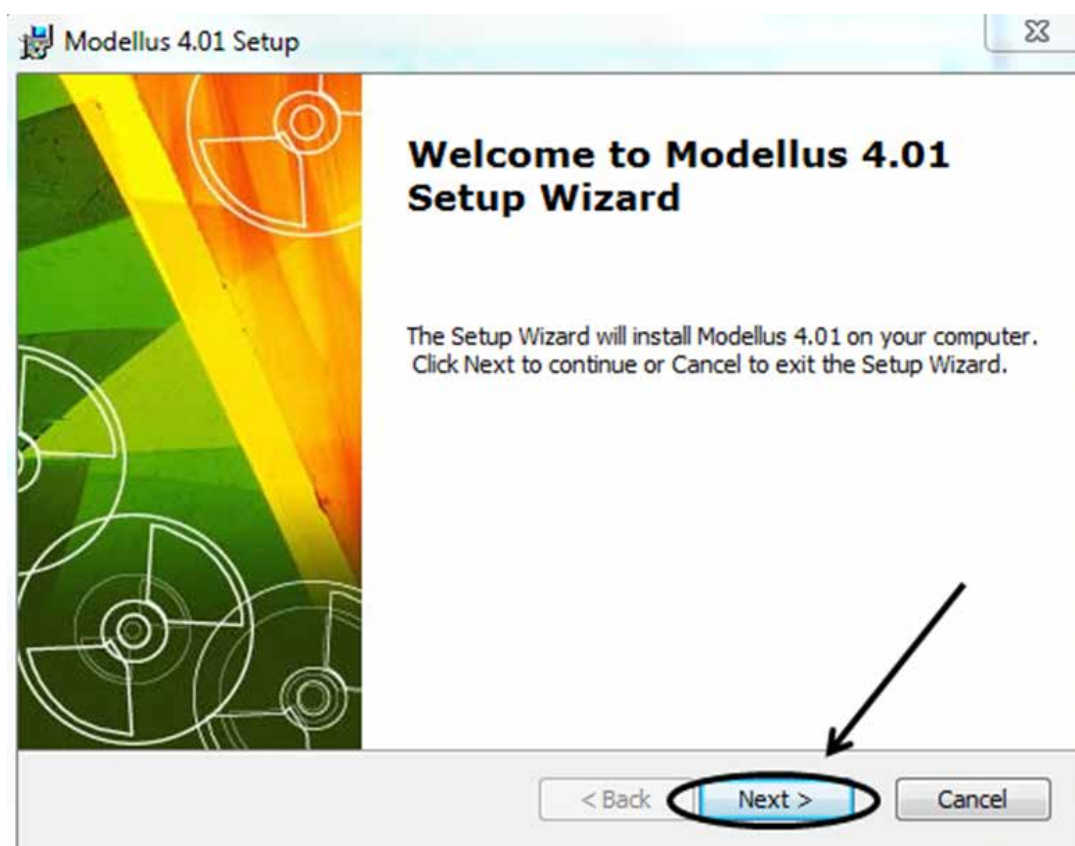
Será aberta uma janela de download. Clique em “Download”



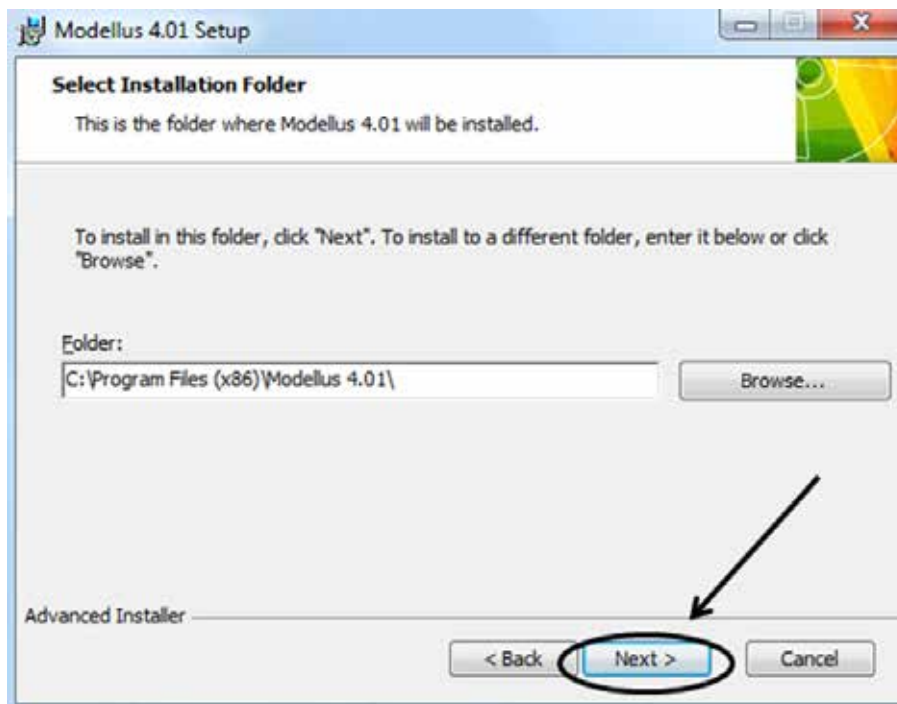
Escolha o destino do download.

Clique no arquivo baixado e siga as instruções de instalação.

