

FIVUEM: FÍSICA VIRTUAL NA UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE.

FIVUEM: Virtual physics at the University Eduardo Mondlane.

Carlos Abilio. Alejandro Alfonso [dailysgiolet@gmail.com]

Manuel Lázaro Chissico [malaba@uem.mz]

Universidade Eduardo Mondlane

Maputo, Moçambique

Resumo

O artigo em causa, explica as particularidades de um sistema didático, interactivo e inter-relacionado, dirigido aos estudantes da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) de Moçambique. O material oferece a informação que um estudante de nível universitário pode necessitar para autopreparação teórica e posterior aplicação em aulas práticas nos laboratórios de Física Geral, no sistema presencial, assim como, virtual; o material constitui um auxílio na leccionação das aulas teóricas, práticas e seminários, contém uma grande quantidade de simulações de experiências físicas e permite substituir prática real de elevado custo.

Palavras claves: práticas, laboratórios, Física, simulação.

Abstract

The article in question, explains the peculiarities of an educational system, interactive and inter-related, addressed to students of the University Eduardo Mondlane in Mozambique. The material provides the information that a university-level student may need to theoretical autoprep and subsequent implementation in practical classes in the General Physics laboratories in attendance system, as well as virtual; the material is an aid in the teaching of theoretical, practical and seminars, contains a lot of simulations of physical experiences and allows you to replace real practice of high cost.

Key words: practices, laboratories, physic, simulation.

Introdução

A Física é uma das Disciplinas de formação geral, incluída na grande maioria nos planos de estudos dos cursos técnicos do Ministério de Ciência e Tecnologia Ensino Superior e Técnico Profissionial de Moçambique.

Os laboratórios de Física jogam um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem destes cursos, os laboratórios contribuem grandiosamente para a percepção prática de novos conhecimentos antes vistos pelos estudantes, ajudam no desenvolvimento de habilidades de medição, utilização de informação científico-técnica, no processamento de dados e na elaboração e defesa dos relatórios de investigação de forma independente (Alejandro e Perdomo, 2009; Prados e Silva, 2013; Muchenski e Miquelin, 2015;)

Estamos perante uma revolução sociocultural alcerçada na ciência e na tecnologia com uma relação muito estreita entre ambas. Isto, faz com que a informática, assim como, as técnicas façam parte da vida da sociedade e que esta interiorize seus fundamentos. Esta lógica, faz com que, as diversas disciplinas curriculares, introduzam em seus planos a informática e aproximem seus métodos de estudo durante o tratamento destas ciências (Pena e Ribeiro, 2009; Rita et al., 2013; Ferreira e Morais, 2015).

As práticas laboratoriais podem desenvolver-se de maneira que o estudante esteja em contacto directo e possa manipular os elementos, dispositivos, instrumentos, aparelhos e até máquinas usadas para a realização da experiência em causa no “laboratório real” ou utilizando simulações interactivas programadas com o uso dos computadores pessoais “laboratório virtual”. Ambas as formas requerem da auto-preparação por parte dos estudantes, através de materiais impressos (textos ou folhetos), ou em formato electrónico. Muitas experiências mostram que o trabalho em ambos ambientes é complementar (Solano et al., 2012; Sauzem e Prado, 2015).

Hoje, o computador constitui um meio didáctico inevitável e mostra-se importante na aprendizagem do estudante. O computador (figura 1) é ao mesmo tempo caderno, livro, biblioteca, máquina calculadora, jornal científico, meio de pesquisa e de intercomunicação com estudantes, docentes e pesquisadores doutros quadrantes do mundo (Miratía, 2012; Aquines et al., 2014; Brito e Rego, 2014; Andrade, 2015).

