



## Aula 5: Integração entre atividades experimentais e computacionais

Chegamos à quinta e última aula da disciplina de Laboratório Didático de Física, cujo foco será a integração entre atividades experimentais e computacionais. Começaremos recapitulando algumas das potencialidades e limitações para o seu uso com fins didáticos, segundo a literatura. Na aula 3, apresentamos uma primeira perspectiva de integração do computador com atividades experimentais: a aquisição automática de dados. Na aula de hoje seguiremos com outra perspectiva de integração envolvendo o uso de simulações computacionais.

Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

**Integrando atividades experimentais e computacionais**  
Quinta aula

Profa. Eliane Veit  
Prof. Ives Araujo  
Tutor-autor: Leonardo Albuquerque Heidemann

Instituto de Física  
UFRGS

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

### Atividades experimentais: algumas vantagens

Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
Atividades experimentais: limitações  
Simulações computacionais: potencialidades  
Simulações computacionais: limitações

**Atividades experimentais**

**Potencialidades:**

- Oportunizam a conexão entre conceitos científicos discutidos em sala de aula com observações fenômenos físicos.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

Ao longo de décadas as aulas experimentais foram consideradas recursos didáticos importantes no ensino de Física e a literatura tem apontado diversos aspectos que corroboram tal visão. No entanto, o que tem sido visto nas salas de aula não vai ao encontro desse pensamento, pois o uso delas é pouco frequente e, quando exploradas, muitas das alegadas vantagens não são verificadas na prática.

Entre os professores, a mais destacada das vantagens das atividades experimentais é a possibilidade de conectar os conceitos científicos discutidos em sala de aula e em livros-texto com observações de um fenômeno ou sistema. Entretanto, um aspecto central para a realização dessa conexão é frequentemente negligenciado pela análise



dos erros experimentais. Somente por meio dela os estudantes podem verificar a adequação dos modelos teóricos produzidos na Física com a realidade e, por isso, a discussão de erros experimentais deve ser tratada com prioridade. Não se trata de obter valores numéricos precisos ou entrar em discussão sobre o número de dígitos significativos, trata-se essencialmente da discussão sobre os possíveis fatores que alteram de modo apreciável os resultados obtidos e seu grau de importância.

Outra vantagem importante relacionada às atividades experimentais é o fato de que elas podem facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos. Apesar disso, a falta de uma situação-problema adequada tem levado alguns pesquisadores a concluir que com frequência as atividades experimentais

**Recapitulando**  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
 Exemplos  
 Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
 Atividades experimentais: limitações  
 Simulações computacionais: potencialidades  
 Simulações computacionais: limitações

**Atividades experimentais**

**Potencialidades:**

- Oportunizam a conexão entre conceitos científicos discutidos em sala de aula com observações fenômenos físicos.
- Podem facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

acabam não tendo papel significativo na aprendizagem e compreensão de conceitos físicos. É fundamental que a atividade experimental promova um “desafio cognitivo”, ou seja, que haja uma questão central que leve o aluno a refletir sobre os conceitos envolvidos no experimento através de um desequilíbrio em sua estrutura cognitiva. Mas esse desequilíbrio deve ser tal que ele seja capaz de superar com o auxílio de algum colega ou do professor. É importante também que a experiência tenha um objetivo claro, promovendo um nível de independência do aluno condizente com sua maturidade.

**Recapitulando**  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
 Exemplos  
 Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
 Atividades experimentais: limitações  
 Simulações computacionais: potencialidades  
 Simulações computacionais: limitações

**Atividades experimentais**

**Potencialidades:**

- Oportunizam a conexão entre conceitos científicos discutidos em sala de aula com observações fenômenos físicos.
- Podem facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos.
- Incentivam à argumentação lógica baseada em evidências.
- Influenciam as atitudes dos alunos, aumentando seu interesse por Ciências.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

Outros benefícios apontados na literatura para a realização de atividades experimentais são que elas:

incentivam a argumentação lógica baseada em evidências;

e promovem atitudes positivas por parte dos alunos em relação à ciência. Em

decorrência disso, ocorre também um aumento no interesse dos estudantes pela ciência.