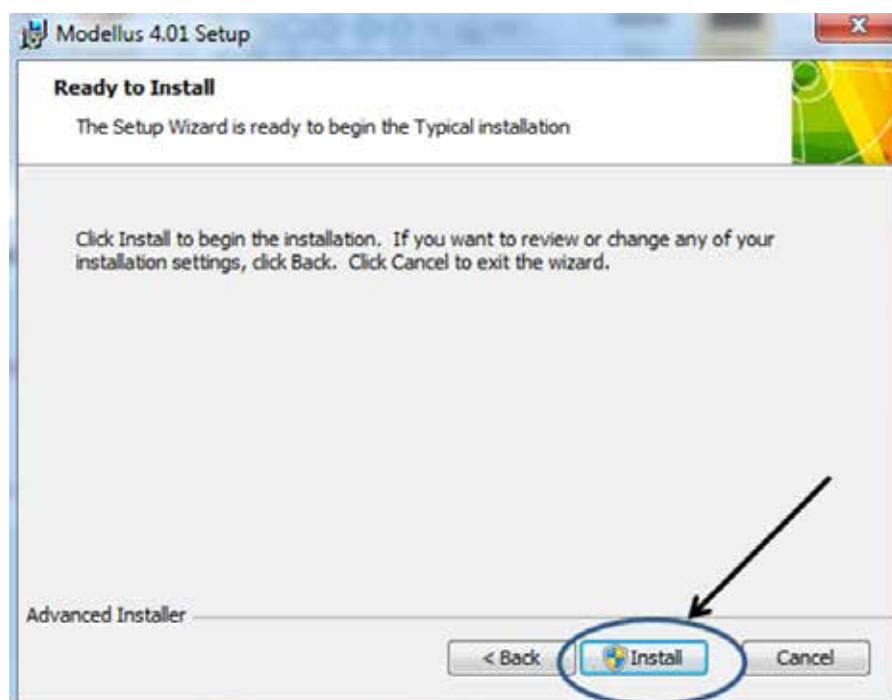
Na primeira tela, clique em “Next”



Em seguida escolha o local de instalação e clique em “Next”

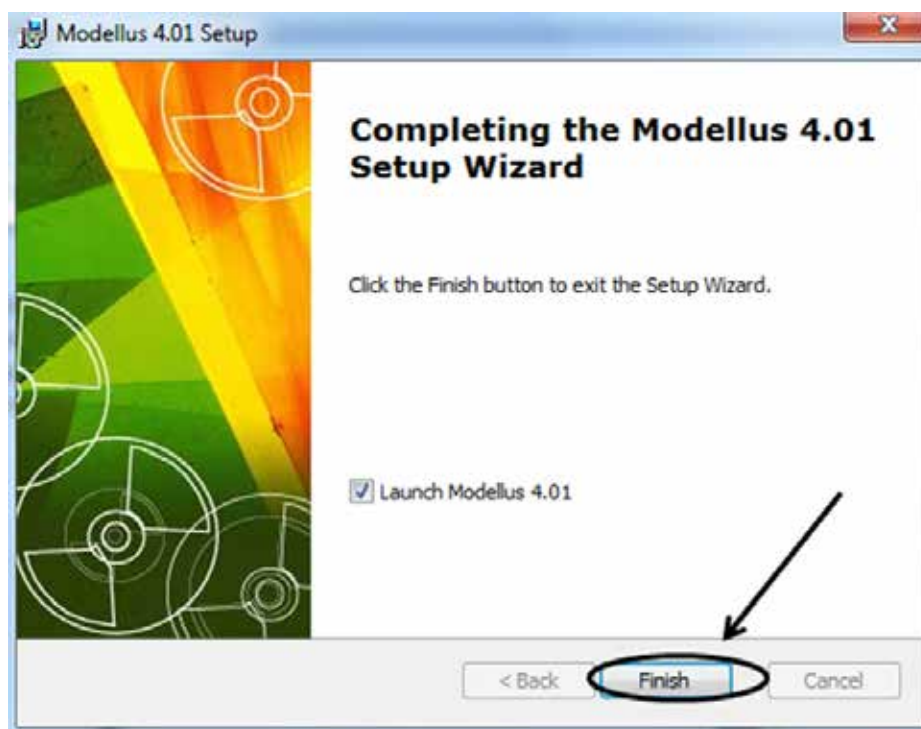


A seguir clique em “Install”





Em seguida clique em “Finish”



O programa será inicializado automaticamente.

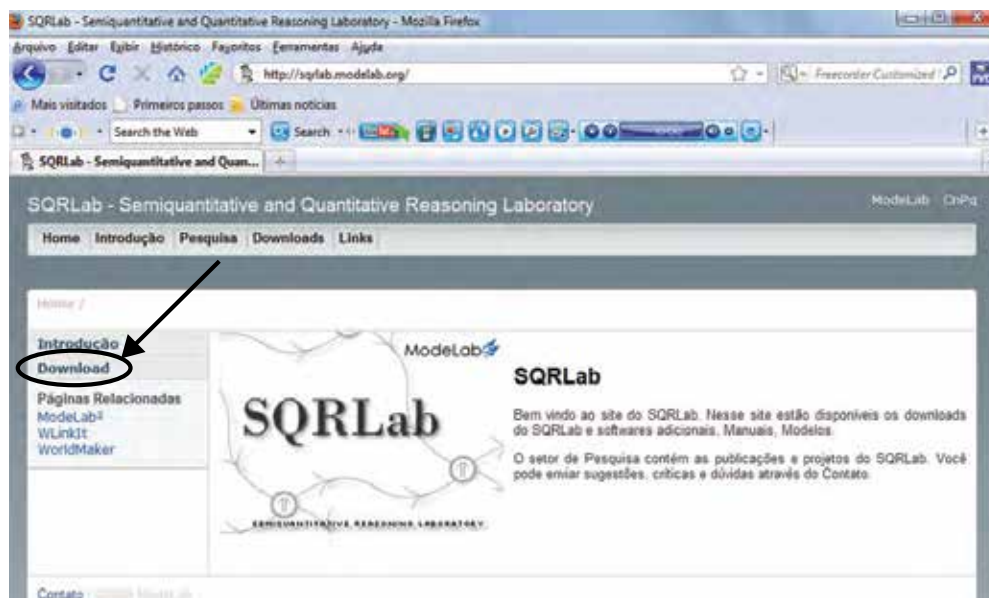
Uma vez instalado é criado um ícone na barra de ferramentas, onde é possível inicializá-lo da próxima vez que for necessário.