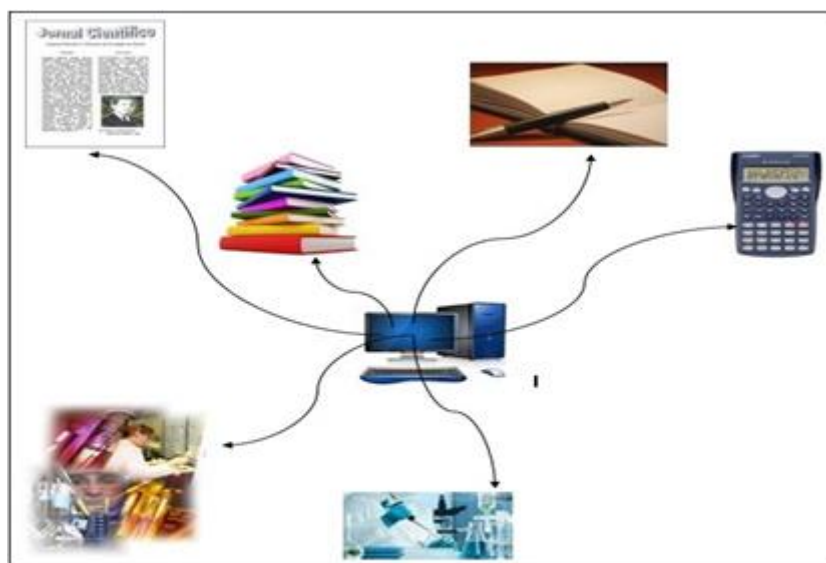


Figura 1. Múltiplos usos do computador pessoal.

Na actualidade, o uso das PC nos laboratórios de Física é bastante frequente para:

- O tratamento de dados experimentais obtidos no laboratório real (tabulação, cálculos, gráficas, etc.), apoiando-se para tal, de planilhas de cálculo ou de um programa específico como o Origin, o Marhcad, etc.
- Fazer práticas virtuais (Alejandro e Perdomo, 2009).

O desenho das práticas de laboratório e sua planificação depender de múltiplos factores: a possibilidade de fazé-los em forma real; os objectivos que se pretendem alcançar em cada experiência; o momento de realização da experiência, etc. Entretanto, estes, devem ser elementos importantes do processo integral de construção do conhecimento científico, onde as sessões de introdução de conceitos, os problemas do lápis e papel e as práticas de laboratório são constituintes do trabalho científico a realizar.

Este processo é constituído de várias etapas de acordo com a situação real, o que exige um esforço criativo e crítico por parte dos estudantes (Baelo e Cantón, 2009).

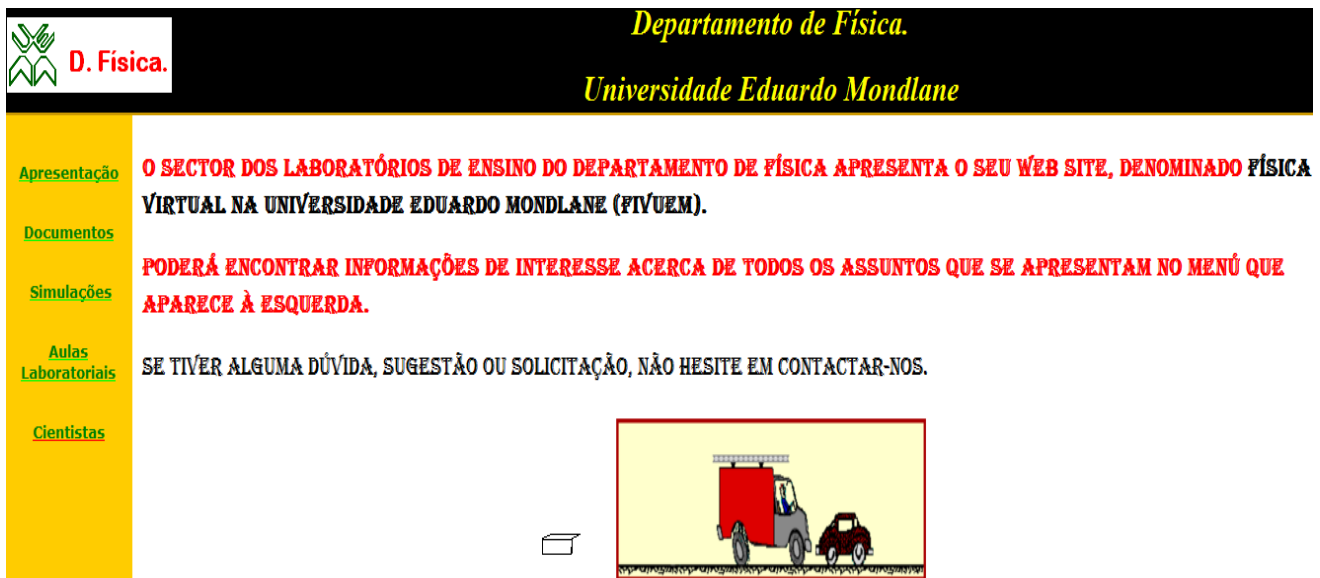
Estudos feitos, aos estudantes do Departamento de Física (DF) da UEM, que frequentaram aulas de Mecânica, Física Molecular e Termodinâmica, Electromagnetismo, Óptica e Ondas indicam que, a falta de oportunidade de manusear por mais vezes os aparelhos ou experiências oferecidas durante as aulas laboratoriais no Departamento, devido ao número elevado de estudantes por turma, constitue um défice no processo educativo, pois, ajudaria grandiosamente na auto preparação e na posterior realização das actividades laboratoriais.