Esses dois pontos devem ser olhados com muita atenção. Os estudantes podem entender que a ciência se desenvolve somente por meio da observação, o que, como já vimos na disciplina de epistemologia, é um equívoco. É preciso trazer para a discussão o fato que a ciência é influenciada por considerações socioeconômicas, culturais, políticas, éticas e morais, e não somente por evidências observacionais.

A aquisição de habilidades práticas e de técnicas de laboratório por parte dos discentes é mais um dos aspectos apontados com vantajoso, mas que deve ser questionado. Apesar de ser tratado como uma vantagem das atividades experimentais, muitos autores fazem severas críticas a esse posicionamento. Por exemplo, Hodson questiona: como o fato de usar uma pipeta corretamente pode ser transferido para outra situação de laboratório ou para o cotidiano dos alunos? O trabalho prático não é necessário no sentido de desenvolver certas habilidades de laboratório nos estudantes, mas certas habilidades são indispensáveis quando se pretende engajar os estudantes em atividades práticas. Em outras palavras, os alunos precisam de algumas habilidades práticas para que não se desestimulem pelas dificuldades na realização das medidas experimentais.

Recapitulando Integrando atividades experimentais e computacionais Exemplos Comentários finais	Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações
---	--

**Atividades experimentais: potencialidades**



Recapitulando Integrando atividades experimentais e computacionais Exemplos Comentários finais	Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações
---	--

**Atividades experimentais: potencialidades**



A última vantagem que apontamos aqui é a que consideramos de maior relevância: a possibilidade de promoção de relações sociais colaborativas! A criação de um espaço onde os alunos falem de Física e negociem os significados que atribuem aos conceitos físicos é, talvez, o aspecto mais positivo da atividade experimental. Cabe ao professor, no entanto, ter muito cuidado



para evitar que um único aluno centralize os trabalhos, ou que algum aluno fique isolado dos demais, não tendo participação efetiva.

### *Atividades experimentais: algumas limitações*

Dentre as limitações impostas à abordagem tradicional das atividades experimentais, a mais ressaltada pela literatura é que consomem muito ou todo o tempo disponível com operações de montagem dos equipamentos, coleta de dados e cálculos para obter respostas esperadas, e pouco tempo com a reflexão sobre os significados e

Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

Atividades experimentais: potencialidades  
Atividades experimentais: limitações  
Simulações computacionais: potencialidades  
Simulações computacionais: limitações

#### Atividades experimentais: limitações

**Limitações:**

- Podem consumir muito tempo com preparação e coleta de dados tornando impraticável uma discussão adequada dos resultados
- Muitas professoras continuam oferecendo "receitas de bolo" que os alunos devem seguir rigidamente.
- Roteiros excessivamente "abertos" podem promover uma sobrecarga cognitiva prejudicial ao aprendizado dos alunos iniciantes.
- Os alunos as percebem como eventos isolados, que têm o objetivo de chegar à "resposta certa".

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

implicações dos resultados encontrados. Além disso, muitas delas continuam oferecendo “receitas de bolo” que os alunos devem seguir rigidamente. Atividades com esse formato promovem uma visão reducionista da atividade científica.

Outro problema ocorre quando são utilizados roteiros muito “abertos”, que provocam uma sobrecarga cognitiva nos alunos. Como ressaltado na aula 4 desta disciplina, atividades com tal formato são epistemologicamente equivocadas, psicologicamente errôneas e didaticamente impraticáveis.

A literatura tem destacado também que os alunos têm percebido as atividades práticas como eventos isolados que têm por objetivo se chegar à “resposta certa” e que eles não percebem o propósito principal de uma investigação experimental. Os alunos enxergam as medidas como metas e não refletem sobre os aspectos conceituais, não relacionando a finalidade de sua investigação com a experiência que conduziram.