### 3. INSTRUÇÕES DE INSTALAÇÃO DO SQRLAB NO LINUX

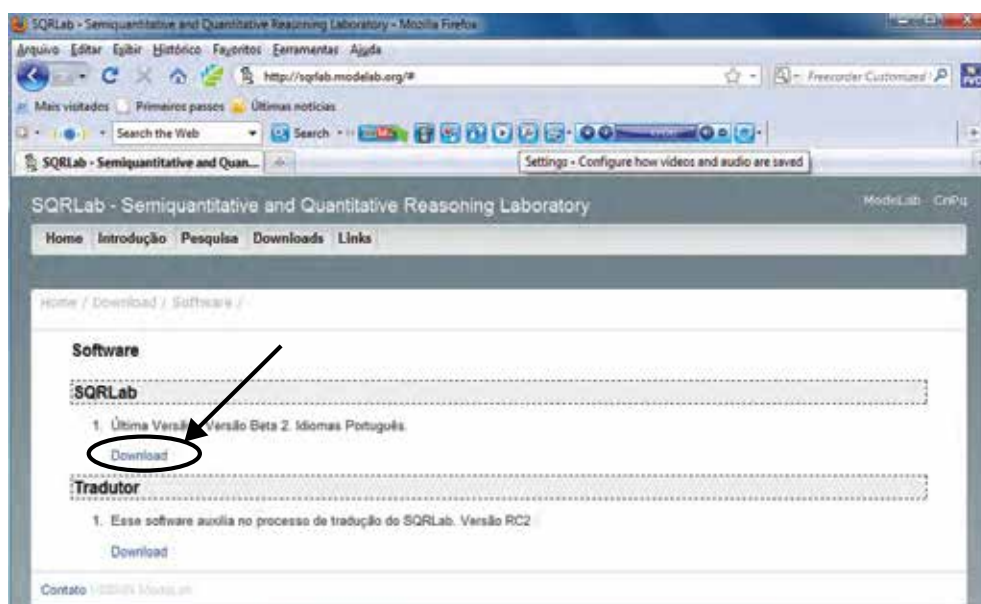
#### Versões linux Ubuntu e Debian

Para instalar o SQRLab em seu computador, faça o download do arquivo de instalação. O arquivo é o mesmo de instalação para windows. Será usado o software Wine para a instalação no Linux.

Acesse o site <http://sqlab.modelab.org/> e clique em download (menu esquerdo da página), como mostra na Figura.

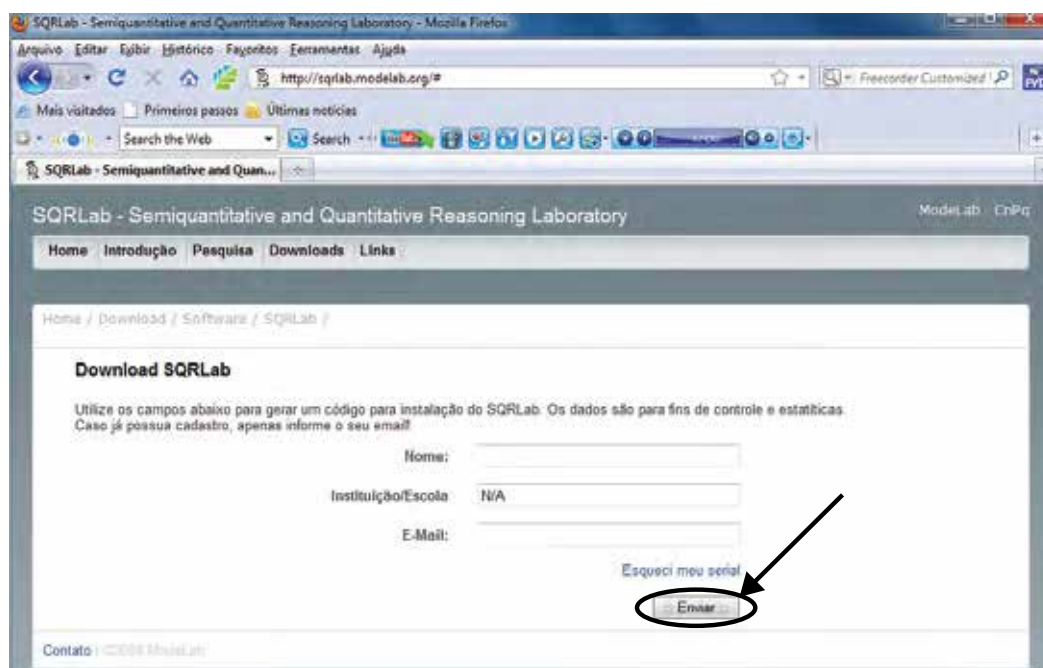


Logo depois, na página seguinte (Figura 2), clique novamente em *download*.





Em seguida, preencha os campos com seu Nome, Instituição/Escola e E-Mail, e clique em enviar. Estes dados serão utilizados para gerar um serial que você receberá por e-mail, este serial será utilizado na instalação do SQRLab.

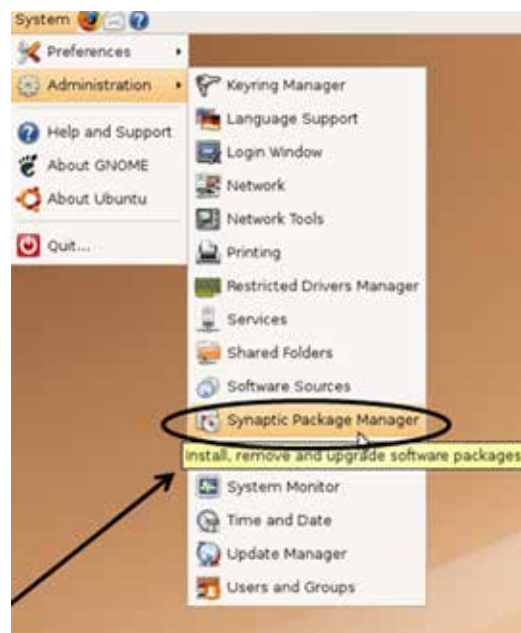


Por ultimo, clique na opção de download Windows. A opção Linux está indisponível. É possível instalar o programa com a instalação para Windos usando o programa Wine.

O próximo passo é procurar o arquivo salvo e executá-lo com o programa Wine.

Caso você não possua o Wine instalado siga as seguintes instruções:

Clique em “Sistema” -> “Administração” e abra o Gerenciador de pacotes Synaptic.

