

# III ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA - RS



## ATAS



**Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS  
20 a 22 de agosto de 2009**

# III ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS

## ATAS

**Organizadores:**  
Eliane Cappelletto  
Marco Antonio Moreira

**UFRGS – Instituto de Física**  
Porto Alegre  
2010

**Organizadores do evento:**

Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Dra. Eliane Angela Veit (UFRGS)

Dra. Sayonara S. Cabral Costa (PUCRS)

Dr. Ives Solano Araujo (UFRGS)

O III Encontro Estadual de Ensino de Física – RS foi realizado em Porto Alegre, RS, no período de 20 a 22 de agosto de 2009 e organizado pelo Grupo de Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider

E56a            Encontro Estadual de Ensino de Física – RS ( 3. : 2009 :  
Porto Alegre, RS ).

Atas [recurso eletrônico] / Encontro Estadual de  
Ensino de Física ; organizadores: Eliane Cappelletto,  
Marco Antonio Moreira. – Porto Alegre : UFRGS –  
Instituto de Física, 2010.

187 f. : il.

Organizado pelo Grupo de Ensino de Física da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Modo de acesso:

<[http://www.if.ufrgs.br/mpef/3eeefis/Atas\\_IIIIEEFis\\_RS.pdf](http://www.if.ufrgs.br/mpef/3eeefis/Atas_IIIIEEFis_RS.pdf)>

ISBN 978-85-64948-02-0

1. Ensino de Física. 2. Congressos. I. Cappelletto  
Eliane. II. Moreira, Marco Antonio. III. Título

## APRESENTAÇÃO

O III Encontro Estadual de Ensino de Física – RS, realizado em Porto Alegre, de 20 a 22 de agosto de 2009, e organizado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e pelo Grupo de Ensino de Física do Instituto de Física da UFRGS, insere-se em uma série de ações deste Programa e deste Grupo na busca de uma efetiva melhoria do ensino de Física em nosso meio.

Entre tais ações destacam-se uma longa tradição de pesquisas em ensino de Física, a publicação de textos de apoio ao professor de Física, a criação do mestrado profissional em ensino de Física em 2002 e, mais recentemente, a promoção de encontros estaduais de ensino de Física, já em sua terceira edição.

A palavra ação está aqui sendo usada intencionalmente. O ensino de ciências, em particular o de Física, está em crise no país. Nossos alunos têm fracassado sistematicamente nas avaliações internacionais. O número de aulas de Física nas escolas é cada vez menor e nossos cidadãos parecem ter até uma certa satisfação em dizer que nada sabem de Física.

Para reverter essa situação são necessárias ações, não discursos. É imprescindível valorizar o professor de Física e aumentar a carga horária de Física nas escolas. Mas é preciso também instrumentalizar o professor, atualizar o currículo do Ensino Médio, ensinar conceitos físicos desde os primeiros anos do Ensino Fundamental e incorporar, de maneira inteligente, as chamadas novas tecnologias.

Precisamente aí se insere o III Encontro Estadual de Ensino de Física, no qual foram oferecidos minicursos aos professores de Física e apresentados trabalhos sobre Física Moderna no Ensino Médio e tecnologias computacionais no ensino de tópicos de Física Clássica, entre outros.

Além disso, o III Encontro contou com a presença de conferencistas de renome nacional. A Professora Marisa Almeida Cavalcante abordou a inserção de novas tecnologias no ensino de Física. A Professora Thaisa Storch Bergmann dissertou sobre as recentes descobertas da Astrofísica que revelam que 96% do Universo é constituído por matéria e energia escuras. A Professora Maria Beatriz Gay Ducati discorreu sobre as expectativas dos físicos teóricos e experimentais de altas energias sobre o início das operações do Grande Colisor de Hádrons (LHC) no CERN. E o Professor Alberto Gaspar apresentou uma visão mais realista e viável das atividades experimentais no Ensino de Física, fundamentada na teoria de Vigotski.

Nestas Atas constam os textos das apresentações orais e os resumos das conferências e das apresentações em pôsteres. É com satisfação, e já pensando no IV Encontro em 2011, que as apresento à comunidade do ensino de Física.

Porto Alegre, dezembro de 2010.

Prof. Marco Antonio Moreira

## **COMISSÃO ORGANIZADORA**

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliane Angela Veit (UFRGS)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sayonara Salvador Cabral da Costa (PUCRS)

Prof. Dr. Ives Solano Araujo (UFRGS)

## **EQUIPE DE APOIO**

### **COORDENADORES**

Prof<sup>a</sup>. Eliane Cappelletto (FURG)

Prof. Pedro Fernando Teixeira Dorneles (UNIPAMPA)

### **MONITORES**

Ângelo Mozart Medeiros de Oliveira

Bárbara Canto dos Santos

Carlos Alexandre Lampert de Almeida

Gentil César Bruscato

Henrique Simões de Oliveira Neves

Leonardo Albuquerque Heidemann

Magnos André Hammes

Mara Fernanda Parisoto

Nathan Carvalho Pinheiro

Rafael Vasques Brandão

Thaís Rafaela Hilger

### **FUNCIONÁRIOS**

Daniel Pires Moreira Silva

Eloir de Carli

Leandro Lunardelli Soares

Lucia Helena Araújo Meireles

Maria Aparecida de Souza Duran

Vera Feil

Vera Maria Cesar Oliveira

Walberto José Andrade Chuvas

Waldomiro Olivo

---

# PROGRAMAÇÃO

---

## 20 DE AGOSTO - QUINTA-FEIRA

---

**8h30min - 9h - Recepção - Entrega do Material**

**9h às 10h30min - Minicursos da Manhã (6h-aula)**

MM 1. O ESTUDO DE TÓPICOS DE FÍSICA UTILIZANDO UM AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL QUANTITATIVA

Ministrante: Elias Gonçalves

MM 2. NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Ministrantes: Anderson Luiz Ellwanger e Solange Binotto Fagan

MM 3. TEMAS INSTIGANTES EM FÍSICA GERAL

Ministrante: Fernando Lang da Silveira

MM 4. FENÔMENOS FÍSICOS E MODELOS CIENTÍFICOS

Ministrante: Rafael Vasques Brandão

MM 5. FÍSICA TÉRMICA EXPERIMENTAL

Ministrantes: Nelson Luiz Reyes Marques e Marco Antonio Ferreira Lessa

MM 6. CAMINHOS DA ASTRONOMIA – CURIOSIDADES E CONHECIMENTOS AO ALCANCE DE TODOS

Ministrantes: Renato Heineck, Paulo Armando Pilonetto Matte, Rejane Kraemer Kirchner, Emanuel César Pimentel, Letícia Gabriela Lorenson, Nadejda Aparecida Machado Monteiro e Marcel Leonel Jorge

MM 7. FÍSICA DE PARTÍCULAS E EPISTEMOLOGIA

Ministrante: Marco Antonio Moreira

**10h30min às 11h - Intervalo**

**11h às 12h30min - Conferência de Abertura - Repensando o Ensino e Aprendizagem de Física no Século XXI**

Conferencista: Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante - PUC-SP

**12h30min - Almoço**

**14h às 15h30min - Apresentações Oraís**

**15h30min às 16h - Intervalo**

**16h às 17h30min - Minicursos da Tarde (4h-aula)**

MT 1. ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA COM PROJETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DE SITUAÇÕES-PROBLEMA

Ministrantes: Terrimar Ignácio Pasqualetto e Rejane Maria Ribeiro Teixeira

MT 2. LABORATÓRIO VIDEOINTERATIVO EM MECÂNICA

Ministrantes: Thomas Braun, Luci Fortunata Motter Braun e Ana Carolina Carvalho de Melo

MT 3. USO DO SENSOR SONAR E DA VÍDEO ANÁLISE PARA ESTUDAR CINEMÁTICA EXPERIMENTAL

Ministrantes: Fábio Saraiva da Rocha e Maurício Girardi

MT 4. CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA PARA O ENSINO MÉDIO

Ministrante: Alberto Gaspar

MT 5. FÍSICA MODERNA EXPERIMENTAL (6h-aula, das 16:00 às 18:30)

Ministrante: Marisa Almeida Cavalcante

---

MT 6. ESTIMULANDO A CRIATIVIDADE ATRAVÉS DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS: INTERAÇÃO RADIAÇÃO E MATÉRIA

Ministrante: Paulo Henrique dos Santos Sartori

MT 7. FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA

Ministrante: André Ary Leonel

MT 8. AS LEIS DE NEWTON

Ministrantes: Dartanhan Baldez Figueiredo e Joecir Palandi

---

## **21 DE AGOSTO - SEXTA-FEIRA**

---

**9h às 10h30min - Minicursos da Manhã**

**10h30min às 11h - Intervalo**

**11h às 12h30min - Conferência - O Lado Escuro do Universo**

Conferencista: Profa. Dra. Thaisa Storchi Bergmann - UFRGS

**12h30min - Almoço**

**14h às 15h30min - Apresentações de Pôsteres**

**15h30min às 16h - Intervalo**

**16h às 17h30min - Minicursos da Tarde**

---

---

## **22 DE AGOSTO - SÁBADO**

---

**9h às 10h30min - Minicursos da Manhã**

**10h30min às 11h - Intervalo**

**11h às 12h30min - Conferência - O Que Esperar do LHC?**

Conferencista: Profa. Dra. Maria Beatriz Gay Ducati - UFRGS

**12h30min - Almoço**

**14h às 15h30min - Conferência - Atividades Experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**

Conferencista: Prof. Dr. Alberto Gaspar - UNESP

**15h30min - Encerramento**

---

**CARGA HORÁRIA TOTAL: 20 h**

---

# SUMÁRIO

## CONFERÊNCIAS / SESSÕES PLENÁRIAS

REPENSANDO O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO SÉCULO XXI .....	3
Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante (PUC-SP)	
O LADO ESCURO DO UNIVERSO .....	4
Profa. Dra. Thaisa Storch Bergmann (UFRGS)	
O QUE ESPERAR DO LHC? .....	5
Profa. Dra. Maria Beatriz de Leone Gay Ducati (UFRGS)	
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA NOVA VISÃO BASEADA NA TEORIA DE VIGOTSKI .....	6
Prof. Dr. Alberto Gaspar (UNESP)	

## APRESENTAÇÕES ORAIS

FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA .....	9
Darla Vanessa Fortunato, Dartanhan Baldez Figueiredo, Vivian Jamile Beling e Noé Ricardo Timm	
PROJETO LEGO COMO METODOLOGIA DIDÁTICA NA EJA/EAD EM UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO FÍSICA .....	17
Ieda Maria Pellegrini, Karen Espíndola e Mariana Correia	
USANDO UM CIRCUITO DE <i>MOUSE</i> PARA MEDIR TEMPO NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE MECÂNICA .....	29
José Ricardo Borba, Paulo Roberto Menezes Lima Júnior e Maria Terezinha Xavier Silva	
UM ESTUDO TRANSVERSAL SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NO MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE DOS CORPOS NA PERSPECTIVA DA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA .....	37
Júnior Saccon Frezza e João Alberto da Silva	
ENERGIA COMO TEMA GERADOR DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL .....	49
Márcia Frank de Rodrigues e Flávia Maria Teixeira dos Santos	
VISUALIZAÇÃO CONCEITUAL DA MECÂNICA QUÂNTICA .....	63
Michel Betz	

EMPREGANDO TEXTOS ORIGINAIS DE CIENTISTAS E TEXTOS SOBRE A EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA CIÊNCIA EM JOGOS TEATRAIS .....	75
Paulo Roberto Bairros da Silva, Antonio Marcos Teixeira Dalmolin e Saul Benhur Schirmer	
ATIVIDADES PROPOSTAS A PARTIR DE SIMULAÇÕES COM VPYTHON PARA ALUNOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO .....	91
Rodrigo Melo Paredi e Rejane Maria Ribeiro Teixeira	
O QUE PODEMOS APRENDER COM AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS NO CAMPO CONCEITUAL DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL? .....	101
Sayonara Salvador Cabral da Costa, Maria Eulália Pinto Tarragó e Leonardo da Cunha Santos	
UM EXEMPLO DE TRANSPOSIÇÃO DE OBSTÁCULOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS .....	113
Wilson Leandro Krummenauer, Sayonara Salvador Cabral da Costa e Fernando Lang da Silveira	

## **APRESENTAÇÕES EM PÔSTER**

UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS: SIMULADOR E MAQUETES COMO AUXILIARES NA APRENDIZAGEM .....	123
Ana Paula Santos Rebello e Maurivan Güntzel Ramos	
ANÁLISE DE SOFTWARES EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA .....	124
Andréia Hornes, Sani de Carvalho Rutz da Silva e André Koscianski	
ELETRÓLISE DA ÁGUA COMO PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA ENSINO MULTIDISCIPLINAR DE FÍSICA E QUÍMICA .....	125
Bruna W. Freiberger e Edson M. Kakuno	
O APRENDIZADO DA ASTRONOMIA E DAS CIÊNCIAS AFINS COM A MEDIAÇÃO DA OBSERVAÇÃO RUDIMENTAR E DA IMAGEM ASTRONÔMICA .....	126
Camila Riegel Debom e Basílio Xavier Santiago	
O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS ATRAVÉS DO USO DE JOGOS DIDÁTICOS: TENDÊNCIAS DAS TESES BRASILEIRAS .....	127
Carla Vargas Pedroso, Mary Angela Leivas Amorim e Rosane Teresinha Nascimento da Rosa	
INTRODUÇÃO À MECÂNICA QUÂNTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TEORIA QUÂNTICA .....	128
Carlos Raphael Rocha, Victoria Elnecave Herscovitz e Marco Antonio Moreira	

AULAS DE LABORATÓRIO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE IMPLEMENTAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO INTERIOR DE SANTA CATARINA .....	129
Carolina Jacob de Oliveira, Janaina Nunes de Souza Stuart e Felipe Damasio	
INSTRUMENTALIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE TEXTOS DIDÁTICOS .....	130
Dartanhan Baldez Figueiredo, João Carlos Denardin, Jocir Palandi, Paulo Roberto Magnago e Karla Weber	
APRENDIZAGEM E DIVULGAÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA CONTEMPORÂNEA: OS BURACOS NEGROS .....	131
Diego de Medeiros Scarabelot, Fábio Dominguni, Geison João Euzébio e Thayse Adineia Pacheco	
ESPAÇOS NÃO-FORMAIS COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	132
Felipe Damasio, Olivier Allain, Sabrina Moro Villela Pacheco e Luiz Fernando Morescki Junior	
A MODELAGEM COMPUTACIONAL QUANTITATIVA NO ESTUDO DE SISTEMAS AMBIENTAIS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO COM ESTUDANTES DE NÍVEL SUPERIOR .....	133
Fernanda Provedel Zambom, Leandro Anderson Carvalho Sales e Elias Gonçalves	
EXPERIMENTANDO A FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ENTRE AS LICENCIATURAS EM FÍSICA E PEDAGOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS .....	134
Gabriel Santos da Silva, Luciano Pereira Luduvico, Ana Paula Aguiar de Mendonça, Bruno Duarte da Silva Moreira, Daniel Farias Mega, Rovân Fernandes Lopes, Maurício Thiel, Álvaro Leonardi Ayala Filho, Fabiana Pereira Silva, Priscila de Souza de Aguiar, Suélen Teixeira da Silva, Raquel Schmalfluss dos Santos e Cristina Maria Rosa	
DESEMPENHO DAS ESCOLAS PÚBLICAS E PARTICULARES NA OBF EM 2008 ....	135
Gláucio Carlos Libardoni, Diovana de Mello Lalis e Aguinaldo Médici Severino	
MANTENDO O EQUILÍBRIO .....	136
Grasiele Ruiz Silva e Rúbia da Costa Santana	
FÍSICA E MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NO CAMPUS JÚLIO DE CASTILHOS .....	137
Jader da Silva Neto e Jorge Aex Willes	

REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA DOCENTE DURANTE AS DISCIPLINAS DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE FÍSICA .....	138
Joecir Palandi, Dartanhan Baldez Figueiredo, Carla Moraes e Silvana Maldaner	
O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA SITUAÇÃO DE ESTUDO: CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL .....	139
Karine Raquel Halmenschlager e Carlos Alberto Souza	
OFICINA DE COSMOLOGIA:EXPANSÃO DE CONHECIMENTOS .....	140
Kellen Alves Pascoal, Roger Quadrado Cardoso, Mauricio Iriart Larroza, Luis Augusto Souza Martins, Marcos Alexandre Dullius, Cecília Petinga Irala, Patrícia Hepp Xavier, Luis Ricardo Moretto Tusnski, Ana Paula Santos Pereira e Jean Marcel de Almeida Espinoza	
NOÇÃO DE REFERENCIAL: UMA INTERAÇÃO COGNITIVA ENTRE A MECÂNICA NEWTONIANA E A RELATIVÍSTICA .....	141
Lisete Funari Dias , Trieste dos Santos Freire Ricci e Álvaro Leonardi Ayala Filho	
USO DA VIDEOANÁLISE COMO RECURSO PARA O ESTUDO DA CINEMÁTICA ....	142
Lúcia Irala Leitão e Fábio Saraiva da Rocha	
UMA ABORDAGEM LÚDICA A FÍSICA MODERNA, ELETRICIDADE, MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO .....	143
Mara Fernanda Parisoto	
RELATIVIDADE - UMA PRÁTICA NÃO-CONVENCIONAL NO ENSINO MÉDIO .....	144
Marília Britto Corrêa e Eduardo Fontes Henriques	
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MOVIMENTOS .....	145
Matheus Leidens e Tanise Paula Novello	
RESULTADOS DA PRÁTICA EM SALA DE AULA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE FÍSICA .....	146
Melina Scheneider Bastos, Joecir Palandi e Dartanhan Baldez Figueiredo	
REALIZAÇÃO DE OFICINA DE EXPERIMENTOS SOBRE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO .....	147
Patrese Coelho Vieira e Glauber Sampaio dos Santos	
VÍDEOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA .....	148
Priscila Caroline Nunes de Oliveira, Darthanhan Baldez Figueiredo e Marcos Paulo Albarello Friedich	
TAREFA DE CASA NA SALA DE ESTAR: UM CURTA-METRAGEM SOBRE FÍSICA ..	149
Rafael João Ribeiro, André Koscianski e Sani de Carvalho Rutz da Silva	