### Simulações computacionais: algumas vantagens

**Recapitulando**  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
 Exemplos  
 Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
 Atividades experimentais: limitações  
**Simulações computacionais: potencialidades**  
 Simulações computacionais: limitações

**Simulações computacionais: potencialidades**

Podem proporcionar a interação do aluno com "experimentos virtuais", substitutos de experimentos reais potencialmente perigosos, caros, ou que, por algum motivo, não são passíveis de reprodução em laboratório.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

A mais intuitiva das vantagens propiciadas pelas simulações computacionais no ensino de Física (e amplamente destacada em artigos sobre o assunto) é a capacidade de propiciar ao aluno a possibilidade de realização de "experimentos virtuais" que seriam perigosos, caros, ou que, por algum motivo, não são passíveis de reprodução em laboratório. Exemplos desse tipo de experimento são um pouso na lua ou uma situação de emergência em uma usina nuclear.

Outra potencialidade importante das simulações computacionais é permitir a visualização de múltiplas representações simultâneas de um fenômeno físico, tais como gráficos, tabelas e, animações.

**Recapitulando**  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
 Exemplos  
 Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
 Atividades experimentais: limitações  
**Simulações computacionais: potencialidades**  
 Simulações computacionais: limitações

**Simulações computacionais: potencialidades**

Podem apresentar múltiplas representações simultâneas de um mesmo fenômeno físico.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

**Recapitulando**  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
 Exemplos  
 Comentários finais

**Atividades experimentais: potencialidades**  
 Atividades experimentais: limitações  
**Simulações computacionais: potencialidades**  
 Simulações computacionais: limitações

**Simulações computacionais: potencialidades**

**Potencialidades:**

- Possibilitam a diminuição ou aumento do nível de complexidade das representações dos fenômenos a ser investigado; inclusão ou exclusão de certos aspectos; adoção de condições idealizadas e criação de cenários que permitam aos estudantes se concentrarem em conceitos fundamentais.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

Também são vantagens do uso de simulações a possibilidade de diminuir ou aumentar o nível de complexidade dos modelos usados para representar os fenômenos físicos. Dessa forma, elas possibilitam o desenvolvimento de atividades que permitem aos estudantes concentrarem-se em conceitos fundamentais sem as



distrações, dificuldades e os aborrecimentos que fazem parte de tantos experimentos realizados com objetos reais. As simulações são versões simplificadas do mundo natural e por isso têm o potencial de facilitar a aprendizagem, centrando a atenção dos alunos mais diretamente sobre os conceitos estudados.

Considerando-se que a visualização tem um papel importante no ensino de ciências e que o ensino de Física cada vez mais avança em direção a ideias abstratas, as experiências dos alunos relacionadas ao que está sendo estudado se tornam cada vez mais escassas. Nesse sentido, a visualização de conceitos abstratos através da manipulação de simulações computacionais é uma clara vantagem apresentada pelas atividades computacionais. Por ex., num *software* como o Modellus o aluno pode manipular vetores e observar como se comporta a regra do paralelogramo para a soma de vetores, ou variar os valores os parâmetros de entrada para a posição e velocidade, em uma equação que descreve o movimento de um projétil, e com isso adquirir alguma noção do significado físico das grandezas associadas a esses parâmetros.

Recapitulando Integrando atividades experimentais e computacionais Exemplos Comentários finais	Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações
Simulações computacionais: potencialidades	
<p><b>Potencialidades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilitam a diminuição ou aumento do nível de complexidade das representações dos fenômenos a ser investigado; inclusão ou exclusão de certos aspectos; adoção de condições idealizadas e criação de cenários que permitam aos estudantes se concentrarem em conceitos fundamentais.</li> <li>• Proporcionam um ambiente em que podem ser realizadas experimentos "conceituais" sobre os conceitos abstratos da Física.</li> </ul>	
Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais	

Recapitulando Integrando atividades experimentais e computacionais Exemplos Comentários finais	Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações
Simulações computacionais: potencialidades	
<p><b>Potencialidades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilitam a diminuição ou aumento do nível de complexidade das representações dos fenômenos a ser investigado; inclusão ou exclusão de certos aspectos; adoção de condições idealizadas e criação de cenários que permitam aos estudantes se concentrarem em conceitos fundamentais.</li> <li>• Proporcionam um ambiente em que podem ser realizadas experimentos "conceituais" sobre os conceitos abstratos da Física.</li> <li>• Influenciam a atitude dos alunos, motivando e promovendo engajamento nas atividades propostas.</li> </ul>	
Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais	

Por fim, assim como ocorre com as atividades experimentais, a literatura destaca que atividades computacionais também influenciam na atitude dos alunos, motivando e promovendo engajamento nas atividades propostas.



