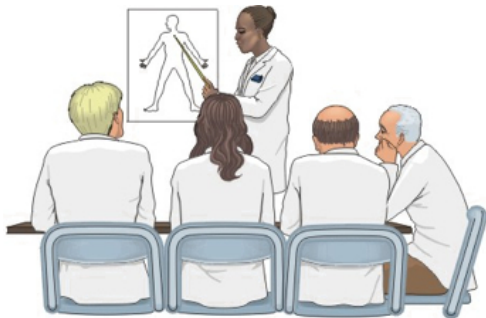


PBL e suas variações aplicados ao ensino de física



Marco A. de M. Franco,
Milena M. Carvalho
e Thiago M. K. Kubota

Instituto de Física de São Carlos
Universidade de São Paulo

20 de outubro de 2015

PBL: Problem-Based Learning



- Década de 60: Escola de Medicina da Universidade de McMaster (Canadá)
- No Brasil: Faculdade de Medicina de Marília (1997); Universidade de Londrina (1998); UFSCar (2007)

PBL: Problem-Based Learning

Limitações:

Tempo de preparação

Avaliação dos alunos

Novos papéis para
alunos e professor

Volume de informações



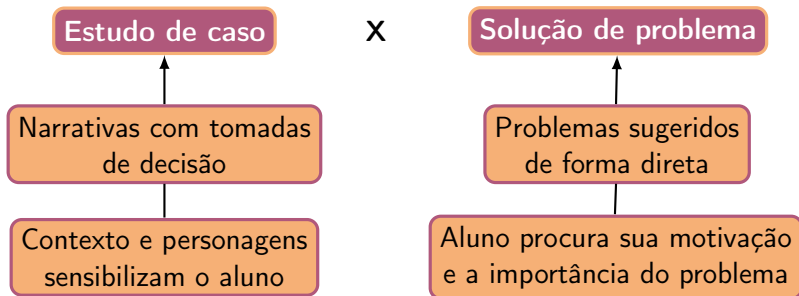
Variações do PBL

Diferentes **contextos educacionais** e **níveis de ensino**, no currículo como um todo ou como **estratégia parcial**

O aluno deve:

- **Identificar** e **definir** o problema;
- **Acessar**, **avaliar** e **usar** informações necessárias à solução do problema;
- **Apresentar** a solução do problema.

Variações do PBL



Aplicações do PBL e suas variações

Aproximar o futuro profissional da **realidade prática**
Construir um **especialista** em solução de problemas



- Medicina
- Direito
- Administração
- Economia
- Química
- Biologia
- Física

Aplicações do PBL e suas variações na Física

The screenshot shows the IOP Institute of Physics website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Home', 'News', and 'About'. Below this, the main header reads 'IOP Institute of Physics'. A secondary navigation bar includes links for 'Join the IOP', 'Events', 'Publications', 'Education' (highlighted), 'Activities', 'Careers', 'Policy', and 'Resources'. A breadcrumb trail indicates the current location: 'You are here > Education > Higher education and research > National Higher Education STEM Programme > Problem Based Learning'. On the left, a sidebar lists various categories under 'Higher education and research', with 'Problem Based Learning (PBL)' selected. The main content area is titled 'Problem based learning modules' and contains a paragraph describing the IOP's partnership with Professor Derek Raine and the Centre for Interdisciplinary Science at the University of Leicester to create fifteen PBL modules. Below this, it states that these cover both physics and broader integrated sciences topics. A link is provided for further information about Problem Based Learning. A list of five PBL modules is shown, each with a title, file format, size, and a brief description.

For physics • For physicists • For all Home | News | About

IOP Institute of Physics

[Join the IOP](#) | [Events](#) | [Publications](#) | **Education** | [Activities](#) | [Careers](#) | [Policy](#) | [Resources](#)

You are here > [Education](#) > [Higher education and research](#) > [National Higher Education STEM Programme](#) > [Problem Based Learning](#)

Higher education and research

- National Higher Education STEM Programme
- New Degree - Integrated Sciences
- Repackaging Physics
- Physics Lives
- Career clips
- STEM resources
- Group Industrial Projects
- Problem Based Learning (PBL)**
- Public Engagement with Physics

Problem based learning modules

The IOP, in partnership with Professor Derek Raine and the Centre for Interdisciplinary Science at the University of Leicester, has created fifteen PBL modules that can be adopted by university lecturers for their own teaching needs.

These cover both physics and broader integrated sciences topics.

For further information about [Problem Based Learning](#).

- [The Andromeda files](#) (PDF, 724 KB)
An introduction to the microworld
- [The patents officer](#) (PDF, 1 MB)
Energy and free energy
- [Greenhouse effect](#) (PDF, 543 KB)
An introduction to thermal radiation
- [Wireless power](#) (PDF, 1 MB)
Electromagnetism

- Mecânica
- Gravitação
- Eletromagnetismo
- Óptica
- Semicondutores
- ...

IOP PBL website

Aula de hoje

- Baseada na disciplina de Introdução à Física Computacional (IFSC-USP) — 3º semestre dos Bacharelados em Física e Física Computacional
- **Estudo de caso** com atividades em pequenos grupos
- Estratégia adicional: **lista de discussão** por meios informatizados
- Base teórica: gravitação e lógica computacional

Fórum: fiscomp.board

Fechamento da prática

Qual era o erro do código?