MODELAGEM COMPUTACIONAL EM CURSOS DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA .....	150
Rafael Vasques Brandão, Eliane Angela Veit e Ives Solano Araujo	
O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE TEMAS ESTRUTURADORES .....	151
Rafael Rodrigues de Araújo, Michele Veleda Lemos e Luiz Fernando Mackedanz	
OBTENÇÃO DA CARGA DO ELÉTRON POR ELETRÓLISE DE ÁGUA COM NaOH ....	152
Raquel Silva Thomaz, Ricieri Andrella Neto, Nara Regina de Souza Basso e João Bernardes da Rocha Filho	
ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS BASEADO EM PROJETOS A PARTIR DO TEMA GERADOR <i>COMO É A VIDA FORA DA TERRA?</i> .....	153
Silvio Luiz Rutz da Silva , Sabrina Passoni , André Maurício Brinatti e Jeremias Borges da Silva	
DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO DE EXTENSÃO FÍSICA DA UNIVERSIDADE À COMUNIDADE .....	154
Silvio Luiz Rutz da Silva , Luiz Antônio Bastos Bernardes , Antônio José Camargo e Luis Américo Alves Pereira	
CONSTRUÇÃO DE UM PLANETÁRIO PARA OFICINAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA ....	155
Sonia Maria Silva Santos e Aline Guerra Dytz	
REPRESENTAÇÕES SOCIAIS COMO SUBSUNÇORES EM FÍSICA .....	156
Thaís Rafaela Hilger e Marco Antonio Moreira	

## **MINICURSOS E OFICINAS**

PROGRAMA DOS MINICURSOS E OFICINAS .....	159
--	-----

## **PARTICIPANTES**

NOME COMPLETO E EMAIL DOS PARTICIPANTES .....	177
---	-----

## **ÍNDICE POR AUTOR**

ÍNDICE POR AUTOR (TRABALHOS E CURSOS) .....	185
---	-----

# **CONFERÊNCIAS / SESSÕES PLENÁRIAS**

**(Resumos)**

## **REPENSANDO O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO SÉCULO XXI**

**Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante (PUC-SP)**

Nesta palestra apresentaremos algumas possibilidades reais de inserção de novas tecnologias no ensino de uma Física mais conectada à vida dos nossos estudantes. Temos hoje novas formas de produção de conhecimento e estamos diante de um grande desafio: como reestruturar a nossa escola que insiste na lógica do conhecimento meramente transmitido restringindo a participação dos estudantes a meros receptores diante deste novo contexto? É preciso repensar uma nova Física em uma Nova Escola e, sem dúvida, um novo estilo de pedagogia, baseado na interação, participação e cooperação. Essa e outras reflexões serão objeto de discussão nesta palestra em que vamos confrontar o que ensinamos e como ensinamos com uma crescente necessidade de contemporaneidade na relação ensino-aprendizagem não apenas da Física, mas de todas as áreas de conhecimento.

**Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante (PUC-SP)**

Graduada em Física pela PUC-SP (1980), mestre em Física pela PUC-SP (1983), doutora em Física pela PUC-SP (1989) e pós-doutorado na USP (1990). Atualmente é professora titular da PUC-SP. Tem trabalhos em Física Nuclear Experimental e grande experiência em Instrumentação para o Ensino de Física. É autora, juntamente com C. R. C. Tavoraro, do livro *Física Moderna Experimental*. Ministra regularmente oficinas para professores do Ensino Médio.

## **O LADO ESCURO DO UNIVERSO**

### **Profa. Dra. Thaisa Storchi Bergmann (UFRGS)**

As recentes descobertas da Astrofísica revelam que somente conhecemos a natureza de 4% do que constitui o Universo. Nesses 4% estão incluídos os planetas, estrelas, nebulosas e galáxias, formados pelos átomos, e que chamamos de matéria bariônica. Os demais 96% são constituídos pela matéria escura (26%) e pela energia escura (70%). Será descrito o que sabemos até agora sobre a matéria e energia escuras e as observações que levaram à conclusão de que elas dominam a evolução do Universo, bem como as implicações para o passado e o futuro do Universo.

### **Profa. Dra. Thaisa Storchi Bergmann (UFRGS)**

Bacharel em Física pela UFRGS (1977), mestre em Física pela PUC-RJ (1980) e doutora em Física pela UFRGS (1987). Fez pós-doutorado na Universidade de Maryland (1991) e no Instituto do Telescópio Espacial (1991, 1994), além de estágio sênior no Rochester Institute of Technology (2005). Atualmente é professora associada do Departamento de Astronomia da UFRGS. Presta assessoria ao Laboratório Nacional de Astrofísica (em especial ao Projeto Gemini), sendo atualmente membro do Comitê Supervisor da AURA (*Association of Universities for Research in Astronomy*) para o Observatório Gemini.

## O QUE ESPERAR DO LHC?

**Profa. Dra. Maria Beatriz de Leone Gay Ducati (UFRGS)**

O Grande Colisor de Hádrons (*Large Hadron Collider*) está iniciando suas operações no CERN, atuando com energia de 14 TeV, nunca antes alcançada em laboratório. Os físicos teóricos e experimentais de altas energias têm grandes expectativas, especialmente com a possível descoberta do bóson de Higgs. Mas há muitas outras questões abertas: número de gerações, existência de supersimetria, unificação das interações, e o entendimento da matéria e energia escuras. Conseguirá o LHC trazer todas as respostas?

**Profa. Dra. Maria Beatriz de Leone Gay Ducati (UFRGS)**

Bacharel em Física pela UFRGS (1974), mestre em Física pela UFRGS (1978) e *Docteur D'état en Sciences Physiques - Université Louis Pasteur* (1985), realizou pós-doutorado na *University of Wisconsin* (1993). Atualmente é professora associada do Departamento de Física da UFRGS e pesquisadora I-B do CNPq. Tem experiência na área de Física teórica, com ênfase em Fenomenologia de Partículas de Altas Energias, consultora titular da RENAFAE (Rede Nacional de Física de Altas Energias), pesquisa e orienta principalmente nos seguintes temas: cromodinâmica quântica de altas densidades, equações de evolução da QCD, física difrativa, produção de quarks pesados.

## **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA NOVA VISÃO BASEADA NA TEORIA DE VIGOTSKI**

**Prof. Dr. Alberto Gaspar (UNESP)**

Questiona-se a superestimação cognitiva da atividade experimental em ciências que tem levado a uma realidade paradoxal: a desilusão com o resultado dessas atividades tem sido tão constante e crescente quanto a crença em sua validade. Colocar a atividade experimental na sua real dimensão cognitiva e conscientizar o professor do que é de fato possível obter-se dela é essencial para que ela possa efetivamente integrar o seu já restrito repertório de atividades didáticas. Para isso é proposta uma nova fundamentação pedagógica, a teoria de Vigotski, que dá à atividade experimental um papel menos ambicioso, mais realista e, por isso, viável.

**Prof. Dr. Alberto Gaspar (UNESP)**

Licenciado em Física pela USP (1966), mestre em Ensino de Ciências pela USP (1983), doutor em Educação pela USP (1993) e livre-docente em Didática e Prática de Ensino pela UNESP (2007). Atualmente é professor adjunto da UNESP (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho), campus de Guaratinguetá. Tem experiência na área de Ensino, atuando principalmente em Ensino de Física e Divulgação Científica, tendo como fundamentação pedagógica a teoria sócio-histórica de Vigotski. É autor de vários livros didáticos, sendo os mais reconhecidos a coleção de três volumes de Física (Mecânica; Ondas, Óptica e Termodinâmica; Eletromagnetismo e Física Moderna), da Editora Ática e Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental. O volume único, Física, extraído da coleção, foi recomendado pelo MEC para adoção nas escolas do ensino Médio.

## **APRESENTAÇÕES ORAIS (Artigos)**



## FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA

**Darla Vanessa Fortunato** [darlafisica@gmail.com]<sup>1</sup>

**Dartanhan Baldez Figueiredo** [dartanhanbf@gmail.com]<sup>2</sup>

*Departamento de Física, Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS*

**Vivian Jamile Beling** [vivian\_jamile@hotmail.com]<sup>3</sup>

**Noé Ricardo Timm** [noetimm@uol.com.br]<sup>4</sup>

### Resumo

A proposta desse trabalho envolve a inclusão do Ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental, visando proporcionar às crianças a oportunidade de observar e discutir tópicos de Física por meio de atividades experimentais. As atividades foram divididas em duas etapas. Na primeira etapa é promovida a discussão de hipóteses elaboradas pelas crianças sobre o fenômeno a ser estudado; dessa forma, haverá a exposição das pré-concepções das crianças a respeito de tal fenômeno. Na segunda etapa acontece a confrontação das pré-concepções com a experimentação e registro das conclusões. Durante o desenvolvimento do estudo de cada tópico selecionado foi feita a avaliação dos alunos, seguindo os seguintes critérios: participação do aluno nas atividades; capacidade de trabalhar em grupo; participação durante a discussão dos resultados; desenvolvimento do relato escrito e/ou em desenho. Os relatórios foram analisados e os resultados registrados.

**Palavras-chave:** física, ensino fundamental, experimentos.

### INTRODUÇÃO

O ensino no Brasil apresenta muitas deficiências. Entre os diversos fatores negativos que não colaboram para uma 'aprendizagem significativa' (que, segundo Ausubel, acontece quando o aluno consegue relacionar o seu conhecimento prévio com o conceito apresentado, contextualizado à sua realidade), podemos citar: 1) a falta de recursos financeiros para suprir as escolas públicas de material didático; 2) a falta de estímulo e criatividade dos professores para empreenderem seu trabalho; 3) a baixa remuneração da maioria deles; 4) a falta de atualização de muitos professores e conseqüente alienação e desconhecimento das condições e dos processos, em geral, enfrentados pelos alunos para aprender (AUSUBEL *apud* MOREIRA e OSTERMANN, 1999).

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: química da vida e saúde - UFSM.

<sup>2</sup> Professor do curso de Física - UFSM.

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Pedagogia - UFSM.

<sup>4</sup> Acadêmico do curso de Física - UFSM.

Além disso, sabemos, por diversas fontes, que a maioria dos alunos tem grande dificuldade na compreensão dos fenômenos físicos. O grande número de reprovações na disciplina de Física, nos vários níveis de ensino e em vários países, comprova essa dificuldade. Provavelmente, a dificuldade de aprender ciências tenha por causa fatores que surgem nas séries iniciais do Ensino Fundamental, pois é o/a professor/a das primeiras séries que apresenta formalmente a concepção de ciência.

No Ensino Fundamental, temos, como um dos principais objetivos do ensino de ciências, a formação de um aluno capaz de identificar relações entre: 1) conhecimento científico, 2) produção de tecnologia e 3) condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica. Outro objetivo que permeia o ensino de ciências é que o aluno compreenda a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas.

A confrontação das pré-concepções das crianças com os resultados de experimentos, juntamente com discussões acerca do fenômeno estudado, podem colaborar significativamente para a aprendizagem e para o desenvolvimento do pensamento crítico e questionador, tornando o aluno mais ativo e participante nas atividades em sala de aula e em questões do seu cotidiano.

No entanto, na maioria das vezes, os professores das séries iniciais não se sentem seguros o bastante para incluir a Física nas aulas de ciências. Por isso este trabalho tem significativa importância, pois visa desenvolver atividades práticas de Física com crianças de 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> anos do Ensino Fundamental, analisando suas pré-concepções a respeito de determinados fenômenos físicos e confrontando-as com resultados obtidos experimentalmente. Dessa forma pode-se formular, juntamente com os professores do Ensino Fundamental, uma proposta de atividades de Física a serem incluídas no currículo dessa escola.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Atividades e Avaliação**

Através de uma pesquisa na internet (ESTAÇÃO CIÊNCIA, 2004), tivemos conhecimento do projeto *ABC na Educação Científica – Mão na Massa* da Universidade de São Paulo (USP). Com base neste projeto já existente, elaboramos uma proposta de trabalho voltada para o nosso público-alvo, isto é, crianças da periferia da cidade.

Esse trabalho foi realizado numa escola municipal de Ensino Fundamental da periferia de Santa Maria, RS. Foram atendidos em torno de 25 alunos da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental, com idades entre nove e catorze anos. Todas as atividades realizadas foram filmadas (com a devida aprovação dos pais ou responsáveis) para que pudéssemos avaliar continuamente a participação dos alunos e para que ao final do trabalho pudéssemos elaborar um artigo relatando a experiência. Participaram desse trabalho acadêmicos do curso de Física Licenciatura Plena e do curso de Pedagogia Anos Iniciais.

Foram planejadas três atividades experimentais abrangendo tópicos de Mecânica Newtoniana, Mecânica dos Fluidos e Eletromagnetismo. Ocorreram encontros prévios com os acadêmicos envolvidos no projeto para a realização e discussão dos experimentos, bem como com as professoras tutoras das turmas em que o projeto foi aplicado. Os participantes do projeto fizeram observações prévias na turma para a socialização e integração com os alunos.

Cada experimento foi desenvolvido em dois encontros com a turma. No 1º *Encontro* promovia-se a discussão de hipóteses elaboradas pelas crianças sobre o fenômeno a ser estudado, a fim de expor suas pré-concepções a esse respeito. No 2º *Encontro* ocorria a confrontação das pré-concepções com a experimentação e o registro das conclusões.

Durante o desenvolvimento das atividades de cada tópico, foi feita a avaliação dos alunos, seguindo os seguintes critérios:

- 1) Participação do aluno durante a atividade (o aluno deve mostrar interesse em participar e ajudar na organização do experimento);
- 2) Capacidade de trabalhar em grupo (o aluno não deve tentar fazer tudo sozinho);
- 3) Participação durante a discussão dos resultados (as crianças devem conseguir separar o relato dos resultados do relato das suas próprias conclusões). Também deve ser avaliada a capacidade das crianças de criar uma hipótese que explique o fenômeno observado (essa hipótese deve ter relação direta com o que foi observado);
- 4) Desenvolvimento do relato escrito e/ou em desenho;

Observação: como a maioria desses critérios de avaliação é de caráter subjetivo, cada aluno tem uma pasta individual onde ficam os relatórios.

As tabelas abaixo sugerem critérios de avaliação.

Tabela 1 – Participação.

<b>Conceito</b>	<b>Descrição</b>
A	Participa ativa e cooperativamente; segue instruções e regras de segurança.
B	Participa ativa e cooperativamente, mas não segue instruções ou regras de segurança; ou segue regras de segurança e instruções, mas não coopera com os colegas.
C	Demonstra interesse, mas não participa a maior parte do tempo.
D	Participa pouco e demonstra pouco interesse.
E	Não participa nem demonstra interesse.

Tabela 2 – Relatórios.

<b>Conceito</b>	<b>Descrição</b>
A	Relatório completo e preciso, procedimento descrito segue uma lógica e sequência de etapas; resultados organizados.
B	Relatório incompleto ou não preciso, mas resultados estão organizados.
C	Relatório incompleto ou impreciso; resultados não organizados.
D	Relatório somente descreve o procedimento ou somente os resultados.
E	Relatório não apresenta nem procedimento nem resultados

Tabela 3 – Conclusões (hipóteses propostas).

<b>Conceito</b>	<b>Descrição</b>
A	Elabora conclusões coerentes com os resultados e as explica no relatório.
B	Elabora conclusões coerentes com os resultados, mas não as justifica no relatório.
C	Elabora conclusões não-coerentes com os resultados, mas as explica no relatório.
D	Elabora conclusões não-coerentes com os resultados e não as justifica no relatório.
E	Não elabora conclusões.

Na primeira atividade levamos materiais e experimentos variados (abrangendo tópicos de mecânica e eletromagnetismo) para que as crianças observassem e interagissem com os equipamentos, criando, dessa forma, uma discussão informal sobre os fenômenos observados. Esta atividade serviu como forma de motivação e socialização com as crianças.

Na segunda atividade trabalhamos uma discussão sobre “Afunda ou flutua?” Os alunos listaram vários objetos que fazem parte do seu cotidiano, gerando uma discussão sobre o porquê de certos objetos afundarem e outros flutuarem na água. As dúvidas e controvérsias não foram respondidas, deixando essa parte para o próximo encontro. No 2º encontro, dando continuidade à atividade, confrontamos as pré-concepções das crianças com a experimentação. Elas trabalharam em grupos e receberam massa de modelar e alguns dos objetos mencionados no encontro anterior. Modelando a massa em vários formatos, fomos chegando ao conceito de densidade.