Como forma de suprir esta necessidade, foram desenhadas várias páginas Web independentes e inter-relacionadas nas quais podem encontrar-se:

- Sistemas que permitem a auto preparação para a posterior realização de aulas práticas laboratoriais das disciplinas que complementam a Física Geral a realizarem-se nos laboratórios de ensino do DF.
- Sistemas que permitem realizar uma grande quantidade de aulas práticas laboratoriais de forma virtual, e com exercícios que facilitam significativamente o sistema de aprendizagem sem recorrer em internet.

Desenvolvimento.

Na página principal do site confeccionado (FIVUEM) contém o guião que orienta ao estudante durante o processo de preparação da experiência (figura 2), indicando os aspectos principais a considerar.



D. Física.

Departamento de Física.

Universidade Eduardo Mondlane

Apresentação O SECTOR DOS LABORATÓRIOS DE ENSINO DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA APRESENTA O SEU WEB SITE, DENOMINADO FÍSICA VIRTUAL NA UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE (FIVUEM).

Documentos PODERÁ ENCONTRAR INFORMAÇÕES DE INTERESSE ACERCA DE TODOS OS ASSUNTOS QUE SE APRESENTAM NO MENÚ QUE APARECE À ESQUERDA.

Simulações

Aulas Laboratoriais SE TIVER ALGUMA DÚVIDA, SUGESTÃO OU SOLICITAÇÃO, NÃO HESITE EM CONTACTAR-NOS.

Cientistas

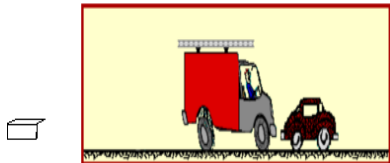


Figura 2. Captura de imagem da página Web principal do FIVUEM

+ Documentos

Na página Web, o estudante poderá encontrar vários materiais didáticos disponibilizados pelos autores como auxiliares neste processo de tratamento de dados:

- *Teoria de erros*- documento que trata da estatística das medições, nele, inclui-se a fundamentação e exemplos sobre o cálculo de erros e apresentação dos resultados por intervalos de confiança, assim como, o ajuste de curvas através do método dos mínimos quadrados.
- *Modelo de relatorios*- Neste documento, descrevem-se as características de um modelo típico para a elaboração de relatórios após uma aula prática laboratorial.

A seguir, fotografias ilustrantes de um modelo de relatório e de teoria de erros que deve ser elaborado pelo estudante após uma aula laboratorial.

Aspectos fundamentais do relatório de uma aula laboratorial

Prof. Dr. Carlos Abilio Alejandro Alfonso dailysgiolet@gmail.com

Adaptado por: dr. Luís Cheia luis.cheia@uem.mz

Objectivos:

São formulados de forma muito breve os objectivos da aula laboratorial; normalmente aparecem já formulados na ficha de cada aula laboratorial.

Breve Introdução Teórica:

Fazem parte deste ponto, a teoria geral sobre o assunto a tratar nessa prática, enunciando as leis, equações, demonstração de expressões de trabalho conceitos fundamentais. Sempre que aplicável é necessário incluir figuras ou ilustrações para visualizar um certo fenómeno.

Esquema de Montagem da Experiência.

Deve ilustrar a montagem da experiência, o material necessário e a ordem de execução.

Resultados

Os resultados das medições devem ser apresentados em forma de tabelas, isto ajuda a análise dos resultados e a avaliação do relatório. Devem ser realizados exemplos de cálculos representativos, resultados e gráficos.

Não deve faltar a aplicação da [teoria de erros](#).