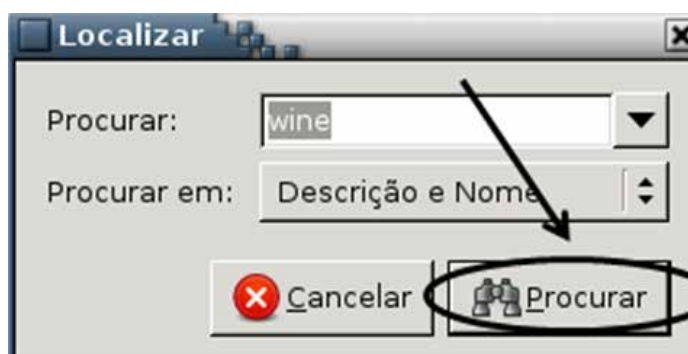


FONTE: <http://www.simplehelp.net/2007/05/03/an-introduction-to-synaptic/>

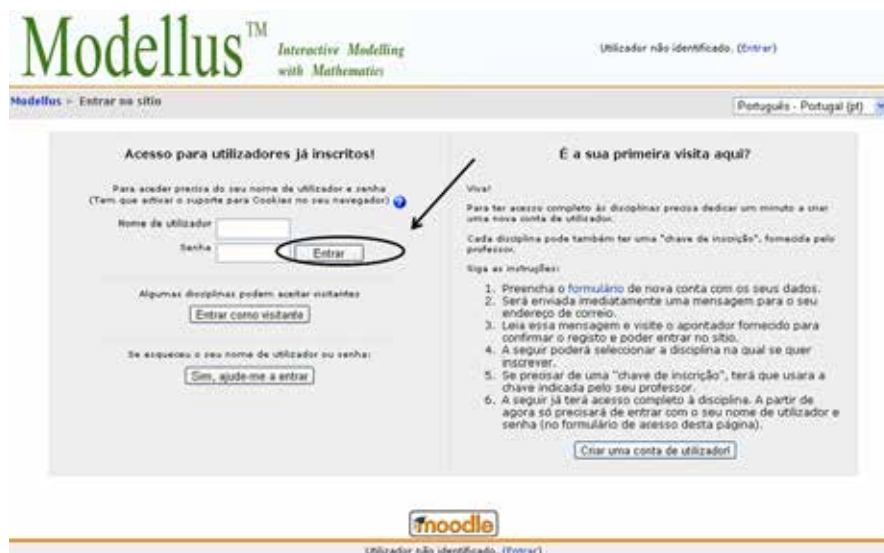
Clique em “Procurar”



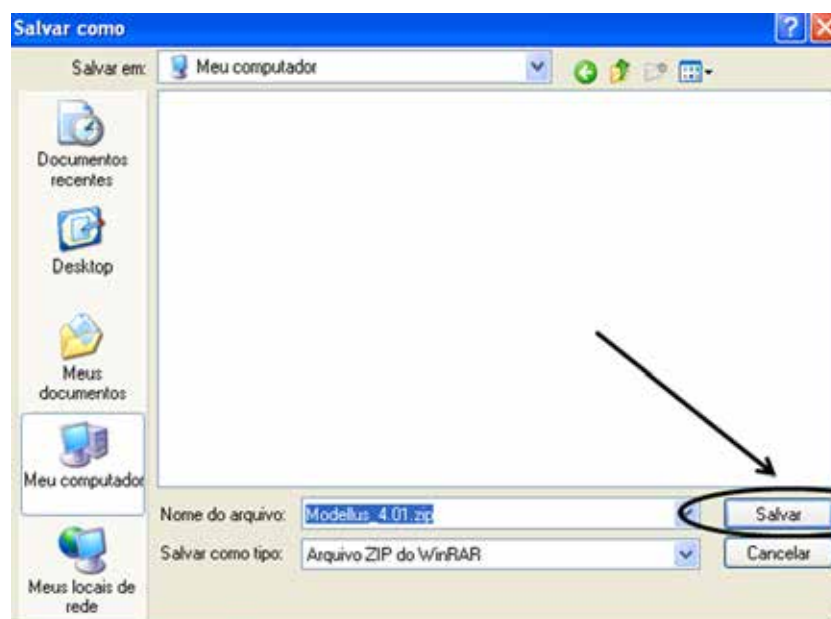
Na janela que se abrirá, digite “wine” e clique em “Procurar”



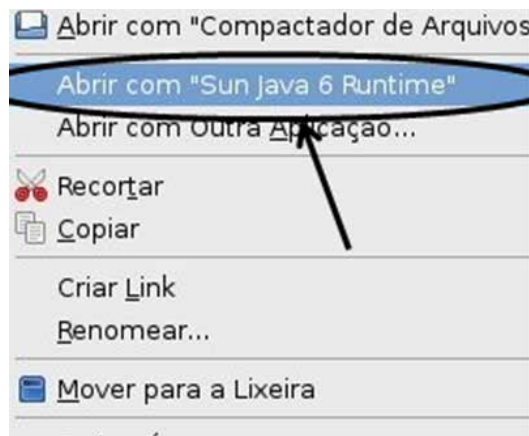
Na lista gerada marque a opção “wine”:



Será aberta uma nova janela. Clique no botão “Marcar”.



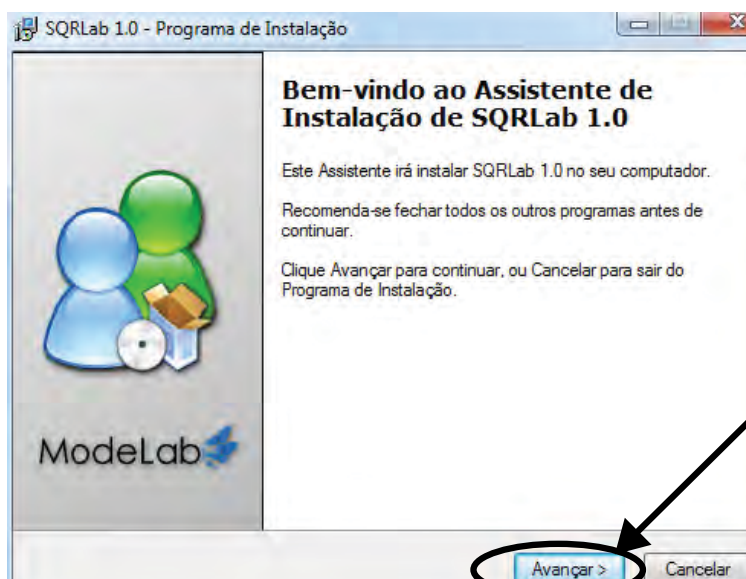
Procure o arquivo de instalação baixado (sqlab.exe). Clique com o botão direito do mouse sobre ele e escolha a opção “Abrir com Carregador de aplicativos Windows Wine”.