A terceira atividade realizada abordou o tópico de ‘pressão’. No primeiro encontro aconteceu uma discussão sobre a pressão atmosférica e seus efeitos em nossa vida. No segundo encontro levamos vários experimentos envolvendo

o conceito de pressão. As crianças trabalharam em grupos e elaboraram um relatório descrevendo um dos experimentos e explicando como ele funcionava.

### **Detalhamento das atividades**

A primeira atividade foi apenas para socialização com a turma. Mesmo assim as crianças fizeram relatórios descrevendo os experimentos trabalhados, porém esses relatórios não foram avaliados.

A segunda atividade abordou o tópico de densidade (“Afunda ou flutua?”) teve uma participação relativamente boa das turmas. No primeiro encontro as crianças listaram objetos que na visão delas flutuavam ou afundavam na água e deram razões para isto. Por exemplo: “*A pedra afunda porque ela é pesada*” (H, 3ª série) e “*A bola flutua porque é cheia de ar*” (L, 3ª série).

No segundo encontro, a turma foi dividida em grupos e cada grupo recebeu um recipiente com água, alguns objetos e massa de modelar. Os grupos começaram a testar cada objeto, verificando se afundava ou flutuava na água e comparando com as conclusões tiradas no primeiro encontro. Num segundo momento, as crianças foram orientadas a, com a massa de modelar, formar um objeto que não afundasse na água. Depois de várias tentativas frustradas, foram percebendo que deveriam modelar a massa em um formato aproximado ao de um barco. Os acadêmicos do grupo de pesquisa apenas davam orientações sobre os procedimentos e faziam questionamentos aos alunos, que por tentativas iam chegando às conclusões esperadas. Por exemplo, a conclusão de um aluno do 3ª série: “*No barco tem ar dentro dele, por isso ele flutua*”. O conceito de densidade foi trabalhado e discutido com a turma. Os alunos escreveram relatórios descrevendo a atividade e os resultados alcançados.

A terceira atividade abordou o tópico “pressão” e teve uma participação muito melhor das turmas, todos os alunos se envolveram nas atividades, em maior ou menor grau. No primeiro encontro discutiu-se a existência da atmosfera, a presença do ar, o peso do ar, a importância do ar e a diferença de pressão conforme a altitude. As crianças deram muitos exemplos do cotidiano. Por exemplo, quando questionados sobre o que é o ar, uma criança da 4ª série respondeu: “*O ar é uma coisa que serve para a gente respirar*”. Outra questão sobre como sentimos o ar, um aluno da 3ª série respondeu: “*Nós sentimos o ar por cima da nossa cabeça, porque ele é muito forte*”. Também, a questão sobre a atmosfera: “*Atmosfera é o ar que respiramos. É a camada de ar que está em volta da terra*” (P, 4ª série).

No segundo encontro a turma trabalhou em pequenos grupos, cada grupo recebeu os materiais dos experimentos, contendo garrafas PET, bacias com água, copos, cartões de papel, lata furada, etc. Desenvolveram as atividades com bastante entusiasmo e participação, dando ideias e formulando hipóteses sobre o funcionamento dos experimentos. Essas ideias e hipóteses foram comparadas com a discussão do primeiro encontro. Para encerrar, as crianças relataram, por escrito e com desenhos, as atividades e conclusões obtidas.

## **Avaliação e Resultados**

Participaram um total de 23 alunos, com idades entre nove e catorze anos. As duas turmas, terceira e quarta séries, trabalharam juntas.

A avaliação da participação foi feita com base na observação e na análise das filmagens. Na avaliação geral, utilizando a Tabela 1, a turma recebeu o conceito B (participa ativa e cooperativamente, mas não segue instruções ou regras de segurança; ou segue regras de segurança e instruções, mas não coopera com os colegas).

Os relatórios de cada aluno foram avaliados individualmente, utilizando a Tabela 2. Apenas dois alunos apresentaram relatórios concisos e receberam conceito A (relatório completo e preciso, procedimento descrito segue uma lógica e sequência de etapas; resultados organizados). Cinco alunos receberam conceito C (relatório incompleto ou impreciso; resultados não organizados). Quinze alunos receberam conceito D (relatório somente descreve o procedimento ou somente os resultados). Apenas um aluno recebeu conceito E (relatório não apresenta nem procedimento nem resultados).

As conclusões apresentadas em cada relatório também foram avaliadas individualmente e os resultados foram os seguintes: a grande maioria das crianças (22) elabora conclusões coerentes com os resultados, mas não as justifica no relatório, recebendo o conceito B (segundo a Tabela 3), apenas um aluno recebeu o conceito E (não tira conclusões).

Com o término das atividades com as turmas, pretendemos elaborar, juntamente com as professoras tutoras, um caderno de atividades, que possa ser utilizado como apoio para a inclusão da Física no currículo de ciências desta escola.

## **CONCLUSÃO**

No decorrer deste trabalho encontramos algumas dificuldades, principalmente em relação à linguagem utilizada para dialogar com os alunos, pois na Física existem muitos termos técnicos que também são usados no cotidiano com outro sentido. Compreende-se, assim, que os alunos tenham tido dificuldades para entender alguns conceitos. Outra questão é que no curso de Licenciatura em Física da UFSM não existem disciplinas onde os acadêmicos possam aprender a trabalhar com alunos do Ensino Fundamental, por isso convidamos uma acadêmica do curso de Pedagogia – Séries Iniciais para nos orientar, estabelecendo uma parceria entre a Física e a Pedagogia. Esta experiência foi muito rica, pois nos deu uma nova visão do ensino de Física, pois ensinar Física, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, é ensinar as crianças a refletir, a ousar e propor suas próprias ideias e a comunicar-se de maneira clara. Incluir a Física no currículo das séries iniciais representa oferecer uma oportunidade eficiente para que as crianças, não somente possam ter notas melhores no Ensino Médio, mas também possam desenvolver uma atitude construtiva com relação ao seu aprendizado, reconhecendo-o como um processo que envolve esforço e participação ativa.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** - Ciências Naturais. 1. a 4. séries. Brasília: MEC, 1997. 10 v.

BRASIL. SEMTEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física**. Brasília: MEC, 2002.

ESTAÇÃO CIÊNCIA. Disponível em: [http://www.eciencia.usp.br/mao\\_na\\_massa/default.html](http://www.eciencia.usp.br/mao_na_massa/default.html). Acesso em: jan. 2009.

GIL PÉREZ, D.; TORREGROZA, J. M.; RAMIREZ, L. Questionando a Didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 7, 1992.

GRALA, R. M. **Roteiros para atividades experimentais de física para crianças de seis anos de idade**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007. 58 p. (Textos de apoio ao professor de física, v. 17, n. 4)

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1999. (Textos de Apoio ao Professor de Física, n.10)



## **PROJETO LEGO COMO METODOLOGIA DIDÁTICA NA EJA/EAD EM UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO FÍSICA**

**Ieda Maria Pellegrini** [iedapellegrini@yahoo.com.br]

**Karen Espíndola** [renaka@pop.com.br]

*SEC/RS e SESI/RS, Porto Alegre, RS*

**Mariana Correia** [marianacorreail@yahoo.com.br]

*SMED/PoA e SESI/RS, Porto Alegre, RS*

### **Resumo**

O trabalho relata uma metodologia utilizada para o desenvolvimento dos conteúdos de Física e de outros componentes curriculares (Biologia, Química, História, Geografia, Educação Artística e Espanhol), em que se faz a relação entre as diferentes áreas do conhecimento, bem como utilizam-se características de empreendedorismo e trabalho em grupo. A técnica foi aplicada com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), na forma de Educação a distância (EAD), uma nova modalidade de ensino oferecida pelo SESI/RS aos industriários e seus dependentes, que atende alunos do Ensino Fundamental e Médio. A prática didática desenvolvida utilizou o *Projeto Lego* como um instrumento motivador, tendo como tema gerador o capítulo intitulado *Um oceano tecnológico*. A metodologia empregada possibilita o desenvolvimento de competências e habilidades importantes na EJA para a formação básica destes indivíduos em diferentes áreas do conhecimento e, em especial, aquelas relacionadas ao setor industrial.

**Palavras-chave:** educação de jovens e adultos (EJA), educação a distância (EAD), ensino de física, interdisciplinaridade.

### **1. INTRODUÇÃO**

O SESI/RS oferece aos trabalhadores da indústria e seus dependentes uma modalidade de educação básica na forma de EAD. Em todo o Estado do RS existem diferentes Pólos de EAD, vinculados à Escola Eraldo Giacobbe, em Pelotas, porém a presente prática foi desenvolvida no Pólo Porto Alegre. Os alunos não precisam frequentar a escola, a não ser em dois momentos obrigatórios: em uma atividade presencial e na avaliação. Na atividade presencial são desenvolvidos exercícios relacionando o material da apostila a aplicações e situações do cotidiano, envolvendo as diferentes áreas do conhecimento. Assim sendo, a atividade presencial é o momento de integrar este aluno ao âmbito escolar, fazendo-o pensar e aplicar conteúdos teóricos a situações do dia-a-dia. A avaliação presencial, constituída de uma prova objetiva com quatorze questões, é uma forma de mensurar os conhecimentos construídos por este aluno no período.

Como a EJA/EAD é uma modalidade nova, o maior desafio foi trilhar caminhos para que o aluno consiga, em pouco tempo, construir conhecimentos

das áreas relacionando-os com situações que fazem parte de suas vidas. Não foi fácil, mas optamos por criar formas de participação deste aluno mais ativas no processo de ensino e aprendizagem, já que ele não frequenta a escola todos os dias e encontra-se afastado dela há muito tempo.

A partir de reflexões sobre a realidade, as dificuldades e peculiaridades da modalidade e do público atendido, optamos pela pedagogia de projetos (HERNANDEZ, 1998), na qual um tema gerador é utilizado para que os conteúdos sejam melhor aproveitados pelos educandos, visto que esses não frequentam o Núcleo por um período extenso. Assim sendo, a escolha de temas geradores atuais torna a aprendizagem destes alunos mais interessante e faz com que eles fiquem motivados em buscar e compartilhar o conhecimento, pois percebem que este terá um impacto imediato sobre a sua visão de mundo e a sua vida. O nosso grande desafio foi: Como trabalhar assuntos atuais em um período curto com alunos cujo contato com o Núcleo é breve? No decorrer do ano de 2008 desenvolvemos vários projetos com um tema gerador central – “O aquecimento Global” –, que foi subdividido em outros subtemas relacionados: lixo, animais, alimentos, água, aquecimento global e consciência do homem no meio em que vive. Somos três educadoras e trabalhamos em três áreas do conhecimento: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas tecnologias; Linguagens, Códigos e suas tecnologias; e Ciências Humanas e suas tecnologias. Em cada período utilizamos um subtema gerador de formas bem diversificadas, criativas e inovadoras.

Em uma destas atividades presenciais, utilizamos a metodologia do Lego. O Projeto LEGO de Educação Tecnológica – EJA, elaborado pela Zoom Editora em parceria com o SESI, desenvolve competências exigidas atualmente pelo mercado de trabalho para os trabalhadores e cria oportunidades aos jovens e adultos de recuperarem, com qualidade, o tempo perdido e inserirem-se com eficiência no atual mercado de trabalho (ou manterem-se no emprego já conquistado). O Projeto tem condições de atender às necessidades de treinamento dos três setores da economia: indústria, comércio e serviços, e abrange o seguinte público-alvo:

- Instituições de ensino regulares com turmas de EJA;
- Instituições de educação profissional;
- Sindicatos de trabalhadores;
- Organizações não-governamentais;
- Entidades privadas.

Esta metodologia foi desenvolvida para atender a demanda educacional dos trabalhadores da indústria que não puderam concluir seus estudos formais no período apropriado. A metodologia é formada por uma apostila do aluno, uma para o professor, um manual de montagem e uma caixa com as peças pequenas do lego para construção de instrumentos motivadores que apresentem os assuntos vistos no decorrer da apostila.

O conteúdo é baseado nos temas transversais apresentados nos PCN (BRASIL, 2002) e o material foi desenvolvido para que o aluno, na maioria das

vezes um industrial, desenvolva competências e habilidades relacionadas com empreendedorismo, responsabilidade socioambiental, ecossustentabilidade, criatividade e inovação.

Os alunos trabalharam uma história em quadrinhos sobre o uso das novas tecnologias na atualidade e suas importância, assistiram uma apresentação em vídeo sobre tecnologias no mundo e no Brasil e como as empresas trabalham com isto, construíram uma escada Magirus (proposta no material didático do aluno do Lego) e responderam a questões dos diferentes componentes curriculares.

A Atividade Presencial foi desenvolvida em setembro de 2008, com um grupo de 60 alunos da EJA/EAD vinculados ao Pólo de Porto Alegre.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Interdisciplinaridade

A escola, desde seus primórdios, funciona focada em uma cultura separatista, em que as disciplinas são vistas separadas e completamente desvinculadas umas das outras, o ensino é organizado em partes e cada um faz somente a porção que lhe compete. O aluno recebe os pedacinhos do saber, desconectados e desvinculados. Nós professores, apenas reproduzimos o saber. Dificilmente planejamos o ensino de forma que as disciplinas se relacionem e que o aluno tenha uma visão do todo. Somos, na maioria das vezes, professores “fabricantes” e formamos alunos “produtos”.

A mesma lógica está no mundo da produção. Nos processos mais modernos aparece a divisão do trabalho, ao contrário do artesanato, em que cada um fazia tudo e sabia tudo desse fazer. No trabalho especializado, cada um sabe uma parte do fazer, mas é totalmente alheio ao que os outros sabem e fazem. A montagem, sem estabelecer nenhuma conexão significativa entre as partes, é uma atividade muito própria dos processos de industrialização e produção em larga escala de um mesmo produto. O resultado disto é uma alienação, que docentes e discentes geralmente compartilham com o restante da sociedade atual. A superação da alienação é necessária, não para o trabalhador ser flexível, capaz de lidar com rápidas mudanças nos processos produtivos (SANTOMÉ, 1998), mas para que o conhecimento científico tenha maior abrangência e significação.

Assim nos dizeres de Ferreira (*apud* FAZENDA, 1994, p. 34):

A interdisciplinaridade perpassa todos os elementos do conhecimento, pressupondo a integração entre eles. Porém, é errado concluir que ela é só isso. A interdisciplinaridade está marcada por um movimento ininterrupto, criando ou recriando outros pontos para discussão. Já na ideia de integração, apesar do seu valor, trabalha-se sempre os mesmos pontos, sem a possibilidade de serem reinventados. Busca-se novas combinações e aprofundamento sempre dentro de um mesmo grupo de informações.

Desta fala, sobre o conceito de interdisciplinaridade, deduz-se que existe uma relação entre os conhecimentos científicos de diferentes assuntos e os conhecimentos construídos nos bancos escolares. O conceito resume a prática de interação entre os componentes do currículo. É uma estratégia pedagógica que assegura aos alunos a compreensão dos fenômenos naturais e sociais. Ao remeter o conhecimento escolar aos contextos naturais e sociais de onde foi extraído e onde é aplicado, a escola deve fornecer aos alunos as ferramentas mentais para a compreensão e a ação. E, como o mundo físico e social é um enorme oceano, em que os fenômenos nadam de forma "interdisciplinar", é preciso construir essas ferramentas – as competências –, partindo dos conhecimentos específicos e fazendo-os interagir.

Quando se fala em interdisciplinaridade (NOGUEIRA, 1994; FAZENDA, 1979), não significa que o professor tenha o domínio saber de todos os assuntos. Ele deverá entender a relação de sua disciplina com as da mesma área, para depois relacioná-las às das outras áreas. Uma forma de se compreender e aplicar isso é observar os eixos de competências dos PCNEM, que estão presentes nas três áreas: representação e comunicação (as linguagens); investigação e compreensão (as ciências); e contextualização sociocultural (a sociedade e a cultura).

## **2.2 Os projetos didáticos na EJA/EAD**

Jovens e adultos buscam completar sua educação básica por razões práticas, muitas vezes de sobrevivência no mercado de trabalho. Pelo seu perfil, esses alunos necessitam de práticas educativas distintas daquelas que um dia tiveram na escola regular.

Acreditamos que o uso de projetos constitui uma estratégia diferenciada de ensino para este público. Contudo, a participação efetiva dos alunos neste tipo de estratégia de ensino é fundamental. A motivação, os conhecimentos prévios, seus interesses, tudo deve ser considerado e aproveitado em todas as etapas da aprendizagem.

A utilização de projetos é, também, uma proposta de ensino para facilitar e motivar a aprendizagem de alunos adultos, visto que na EJA, mais especificamente na forma EAD, o tempo é limitado, pois os alunos frequentam a escola somente em duas ocasiões: na atividade presencial e na avaliação presencial. Então, o convívio do aluno com a situação de sala de aula é muito pequeno. Esta é mais uma razão para o uso de uma estratégia diferenciada.

Na EJA, independente da estratégia de ensino, há uma necessidade em reconhecer os conhecimentos e habilidades construídos pelos educandos por meios informais, adquiridos nas experiências de suas vidas, para então aproveitá-los e transformá-los em conhecimentos científicos no espaço escolar.

Os PCN procuram mostrar que o ensino deve propiciar um aprendizado útil à vida e ao trabalho, em que a informação, o conhecimento, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, interpretação e desenvolvimento pessoal.

Assim, Oliveira (1999, p. 62) diz:

Na verdade, os altos índices de evasão e repetência nos programas de educação de jovens e adultos indicam falta de sintonia entre essa escola e os alunos que dela se servem [...]