Análise dos Resultados:

Comparação dos resultados obtidos na prática, com o que está previsto na teoria e com os valores reportados na literatura.

Teoria de erros.

Elaboração e adaptação:

Prof. Dr. Carlos Alejandro Alfonso

Prof. Dr. M. Lazaro Chissico

1. [Introdução](#)
2. [Conceitos fundamentais sobre medições](#)
3. [Quantidades aproximadas e seus erros](#)
4. [Procedimento a seguir para o cálculo de erro\(U\)](#)
5. [Ajuste de curvas utilizando o método dos mínimos quadrados](#)
6. [Bibliografía](#)

1.-Introdução.

Apesar da beleza matemática de algumas das suas mais complexas e abstractas teorias, a física é sobretudo uma ciência experimental.

As leis naturais estabelecem-se mediante a generalização dos dados experimentais e sua veracidade se comprova na correspondência das suas previsões com a prática.

O método experimental originado e aplicado inicialmente pela física, tem alcançado uma difusão tão grande que não se concebe um ramo da actividade científica ou tecnológica em que não desempenhe um papel fundamental.

A teoria de erros fundamenta a crítica da medição, assim como o projecto dos sistemas destinados a executá-la, daí sua importância técnica e científica.

Neste material esboçam-se brevemente os aspectos fundamentais para a avaliação da incerteza ou erro nas medições. Não obstante as fontes fundamentais que nos servem de suporte aparecem na bibliografía; é de assinalar que se incluem aqui critérios dos quais o nosso juízo deve ser a entidade reguladora no estabelecimento de uma "cultura" padrão sobre o tema: a Organização Mundial da Standardização (ISO).

Figura 3: Capturas de imagem das páginas Web principais destes dois materiais didácticos.

Conferencia introductoria de laboratorio

O docente que se prepara para leccionar uma aula laboratorial deve estar munido de Material didáctico destinado a professores durante a preparação de aulas práctico-laboratoriais, cujo objectivo é o de familiarizar os estudantes com os fundamentos da teoria de erros, familiarizar os estudantes com as características dos instrumentos típicos de medição (paquímetro, micrómetro, balança e cronómetro), assim como, com o ciclo de práticas de laboratório, a desenvolver.

Vantagens do uso do programa Java durante as Simulações.

Na Página Web, pode-se encontrar disponíveis, 165 experiências de simulações (Applets), algumas das quais elaboradas por docentes de Física da UEM e da Universidade Central de las Villas (Cuba) com previa autorização de seus autores para a inclusão no SIDEF e outras encontradas em outras páginas da internet. O uso dos programas Java para simulações durante o processo de ensino e aprendizagem, na base de simulações experimentais é de imensurável vantagem, a saber:

1. É compactível com os navegadores de Internet, qualquer pessoa com acesso na rede pode acessar remotamente as simulações em qualquer momento.

2. Utilizando a tecnologia “máquina virtual de java” de Sun Microsystems, perfeitamente integrada em todas as plataformas atuais, as simulações são executadas na perfeição usando qualquer sistema operativo, desde Windows (em todas suas versões) até Linux, passando por outros de uso minoritário (como Solaris, OS/2, etc.). Assim, mesmo as simulações, são totalmente compactíveis com qualquer versão de MacOS para Macintosh.

Para contribuir com uma rápida localização foram confeccionadas três Páginas Web, que contêm:

. **75** simulações de Mecânica (10 de Cinemática, 31 de Dinâmica, 4 de Trabalho e Energia, 20 de Oscilações Mecânicas y 10 de Ondas Mecânicas).

. **45** simulações de Electricidade e Magnetismo (11 de Campo Eléctrico, 5 de Corrente Contínua, 6 de Campo Electromagnético, 9 de Cargas e Correntes no campo magnético, 8 de Indução Electromagnética e 6 de Oscilações e Ondas Electromagnéticas).


. **45** simulações de Física Molecular e Termodinâmica (7 de Teoria Cinético Molecular e Fenómenos de Transporte, 5 de Processos Termodinâmicos, 9 de Estatística, 13 de Dinâmica de Fluidos , 6 de Estática de Fluidos e 5 de Tensão Superficial).

Com o objetivo de facilitar a utilização das simulações dentro do processo de ensino-aprendizagem, cada uma subdividiu-se em:

. Situação física: Uma informação sobre o tema que será objecto de análises.