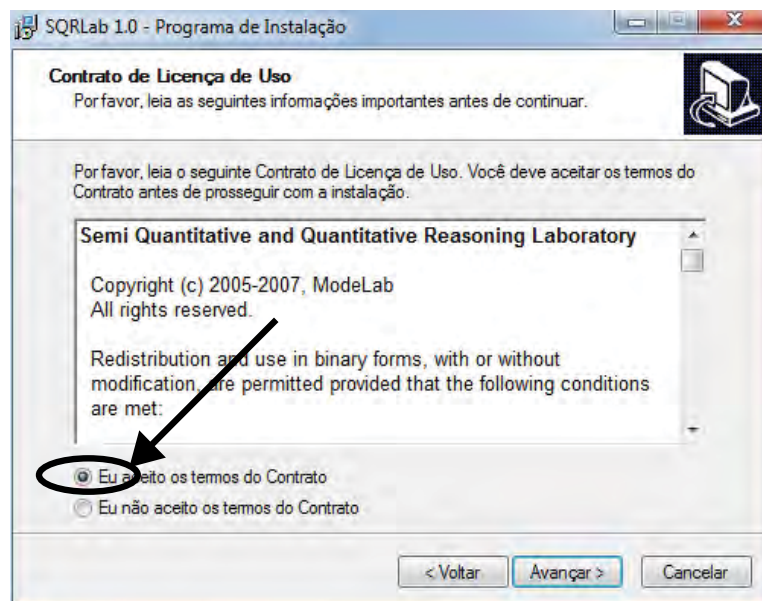
**FONTE:** <http://www.paradadigital.com/2010/02/14/veja-como-executar-programas-do-windows-no-linux-com-wine.html>

Será iniciada a instalação do programa como se estivesse sendo instalado no windows. Escolha o idioma que achar mais adequado e siga os passos abaixo:

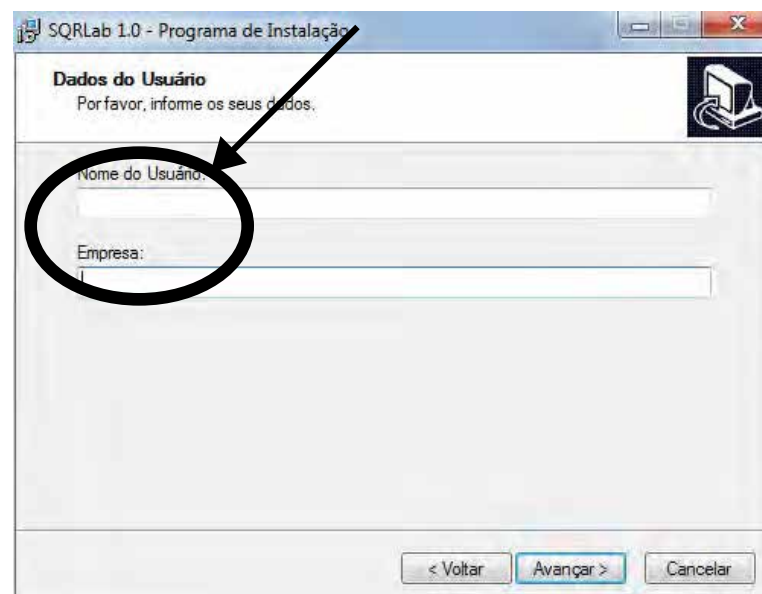
**PASSO 1:** Clique em *Avançar*.



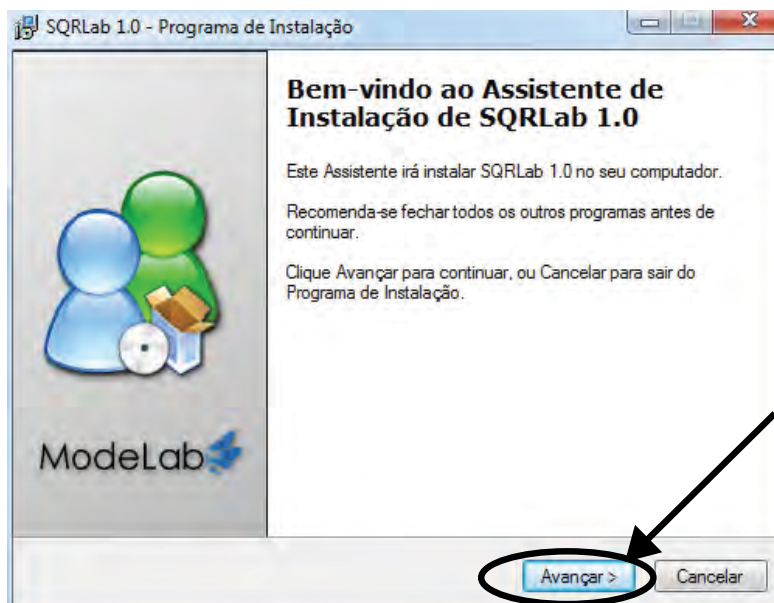
**PASSO 2:** Leia o Contrato de Licença de Uso. Se aceitar os termos de contrato, clique em “*Eu aceito os termos do Contrato*” e em *Avançar*.



**PASSO 3:** Preencha os dados Nome do Usuário e Instituição/Escola EXATAMENTE como cadastrados no site. Caso não se lembre, esses dados foram enviados para o E-mail de cadastrado no site de download do SQRLab.