Pensando no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem envolvendo o aluno adulto, a utilização de metodologias alternativas de ensino, como a pedagogia de projetos, parece ser uma alternativa bastante adequada para organizar os trabalhos pedagógicos nesta modalidade de ensino.

A pedagogia dialógica e problematizadora de Paulo Freire (1987) propõe que haja uma participação ativa e dinâmica do aluno trabalhador na sala de aula. É necessário considerar a experiência de vida destes alunos, pois ela será a base para a construção dos seus novos conhecimentos. O professor tem o papel de problematizador, expondo situações reais ao aluno, em que deve aplicar os conhecimentos formais em situações não-formais. O professor deve ajudar a formar redes de conhecimentos, a partir dos saberes científico e popular, viabilizando interações entre esses saberes.

No processo educativo, o aluno adulto precisa sistematizar os conhecimentos que já possui, que construiu com as práticas de vida, e relacioná-los com os conhecimentos trabalhados na sala de aula. Para isto, é essencial reconhecer os elementos que compõem sua realidade, potencializando a construção do conhecimento e a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999).

A estratégia de projetos parece, então, estar plenamente justificada na EJA/EAD. Em nossa opinião, a atividade desenvolvida com projetos didáticos relacionando diferentes conteúdos e assuntos, propicia a articulação das atividades educativas de modo potencialmente significativo, favorecendo assim uma aprendizagem, onde o aluno consegue relacionar os conceitos com aplicações do mundo em que vive, evitando que a prática de sala de aula se reduza a um amontoado de exercícios isolados e repetitivos. Ou seja, cria condições para que ocorra uma aprendizagem significativa.

### **2.3 A EAD no contexto da educação básica**

No cenário de discussão sobre a Educação a Distância existem duas vertentes de interpretação: de um lado a proposta de que o trabalho a ser desenvolvido na EAD deve ser necessariamente voltado para a educação continuada e os sistemas de ensino em nível de graduação e pós-graduação; de outro, temos a vertente que defende a utilização das ferramentas e propostas pedagógicas em EAD num contexto abrangente de desenvolvimento de projetos e atendimento de demandas educacionais a partir do nível fundamental de ensino.

Este trabalho insere-se na última vertente, pois acreditamos que a EAD como modalidade de ensino pode sim atender às diversas peculiaridades de determinados grupos de estudantes, seja em nível fundamental ou médio.

Tal posição pauta-se nas características observadas no público da EJA. Esse grupo de indivíduos apresenta peculiaridades e dificuldades no acesso à Educação Presencial (EP), devido aos turnos de trabalho, à vida familiar e ao acúmulo de funções nas empresas, principalmente a partir das novas relações de trabalho em um ambiente globalizado. Para o trabalhador que procura a EJA, a modalidade de EAD surge como uma possibilidade tangível e acessível para complementação dos estudos e a obtenção do reconhecimento formal de suas aptidões e conhecimentos empíricos. Também é uma maneira de manter-se como elemento ativo dentro de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo, absorvente e exigente, no qual não apenas os conteúdos, mas as competências e capacidades são exigidas e postas à prova. Isso sem falar que as funções e promoções passam a exigir a certificação mínima de nível médio, em sua grande maioria.

Até o momento utilizamos uma mistura do formato da “primeira geração de EAD [que] se caracteriza pela predominância da comunicação baseada no material impresso” (CORRÊA, 2007), com um atendimento presencial em horários predefinidos, porém de livre escolha do educando. O que podemos perceber ao longo do tempo é que cada vez mais pessoas que não teriam possibilidade de estudar em um modelo de educação em EP estão procurando a EAD como forma de retomar aos estudos. Assumem seu próprio processo de aprendizagem, utilizando o material de estudo, nos mais diversos momentos e com distintos ritmos de estudo.

### **3. METODOLOGIA**

A prática desenvolvida na atividade presencial foi realizada no mês de setembro de 2008, com um total de 60 alunos jovens e adultos. Escolhemos o assunto tecnologia, pois este é relevante na sua realidade. Nossos alunos costumam criticar os avanços tecnológicos, afirmando que trabalhadores perdem o emprego para as máquinas ou para alguém que opere a máquina com mais habilidade. Então, a escolha deste tema gerador foi para problematizar os avanços tecnológicos, discutindo seus benefícios e prejuízos. Quer dizer, o avanço das tecnologias requer uma crescente preocupação com a formação das pessoas para esse novo mercado de trabalho.

No *Projeto LEGO de Educação Tecnológica – EJA*, elaborado pela Zoom Editora em parceria com o SESI, para cada tema gerador há uma história em quadrinhos e que envolvendo a ideia de empreendedorismo ou alguma ação em indústria ou empresa. Este material foi elaborado para atingir este grupo de pessoas. Então a parte que selecionamos para a referida prática foi uma lição intitulada “Um Oceano Tecnológico” (Figura 1). Tudo começa com uma conversa entre jovens, na beira da praia, sobre os avanços tecnológicos, empresas que investem no desenvolvimento de tecnologias e a importância da educação formal e profissional para que os avanços tecnológicos sejam incorporados pela sociedade.

No decorrer da conversa entre os jovens (Figura 2), é sugerida a montagem de uma escada Magirus, com o material Lego que faz parte da metodologia citada (Figura 3). Os alunos devem ler toda a história em quadrinhos e ao final é feita uma pausa para reflexão e interpretação do texto, onde todos interagem com suas opiniões e seus pontos de vista.



Figura 1 - Lição.



Figura 2 - Conversa.



Figura 3 - Material Lego

O **Vale do Silício**, na [Califórnia](#), nos [EUA](#) (em inglês *Silicon Valley*), é uma região na qual está situado um conjunto de empresas implantadas a partir da [década de 1950](#) com o objetivo de gerar inovações científicas e tecnológicas, destacando-se na produção de [Chips](#), na [eletrônica](#) e [informática](#).

O Vale do Silício abrange várias cidades do estado da [Califórnia](#), ao sul de [São Francisco](#), como [Palo Alto](#) e Santa Clara, estendendo-se até os subúrbios de San José.

A industrialização dessa região teve início nos [anos 90](#), mas o impulso para o seu desenvolvimento se deu com a [Segunda Guerra Mundial](#) e principalmente durante a [Guerra Fria](#), devido à [corrida armamentista](#) e aeroespacial. Foram as [indústrias](#) eletrônicas do Vale do Silício que forneceram transistores para mísseis e circuitos integrados para os computadores que guiaram as naves Apollo. Muitas empresas que hoje estão entre as maiores do mundo foram gestadas na região: [Apple](#), [Altera](#), [Google](#), [NVIDIA Corporation](#), [Electronic Arts](#), [Symantec](#), [Advanced Micro Devices](#) (AMD), [eBay](#), [Maxtor](#), [Yahoo!](#), [Hewlett-Packard](#) (HP), [Intel](#), [Microsoft](#) (hoje está em [Redmond](#), próximo a [Seattle](#)), entre muitas outras.

### Por que Vale do Silício?

Um circuito integrado, também conhecido por chip, é um dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transistores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções. Suas dimensões são extremamente reduzidas, os componentes são formados em pastilhas de material semicondutor. Chips são construídos por sucessivas interconexões, por boro e fósforo, os componentes formados ainda são interconectados externamente por uma camada extremamente fina de alumínio, depositada sobre a superfície e isolada por uma camada de dióxido de silício.

Figura 4 – Parte do material apresentado aos alunos na aula presencial.

No momento seguinte, é apresentado aos alunos um material em multimídia sobre “O Vale do Silício”, o que é, onde fica e quais empresas estão inseridas neste local e para que servem. A Figura 4 mostra parte do material apresentado aos alunos.

Posteriormente é estudada a Tabela 1, que apresenta algumas grandes empresas brasileiras que investem muito no desenvolvimento tecnológico.

Tabela 1 - Empresas que desenvolvem tecnologia no Brasil.

<b>Empresa</b>	<b>Pesquisas desenvolvidas e o que produzem</b>
Petrobrás	A descoberta de petróleo na região do pré-sal nas bacias do Sul e Sudeste do Brasil representa um marco na história da Petrobras; Biodiesel como combustível alternativo.
Embrapa	Viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do espaço rural, com foco no agronegócio, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício dos diversos segmentos da sociedade brasileira.
Votorantim	A Votorantim Cimentos (VC) é a <i>holding</i> operacional que reúne as empresas de cimento, agregados, cal hidratada, argamassa, calcário agrícola, gesso e concreto do Grupo Votorantim. Uma das dez maiores empresas de cimento do mundo, atua no Brasil, nos Estados Unidos e no Canadá.
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. é uma das maiores empresas aeroespaciais do mundo, posição alcançada graças à busca permanente e determinada da plena satisfação de seus clientes.
Vale	A Vale produz e comercializa minério de ferro, pelotas, níquel, concentrado de cobre, carvão, bauxita, alumina, alumínio, potássio, caulim, manganês e ferroligas. Sempre com foco no crescimento e diversificação de nossas atividades em mineração, investe em pesquisa mineral e tecnologias voltadas para a melhoria contínua de suas atividades nos cinco continentes. Para dar suporte ao desenvolvimento e escoamento da produção, atua como uma operadora logística e prioriza projetos de geração de energia voltados para o autoconsumo, de forma a garantir competitividade.

Após é dada uma aula de Física sobre alguns conteúdos relacionados na Tabela 2.

Tabela 2 – Conteúdos de Física abordados na atividade presencial.

<b>Conteúdos de Física</b>	<b>Assuntos abordados relacionados com o tema gerador</b>
máquinas simples	aplicações das máquinas simples na escada Magirus;
Alavancas	tipos de alavancas, aplicações de alavancas na escada Magirus
relação entre trabalho e força	relação entre força de aplicação, deslocamento da escada para subir e o trabalho por ela realizado.
polias e engrenagens	acoplamento de polias, relação entre os dentes das engrenagens.

Os alunos foram convidados a organizar-se em grupos de até quatro integrantes (equipe de trabalho), para montar a escada sugerida na lição, resolver as questões propostas e criar um objeto tecnológico inovador que facilite sua vida. Após a atividade com o material do Projeto Lego, são feitas reflexões e a leitura de um texto, em Língua Espanhola, com questionamentos sobre modernidade e inovações tecnológicas esperadas para o século XXI. Promovem-se discussões sobre os resultados da atividade de montagem, faz-se referências às matérias estudadas em casa e as utilizadas para a montagem da escada Magirus.



Figura 5 – Atividades Presenciais.

O objeto inventado deve ser desenhado e seus usos e vantagens, explicados. Informações sobre os inventos foram colocados em um formulário específico e colados num cartaz para montagem de um painel coletivo com as ideias de todos os alunos dos três turnos da escola. Esta parte da atividade envolvia as áreas do conhecimento: História, Geografia, Educação Artística, Língua Portuguesa e Espanhol. As atividades descritas foram realizadas ao longo dos três dias de atividades presenciais. No desenvolvimento de cada área, os assuntos trabalhados anteriormente eram retomados e as conexões, estabelecidas. Nas Figuras 5 e 6 temos algumas imagens das atividades presenciais realizadas no período.



Figura 6 – Alunos montando a escada Magirus e respondendo às questões propostas na apostila.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia do Projeto Lego é uma forma motivadora para que o aluno da EJA/EAD tenha noções de assuntos que possam ser relacionados com situações do seu dia-a-dia. Considerando que o aluno que busca esta forma diferenciada de ensino, EAD, não tem tempo de frequentar uma escola regular, devido aos diferentes horários de trabalho, a presente prática proporciona a ele um ambiente escolar propício para a aprendizagem. Ao mesmo tempo, procura vincular suas vivências e atividades, proporcionando formas verdadeiramente motivadoras, vinculadas ao real e que valorizam os conhecimentos prévios no contexto escolar. A convivência com os colegas e a forma de trabalho fazem com que ele consiga tornar sua aprendizagem algo mais concreto e próximo a seus objetivos de vida intra e extraescolar.

Assim sendo, o relato da atividade presencial interdisciplinar envolvendo o projeto Lego demonstra que esta prática pode ser adequada à aprendizagem dos alunos da EJA/EAD. Os trabalhos apresentados mostram a compreensão de conteúdo e as conexões estabelecidas, tornando sua aprendizagem mais significativa e melhorando seus conhecimentos científicos.

## 5. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- CORRÊA, Juliane. **Livro 1: Cenário atual da EAD**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, e-book do curso de especialização em educação a distância, 2007.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979, p. 8-9.
- FAZENDA, Ivani (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo, Papirus, 1994.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HERNANDEZ, F. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- LITWIN, Edith. Das tradições às virtualidades. In: **Livro 1: Cenário atual da EAD**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, e-book do Curso de Especialização em Educação a distância, 2007.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora UnB, 1999.
- NOGUEIRA, A. (Org.) **Contribuições da interdisciplinaridade para a ciência, para a educação, para o trabalho sindical**. Petrópolis: Vozes, 1994.
- OLIVEIRA, M. K. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Belo Horizonte, n. 12, p. 59-73, set./dez. 1999.
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.
- RAMAL, Andréa Cecília. Entre mitos e desafios. In: **Livro 1: Cenário atual da EAD**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, e-book do Curso de Especialização em Educação a distância, 2007.



## USANDO UM CIRCUITO DE *MOUSE* PARA MEDIR TEMPO NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE MECÂNICA

**José Ricardo Borba** [jrborba.rs@gmail.com]

**Paulo Roberto Menezes Lima Júnior** [paulolima@ufrgs.br]

**Maria Terezinha Xavier Silva** [teka@if.ufrgs.br]

*Laboratórios de Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

### Resumo

Com a incorporação progressiva das novas tecnologias da informação nos laboratórios de ensino de física, tem aumentado a busca pelo desenvolvimento de mecanismos de baixo custo para coleta eletrônica de dados. Este trabalho descreve a construção de um sensor de presença (*photogate*) a partir de um circuito de *mouse* que, aliado a um interpretador Logo, realiza medidas de tempo em experimentos de mecânica. Tanto as alterações do *hardware* do *mouse* quanto as instruções passadas via software ao interpretador LOGO são discutidas. Ao final, o dispositivo construído a partir de um circuito de *mouse* é testado em uma situação conhecida. Suas vantagens e limitações são discutidas.

**Palavras-chave:** laboratório didático, coleta eletrônica de dados.

### INTRODUÇÃO

Com a incorporação progressiva das novas tecnologias da informação nos laboratórios de ensino de física, tem aumentado a busca pelo desenvolvimento de mecanismos de baixo custo para coleta eletrônica de dados. Embora essa incorporação esteja ocorrendo em um ritmo mais lento que o desejado, o computador está cada vez mais próximo da realidade das escolas e o uso criativo dessa ferramenta é um desafio que precisa ser enfrentado por todos os professores. Em publicações recentes, Haag (2001), Aguiar *et al.* (2001), Figueira e Veit (2004) mostraram que é possível a realização de medidas físicas de tempo e temperatura, usando a porta de jogos da placa de som. O presente trabalho também busca automatizar medidas de tempo utilizando um microcomputador, porém se distingue dos trabalhos acima por utilizar um circuito de *mouse* na confecção do sensor de presença (usualmente chamado *photogate*).

Sob a orientação de Carlos Aguiar, Bessa (2003) demonstrou como é possível utilizar o sensor de movimento do *mouse* para medir intervalos de tempo relacionados à rotação das pás de um ventilador usando também um interpretador Logo. Contudo, devido à dificuldade de saber como o computador interpreta o movimento da esfera do *mouse*, Bessa não conseguiu precisar o que realmente estava medindo. O presente trabalho também recorre à linguagem Logo, mas avança com relação ao último pela montagem distinta em que utiliza o circuito do *mouse*. Ao trocar a esfera pelo botão, foi possível dizer o que estávamos medindo em cada situação.

## DO CIRCUITO DE *MOUSE* AO *PHOTOGATE*

Para aquisição de dados, utilizamos um mouse de esfera conectado normalmente a um computador PC compatível. Como o mouse utilizado para as medições é detectado pelo Sistema Operacional durante a inicialização (foi utilizado o Windows XP SP2), recomendamos que este mouse seja adicional ao utilizado para o controle do computador. Temos, assim, um computador com dois “mouses”: um funcionando como *photogate* e outro funcionando normalmente.

### O funcionamento normal do *mouse*

Os modelos mais antigos de *mouse* permitem dois tipos de interação usuário-máquina: (1) movimento do cursor sobre a tela, identificado com o movimento da esfera do *mouse* sobre uma superfície plana apropriada; (2) “cliques” sobre a tela, identificado com os movimentos de apertar e liberar os botões do *mouse*. A Figura 1 mostra um *mouse* desse tipo sem a proteção superior (BESSA, 2003).

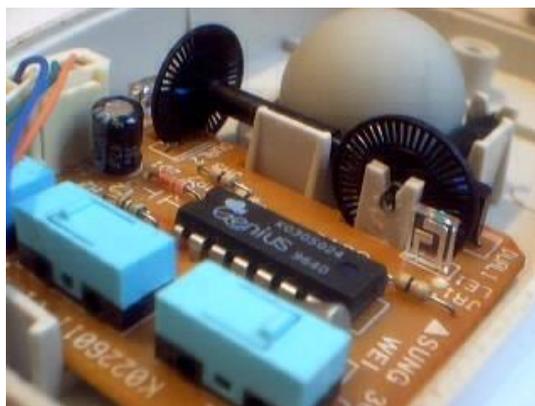


Figura 1 - Mouse de esfera desmontado.