. Fundamentos físicos: Conceitos, definições, leis, equações, etc. que explicam as características do tema em estudo.

. Uso do Applet: Breves indicações sobre as possibilidades de interacção com o Applet.

 **Aulas laboratoriais.** Páginas Web onde classificam-se as práticas de laboratório segundo as Disciplinas típicas de Física Geral: Mecânica, Física Molecular e Termodinâmica, Electricidade e Magnetismo e Óptica e Ondas; por sua vez estas subdividem-se em trabalhos laboratorial real e trabalhos laboratorial virtual.

Trabalhos laboratorial real: Inclui as orientações metodológicas da maioria das práticas laboratoriais que estão disponíveis nos laboratórios de ensino do Departamento de Física da UEM. Utilizando este sistema o estudante tem a possibilidade de autopreparar-se teoricamente e receber toda a informação da prática que vai realizar, incluindo as tarefas que individualmente deve desenvolver em seu posto de trabalho. Além disso, recebe as orientações necessárias para a confecção do relatório. Em seguida a relação de nomes das práticas desenvolvidas:

Mecânica: Medições, Segunda Lei de Newton, coeficiente de atrito, movimento combinado de translação e rotação, choque elástico e inelástico, choque inelástico e plástico, oscilações harmónicas simples em pêndulos matemático e físico, oscilações harmónicas simples em pêndulo de torção e sistema corpo-mola, e ressonância em corda.

Física Molecular e Termodinâmica: Viscosidade dinâmica da Glicerina, Tensão superficial dum líquido, Calor específico de condensação da água, Equação de estado dum Gás, Condutibilidade térmica dos metais e Coeficiente de Joule-Thomson de CO₂ e N₂.

Electricidade e Magnetismo: Lei de Ohm, Leis de Kirchhoff, Circuito RC, Transformador, Resistividade eléctrica dos metais e Composição de oscilações harmónicas.

Óptica e Ondas: Anéis de Newton, Redes de difracção e Lei de Malus.

Em cada uma das práticas descrevem-se: Objectivos, resumo teórico, material necessário, ordem de execução, orientações para o relatório e bibliografia.

No resumo teórico: Explicação detalhada dos conteúdos físicos relacionados com a prática, demonstração de equações de trabalho, etc. inserem-se enlases a Applet afins ao conteúdo físico que se está tratando. A figura 4 mostra três capturas de imagem de páginas Web correspondentes na prática real coeficiente de atrito; e na figura 5 o Applet que visualiza e ajuda na compreensão deste fenómeno (pratica virtual).



Figura 4. Diferentes capturas de imagem da prática real coeficiente de atrito.

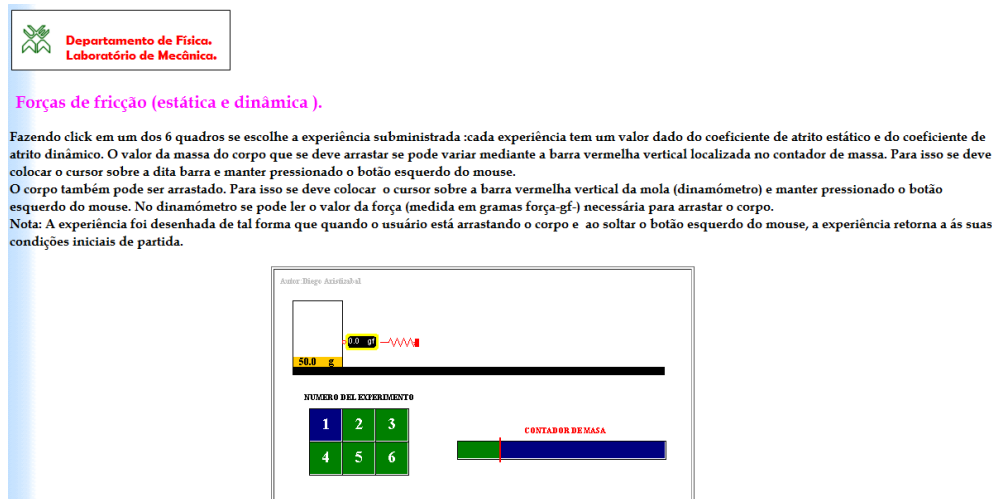


Figura 5. Applet sobre as forças de atrito.