### Simulações computacionais: algumas limitações

Dentre as potenciais limitações apresentadas pelo uso de simulações computacionais, uma das mais importantes é que as simulações computacionais podem simplificar excessivamente sistemas que são muito complexos e isso pode levar os estudantes a adotarem uma falsa ideia de que o controle de variáveis é algo trivial. Além disso, somente com o uso de simulações computacionais, os alunos não têm contato com erros experimentais, dificultando a construção de uma visão epistemológica adequada.

<p><b>Recapitulando</b> Integrando atividades experimentais e computacionais</p> <p>Exemplos Comentários finais</p>	<p>Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações</p>
---	--

**Simulações computacionais: limitações**

**Limitações:**

- Podem simplificar demais sistemas que são muito complexos.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@ifufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

<p><b>Recapitulando</b> Integrando atividades experimentais e computacionais</p> <p>Exemplos Comentários finais</p>	<p>Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações</p>
---	--

**Simulações computacionais: limitações**

**Limitações:**

- Podem simplificar demais sistemas que são muito complexos.
- Nem sempre os alunos acreditam que as leis e princípios observados na simulação computacional se aplicam também ao mundo real.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@ifufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

Outra limitação importante é que os alunos nem sempre acreditam que as leis e princípios observados na simulação computacional se aplicam também ao mundo real. Alguns estudantes não acreditam que o que acontece na simulação computacional pode estar relacionado com algo da natureza.

Por outro lado, o computador pode exercer demasiada autoridade sobre os alunos, ou seja, como se tudo que é apresentado por ele está inquestionavelmente correto. Por exemplo, no caso de simulações de fenômenos físicos, as idealizações propostas pelas simulações

<p><b>Recapitulando</b> Integrando atividades experimentais e computacionais</p> <p>Exemplos Comentários finais</p>	<p>Atividades experimentais: potencialidades Atividades experimentais: limitações Simulações computacionais: potencialidades Simulações computacionais: limitações</p>
---	--

**Simulações computacionais: limitações**

**Limitações:**

- Podem simplificar demais sistemas que são muito complexos.
- Nem sempre os alunos acreditam que as leis e princípios observados na simulação computacional se aplicam também ao mundo real.
- A presença do computador pode favorecer uma visão autoritária de aprendizagem.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@ifufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais



computacionais podem ser relacionadas com algo invisível e inquestionável, fazendo com que os alunos não adotem uma postura crítica em relação as suas observações e, muitas vezes, não percebam que estão usando elas fora do seu domínio de validade.

Por fim, outro aspecto que pode limitar as potencialidades das atividade computacionais refere-se à complexidade gráfica das simulações computacionais utilizadas. A fidelidade da simulação usada deve ser condizente com o nível de compreensão dos alunos sobre o assunto a ser tratado. Uma simulação

muito fiel à realidade pode intimidar os discentes principiantes, apresentando detalhes que acabam por dificultar a assimilação do aluno. Sob certas circunstâncias, realismo demasiado pode interferir no processo de aprendizagem e distrair o aluno dos aspectos centrais que a atividade busca tratar. Como exemplo, alunos iniciantes que usam uma simulação com a possibilidade de modificar muitas variáveis não conseguem captar a real relação entre a alteração de uma delas e as consequências dessa modificação nas outras variáveis do sistema estudado.