Nessa imagem, é possível identificar a esfera emborrachada que produz o movimento do cursor na tela e os botões do *mouse* (na região esquerda inferior da foto). A esfera emborrachada está em contato com dois eixos perpendiculares. Na extremidade de cada eixo, há uma roda opaca com algumas dezenas de aberturas que permitem a passagem de luz. Há também um par sensor-emissor de infravermelho próximo à borda de cada roda perfurada (Figura 2). O movimento da esfera provoca a rotação dos eixos, que pode ser detectada pelos sensores e interpretada pelo computador, produzindo o movimento do cursor na tela.

Um obstáculo em usar o dispositivo de detecção de movimento do *mouse* para medições físicas é a dificuldade de saber como cada circuito discrimina os movimentos da esfera na mesma direção e em sentidos opostos. Provavelmente há mais de um sensor em cada roda e um padrão de interpretação que permite ao circuito do mouse discriminar em que sentido a roda está girando (BESSA, 2003). Para evitar essa dificuldade, propomos utilizar os botões do mouse em vez do dispositivo de detecção de movimento.

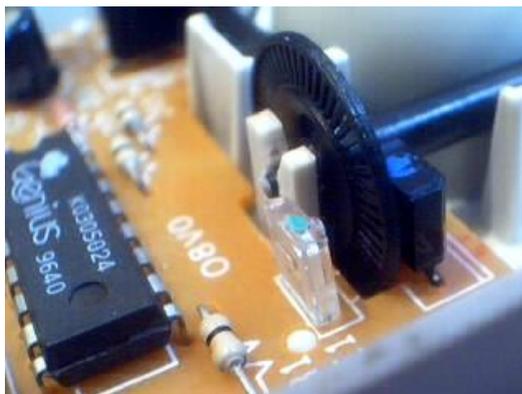


Figura 2 - Sensor e emissor de infravermelho.

O botão do mouse funciona de maneira análoga a um interruptor de corrente. Ele possui três terminais, sendo que um deles é inerte. Entre os dois outros há uma tensão constante de 5V e a resistência varia conforme o botão é pressionado. O botão pressionado corresponde ao circuito fechado e o botão liberado ao circuito aberto. Nossa proposta consiste em substituir o botão do mouse por um dispositivo em que a passagem de corrente esteja condicionada a incidência de infravermelho.

### Desmontando o *mouse*

O primeiro passo na confecção do *photogate* foi retirar um dos botões do mouse. Lembramos que esse procedimento precisa ser realizado com cuidados especiais, já que estamos trabalhando com componentes energizados a baixa tensão<sup>1</sup>. O terminal do circuito que é inerte com respeito ao botão foi ignorado. Aos outros dois terminais foram ligados dois fios de telefonia. Com o auxílio de uma *protoboard*, foi montado o circuito descrito na Figura 3.

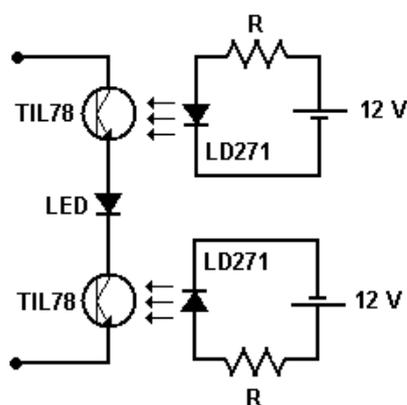


Figura 3 - Circuito plantado nos terminais do botão do *mouse*.

<sup>1</sup> A tensão de 5V não é suficiente para causar malefícios ao organismo humano, mas um curto-circuito pode danificar permanentemente o mouse e a porta à qual o mesmo está conectado. Por isso, recomendamos que o procedimento seja realizado com o mouse desligado do computador e evitando tocar os componentes do circuito com os dedos ou fios desencapados.

No circuito, os terminais representados à esquerda da figura estão ligados aos dois terminais não-inertes de um dos botões do mouse. O componente TIL78 é um transistor fotossensor para a faixa do infravermelho. Cada fotossensor foi colocado diante de um diodo foto-emissor LD271, ligado em série a uma bateria de 12 V e um resistor de 370  $\Omega$ . Quando iluminado, o transistor permite a passagem de corrente, acendendo o LED, que emite no visível. Esse estado corresponde, para o computador, ao botão pressionado. Quando algum objeto obstrui o caminho entre um dos emissores de infravermelho e seus respectivos fotossensores, o LED apaga e o computador interpreta que o botão foi liberado.

Como os fotossensores também são sensíveis ao visível (principalmente o emitido por fontes incandescentes), decidimos realizar o experimento com as luzes do laboratório apagadas. Evidentemente, para implementação desse equipamento em uma situação real de ensino será necessário acrescentar ao fotossensor um revestimento opaco ao infravermelho.

Tomados os devidos cuidados na confecção do *photogate*, o passo seguinte consiste em construir um procedimento para que o computador calcule e registre o intervalo de tempo entre “cliques” sucessivos do *mouse* modificado.

### **Usando LOGO para medir intervalos de tempo**

Há um número de vantagens na utilização da linguagem Logo para a construção de um interpretador do *mouse-photogate*. Sem o objetivo de esgotá-las, apresentamos as seguintes:

1. A linguagem Logo foi elaborada sob o pressuposto de que o conhecimento é *construído* e que o estudante possui um papel ativo nessa construção. Com efeito, a construção do conhecimento em oposição à sua transmissão é uma característica do processo de ensino-aprendizagem que desejamos desenvolver com nossos estudantes.
2. A linguagem Logo, diferente da maioria das linguagens de programação, suporta comandos em língua portuguesa. Dessa maneira, ela oferece menos restrições aos alunos que desejam participar ativamente de todas as etapas do processo de obtenção da medida;
3. Interpretadores Logo são programas pequenos, rodam em computadores antigos, permitem interface gráfica e são bastante conhecidos pela comunidade acadêmica.
4. Há, na linguagem Logo, um comando simples para interpretar as ações do usuário via *mouse*.

O Logo possui também uma função interna chamada *tempomili*, que fornece o tempo, em milissegundos, desde a inicialização do sistema operacional. Nosso procedimento consiste em programar o interpretador Logo para registrar a diferença, em milissegundos, entre a obstrução de um sensor e outro. Para isso, utilizamos a função *ativemouse* (em português) ou *mouseon* (em inglês). Esta função possui a seguinte sintaxe:

```
ativemouse [caso_01] [caso_02] [caso_03] [caso_04] [caso_05]
```

Entre os colchetes, o usuário pode inserir comandos da sua preferência. Essas listas de comandos são executadas quando: (caso\_01) o botão esquerdo é pressionado; (caso\_02) o botão esquerdo é liberado; (caso\_03) o botão direito é pressionado; (caso\_04) o botão direito é liberado; (caso\_05) o mouse é movimentado, independente de direção e sentido. A seguir, é apresentado o procedimento passado ao interpretador Logo<sup>2</sup>.

```
aprenda pulse
```

```
atribua "i 0
```

```
atribua "tempo 0
```

```
enquanto [i=0] [ativemouse [][atribua "tempo tempomili atribua "i 1][][ ]
```

```
enquanto [i=1] [ativemouse [][atribua "tempo tempomili-:tempo atribua "i 2][][ ]
```

```
mostre "tempo
```

```
fim
```

Com o interpretador Logo executando esse procedimento, foi possível medir o intervalo de tempo entre a obstrução consecutiva de dois fotossensores do *photogate* construído a partir de um circuito de *mouse*, conforme descrito até agora.

## REALIZANDO MEDIDAS DE TEMPO COM O MOUSE-PHOTOGATE

Para testar o *photogate* construído a partir do circuito de *mouse*, escolhemos um dos experimentos dos laboratórios de ensino (IF/UFRGS) em que é utilizado um *photogate* de alto custo (PASCO) que realiza a mesma medição que o nosso *mouse-photogate*. Foi escolhido o problema de determinar a aceleração de um carrinho que, tracionado por um fio, caminha sobre um trilho horizontal de alumínio com pouca dissipação de energia. O esquema de montagem desse equipamento pode ser visualizado na Figura 4.

<sup>2</sup> Observe que o procedimento transcrito presume estarmos utilizando o botão esquerdo do mouse.

A montagem consiste de um carrinho feito com rolamentos de baixa dissipação que desliza tracionado por fio em que está pendurada uma massa de 10 g. O carrinho está equipado com uma régua transparente na qual foi colada uma pequena tira de papel. Os dois pares fotossensor/fotoemissor são colocados ao longo do trajeto de maneira que a tira de papel obstrua cada fotossensor quando o carrinho passa em sua frente. Cada obstrução corresponda ao movimento de liberar o botão do mouse. Cada desobstrução corresponde ao movimento de "clique". O interpretador Logo calcula o tempo entre cada obstrução e mostra o resultado na janela de comandos.

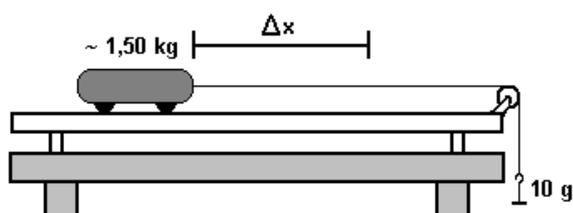


Figura 4 - Esquema de montagem para medida da aceleração do carrinho.

Tomando o cuidado de colocar o primeiro sensor na posição em que o carrinho entra em movimento, temos uma boa medida do intervalo do tempo em que o móvel percorre uma distância  $\Delta x$  conhecida a partir do repouso. Se esse movimento é uniformemente variado e se o cronômetro oferece uma boa medida de tempo, a distância  $\Delta x$  deve depender linearmente do quadrado do tempo e a inclinação do gráfico  $\Delta x$  versus  $t^2$  é a metade da aceleração.

## Análise e Resultados

Foram feitas 10 medidas de tempo para cada deslocamento a partir de 20 cm até 60 cm, contados a cada 10 cm. As médias obtidas podem ser vistas na Tabela 1. A Figura 5 apresenta o gráfico do deslocamento  $\Delta x$  em função do quadrado do tempo.

Tabela 1 - Deslocamento vs tempo no movimento do carrinho.

Deslocamento	Tempo
20 cm	2,58 s
30 cm	3,10 s
40 cm	3,59 s
50 cm	3,93 s
60 cm	4,43 s

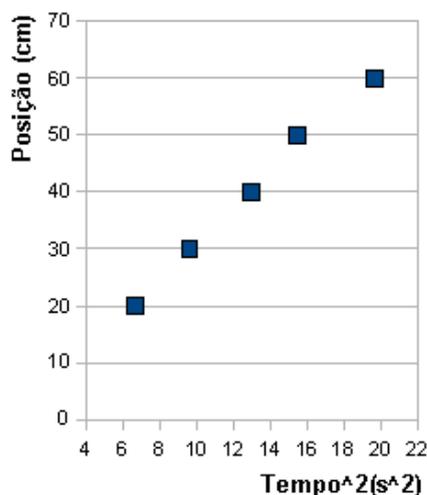


Figura 5 - Deslocamento vs tempo ao quadrado.

Como é possível perceber, o gráfico apresenta a aparência de uma reta, conforme esperado. Usando o método de mínimos quadrados, a aceleração do movimento foi estimada em  $6,23 \text{ cm/s}^2$  (com  $R \approx 0,99$ ), que pode ser considerado um bom ajuste. A Figura 6 mostra o gráfico das medidas de tempo para o primeiro ponto do gráfico ( $\Delta x = 20 \text{ cm}$ ).

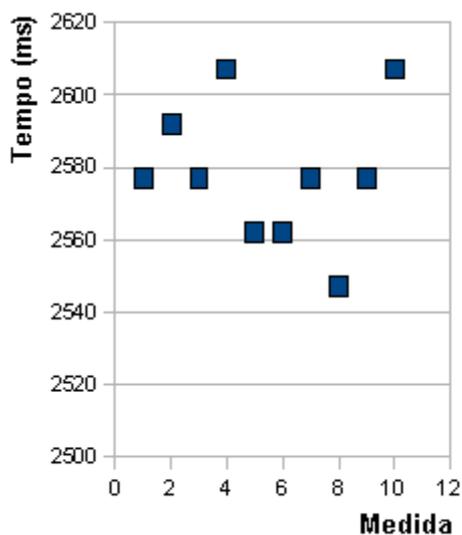


Figura 6 - Medidas individuais de tempo.

Como é possível perceber, a diferença entre medidas sucessivas de tempo é sempre um múltiplo inteiro de 15 ms. Aparentemente, essa diferença é devida ao limite de resolução da medida de tempo do *mouse-photogate* e supera em 10 ms o limite de resolução encontrado por Bessa (2003) para um dispositivo semelhante construído a partir do mecanismo de detecção de movimento do mouse.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao limite de resolução do equipamento desenvolvido, não foi possível medir o tempo de passagem da tira de papel atada ao carrinho para estimar sua velocidade instantânea em função do tempo como se costuma fazer com o *photogate* de alto custo (PASCO) disponível nos laboratórios de ensino do IF/UFRGS. Entretanto, destacamos outras vantagens oferecidas pelo *photogate* construído a partir do circuito de *mouse*:

1. Trata-se de um equipamento de baixo custo, podendo ser confeccionado com um mouse antigo, duas baterias de 12 V, fios de telefone e alguns componentes eletrônicos baratos e fáceis de encontrar.
2. Devido à sua simplicidade, o circuito de *mouse* aliado à linguagem Logo permitem que os estudantes assumam um papel mais ativo na compreensão e reformulação do processo de medição.

Enfim, além de reduzir o tempo investido na tomada das medidas, a coleta de dados proposta neste trabalho vai ao encontro do ponto de vista construtivista sobre o qual o ensino de ciências, de uma maneira geral, e de física, em particular, tem lançado seus alicerces.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C.E.; LAUDARES, F.A. Aquisição de dados usando Logo e a porta de jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 4, p. 371-380, 2001.

BESSA, A. **Usando mouse como um photogate**. UFRJ, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/infoenci/alunos/andre/usodomouse.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2009.

FIGUEIRA, J.S.; VEIT, E.A. Usando Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 203-211, 2004.

HAAG, R. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 176-183, 2001.

## **UM ESTUDO TRANSVERSAL SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NO MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE DOS CORPOS NA PERSPECTIVA DA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA**

**Júnior Saccon Frezza** [junior.frezza@ufrgs.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

*Núcleo de Estudos em Epistemologia Genética e Educação*

**João Alberto da Silva** [joao.alberto@ufrgs.br]

*Instituto de Educação, UFRGS, Porto Alegre, RS*

*Núcleo de Estudos em Epistemologia Genética e Educação*

### **Resumo**

O fenômeno de queda livre é tão casual que as vezes não se dá a devida importância a ele, principalmente professores que cada vez mais se tornam reprodutores de conhecimento ao invés de construtores e interlocutores. Neste trabalho buscou-se, centrado nas bases da Epistemologia e Psicologia Genéticas, analisar a compreensão do fenômeno de queda livre dos corpos por parte de indivíduos de diferentes idades e escolaridades. A partir das respostas apresentadas obtiveram-se diferentes classificações conforme os processos mentais elaborados pelos sujeitos quando indagados sobre a influência da massa de corpos em queda livre.

**Palavras-chave:** corpos em queda livre; epistemologia genética; método clínico.

### **INTRODUÇÃO**

É nítida a dificuldade de sujeitos escolares referentes a conteúdos de Física. Professores se queixam da falta de empenho de seus alunos, enquanto estes julgam a Física ser aplicada a outro mundo, um mundo ideal de constantes e equações. Juntamente com a matemática e a química, a Física é vista por muitos alunos como algo de difícil entendimento e que apesar de pretender explicar a natureza parece não haver vínculo algum com esta. Não obstante a isso, a Física parece exigir um elevado grau de formalidade para seu entendimento, gerando dificuldade no aprendizado. Num primeiro momento isso pode parecer contraditório, já que a Física tenta entender fenômenos cotidianos. Contraditório porque entender o real não deveria necessariamente estar ligado a um formalismo, já que se trata de objetos empíricos de conhecimento. Porém, parece-me claro que mesmo se tratando de objetos empíricos, há-se a necessidade do sujeito em construir modelos explicativos para a interpretação de fenômenos cotidianos.

Há muitas teorias que tentam explicar a aprendizagem. Algumas possuem suas raízes no empirismo, que considera o sujeito como *tábula-rasa*. Outras, fundadas no apriorismo, pressupõe que o sujeito já nasce com todas as estruturas cognitivas, cujo surgimento é uma questão de maturação. O que essas duas teorias têm em comum é a ideia que o sujeito é passivo quanto ao

seu aprendizado. Contudo, o Construtivismo vem com a ideia que o sujeito é agente de seu conhecimento. Com isso, nada mais justo do que investigar a origem dos processos de aprendizagem, firmando as bases na Epistemologia Genética.

Com isso, procuramos entender como os sujeitos interpretam o fenômeno de corpos em queda livre. Como sofrem influências da sociedade, e trazem consigo uma bagagem de informações de inúmeras gerações, é fundamental o entendimento da origem dos estudos desse fenômeno, até a concepção hoje utilizada.