▪ Trabalho laboratorial virtual: Inclui actualmente 55 práticas virtuais, subdivididas por cada um dos laboratórios de ensino (24 de Mecânica, 13 de Física Molecular & Termodinâmica e 18 de Electricidade & Magnetismo). Na figura 6 mostra a captura de imagem de duas Páginas Web: práticas virtuais de mecânica e práticas virtuais de Electricidade & magnetismo. A captura de imagem das práticas virtuais correspondentes ao fenómeno da indução electromagnética apresenta-se na figura 7.



Figura 6. Captura de imagem de páginas Web específicas de práticas virtuais.

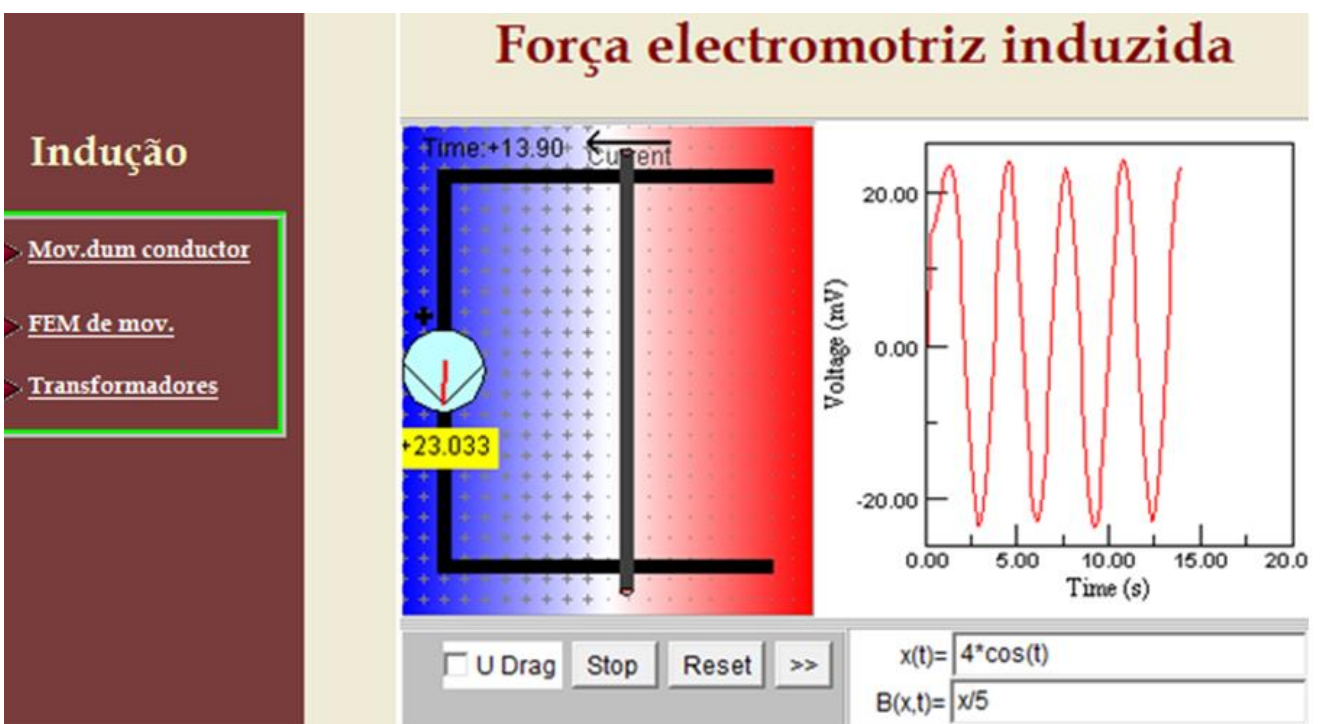


Figura 7. Captura de imagem da página Web específica dos fenômenos de indução.

Nas técnicas operatórias, das práticas que nestes momentos o FIVUEM inclui, nas duas formas (real e virtual) recomenda-se fazer previamente a virtual como um meio de relacionar-se com os conteúdos e a problemática que encontrará na forma presencial, embora a ordem pode inverter-se e optar por a forma virtual para ampliar a informação, analisar novas variantes não disponíveis no dispositivo real o cuja execução ocuparia um tempo demasiado prolongado (não adequado para uma prática de laboratório inserida nos planos de estudo), analisar graficamente a dependência funcional entre magnitudes físicas, etc.