### *Integrando atividades experimentais e computacionais*

O tema central da aula de hoje é a integração de atividades experimentais e computacionais. Com isso queremos nos referir à possibilidade do aluno explorar recursos tanto experimentais quando computacionais para a investigação de um mesmo fenômeno físico. Dentre os recursos computacionais podemos pensar

Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

Atividades experimentais: potencialidades  
Atividades experimentais: limitações  
Simulações computacionais: potencialidades  
Simulações computacionais: limitações

**Simulações computacionais: limitações**

**Limitações:**

- Podem simplificar demais sistemas que são muito complexos.
- Nem sempre os alunos acreditam que as leis e princípios observados na simulação computacional se aplicam também ao mundo real.
- A presença do computador pode favorecer uma visão autoritária de aprendizagem.
- Simulações computacionais com demasiado realismo podem distrair o aluno dos aspectos centrais que a atividade busca tratar.

Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

Ideias básicas  
Questões em aberto

**Integrando atividades experimentais e computacionais**

**Ideias básicas**

- disponibilizar recursos experimentais e computacionais para uso do aluno
- recursos computacionais: simulação, modelagem, aquisição de dados, análise de dados
- é indispensável reflexão e avaliação os resultados experimentais e os computacionais





atividades que envolvem simulação e modelagem computacional, como aquelas tipicamente trabalhadas por vocês nas disciplinas de Métodos computacionais no ensino de Física e na disciplina de Modelos científicos e fenômenos físicos. Também podemos pensar em atividades de coleta e análise de dados, como vocês têm trabalhado na atual disciplina.

De qualquer modo, seja em atividade experimental, seja em computacional ou na integração de ambas, se pretendemos que o aluno atinja uma aprendizagem significativa de algum conteúdo de física, é preciso que ele seja levado a refletir sobre os efeitos de suas ações e sobre a qualidade dos resultados obtidos.

Algumas questões em abertas precisam ser aqui evocadas:

Como conduzir atividades experimentais que usem tanto recursos computacionais, quanto experimentais?

É preferível primeiro trabalhar com o computador? Ou com o experimento?

Não temos, e tampouco a literatura tem, respostas fechadas a essas questões. Há ainda poucos estudos a esse respeito, mas de maneira bastante geral podemos dizer que esses estudos têm mostrado que há uma eficácia maior quando se usam ambos os tipos de recursos. Não necessariamente ambos os recursos precisam ser utilizados simultaneamente. Com frequência se verifica que a realização inicial de as atividades computacionais, dá melhores condições de os alunos compreenderem melhor a experiência que realizarão, favorecendo a aprendizagem. Mas outras tantas vezes o uso dos computadores após a realização da experiência é recomendado para explorar situações físicas não tratáveis no laboratório. Por ex., para verificar como seria o comportamento das grandezas em discussão, na Lua ou em algum planeta, além da própria Terra.

Não temos uma receita única para a integração, mas vamos passar a alguns exemplos, que poderão lhes inspirar.



*Exemplo 1: Bolinha desliza sobre um plano inclinado*

Um exemplo clássico tratado em aulas experimentais de Cinemática é o de uma bolinha que desce um plano inclinado. O foco das atenções é analisar seu movimento e construir gráficos de sua posição e velocidade contra o tempo. A questão que colocamos é: qual o significado de um gráfico posição versus tempo para o aluno? Nós, professores de


Física, usamos gráficos essencialmente porque por meio deles conseguimos sintetizar um conjunto muito grande de informações e facilitar a sua análise. Mas será que o aluno se sente à vontade com essa linguagem? Será que o aluno consegue atribuir ao gráfico  $x$  versus  $t$ , por exemplo, o significado que nós atribuímos? Para trabalhar com os conceitos de física relevantes que ocorrem nessa experiência em que uma bolinha desce um plano inclinado, como são os conceitos de posição, deslocamento, velocidade, aceleração, seria recomendável antes da realização da experiência, que os alunos tivessem a possibilidade de explorar simulações computacionais envolvendo esses conceitos.