Fechamento da prática

Erro do código: **fechamento do loop**

se (y_i igual a 0) e (x_i igual a r)

- **Precisão computacional**
- **Órbitas abertas (!)**

Fechamento da prática

Possível solução: **verificar troca de sinal em y**
*se ($y_i * y_{i-1} < 0$)*

Fechamento da prática

Quais foram as hipóteses e aproximações?

Fechamento da prática

Hipóteses e aproximações:

- Órbita circular (★)
- Sistema solar aproximado ao sistema Terra e Sol (★)
- Posição estática do Sol
- ...

Fechamento da prática

O resultado é adequado?

Fechamento da prática

| Planeta | Excent. | $R(\text{U.A.})$ | $T_{\text{medido}}(\text{ano})$ | $T_{\text{calculado}}(\text{ano})$ | Erro |
|----------|---------|------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------|
| Terra | 0.017 | 0.39 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |
| Mercurio | 0.206 | 0.72 | 0.241 | 0.244 | 0.003 |
| Jupiter | 0.048 | 1.00 | 11.862 | 11.858 | 0.004 |
| Venus | 0.007 | 1.52 | 0.615 | 0.611 | 0.004 |
| Marte | 0.093 | 5.20 | 1.881 | 1.874 | 0.007 |
| Urano | 0.046 | 9.58 | 84.017 | 84.064 | 0.048 |
| Netuno | 0.010 | 19.19 | 164.800 | 164.892 | 0.092 |
| Saturno | 0.056 | 30.07 | 29.457 | 29.652 | 0.195 |
| Plutão | 0.248 | 39.49 | 247.940 | 248.159 | 0.219 |

Sim! Por quê?

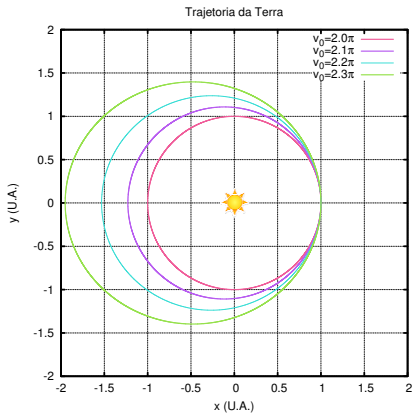
Fechamento da prática

- Órbita circular consegue fornecer o valor esperado de período desde que o **raio médio** seja escolhido adequadamente
- A excentricidade poderia influenciar
- Erro maior para planetas de maior raio (!)

Órbita circular está fixa pelas equações diferenciais?

Fechamento da prática

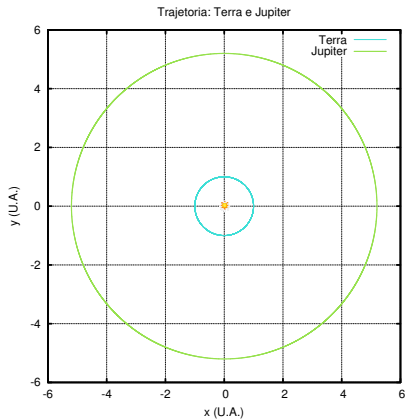
Não! Órbita circular está determinada pela velocidade inicial



Fechamento da prática

E se tratássemos um sistema de 3 corpos?
O resultado seria mais adequado?

Fechamento da prática



Fechamento da prática

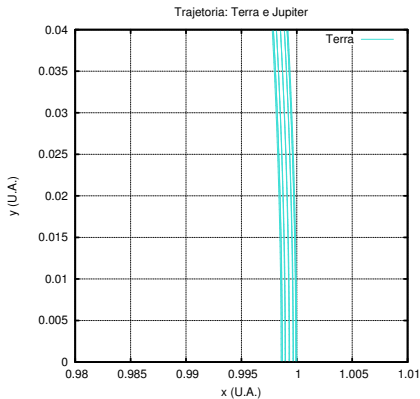
| | $T_{calculado}$ | Erro |
|----------|----------------------|--------------------------|
| 2 corpos | $1.00000 \cdot 10^0$ | $7.90989 \cdot 10^{-12}$ |
| 3 corpos | 0.999879727 | 0.000120273 |

Fechamento da prática

- As diversas aproximações para o modelo de 3 corpos fazem com que seu resultado seja inferior ao do modelo de 2 corpos
 - Júpiter em órbita circular, sem interação com a Terra
 - Planetas no mesmo plano
 - ...

Fechamento da prática

Órbita da Terra não fecha!



Fechamento da prática: conclusões

- Hipóteses simples, desde que adequadas, podem trazer bons resultados
- Complicar o problema não significa acrescentar precisão

Fechamento da prática: conclusões

- Um bom cientista deve saber analisar o seu problema e verificar (qualitativa e quantitativamente) os possíveis erros associados às hipóteses que utiliza
- Um bom cientista deve partir de problemas simples e então envolvê-los

Fechamento da prática: conclusões

- Um bom programador deve conseguir interpretar o código de outra pessoa e identificar os erros
- Um *ótimo* programador sabe escrever um código que possa ser lido por outra pessoa

Fechamento da prática: conclusões

Obrigado!