Nas orientações encontramos três aspectos: descrição (particularidades do Applet que vai utilizar), montagem experimental (o Applet), e tarefas (actividades que devem realizar os estudantes). As tarefas, na grande maioria das práticas, são situações não acoitadas e de enunciado aberto, pelo geral qualitativo, onde a maior parte da informação que requeira-se para a sua realização não aparece explicitamente em seu enunciado.

Estas tarefas demonstraram que favorecem a aprendizagem, criam atitudes positivas nos educandos, os familiarizam com aspectos da metodologia da investigação nas ciências, contribuem ao desenvolvimento de uma percepção mais integral da realidade circundante por parte de eles, e no estabelecimento de relações entre os resultados obtidos e os conhecimentos através de uma sistematização conceitual.

Recentes trabalhos de culminação de estudos apresentados no Departamento de Física demonstraram os positivos resultados obtidos com a didáctica utilização do FIVUEM nas diferentes formas de ensino típicas da Disciplina de Óptica e Ondas. Destaca-se as habilidades adquiridas na preparação e defensas de relatórios técnicos, manejo de informação obtida de diferentes fontes reconhecidas, aplicação da teoria de erros e o método dos mínimos quadrados no ajuste e interpretação de curvas. Aspira-se que o FIVUEM seja uma ferramenta de aprendizagem que possibilite o pensamento crítico, a argumentação científica; que fomente o trabalho em grupo, o dialogo, o compartilhamento e a aceitação das ideias, a troca de informações e a ajuda mútua.

Benefício Social

O estado avançado de deterioração dos equipamentos e instrumentos de medição dos laboratórios de ensino do Departamento de Física da UEM e as dificuldades para imprimir novos livros, o material complementar para a auto preparação, põe em perigo a possibilidade de que os estudantes que recebem as disciplinas da Física Geral (todos os de Licenciatura em Física, Meteorologia, Química, Biologia e os de Engenharia Mecânica, Eléctrica, Civil, etc.), possam desenvolver as actividades de Práticas de Laboratório, o que traria consigo uma insuficiência considerável no processo de ensino-aprendizagem, posto que os objectivos referidos na actividade prática concebidos dentro dos planos de estudo das disciplinas de Física, não poderiam cumprir. Este aspecto contribui negativamente na formação integral dos futuros profissionais, em específico pelo perfil técnico que devem desenvolver, e onde as práticas laboratoriais jogam um papel fundamental.

Que se desenvolva um sistema de Práticas de Laboratório Virtuais, para o ensino de Física, o que não só salva o défice de equipamento real para realizar estas actividades, mas também permite que um maior número de estudantes possa aceder a elas sempre que o momento convenha, sem que seja necessariamente imperioso a permanência na sala de informática no horário laboral.

Ademais, este sistema converte-se em uma das bases fundamentais para atender os Cursos de Pós-Laboral dentro da universalização empreendida pelo Ministério de Educação em Moçambique, tendo em conta que existe um grande número de cursos virados á este processo onde ministram-se as Disciplinas de Física, e não existe a infra-estrutura material adequada para assumir essa grande matrícula de forma presencial.

São consideráveis também as habilidades de navegação, de interactividade e manejo da informação científico – técnica, que adquirem os alunos enquanto desenvolvem estas actividades nos primeiros anos de suas carreiras, o que favorece sua formação integral e os situa num lugar privilegiado dentro do processo de informatização que abranja já todas as esferas da vida contemporânea.

Benefício Económico

Para dar solução na problemática do laboratório real, muitos já fora de sevcio por deterioro, e necessário a aquisição de novos instrumentos e acessórios para o completamento das práticas existentes e a compra de novos equipamentos ou módulos automatizados (computador, interface, sensores e utensílios de laboratórios), cada um com um valor médio de \$ 5000 USD segundo a casa produtora Phywe no 2015.

Se tivermos em conta que em cada laboratório de ensino se necessita fazer oito práticas (\$ 40 000 USD) e considerando que só no Departamento de Física tem cinco (Mecânica, Electricidade & Magnetismo, Física Molecular & Termodinâmica, Óptica e Física Moderna) a soma chega aos \$ 200 000 USD.