Resumindo  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
**Exemplos**  
 Comentários finais

**Exemplo 1: Bolinha desliza sobre um plano inclinado**  
 Exemplo 2: ondas transversais em cordas  
 Exemplo 3: circuitos elétricos simples  
 Exemplo 4: indução eletromagnética

**Exemplo 1: Bolinha desliza sobre um plano inclinado<sup>1</sup>**

**Atividade experimental**



**Simulações computacionais**



Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais


*Exemplo 2: ondas transversais com cordas*

Resumindo  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
**Exemplos**  
 Comentários finais

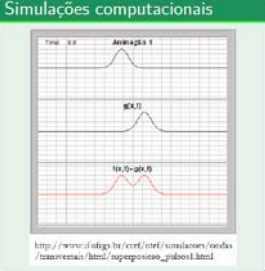
**Exemplo 1: Bolinha desliza sobre um plano inclinado**  
**Exemplo 2: ondas transversais em cordas**  
 Exemplo 3: circuitos elétricos simples  
 Exemplo 4: indução eletromagnética

**Exemplo 2: ondas transversais em cordas<sup>2</sup>**

**Atividades experimentais**



**Simulações computacionais**



<sup>2</sup>Morini, L. B. M. 2009

Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

O estudo de ondas mecânicas é usualmente iniciado pela geração de pulsos de ondas transversais em cordas. Não é difícil demonstrar ao aluno, e é muito importante que se demonstre, a propagação dos pulsos. Porém, se por um lado a realização da experiência é importante para ele observar que esse é o comportamento manifestado na natureza,

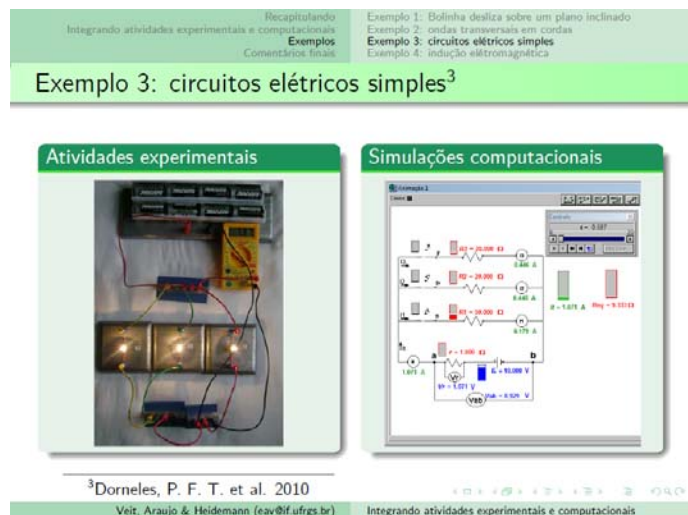
por outro, é impossível via demonstração real, fazer a superposição de pulsos e mostrar que eles se adicionam linearmente. Nada se iguala ao potencial de uma simulação



computacional para a discussão da superposição linear de pulsos e ondas, como ilustrado na figura da direita. Esse material foi utilizado no trabalho de mestrado da profa. Lizandra Morini. É importante observar, que todo o material desenvolvido pela Lizandra, foi aplicado em sala de aula, com alunos de turmas regulares do ensino médio e teve bastante sucesso. Ou seja, o que queremos dizer é que o que propomos é algo realizável em muitas escolas, desde que o professor se sinta motivado e se empenhe para isso.

### Exemplo 3: circuitos elétricos simples

Uma das áreas da Física que mais dispõe de pesquisas sobre dificuldades de aprendizagem é a de circuitos elétricos. Diversas são as referências que mostram que mesmo depois de passar pelo conteúdo de circuitos elétricos, os alunos continuam com algumas concepções alternativas, por exemplo, a de que a corrente elétrica



em um circuito em série vai diminuindo a medida que vai cruzando os elementos do mesmo. Uma das maneiras propostas para auxiliar os alunos a ultrapassar tais concepções é a realização de experiências com circuitos elétricos reais. Além de motivadores, os trabalhos com os elementos reais de um circuito elétrico propiciam condições para os alunos criarem e testarem suas hipóteses. Porém, as simulações computacionais oferecem uma gama muito mais ampla de possibilidades para testar hipóteses. Por meio delas é possível, por ex., criar circuitos elétricos ideais, em que os fios elétricos não têm resistência elétrica. O uso combinado de atividades experimentais e computacionais mostrou-se muito eficaz na aprendizagem de circuitos elétricos, conforme o trabalho de doutorado do Prof. Pedro Dorneles, atualmente professor da UniPampa, em Bagé.