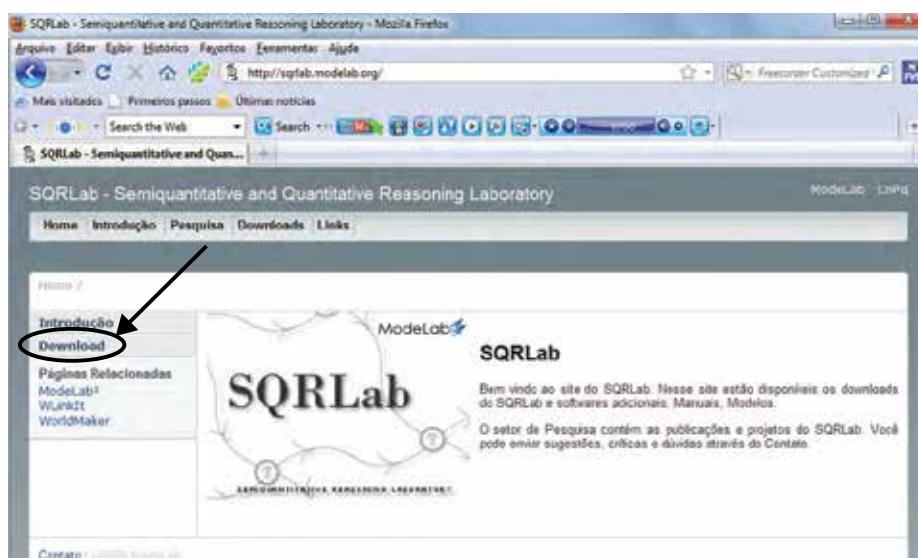
**PASSO 4:** Para continuar a instalação do SQRLab vá ao e-mail cadastrado para obter o número de série e preencha-o nos campos indicados abaixo.



Escolha uma opção de destino no seu computador onde o SQRLab será instalado e clique em Avançar até a opção instalar.

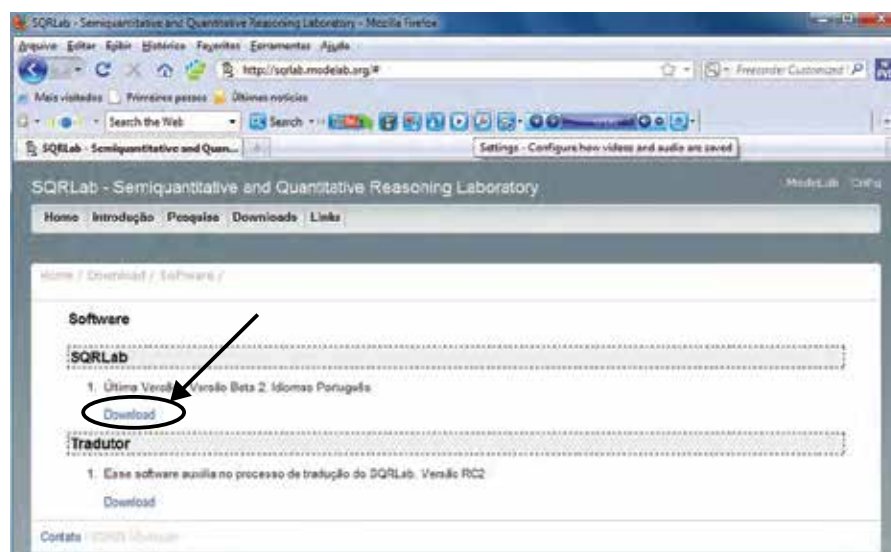
#### 4. INSTALAÇÃO DO AMBIENTE DE MODELAGEM SQRLAB NO WINDOWS

Para instalar o SQRLab em seu computador, faça o download do arquivo de instalação. Para isto, acesse o site <http://sqlab.modelab.org/> e clique em *download* (menu esquerdo da página), como mostra na Figura.

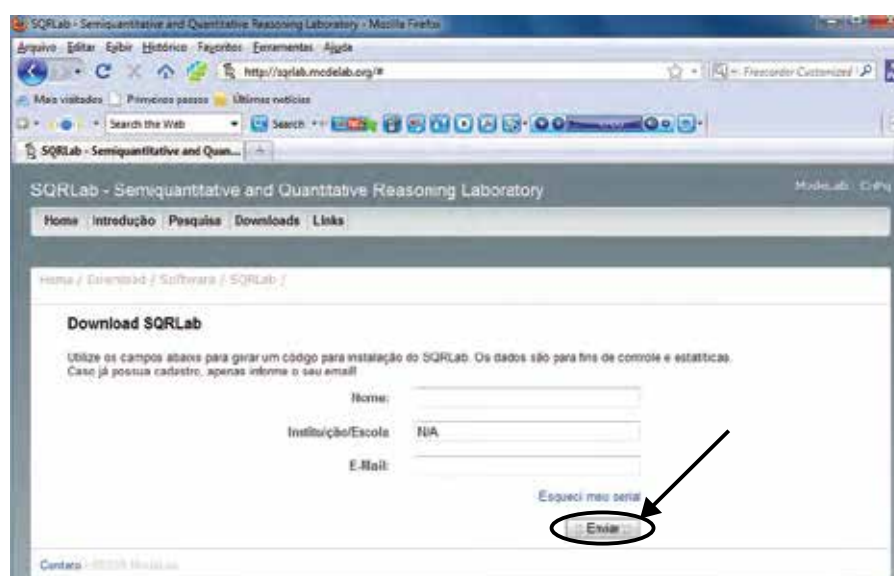


Logo depois, na página seguinte (Figura 2), clique novamente em *download*.



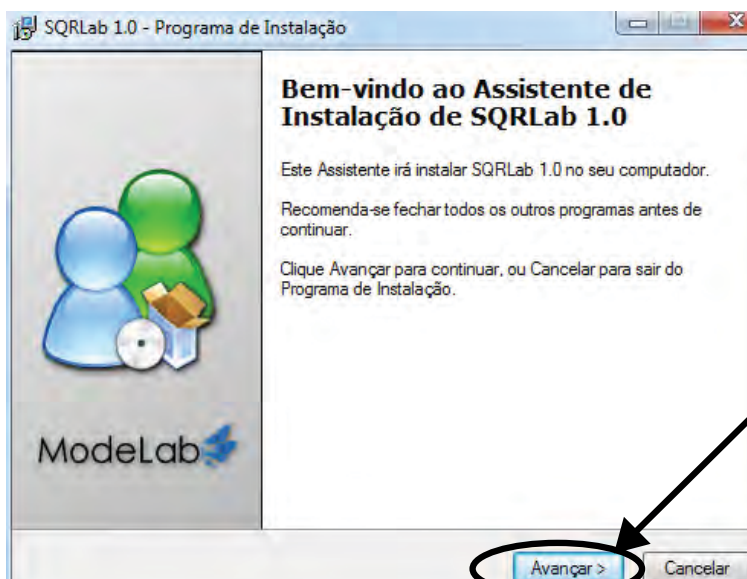


Em seguida, preencha os campos com seu Nome, Instituição/Escola e E-Mail, e clique em *enviar* (Figura 3). Estes dados serão utilizados para gerar um serial que você receberá por e-mail, este serial será utilizado na instalação do SQRLab.