Em cambio pela vía que temos desenvueltos o FIVUEM, as prácticas sao confeccionadas num computador (\$ 400 USD), uma cámara digital (\$ 60 USD) e armazenadas em outro computador que actúa como servidor, todo a um total aproximado de \$ 860 USD. Somando dois Datashot (3000) pelas defesas dos relatórios obtemos \$ 3860.

Incluindo os gastos em salário dos autores e colaboradores (Mts), os de electricidade e alguns insumos, e evidente o favorável impacto económico que se logra com este trabalho, que chega a representar um economizo de ao redor de más de \$ 192 000 USD em cada Universidade Pública do país.

Conclusoes.

Dadas as disponibilidades actuais de prática real e virtual propomos que os temas da Física Geral que mencionamos a continuação as aulas teóricas se adéquem e as práticas laboratoriais joguem um papel determinante no sistema de ensino-aprendizagem das disciplinas: Cinemática da traslação, Leis de Newton, Tipos de forças, Colisões, Movimento oscilatório, Movimento ondulatorio, Lei de Ohm, Circuito RC, Lei de Faraday e Transformador eléctrico.

O sistema interactivo aquí analizado está em aplicação experimental na Universidade Eduardo Mondlane desde o ano 2013, con excelentes resultados. O FIVUEM oferece toda a informação que um estudante pode necesitar ao nível universitário para realizar adequadamente as práticas de laboratório de Física Geral, tanto de forma presencial (nos laboratorios de ensino) como de forma virtual (desde qualquer lugar do mundo), apoiam a leccionação de aulas teóricas e práticas, assim como, permite substituir prácticas reais de custo muito elevado.

É preciso instalar uma Máquina Virtual de Java em cada um dos PC da sala de informática do DF da UEM e montar o FIVUEM num servidor da Faculdade de Ciências pela sua disponibilidade em Intranet ou em Internet.

Bibliografía

Alejandro, C. e J. Perdomo (2009). **Aproximando el laboratorio virtual de Física General al laboratorio real.** *Revista Iberoamericana de Educación.* <http://www.rieoei.org/2545.htm>

Andrade, M., (2015) **A escritura de textos literários na formação dos futuros professores de física.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* Vol. 14 No 2. <http://reec.uvigo.es/>

Aquines, O.; Gonzales, H, e P. Perez, (2014) **Simulaciones físicas multiplataforma.** *Latin American Journal of Science Education.* Vol 1. No 1. 12014 <http://www.lajse.org/may14.html>

Baelo, R. e I. Cantón, (2009) **Las tecnologías de la Información y la comunicación en la educación superior.** *Revista Iberoamericana de Educación.* <http://www.rieoei.org/3034.htm>

Brito, B. e S, Rego, (2014) **A utilização de um laboratório investigativo para trabalhar o conceito de energia no ensino médio.** *Latin American Journal of Science Education.* Vol 1. No 1. 12014 <http://www.lajse.org/may14.html>

Ferreira, S. e A. Morais, (2015) **Conceptual demand of practical work: A framework for studying teacher's practices.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* Vol. 14. No 2. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_2_3_ex862.pdf

Miratía, J., (2012) **Necesidades de formación de los docentes universitarios en relación a las herramientas Web 2.0.** *Revista de innovación educativa.* <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4298745>

Muchenski, J. e A. Miquelin, (2015) **Experimentação no ensino de Física como método de aperfeiçoamento do perfil epistemológico dos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental.** *Revista Experiencias em Ensino de Ciências.* Vol 10. No 4. <http://if.ufmt.br/eenci/>

Pena, F. e F. Ribeiro, (2009) **Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de física.** *Revista brasileira de pesquisa em Educação em Ciências.* Vol 9. No 1. <http://revistas.if.usp.br/rbpec/issue/view/1>

Prados, J. e M. Silva, (2013) **Uma investigação da influência da reconceitualização das actividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio.** *Revista Investigações em ensino de ciências.* <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>

Rita, R.; Santos, H. e J. López, (2013). **A aprendizagem no ensino aprendizagem das Ciências Naturais através de um método de aprendizagem cooperativo.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm

Sauzem, F. e L. Prado, (2015) **Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de Física.** *Revista Experiencias em Ensino de Ciências.* Vol 10. No 1. <http://if.ufmt.br/eenci/>

Solano, I.; Velt, E. e M. Moreira, (2012). **Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física. Um referencial de trabalho.** *Revista Investigações em ensino de ciências.* <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5771>