Na antiguidade havia a ideia, entre os filósofos, de que os movimentos necessitavam e eram consequências de uma *causa*. Essa ideia perdurou até o começo do século XVII, quando Galileu e Newton desenvolveram mecanismos de raciocínio sobre o movimento dos corpos. Devido aos estudos, constatou-se que corpos em queda livre são atraídos pela Terra com uma aceleração constante (para pequenas alturas), que é a aceleração da gravidade ( $9,81\text{m/s}^2$ ). Com isso, fica implícito que, todos os corpos em queda livre são atraídos pelo planeta Terra com a mesma aceleração.

Porém, dificilmente se observa objetos caindo juntos de uma mesma altura no dia-a-dia. E dificilmente alguém é atingido por uma maçã na cabeça para pensar sobre o assunto (pelo menos é esse o fato abordado em livros que fez Newton estudar os objetos em queda livre). No entanto, se os sujeitos são agentes do conhecimento, é interessante pesquisar as operações de pensamento e os modelos explicativos que os sujeitos elaboram para a solução deste fenômeno.

## **ABORDAGEM CONCEITUAL**

Desde muito jovem a criança constrói significações para o mundo em que está inserida, mesmo não tendo a consciência de que ela mesma faz parte desse mundo. Dessas significações ela busca dar uma explicação aos fenômenos reais vividos por ela. Essas explicações quase sempre estão baseadas em respostas que não condizem com a realidade descrita por sujeitos que possuem um pensamento formal. Isso faz-nos pensar que a realidade não é imposta ao sujeito tal e qual, mas é devida a uma construção gradativa. Construção essa que designa um sujeito ativo, que age sobre os objetos, e este sobre aquele. Em Piaget, isto é posto como base de sua teoria interacionista, onde a construção do real se deve à interação sujeito-objeto.

Mas se a construção é devida a uma interação, no momento em que o sujeito age sobre o mundo que o cerca, porque não o faz de acordo com a realidade, ao invés de deformá-lo? Primeiramente deve-se entender que esta ação é biunívoca. O sujeito age sobre o objeto de conhecimento, mas ao mesmo tempo o objeto impõe certa dificuldade de assimilação, ou seja, o próprio objeto age sobre o sujeito. Daí a necessidade de uma teoria interacionista, que leva em conta os dois pólos, o caráter ativo do sujeito e do objeto, que se funde em uma interação. Piaget (1983, p. 6) afirma que

[...] o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem dos objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se impoem. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre as formas distintas.

Isso nos remete então a ideia de uma construção de noções, que, por sua vez, implica uma construção de esquemas. Um esquema é a generalização de uma ação. Desde muito jovem a criança busca a assimilação do real para seu desenvolvimento. Em relação às estruturas lógico-matemáticas, desde as primeiras ações elas se fazem presentes, porém em diferentes aspectos. A criança, inicialmente, por meio de reflexos, logo não intencionais, acaba, por acidente, agarrando o dedo de um adulto quando este o coloca na mão da criança. Após, e isso não se justifica pela maturação, a criança começa a agarrar tudo que lhe é posto em sua mão. Constrói-se aí um esquema de agarrar. Posteriormente este esquema será relacionado com o esquema de sucção, onde tudo que a criança agarra é levado à boca. Isso se deve a uma coordenação das ações, ou coordenação de esquemas. A partir desses esquemas e da coordenação de n esquemas, a criança vai se desenvolvendo cognitivamente. Este por sua vez, restrita ao desenvolvimento biológico. Neste período, chamado por Piaget de 'Sensório-motor', a criança se restringe a organização de seu corpo o espaço e das primeiras adaptações ao real. Neste estágio, suas construções mais importantes são a noção de objeto permanente e o grupo de deslocamentos, possibilitando ao recém nascido a consciência que um objeto não desaparece no momento em que é retirado de seu campo visual. O grupo de deslocamentos, por sua vez, possibilitará à criança se locomover entre dois pontos, coordenando seus próprios movimentos, possibilitando um retorno posterior quando o achar necessário. Essas coordenações possibilitarão, a um nível seguinte, a construção de uma estrutura capaz de ações interiorizadas.

Com o surgimento da função simbólica, tudo o que a criança construiu no estágio sensório-motor será transposto em um novo patamar. A estrutura lógico-matemática se reorganiza pelo fato de que agora as organizações práticas são reconstruídas no plano representativo, potencializando a assimilação de seus esquemas. Neste estágio, o 'pré-operatório', que surge de uma reconstrução do período anterior, as ações, antes apenas práticas, agora podem ser interiorizadas, mas estas ainda possuem um caráter unívoco, carecendo de reversibilidade e reciprocidade, ou seja, de inferências sistemáticas e de fechamentos.

Por volta dos 7, 8 anos, a criança novamente reconstrói toda a sua estrutura cognitiva em aspectos mais gerais de assimilação. O sujeito agora pode agir sobre um determinado conteúdo, e em pensamento retornar à situação inicial. Esse novo poder se deve graças a uma reconstrução do estágio

precedente, possibilitando uma ação no plano do pensamento. O que marca este nível, o 'operatório-concreto' é o surgimento das operações concretas. O sujeito ainda se restringe ao real, mas tem a capacidade de reverter uma ação no plano do pensamento. Piaget chama isso de 'reversibilidade', permitindo construir estruturas de classe, noções de conservação, seriação, modificando profundamente a capacidade assimiladora da estrutura lógico-matemática. Toda essa construção leva o sujeito a se desprender do real, em levantar hipóteses, aspectos estes que só serão possíveis com o surgimento do pensamento formal.

O caráter marcante do estágio 'operatório formal' é a capacidade do sujeito em levantar hipóteses e trabalhar com deduções. Isso remete a uma coordenação de operações, não mais vinculada ao real necessariamente. O sujeito que possui um pensamento formal não se restringe ao que se pode realizar, mas especula 'n' hipóteses, combinando-as resultando em '(n + n)'' possibilidades. O grande marco deste estágio é a organização da estrutura lógica de grupo, possibilitando a organização e coordenação de 'n' operações em formas diferentes de reversibilidade lógica. Essas características são reunidas no chamado Grupo INRC que inclui operações de Identidade (I), Negação (N), Reciprocidade (R) e Correlação (C), possibilitando o pensamento ser construído no plano hipotético-dedutivo.

Se o conhecimento é então construído e essa construção é devido à existência de esquemas, estes por sua vez, remetem a existência de mecanismos que possibilitem a relação dos esquemas com o objeto de conhecimento.

O conhecimento, para ser construído pelo sujeito, deve-se ao fato de que existe uma estrutura capaz de assimilá-lo. Essa estrutura deve ser entendida não apenas como a adição de n esquemas, mas, além disso, como uma coordenação desses esquemas. O sujeito então por meio dos esquemas dispostos, busca assimilar o objeto de conhecimento à sua estrutura. Nesta assimilação a estrutura pode sofrer uma perturbação e, se sofrer, procura retomar o equilíbrio. Assim, ao equilibrar-se, a estrutura se reorganiza e evolui para um novo patamar de conhecimento. Isso é o que Piaget (1976) chama de *equilíbrio majorante*. No entanto, dois elementos são responsáveis pelo equilíbrio cognitivo do sujeito. O primeiro é assimilação ou incorporação de um elemento exterior em um esquema sensório-motor ou conceitual do sujeito. O segundo seria a acomodação, ou seja, a necessidade em que se acha a assimilação de levar em conta as particularidades próprias dos elementos a assimilar. Neste jogo entre a assimilação e a acomodação, a estrutura cognitiva do sujeito evolui para um novo patamar, onde neste ele pode assimilar novos conhecimentos cada vez mais complexos. Isso não significa dizer que a estrutura anterior seja descartada, pois "as estruturas de um conjunto são integrativas e não se substituem uma às outras: cada uma resulta da precedente, integrando-a na qualidade de estrutura subordinada e prepara a seguinte, integrando-se a ela mais cedo ou mais tarde." (PIAGET e INHLEDER, 1978, p. 132).

É nesta evolução que se refere às equilibrações majorantes que o sujeito vai se tornando cada vez mais apto a interpretar corretamente os fenômenos cotidianos. Assim como o real exige uma construção, qualquer conhecimento necessita de um jogo de assimilações e acomodações. Então o que o sujeito tem como real, na verdade esta realidade está vinculada e restrita pela estrutura do sujeito.

## **ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Esta pesquisa caracteriza-se por ser um estudo experimental e de cunho qualitativo. O referencial adotado é o do Método Clínico piagetiano, utilizado em pesquisas em Epistemologia e Psicologia Genéticas.

O Método Clínico é um procedimento de coleta e análise de dados que fornece ao pesquisador uma possibilidade de compreensão do pensamento e dos comportamentos dos sujeitos. Ele é flexível para dar conta das inúmeras variáveis que podem surgir ao longo de uma experiência ou entrevista. Ao mesmo tempo, exige uma organização muito rápida das hipóteses e do pensamento do pesquisador.

Piaget (1926, p. 7) afirma que, no método de exploração crítica, o essencial é não induzir o pensamento, “mas em fazer falar livremente e em descobrir tendências espontâneas, em vez de canalizá-las e as conter. Consiste em situar qualquer sintoma dentro de um contexto mental, em vez de fazer abstração do contexto”.

Não obstante, os processos de pensamento não são visíveis exclusivamente pela observação pura do comportamento. O sujeito pode estar em alta atividade mental sem produzir uma ação exterior. A expectativa é de descobrir os processos mentais elaborados pelos participantes da pesquisa na solução de problemas que envolvem a queda livre de corpos.

Baseado nisso, foi desenvolvido um protocolo de perguntas que versava sobre as conclusões que os sujeitos poderiam fazer a respeito das propriedades de massa e de volume de um corpo e como este se comportaria em uma queda livre. Como materiais concretos para as atividades de observação, foram utilizadas duas esferas de mesmo volume com massas diferentes e duas folhas de papel idênticas em massa e volume. O protocolo foi dividido em três momentos: identificação das propriedades das esferas, identificação das propriedades das folhas e, por último, verificação experimental dos dois primeiros momentos.

Foram analisados três grupos de alunos provenientes de estabelecimentos de ensino da região de Pelotas, Rio Grande do Sul. O primeiro se restringe a alunos da 4ª série do ensino fundamental (Grupo A) de uma escola pública; o segundo se refere a alunos do 2º ano do ensino médio (Grupo B), também de uma escola da rede pública, e o terceiro grupo é composto por alunos de um curso pré-vestibular gratuito subsidiado pela Universidade Federal de Pelotas, cujos alunos têm uma faixa etária que varia entre 45 e 60 anos (Grupo C).

## DESCRIÇÃO DA TÉCNICA UTILIZADA

Primeiramente, solicitou-se que o sujeito identificasse as propriedades das esferas, comparando o volume das duas, sem as tocar. Logo após, fez-se a suposição que as duas esferas possuíam a mesma massa e, sem realizar o experimento, perguntou-se o que o sujeito poderia afirmar sobre o momento em que as duas chegariam ao chão, se soltas ao mesmo tempo e a uma mesma altura. Os sujeitos deveriam raciocinar se as esferas tocariam o chão ao mesmo tempo ou em tempos diferentes. Em seguida, com a mesma suposição anterior, questionou-se o que aconteceria se caíssem de alturas diferentes. Na última pergunta desse momento, fez-se a hipótese de que as massas das esferas seriam diferentes e novamente foi perguntado o que se observaria se essas caíssem da mesma altura.

Passa-se, em seguida, à identificação das propriedades das folhas. Colocando duas folhas idênticas na frente do sujeito, assim como no primeiro momento, solicitou-se que ele as comparasse quanto à massa e ao volume. Depois, uma das folhas era amassada e novamente pediu-se que o sujeito fizesse a mesma comparação anterior. Em seguida, perguntou-se o que aconteceria se a folha aberta e a amassada caíssem da mesma altura. Logo após a resposta, efetuou-se o experimento, pedindo que o sujeito explicasse o que ele observou.

Resta, por fim, a verificação experimental dos dois primeiros momentos. Continuou-se a utilizar as duas folhas, porém amassadas. Mais uma vez, foi requisitado que o sujeito comparasse as duas quanto à massa e ao volume. Após, perguntou-se o que se poderia afirmar quanto ao tempo de queda das folhas amassadas, se ambas caíssem da mesma altura. Após a resposta, realizou-se o experimento e foi requerido, ao sujeito, que ele explicasse o que observou. Em seguida, trabalhou-se novamente com as esferas, permitindo agora que o sujeito as tocasse, possibilitando à ele uma comparação quanto à massa. Na sequência, perguntou-se o que o sujeito poderia afirmar quanto ao tempo de queda dessas duas esferas, se caíssem de uma mesma altura. Novamente, após a resposta, realizou-se o experimento e o sujeito foi requisitado a explicar o que observou.

O protocolo descrito acima foi padrão para os três grupos analisados. Entretanto, para os grupos da 2ª série do Ensino Médio e do curso Pré-vestibular, por saber-se que já haviam estudado o fenômeno da queda dos corpos, foi pedido, antes da realização do experimento, que estes respondessem um exercício escolar clássico dos livros didáticos de Ensino Médio. A pergunta foi a seguinte:

Um corpo de massa igual a 4 kg cai a partir do repouso de uma altura de 80 m. Qual o tempo que ele levará para chegar ao chão ( $h = 0$  m)? (Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $h = h_0 + v_0t - gt^2/2$ )

Depois de solucionado, realizou-se todo o protocolo e, após o último

---

questionamento, indagou-se ao sujeito se ele conseguia relacionar o que observou durante a entrevista com o exercício que havia resolvido.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nota-se que a identificação das propriedades das esferas e das folhas, bem como os procedimentos à elas realizados, foram analisados justamente para identificar se há alguma dependência entre a massa do objeto com o tempo de queda do mesmo. Essa análise é ressaltada, pois um sujeito pode admitir que devido à folha amassada ser mais pesada (por estar amassada) é que ela chega primeiro ao chão, referente à folha que se encontra aberta. Isso seria suficiente para sustentar a sua hipótese inicial, a qual indica que objetos de massas diferentes, soltos a uma mesma altura, irão cair em tempos diferentes.

Primeiramente, utilizaram-se duas folhas amassadas. Neste momento, os sujeitos não encontraram problema em identificar que possuíam a mesma massa. Quando indagados sobre o tempo de queda dos dois corpos largados a mesma altura, os sujeitos verificaram que somente em razão de ambos possuírem a mesma massa é que caem juntos.

No segundo experimento, onde previamente identificavam que as esferas possuíam massas diferentes, todos afirmavam que os dois caíam em tempos diferentes. Entretanto isso não acontece. Piaget afirma que “As percepções – tal como as noções – do tempo apresentam dois aspectos: um, relativo a ordem dos acontecimentos (sucessão ou simultaneidade); o outro, à duração ou intervalos entre os acontecimentos. Ora, tanto um como o outro desses dois aspectos revela-se do ponto de vista psicogenético, estar em relação com as velocidades,...” (1981, p. 16). Se ambas as concepções estão relacionadas com as velocidades, então para um sujeito diante de “dois movimentos com a mesma velocidade, partindo do mesmo ponto e chegando ao mesmo ponto, não há dificuldade em considerar os momentos de paragem como simultâneos.” (1981, p. 17). Porém, a grande dificuldade de considerar que as duas esferas chegam ao chão simultaneamente é o fato dos sujeitos julgarem as velocidades das esferas como distintas. E essa distinção das velocidades se deve à diferença entre as massas das duas esferas. Os sujeitos possuem a noção de que a velocidade de queda das esferas depende da massa. Julgando as velocidades diferentes, logo acreditam que as duas esferas não podem chegar ao chão ao mesmo tempo, ou seja, não descrevem a paragem das esferas como simultâneas. Surgem então três níveis de explicação para o ocorrido:

### **I) Não compreendem o fenômeno, ignorando-o ou não conseguindo explicá-lo.**

Reúne a maioria dos sujeitos. Nesse nível, o sujeito até consegue observar que os dois corpos chegam ao chão ao mesmo tempo, mas nem ao

menos tenta explicar o acontecido, como em um processo de recalque ao problema. Também se engloba os sujeitos que apenas decoraram a resposta, mas também não apresentaram uma explicação coerente. Nos Grupos B e C, onde o exercício escolar foi proposto, estes sujeitos não conseguiram relacioná-lo com a situação proposta, afirmando, inclusive, que se a massa no problema fosse aumentada, o tempo obtido (tempo que o corpo levaria para atingir o chão) mudaria. Mostra-se abaixo um trecho da entrevista:

Sujeito 2 (Grupo B). Pegando as duas esferas, que se pode afirmar quanto à massa? *Um deles é mais pesado.* E o que se pode dizer então do tempo de queda se elas forem jogadas da mesma altura? *Essa cai mais rápido* (aponta a de maior massa). Por quê? *Porque é mais pesado.* (é realizado o experimento). O que tu observaste? *Elas caem juntas.* Mas tu me disseste que o de maior massa cairia primeiro. *É, não sei explicar.* No exercício proposto, se tu mudares o valor da massa, isso afetaria na tua resposta sobre o tempo de queda? *Acho que irá mudar, chegando mais rápido.* Mas foi o que tu conseguiste observar no experimento? *Não, acho que chegaram ao mesmo tempo, mas não sei se é porque o outro é muito leve. Mas na conta acho que muda.*

Vale ressaltar que o sujeito, além de não compreender o experimento, também não compreende o fenômeno físico envolvido no problema escolar proposto. Apesar de o sujeito ter respondido corretamente a questão proposta, ele a faz de forma matematicamente organizada, porém não raciocina fisicamente. É como se o fizesse de forma mecanizada sem levar em conta que a equação " $h = h_0 + v_0t - gt^2/2$ " não envolve o termo  $m$  (massa), logo a mudança da massa do corpo não influiria em seu tempo de queda. Isso nos remete a analisar que o sujeito diante das possibilidades oferecidas pelo problema, possui uma pseudonecessidade que é justamente atribuir ao corpo mais pesado um tempo menor de queda. Ao mesmo tempo em que isso acontece, parece não haver contradição alguma, do ponto de vista do sujeito, em afirmar a variância no tempo de queda referente aos corpos no experimento e no exercício proposto. Mesmo analisando experimentalmente que dois corpos de massas diferentes chegam ao chão ao mesmo tempo, isso é julgado como inverdade no caso do exercício. Isto corrobora na afirmação de muitos alunos que Física, para ser entendida, é necessário "abandonar" o mundo real e pensar em mundo hipotético de fórmulas, Princípios e Leis, normalmente válidas para casos ideais.