*Exemplo 4: indução eletromagnética*

Resumindo  
 Integrando atividades experimentais e computacionais  
**Exemplos**  
 Comentários finais

Exemplo 1: Bola de bilhar sobre um plano inclinado  
 Exemplo 2: ondas transversais em cordas  
 Exemplo 3: circuitos elétricos simples  
**Exemplo 4: indução eletromagnética<sup>4</sup>**

**Atividades experimentais**

**Simulações computacionais**

<sup>4</sup>Moretti, R. e Andrade, M. H. de 2010  
 Veit, Araujo & Heidemann (eav@if.ufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

A figura da esquerda mostra a tela do software Spectrogram, quando um ímã é deixado cair dentro de um cano de PVC que tem em seu entorno cinco bobinas associadas em série e conectadas à entrada de microfone do computador. Os picos da figura se devem à corrente elétrica gerada em cada uma das bobinas, quando o ímã passa por elas. Essa experiência foi montada pela tutora Roberta Moretti e um colega do mestrado profissional, o Prof. Maurício Andrade. Na figura da direita vê-se uma simulação computacional, no PHET, que permite explorar o fenômeno de indução magnética. No exemplo, o ímã foi movimentado rapidamente para direita, gerando corrente elétrica na lâmpada.

*Comentários finais*

Ao longo das disciplinas de Modelos científicos e Fenômenos Físicos e Laboratório Didático da Física, procuramos, sob diferentes ângulos, discutir o tripé de sustentação da Física: a Física Teórica, a Experimental e a Física computacional, porque entendemos que um bom ensino de Física necessariamente deve levar em conta seus atuais paradigmas. Unindo esses três pilares de sustentação encontram-se os modelos científicos.





Recapitulando  
Integrando atividades experimentais e computacionais  
Exemplos  
Comentários finais

## Comentários finais

- **aprender ciência:** adquirir e desenvolver conhecimento conceitual e teórico;
- **aprender acerca da ciência:** desenvolver uma compreensão sobre a natureza e métodos da ciência e uma percepção das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;
- **fazer ciência:** empenhar-se e desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Veit, Araujo & Heidemann (eav@ufufrgs.br) Integrando atividades experimentais e computacionais

conhecimento factual e teórico sobre Física;

**aprender acerca da ciência:** desenvolver uma compreensão sobre a natureza e métodos científicos e uma percepção das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;

**e por último fazer ciência:** empenhar-se em desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Com essa aula encerramos essa disciplina, esperando que a quinta tarefa a que vocês se dedicarão nessa semana, assim como a correspondente prática pedagógica, na qual vocês terão que propor alguma atividade integrada, com as respectivas orientações para os alunos, resulte num amplo conjunto de novas alternativa para a integração de atividades experimentais e computacionais no ensino médio.

Boa semana Eliane & Ives

Integrar atividades experimentais, com atividades de simulação e modelagem computacionais, parece-nos o meio apropriado para, com proposto por Hodson:

propiciar uma **aprendizagem significativa sobre ciência**, ou seja, para adquirir e desenvolver



## Referências

- ARAUJO, I. S. et al. (2010) <http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/cinematica/IGCin.swf>
- HODSON, D. (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo del laboratorio. **Ensenanza de las ciencias**, v. 12, n. 3, p.299-313.
- DORNELES, P. F. T. et al.(2010) <http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/circuitos>
- MORETTI, R. e Andrade, M. H. de (2010). Material de apoio disponível no Moodle.
- MORINI, L. B. M. (2009). Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, IF-UFRGS.
- SILVA, L. F. da e VEIT, E. A. *Ondas mecânicas* <http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/ondas/>