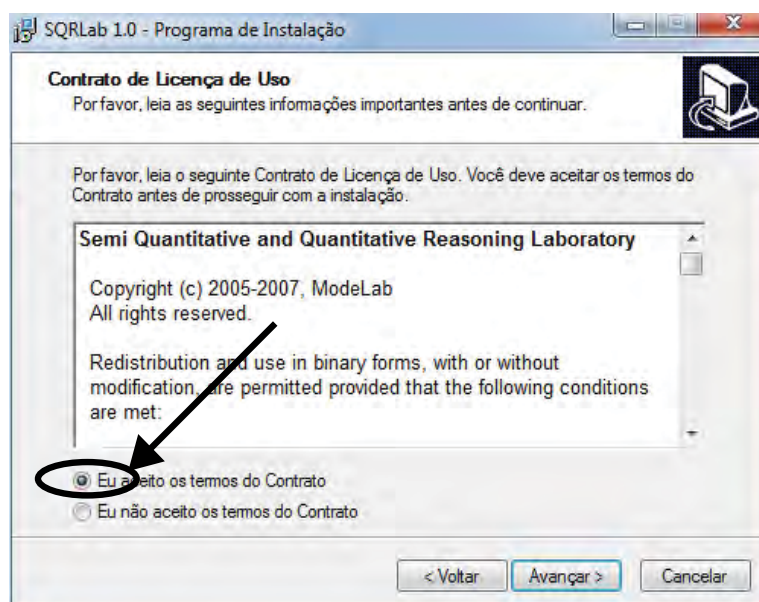


Por ultimo, clique na opção de download para o sistema operacional *Windows*. O próximo passo é procurar o arquivo salvo e executá-lo. Logo depois escolha o idioma que achar mais adequado e siga os passos abaixo:

**PASSO 1:** Clique em *Avançar*.

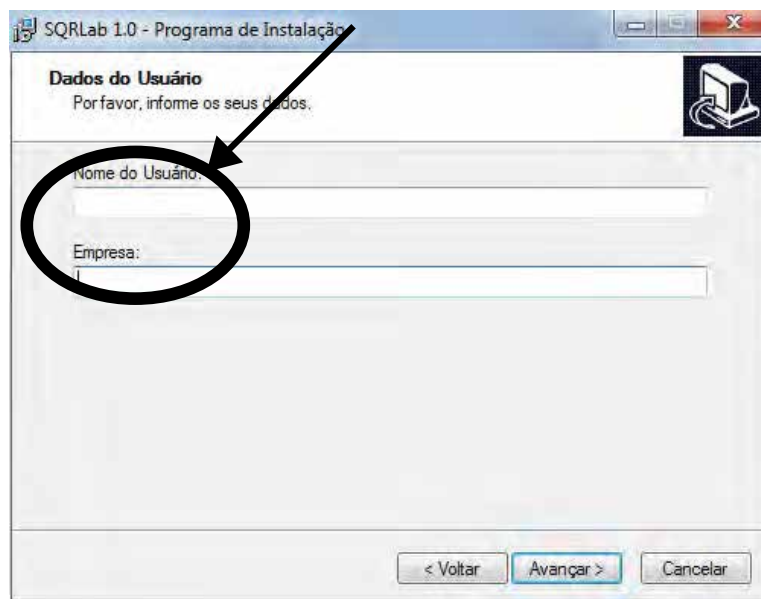


**PASSO 2:** Leia o Contrato de Licença de Uso. Se aceitar os termos de contrato, clique em “*Eu aceito os termos do Contrato*” e em *Avançar*.

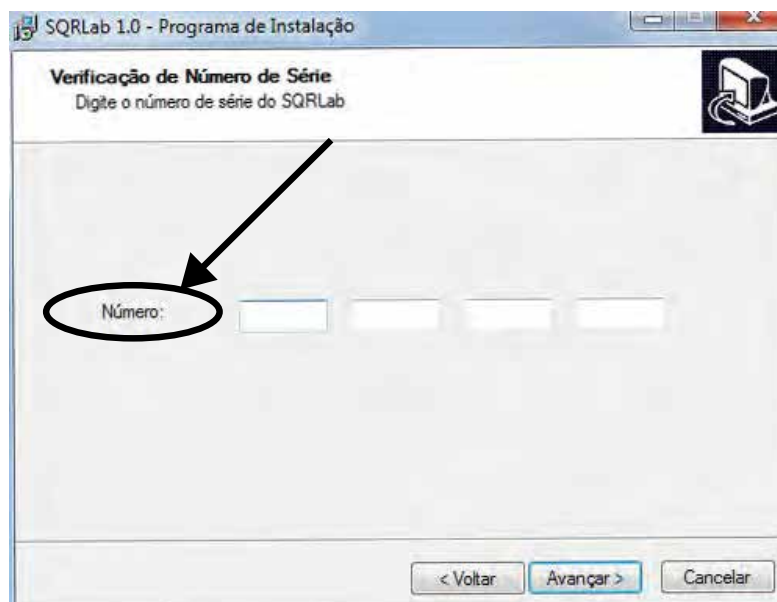


**PASSO 3:** Preencha os dados Nome do Usuário e Instituição/Escola EXATAMENTE IGUAIS cadastrados no site. Caso não se lembre, esses dados foram enviados para o E-mail de cadastrado no site de download do SQRLab.





**PASSO 4:** Para continuar a instalação do SQRLab vá ao e-mail cadastrado para obter o número de série e preencha-o nos campos indicados na Figura abaixo.



Escolha uma opção de destino no seu computador onde o SQRLab será instalado e clique em Avançar até a opção instalar.

Agora você possui instalado em seu computador o Ambiente de Modelagem Computacional SQRLab.