## **II) Não consegue compreender plenamente o fenômeno.**

Este caso aconteceu em sujeitos do Grupo C, onde tínhamos pessoas de idade entre 45 e 60 anos. Estes sujeitos até conseguiram assimilar o acontecido, entretanto eles não acomodaram esta situação, devido à forte influência de seu senso comum, que relaciona a massa de um corpo com seu tempo de queda. Como justificativa, mostra-se um trecho da entrevista de um sujeito do referido grupo:

Sujeito 25 (Grupo C). Pegando as duas esferas, que se pode afirmar quanto à massa? *Um tem massa maior que o outro.* E o que se pode dizer então do tempo de queda se elas forem soltas da mesma altura? *O de mais massa cairá primeiro.* (é realizado o experimento). O que tu observaste? *O mais pesado caiu primeiro* (o sujeito apresenta dúvida). Queres fazer o experimento novamente? *Sim.* (o experimento é realizado novamente). E o que tu observaste agora? *É, acho que eles caem quase ao mesmo tempo.* Mas tu me disseste que o de maior massa cairia primeiro. *Pois é, mas eu posso estar errado, mas visualmente o mais "pesado" cai primeiro.* No exercício proposto, se tu mudares o valor da massa, isso afetaria na tua resposta sobre o tempo de queda? *É, acho que sim.*

Percebe-se que, neste sujeito, as operações que ele faz para tentar entender o acontecido, superam inclusive a sua percepção visual da realidade. Ele observa os dois chegarem ao chão em tempos diferentes, mesmo realizando várias vezes o experimento. E isso ele aplica inclusive na análise do exercício escolar proposto, que de nada o ajuda na compreensão efetiva do fenômeno. Isto mostra que os esquemas construídos pelo sujeito corrigem a própria percepção. O sujeito interpreta o real de acordo com os esquemas que vem construindo desde seu nascimento, porém o real impõe limites à sua assimilação. A assimilação do real é deformante, conseqüentemente sua assimilação não se dá em sua totalidade. Julga-se então, que o real tem um caráter ativo frente sua assimilação pelo sujeito. Por conseguinte, é evidente a dificuldade que estes sujeitos possuem para assimilar essa nova informação proveniente da interação sua com o objeto de conhecimento.

### **III) Conseguem construir um modelo explicativo para o problema.**

Estes sujeitos, apesar de inicialmente terem dito que corpos de massas diferentes chegam ao chão em tempos diferentes, após a observação no experimento, onde os dois corpos caem ao mesmo tempo, conseguiram assimilar o acontecido, acomodando de forma a ter um novo esquema de ação para a situação proposta. Isto permitiu a aprendizagem do novo conceito. Houve um caso no Grupo A, um no B e dois no C. Transcrevem-se trechos da entrevista de sujeitos do Grupo A e C:

Sujeito 3 (Grupo A). Pegando as duas esferas, que se pode afirmar quanto ao peso? *Um deles é mais pesado.* E o que se pode dizer então do tempo de queda se elas forem jogadas da mesma altura? *O que tem mais peso vai cair primeiro.* (é realizado o experimento). O que tu observaste? *Acho que caíram juntos* (é realizado novamente o experimento). E agora? *É, caíram juntos.* Mas tu me disseste que o mais pesado chega antes. *Pois é, acho que tem a ver com a altura.* Mas tu achas que o peso da esfera vai influenciar no tempo que eles chegam ao chão? *Não. Não. Acho que não depende.*

Sujeito 23 (Grupo C). Pegando as duas esferas, que se pode afirmar quanto à massa? *Tem massas diferentes.* E o que se pode dizer então do tempo de queda se elas forem jogadas da mesma altura? *O que tem mais*

*massa cairá primeiro. (é realizado o experimento). O que tu observaste? Acho que o que tem mais massa caiu um pouco antes. Pode fazer de novo? (é realizado novamente o experimento). E agora? Não, Não, acho que os dois caem ao mesmo tempo. Mas tu me disseste que o de maior massa cairia primeiro. Pois é, mas constatei que o valor da massa não influi no tempo de queda.*

Nota-se que neste estágio, os sujeitos, inicialmente, possuem uma noção de que corpos de diferentes massas chegam ao chão em tempos diferentes. Ou seja, que a massa de um corpo influencia em seu tempo de queda. Porém, quando deparados com o experimento que se confronta com essa noção, o sujeito se desequilibra cognitivamente. A sua estrutura cognitiva, que até então suportava uma noção que relacionava a massa de um corpo com seu tempo de queda, agora é confrontada por um dado empírico. Piaget afirma que "... um fato novo [...] pode contradizer um modelo explicativo até a sua completa eliminação..." (1995, p.291). Isso quer dizer que a noção, até então vigente nos sujeitos, foi eliminada por uma nova noção imposta pelas necessidades do sujeito em reequilibrar sua estrutura. Porém, este mesmo sujeito quando pedido que relacionasse o exercício escolar com o que conseguiu observar no experimento realizado, teve enormes dificuldades e somente ao final, após uma grande intervenção do entrevistador, ele conseguiu "enxergar" a não influência da massa no cálculo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos sujeitos com maior idade terem enfrentado maiores experiências ao longo da vida do que os mais novos, isso não os ajudou em responder as questões provenientes do experimento, visto que nenhum deles tinha conhecimento acerca da não interferência da massa nos corpos em queda livre. Porém, parece-se claro que a noção da dependência da massa no tempo de queda livre dos corpos é mais acentuada nos sujeitos de maior idade.

De certa forma, o experimento, contraditório à noção vigente, repercute de maneira mais significativa nos sujeitos dos grupos A e B. Mesmo assim os que conseguiram perceber essa contradição não sabiam explicar o porquê de tal fenômeno. Esse conflito cognitivo pode ter como consequência um desequilíbrio na estrutura do sujeito. Alguns evoluíram reconstruindo seu modelo explicativo, ou seja, assimilaram o novo a um esquema fazendo com que este sofresse uma acomodação.

No entanto, vale ressaltar que, para os entrevistados do Grupo B e C, mesmo os que entenderam o fenômeno e sua causa, não conseguiam relacionar com o exercício escolar proposto a eles. Dentre estes, muitos resolveram o problema escolar proposto de forma mecanizada, sem levar em consideração os conceitos físicos envolvidos no problema. Isso vem a corroborar que a Física da sala de aula não tem relação com o cotidiano, como afirmam alguns estudantes. Para estes, mesmo com um arcabouço teórico, o

ensino escolar não o ajudou a explicar o fenômeno, ocasionando ainda, para alguns, uma confusão de conceitos que são incomensuráveis.

## REFERÊNCIAS

BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**. Porto Alegre: ARTMED, 2001.

BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. (Org.) **Ser professor é ser pesquisador**. Porto Alegre: Mediação, 2007.

BECKER, F. Aprendizagem – concepções contraditórias. **Revista eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 1, n. 1, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. v. 1, 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995.

MARION, J.B.; THORNTON, S. T. **Classical dynamics of particles and systems**. 4<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Harcourt Brace & Company, 1995.

PIAGET, J. **A epistemologia genética / Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 294p.

\_\_\_\_\_. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. 175 p.

\_\_\_\_\_. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro: Record, 1926. 318 p.

\_\_\_\_\_. **Abstração Reflexionante: relações lógico-aritméticas e a ordem das relações espaciais**. Trad. Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. 292 p.

\_\_\_\_\_. **Lógica e Conhecimento Científico**. v. 2. Coleção Ponte. Porto: Livraria Civilização, 1981. 590 p.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança: conservação e atomismo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971. 359 p.

\_\_\_\_\_; INHELDER, B. **Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente: Ensaio Sobre a Construção das Estruturas Operatórias Formais**. Trad. Dante Moreira Leite. São Paulo: Pioneira, 1976.

SILVA, J. A. **Modelos de Significação e Pensamento Lógico-matemático: um estudo sobre a influência dos conteúdos na construção da inteligência**. Tese (Doutorado em Educação) – UFRGS/ FAGED/ PPGEDU, Porto Alegre, 2009.

VINH-BANG. La méthode clinique et la research en psychologie de l' enfant. In: **Psychologie et épistémologie génétiques, Thèmes piagétiens**. Paris: Dunod, 1966.



## **ENERGIA COMO TEMA GERADOR DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

**Márcia Frank de Rodrigues** [frankderodrigues@gmail.com]

*Escola Estadual de Ensino Médio Guilherme de Almeida, Canoas, RS*

**Flávia Maria Teixeira dos Santos** [flavia.santos@ufrgs.br]

*Faculdade de Educação, UFRGS, Porto Alegre, RS*

### **Resumo**

Neste trabalho, propõe-se o estudo da temática da Energia e de suas aplicações de forma que os alunos consigam se apropriar do conhecimento científico relacionando-o com o seu dia a dia. O objetivo deste projeto é realizar uma experiência docente buscando ensinar a Física de modo contextualizado, de forma que esta se torne significativa e atraente para que os alunos se sintam instigados a vincular sua realidade e o seu cotidiano com a teoria que eles aprendem em sala de aula. Seguindo a proposta de Paulo Freire (1996, 2004), no planejamento e desenvolvimento do programa de ensino deste trabalho, fez-se uso da educação dialógica e dos temas geradores. A partir do tema gerador Energia, os conteúdos previstos para serem abordados foram subdivididos em três módulos: Módulo I - Energia Elétrica, Módulo II - Energia Solar e Módulo III - Energia Eólica. Cada um desses módulos foi estruturado seguindo a proposta dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994): problematização inicial, organização do conhecimento e generalização do conhecimento. Os módulos são inter-relacionados e neles constam: a definição, as formas de obtenção, as vantagens e desvantagens, atividades experimentais, bem como as aplicações atuais dessas formas de energia.

**Palavras-chave:** energia, temas geradores, ensino de física.

### **INTRODUÇÃO**

A Física, como componente curricular, aparece apenas no Ensino Médio e o contato que nossos alunos têm com essa ciência ao longo do Ensino Fundamental se dá através da disciplina de Ciências. Nesta são trabalhados apenas significados de conceitos físicos estanques, distanciados da realidade e, na maioria das vezes, complexos para a faixa etária dos alunos. A Física não é um aglomerado de fórmulas e conceitos abstratos, como é normalmente apresentada na escola, ela é fundamental para a explicação dos fenômenos e apropriação de conhecimentos no cotidiano das pessoas. Trabalhar a Física ao longo do Ensino Fundamental poderá permitir que os alunos consigam compreender melhor a Física como uma atividade humana que não se desenvolveu como uma disciplina complicada e abstrata. Na verdade, o aprendizado da Física traz a realidade como pano de fundo, basta ligar a teoria à prática. Este elo pode e deve ser apresentado pelo professor que, agindo como mediador, levará à desmistificação da Física.

Neste trabalho, propõe-se uma maneira de levar os alunos a se apropriarem do conhecimento científico relacionando-o com o seu dia a dia, através do estudo do tema gerador “Energia” e de suas aplicações.

A escolha do tema gerador Energia foi orientada por uma revisão bibliográfica realizada no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, do qual foram analisados todos os exemplares publicados desde 1985, até o Volume 23, de 2006, buscando artigos que abordassem o tópico Energia ou que utilizassem a expressão “temas geradores”.

Na maioria dos artigos que trata sobre a temática Energia destacam-se as dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito Energia e sugestões de como sanar essas dificuldades. Solbes e Tarin (1998) após realizar análise em diversos trabalhos detectaram que as principais dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem do conceito Energia são: a confusão entre trabalho e força; identificar trabalho e energia; considerar que a energia pode ser gasta ou armazenada; confundir as formas de energia com suas fontes; não relacionar transformação, conservação, transferência e degradação da energia, sem as quais não se pode compreender o conceito, nem o princípio da conservação de energia.

No que diz respeito à utilização de temas geradores no ensino de Física encontrou-se dois artigos que trabalham nesta perspectiva. Auth *et al.* (1995), relata a prática educacional de um grupo de professores de Santa Maria com alunos de 1º ano do Ensino Médio através do desenvolvimento de atividades teóricas experimentais denominadas por eles de equipamentos geradores. Segundo os autores, no processo educacional dialógico há possibilidade dos estudantes atuarem como cidadãos no espaço escolar formal, pois a Física torna-se instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos (*op. cit.*, p. 43). Por outra parte, Guerra *et al.* (1998) relata o trabalho de um grupo de professores do Rio de Janeiro que usa como tema gerador a Energia em uma perspectiva interdisciplinar no Ensino Médio, com a preocupação de se fazer um embasamento histórico a fim de se justificar o consumo de energia e ainda há forte preocupação com o esgotamento de nossas fontes de energia, bem como das matérias-primas disponíveis.

A segunda etapa da revisão de literatura consistiu em uma análise detalhada do livro Física de Delizoicov e Angotti (1994), onde é apresentada uma proposta para o Ensino Médio através de “conceitos unificadores”.

A reflexão e a utilização sistemática de conceitos unificadores permitem perpassar as fronteiras rígidas impostas, sobretudo pelos livros didáticos, ao apresentarem os conteúdos de Física. Por exemplo, o conceito de energia não está enclausurado no escopo da Mecânica, pois ele traduz e incorpora os dois anteriores mencionados [“processos de transformação” e “regularidades”], além de se caracterizar essencialmente como supradisciplinar. (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1994, p. 22).

Assim, neste trabalho utilizamos por um lado o que a literatura relata sobre as dificuldades da aprendizagem do conceito de energia e, por outro lado, como a abordagem dos temas geradores pode contribuir para a aprendizagem de Física. Essas informações, que passaremos a apresentar, foram consideradas na elaboração da estrutura didática que foi implementada.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a proposta de Paulo Freire, em *Pedagogia da Autonomia* (1996) e em *Pedagogia do Oprimido* (2004) é central a importância da educação dialógica, pois o processo de ensino e aprendizagem somente adquire sentido se existe uma troca real de significados entre o professor e os alunos. Neste caso, é imprescindível a capacidade de se comunicar, ou seja, ambos devem estar receptivos para perguntar, ouvir, analisar e responder. Com isso, o processo educacional se torna mais prazeroso, instigante e desafiador.

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de respostas a perguntas que não foram feitas. [...] A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. (FREIRE, 1996, p. 86).

Para Freire a educação é um processo permanente, onde há uma forte preocupação com os saberes que os alunos trazem consigo para a escola, ou seja, deve-se respeitar a realidade dos educandos, a linguagem, a concepção de mundo e o nível de desenvolvimento. Conseguir instigá-los a emitir suas opiniões com clareza sobre os assuntos que estão sendo abordados naquele momento em sala de aula e, com o grupo, esclarecer, organizar e sistematizar o conhecimento faz com que o trabalho tenha sentido, tanto para o professor quanto para os alunos.

Com essa abordagem o autor propõe a superação de uma educação bancária que se caracteriza pela transmissão do conhecimento, onde os professores depositam os conteúdos que devem ser aprendidos em seus alunos que são receptivos e dóceis. A nova abordagem instalada, denominada dialógica se caracteriza pela troca de saberes entre professores e educandos, sempre levando em consideração a bagagem cultural de cada estudante. O diálogo é a chave das interações e, o professor deve sempre incentivar a curiosidade, a criatividade e o espírito investigador de seus alunos.

Freire em sua prática pedagógica fez-se valer de “palavras geradoras” para alfabetizar adultos. Estes termos deveriam fazer parte da vida dos alunos, ou seja, tinham de estar inseridos no contexto social dos mesmos. Neste

processo de contextualização do ensino, as “palavras geradoras” evoluíram até surgirem os temas geradores. Ao trabalhá-los existe a necessidade de se escolher um assunto que seja relevante para a comunidade escolar

Paulo Freire fornece uma teoria geral para o tratamento de temas geradores e para a superação da educação bancária. Na proposta do autor, o professor deve auxiliar os alunos a interagir e fazer uma leitura reflexiva, crítica e libertadora do mundo no qual vivem, dessa maneira cada educando transforma-se em sujeito de sua própria aprendizagem. A sala de aula é substituída por um círculo de cultura, as aulas expositivas dão espaço para o diálogo, o papel do professor é o de coordenador da turma, os alunos tornam-se participantes ativos do grupo e os “conteúdos idealizadores da realidade” que se encontram nos livros didáticos são trocados pelos “temas geradores”.