## APÊNDICE B

---

## RESPOSTA DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS

CAPÍTULO 1	CAPÍTULO 2	CAPÍTULO 4
1 – a	Seção 2.3	Seção 2.3
2 – b	1 – a	1 – b
3 – b	2 – c	2 – c
4 – d	3 – d	3 – c
5 – c	4 – b	4 – c
	Seção 2.5	5 – c
	1 – c	6 – a
	2 – a	7 – a
	3 – d	8 – c
	4 – b	9 – b
	5 – a	10 – a
		11 – b
		12 – a

### CAPÍTULO 3

#### Chave de Correção para o Planejamento da Atividade

Na atividade 3 da terceira semana da disciplina de ITC, é solicitado aos estudantes que desenvolvam, em DUPLA, o **Planejamento de uma Atividade Utilizando Ferramentas Computacionais**. Após o término, é solicitado que enviem esta atividade para correção. A correção deve ser feita de acordo com as orientações abaixo.

ITENS	OS ALUNOS DEVEM PREENCHER ESTA COLUNA	A NOTA A SER DADA PARA O PREENCHIMENTO DE CADA ITEM ESTA SERÁ
<b>Escola</b>		Não vale ponto
<b>Professor 1</b>		Preenchimento obrigatório - Não vale ponto
<b>Professor 2</b>		Preenchimento obrigatório - Não vale ponto
<b>Série</b>		<b>0,5 ponto</b>
<b>Turma</b>		Não vale ponto
<b>Tema</b>		<b>1,0 ponto</b>

<b>Data e Horário</b>		<b>0,3 pontos</b>
<b>Duração</b>		<b>0,2 pontos</b>
<b>Objeto Educacional</b>		<p>Se, nesta atividade a DUPLA não indicar nenhuma Ferramenta Computacional a nota deverá ser <b>ZERO</b>.</p> <p>Se indicar, a correção deve ser feita da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se a dupla simplesmente indicar qual Ferramenta Computacional vai utilizar. <b>vale 0,5 pontos</b></li> <li>✓ Além disso, se a dupla fizer uma das duas coisas abaixo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No caso de utilização de um <i>applet</i>, a dupla tem que indicar o endereço na internet e ele tem que funcionar. <b>(vocês devem verificar isso!). vale 1,0 ponto.</b></li> <li>• No caso de utilização do SQRLab ou Modellus, a dupla tem que enviar o modelo feito junto com essa ficha e ele tem que funcionar. <b>(vocês devem verificar isso!). vale 1,0 ponto.</b></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Total máximo de pontos deste item = 1,5 pontos</b></p>
<b>Objetivos de aprendizagem</b>		<p>Cabe esclarecer que estes são os objetivos que o professor deseja que o aluno atinja com a execução desta atividade de planejamento.</p> <p>Exemplo de objetivo correto: <b>Conhecer</b> a proposta de utilização de ferramentas computacionais no estudo de um tópico de Física</p> <p>Se a DUPLA definir no mínimo um objetivo corretamente, <b>vale 2,0 pontos.</b></p>

Modalidade		Se a dupla indicar a modalidade, <b>vale 0,5 pontos</b>
Atividades a serem desenvolvidas		<p>Se, nesta atividade a DUPLA não listar nenhuma atividade a nota deverá ser <b>ZERO</b>.</p> <p>Neste item foi solicitado que listem <b>no mínimo duas atividades</b>. Portanto, quem fizer no mínimo duas já atingiu o que foi solicitado, observando duas situações distintas:</p> <p>✓ <b>Situação 1</b> - A dupla simplesmente lista a atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma atividade. <b>Vale 0,5 pontos</b></li> <li>• Duas atividades. <b>Vale 0,5 pontos cada uma</b></li> </ul> <p>✓ <b>Situação 2</b> - A dupla lista a atividade e fornece informações de modo que ela pode ser verificada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma atividade. <b>Vocês devem verificar a atividade listada.</b> Se estiver de acordo com o que eles escreveram, <b>vale 2,0 pontos</b>.</li> <li>• Duas atividades. <b>Vocês devem verificar as atividades listadas.</b> Se estiverem de acordo com o que eles escreveram, <b>vale 2,0 pontos para cada uma</b>.</li> </ul> <p><b>Total máximo de pontos deste item: 4,0 pontos.</b></p>

**TOTAL DE PONTOS DESTE TRABALHO: 10,0 PONTOS.**

# GLOSSÁRIO

---

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

<b>Applet</b>	Consiste de um software de pequeno porte que pode ser executado através de navegadores de internet
<b>Ausubeliana</b>	Relativo à teoria de aprendizagem de Ausubel
<b>Piagetiana</b>	Relativo à teoria de aprendizagem de Piaget
<b>Modellus</b>	É um Software Educacional para modelagem matemática interativa entre o usuário e o computador
<b>Output</b>	Resultado de uma simulação proveniente de um software educacional
<b>SQRLab</b>	São as iniciais de um Software Educacional com o seguinte significado: Semi Quantitative Reasoning Laboratory
<b>STELLA</b>	São as iniciais de um Software Educacional com o seguinte significado: Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation
<b>Subsunçor</b>	É um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “âncora” a uma nova informação de modo que ela adquira significado para o indivíduo





*O propósito da disciplina de ITC é apresentar algumas formas de integração das Tecnologias de Informação e Comunicação, em especial na perspectiva da utilização da Modelagem Computacional, no contexto do ensino de Física. Inicialmente são propostas atividades nos Ambientes de Modelagem Computacional SQRLab e Modellus, de modo a explicitar possibilidades de utilização destes ambientes no contexto da sala de aula no estudo de fenômenos físicos. Em seguida, é discutido o tópico Ondas baseado em Gaspar (2000) apresentando uma proposta de integração de Ferramentas Computacionais e Animações permitindo a visualização dinâmica de fenômenos ondulatórios e o estudo dos conceitos de amplitude, período, comprimento de onda utilizando o applet “Wave on a String” desenvolvido pelo grupo PHeT (2011). Finalmente, são disponibilizadas atividades aos estudantes a respeito dos fenômenos ondulatórios a serem desenvolvidas sem e com a utilização do applet.*

ISBN 978-85-8087-072-5



UFES

[www.neaad.ufes.br](http://www.neaad.ufes.br)  
(27) 4009 2208

**PRÓ**  
LICENCIATURA

**UAB**  
**UNIVERSIDADE**  
ABERTA DO BRASIL