No ensino de Física esse referencial teórico foi aplicado e adequado ao conhecimento físico por Delizoicov e Angotti (1994) que ao trabalhar um determinado tema gerador utiliza-se como metodologia de ensino os três momentos pedagógicos denominados: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

O primeiro momento consiste em apresentar questões e/ou situações para discussão aos educandos, portanto as primeiras atividades a serem trabalhadas devem estar próximas da realidade dos alunos. No decorrer desta etapa os estudantes são incentivados a desejar adquirir outros conhecimentos, ao professor cabe a tarefa de questionar e lançar dúvidas sobre o assunto, sem fornecer as respostas e/ou explicações. É importante frisar, que neste momento inicia-se o “diálogo problematizador”.

O segundo momento é caracterizado pela organização e sistematização do conhecimento, todos os questionamentos feitos durante a problematização inicial e que, por sua vez, ficaram em aberto são retomados. Neste momento, as definições e os conceitos pertinentes são aprofundados.

Segundo os autores o terceiro momento se constitui na aplicação do conhecimento, ou seja, surge como uma forma de se utilizar o que foi aprendido durante a organização do conhecimento. Este é o momento que permite a generalização da aprendizagem, extrapolando-a para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno.

## **DESCRIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO DIDÁTICA**

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola pública da rede estadual, localizada na periferia da cidade de Canoas/RS, em uma turma de 6ª série, na disciplina de Ciências que tem 3 períodos semanais. O período da realização da proposta ocorreu de 21 de abril a 23 de julho de 2008, num total de 38 horas-aula.

A turma 62, objeto de estudo, era composta por 28 alunos. Desse total, 16 eram meninas e 12 meninos. A maioria dos alunos (N= 21) era novata na série e o maior número de repetências encontrava-se na 6ª série (N = 6). As informações coletadas no diagnóstico inicial indicaram que 8 alunos

ingressaram na escola naquele ano e 14 alunos ingressaram em 2007, para frequentar a 5ª série. Portanto, a turma é relativamente nova na escola. As disciplinas que os alunos julgavam enfrentar maiores dificuldades eram: Matemática (N =14), Português (N= 7) e as outras disciplinas citadas foram Geografia e Inglês.

Quando lhes foi perguntado em qual matéria eles apresentavam mais facilidade percebeu-se que não se tratava de uma turma homogênea, pois as respostas variaram entre Matemática (N = 5), Ciências (N = 6), Educação Física (N = 6) e Educação Artística (N = 4). Também foram citadas como preferências dos alunos as disciplinas de Português, Inglês e História.

A partir do tema gerador Energia, houve o desdobramento dos conteúdos estudados e trabalhados conforme a proposta didática dos momentos pedagógicos. Estes foram apresentados aos alunos através de três módulos de ensino: Módulo I – Energia Elétrica, Módulo II - Energia Solar e Módulo III - Energia Eólica.

Na problematização inicial do Módulo I foi trabalhado com os alunos um experimento: o circuito elétrico simples, a partir deste evento iniciou-se a organização do conhecimento, o segundo momento pedagógico, que contemplou os seguintes assuntos: elementos do circuito elétrico, classificação dos aparelhos quanto ao seu funcionamento (aparelhos resistivos, motores elétricos, fontes de energia elétrica, elementos de comunicação e informação), grandezas elétricas (tensão elétrica ou voltagem, potência, corrente elétrica e frequência), transformação de energia (Usina hidrelétrica e Usina termelétrica) e consumo de energia elétrica. Estes conteúdos foram desenvolvidos com leitura de textos, resolução de exercícios e atividades lúdicas. No terceiro momento pedagógico, o de generalização do conhecimento, trabalhou-se com os estudantes o experimento 2: Ligando várias lâmpadas a uma fonte, onde os alunos conseguiam visualizar a ligação em série e a ligação em paralelo. Para finalizar o módulo de ensino os educandos resolveram algumas questões do ENEM.

No Módulo II – Energia Solar, a problematização inicial envolveu a realização do experimento de aquecimento da água através da Energia Solar. Durante a sistematização do conhecimento, no segundo momento pedagógico, foram desenvolvidos os seguintes tópicos: Sol, Energia Solar, transformação de energia (aquecimento solar da água e células solares ou fotovoltaicas), vantagens e desvantagens. Na generalização do conhecimento, trabalhou-se uma reportagem atual e ainda, o segundo experimento que consistia em construir um Fogão Solar. Do mesmo modo que o Módulo I, este foi finalizado com questões o ENEM.

O Módulo III – Energia Eólica, foi trabalhado de maneira semelhante aos anteriores, no primeiro momento pedagógico foi apresentado aos alunos um conjunto de gravuras que representavam objetos que se movimentam com o vento e, ainda, o primeiro experimento que consistia em construir um cata vento. Os assuntos abordados na organização do conhecimento foram: formação dos ventos, Energia Eólica, transformação de energia, as vantagens e desvantagens. No terceiro momento pedagógico trabalhou-se uma reportagem atual e outro experimento, a turbina eólica composta por hélice,

motor elétrico e resistência (lâmpada).

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A experimentação didática foi iniciada com o texto *Energia*, cujo objetivo era reforçar a importância da energia elétrica na vida dos alunos e, ainda, frisar a importância de formas alternativas de captação de energia. A este material introdutório os estudantes reagiram positivamente, participando da discussão e emitindo opiniões. Após a leitura comentada do texto foi proposto um questionamento: *A partir da leitura do texto introdutório qual a importância da energia? Seria possível a sociedade moderna se adaptar a uma vida sem energia elétrica, sem combustível?*

Algumas frases podem ser destacadas do conjunto das respostas dos alunos nesta atividade:

*Seria impossível tenta adaptar-se a uma vida sem energia, pois é ela que facilita nossa vida, tanto no trabalho, em pesquisas, estudos ou viagens e na comunicação com pessoas e lugares distantes, com o uso de telefones, tanto fixo, quanto móvel. (Gui G.)<sup>1</sup>*

*... ninguém iria querer tomar banho de balde e deixar de assistir sua novela ou mexer em seu computador, ter que lavar roupas nas mãos ou dormir no escuro. (Ama O.)*

Os demais alunos citaram as mesmas ideias contidas no texto no que se refere à importância da energia, tais como: tomar banhos quentes, refrigerar alimentos, assistir televisão, utilizar ventilador, etc.

Após esta introdução passamos para o Experimento 1, Módulo I – Energia Elétrica, que consistia na apresentação de um circuito elétrico simples, houve a possibilidade de os alunos construírem seus próprios circuitos, as figuras 1 e 2 apresentam os circuitos produzidos pelos estudantes.



Figura 1 - Circuito elétrico simples confeccionado por Gus.

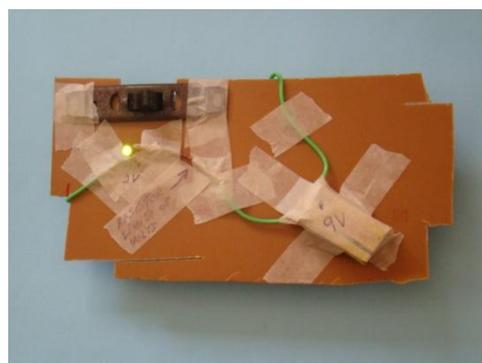


Figura 2 - Circuito elétrico simples confeccionado por Rog.

<sup>1</sup> Como as falas são uma reconstrução da memória e do diário de campo da professora-pesquisadora, não se constituem nas frases literais utilizadas pelos alunos. O português foi ajustado à norma culta e formal de comunicação.

O segundo momento pedagógico envolveu a realização da Atividade 2 que consistiu em classificar os aparelhos elétricos quanto aos efeitos observados durante o seu funcionamento, em quatro categorias: produção de movimentos, aquecimento, comunicação e outros. Alguns dos trabalhos produzidos pelos estudantes podem ser destacados:



Figura 3 - Cartaz confeccionado pelo grupo 1.



Figura 4 - Cartaz confeccionado pelo grupo 5.

Outra atividade foi a de listar os aparelhos elétricos encontrados em suas residências com as respectivas informações dos seus fabricantes, essa atividade envolveu explicações da professora e a utilização de um texto sobre Grandezas Elétricas. Além disso, foram trabalhados os tópicos Usina hidrelétrica, Usina termelétrica e Consumo de Energia Elétrica. Ainda no segundo momento pedagógico, foi realizada uma atividade que envolveu o cálculo do consumo de energia de alguns aparelhos.

### "Atividade 5

**1.** Numa conta de luz encontramos o valor de 234 kWh. Assinale a alternativa da grandeza elétrica a qual este valor se refere.

- (A) potência consumida
- (B) tensão consumida
- (C) energia consumida
- (D) corrente do circuito

**2.** Um chuveiro de 2800 W/220 V é usado 30 horas por mês, enquanto um aquecedor de 1400 W/127 V é usado 50 horas no mesmo período. Qual dos dois consome mais energia?

**3.** Para secar o cabelo, um jovem dispõe de dois secadores elétricos: um de 1200 W-127 V e outro de 700 W-127 V. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro."

A análise dos dados da correção da Atividade 5 revelou que 9 alunos (43%) não absorveram nenhuma informação, pois 1 aluno entregou-a em branco e 8 alunos erraram toda a atividade. Em contrapartida, 3 alunos (14%) acertaram uma questão, 5 alunos (24%) acertaram duas questões e somente 4 alunos (19%) acertaram todas as questões. Como os resultados obtidos foram considerados insatisfatórios, foram planejadas atividades complementares para sanar estas dificuldades.

Este módulo foi finalizado com a generalização do conhecimento, por meio do Experimento 2: Circuito elétrico, composto por lâmpadas ligadas em série e em paralelo, onde os alunos puderam observar as diferenças entre os dois circuitos elétricos e ainda, perceberam como são feitas as ligações elétricas em suas casas.

A problematização inicial do Módulo II – Energia Solar, iniciou com o experimento 1: Aquecimento da água através da Energia Solar, o procedimento experimental era bastante simples, consistia em medir a temperatura da água contida em duas latas pintadas de preto, uma delas encontrava-se exposta ao Sol e a outra na sombra. Enquanto os alunos esperavam para medir a temperatura da água, foram levantados alguns questionamentos pela professora, são eles: *O que é o Sol? Qual a energia que está associada ao Sol? Pode-se aproveitar esta forma de energia? e Pode-se converter esta energia em outras formas de energia?* Para todas essas perguntas os alunos deram informações corretas.

Essa experiência realizada no pátio da escola, durou 40 minutos e foi observado pelos alunos que a temperatura da água contida na lata exposta ao Sol elevou-se 12 °C, o que causou espanto em alguns estudantes. Inclusive, em tom de brincadeira disseram que iriam esquentar a água para o banho desta maneira. Neste momento, a professora disse que muitas pessoas já faziam isto, mas com outros equipamentos que seriam vistos no decorrer dos encontros.

O relato por escrito deste experimento de aquecimento da água através da Energia Solar foi bastante positivo, pois revelou o entendimento da turma a respeito desta atividade. Algumas dessas descrições realizadas pelos estudantes serão apresentadas a seguir:

*- Para fazer o experimento você precisa de duas latas pintadas de preto, água e dois termômetros. Encha as latas com água na mesma quantidade, meça a temperatura inicial, coloque uma lata na sombra e a outra no Sol, meça a temperatura das latas de 5 em 5 minutos ou de 10 em 10 minutos. Repare que a lata que estava na sombra não muda a temperatura, mas a que estava no Sol sim (Ma).*

*- A professora levou toda a nossa turma para o pátio e colocou uma lata preta no Sol e uma lata preta na sombra, a professora colocou termômetro em cada uma das latas e mediu a temperatura da água da sombra e do Sol, a temperatura da água da sombra continuou na mesma*

*temperatura 10°C, e a temperatura da água no Sol variou de 10°C até 22°C em 40 minutos (Tha).*

*- A experiência foi feita apenas usando duas latas pretas com água na mesma quantidade. Uma foi colocada na sombra e a outra no Sol cada uma com o seu termômetro e a cada 10 minutos era olhada a temperatura. A temperatura da lata no Sol subia e a que estava na sombra não subia. A energia solar se transforma em energia térmica, por isso que a temperatura da lata no Sol subiu 12°C e a da sombra não subiu nada (Ama O).*

A análise dos depoimentos acima revelam que os estudantes descrevem os procedimentos da experiência com riqueza de detalhes que normalmente não utilizavam na produção de textos nas aulas tradicionais.

No segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, foram trabalhadas a leitura de textos e algumas atividades que serviram de embasamento para a sistematização do conhecimento.

Na generalização do conhecimento, terceiro momento pedagógico, os alunos confeccionaram em grupo um Fogão Solar com o objetivo de observar que a energia emitida pelo Sol pode ser transformada em energia térmica e que o calor armazenado dentro da caixa permite cozinhar alimentos, para isto foi necessário adquirir os seguintes materiais: 1 caixa de papelão; 1 pedaço de vidro um pouco maior que a caixa; 1 chapa de metal do tamanho do fundo da caixa de papelão; spray de tinta preta; papel alumínio; papel pardo; tesoura e cola.

Alguns dos trabalhos produzidos pelos grupos podem ser observados nas figuras abaixo:



Figura 5 - Fogão Solar confeccionado pelo grupo 3.



Figura 6 - Fogão Solar confeccionado pelo grupo 4.

Como não houve tempo suficiente para testar o funcionamento do Fogão Solar, foi solicitado aos alunos que se reunissem fora da escola para verificar se o equipamento estava funcionando adequadamente e, ainda, para observarem os resultados. Foi solicitado aos alunos que registrassem suas ideias e ainda as apresentassem oralmente aos colegas. Após a primeira apresentação dos relatórios foi necessário explicar para a turma que os seus

trabalhos escritos não ficaram bons e ainda orientá-los nas correções e ajustes para que a atividade fosse considerada satisfatória.

Segue abaixo o quadro com as respostas de todos os grupos:

Quadro 1: Dados coletados na realização da experiência do Fogão Solar.

<b>Grupo</b>	<b>Data</b>	<b>Onde foi colocado o Fogão Solar?</b>	<b>O que tentaram cozinhar?</b>	<b>Tempo</b>	<b>Quais foram os resultados?</b>	<b>O que o grupo achou da experiência?</b>
<b>1</b>	06/07	Em uma área.	Um ovo com casca (imerso na água).	1 h e 40 min.	A clara do ovo cozinhou, mas a gema ficou mole.	Achou interessante, pois percebeu que a Energia Solar pode ser transformada em Energia Térmica.
<b>2</b>	06/07	Nos fundos da casa e em cima de uma cadeira.	Massa "Miojo" (imersa na água).	1h.	A massa não cozinhou totalmente, ainda apresentava pedaços duros.	Gostou, pois verificou que o Sol não serve só para secar roupa, mas também para cozinhar comida.
<b>3</b>	05/07	Em cima do muro.	Um ovo sem a casca.	30 min.	A clara do ovo borbulhou.	Muito interessante porque teve que montar o experimento na sala de aula com o grupo e porque ele aquece no Sol.
<b>4</b>	05/07	Em cima da casa.	Massa "Miojo" (imersa na água).	2 h e 30 min.	A massa não cozinhou totalmente, estava bem mole.	Achou a experiência legal, mas demorada.
<b>5</b>	Não realizaram.					
<b>6</b>	06/07	Em cima da casa.	Um ovo com casca (imerso na água).	30 min.	Não cozinhou.	Gostou, pois percebeu que o Sol serve para esquentar a água e não só para secar roupas e se bronzear.

A problematização inicial do Módulo III – Energia Eólica consistiu na apresentação de um conjunto de gravuras que foram observadas pelos alunos. Ao serem perguntados sobre o que as gravuras tinham em comum, os estudantes responderam que todas representam objetos que se movimentam com o vento. Ainda no primeiro momento pedagógico, os alunos realizaram o experimento 1 que consistia em confeccionar cataventos. Os alunos

conseguiram concluir o artefato, porém somente três cataventos se movimentaram sem maiores problemas.

No segundo momento pedagógico foram lidos e discutidos com os alunos os textos: *Origens, Como se formam os ventos?, Energia eólica e Transformação de energia*. As aulas que envolvem conceitos são consideradas chatas pelos alunos, portanto, para a professora elas tornaram-se grandes desafios. Foi difícil fazer a turma demonstrar interesse nessas aulas.

Após as explicações e tentativas da professora de fazer com que os alunos participassem com mais entusiasmo da aula, foi solicitado que eles realizassem a Atividade 3, onde os alunos deveriam indicar quais os processos de transformação de energia que estão envolvidos a partir do momento que o vento bate nas pás de um aerogerador até o instante que uma lâmpada se acende. Os resultados não foram muitos bons em função de os alunos não conseguirem se concentrar para acompanhar a leitura dos textos. Ocorreram acertos parciais, pois os estudantes não conseguiram elaborar uma resposta completamente correta.

A generalização do conhecimento foi trabalhada com o Experimento 2: Turbina eólica composta por hélice, motor elétrico e resistência. A turma ficou deslumbrada ao observar que a lâmpada do equipamento realmente acendia com a força do vento. Foi explicado como foi montado o equipamento e, que para isto um dos alunos da turma piloto se empenhou em conseguir os materiais necessários. A hélice usada é a de um motor de *freezer*, o motor elétrico é o de um toca fitas e a lâmpada é a de um carrinho de brinquedo.

Abaixo estão relacionados 2 trabalhos relativos a Atividade 4 que consistia em realizar um desenho do equipamento do experimento, identificar as formas de energia envolvidas e explicar com as próprias palavras o que foi observado durante a realização da experiência.

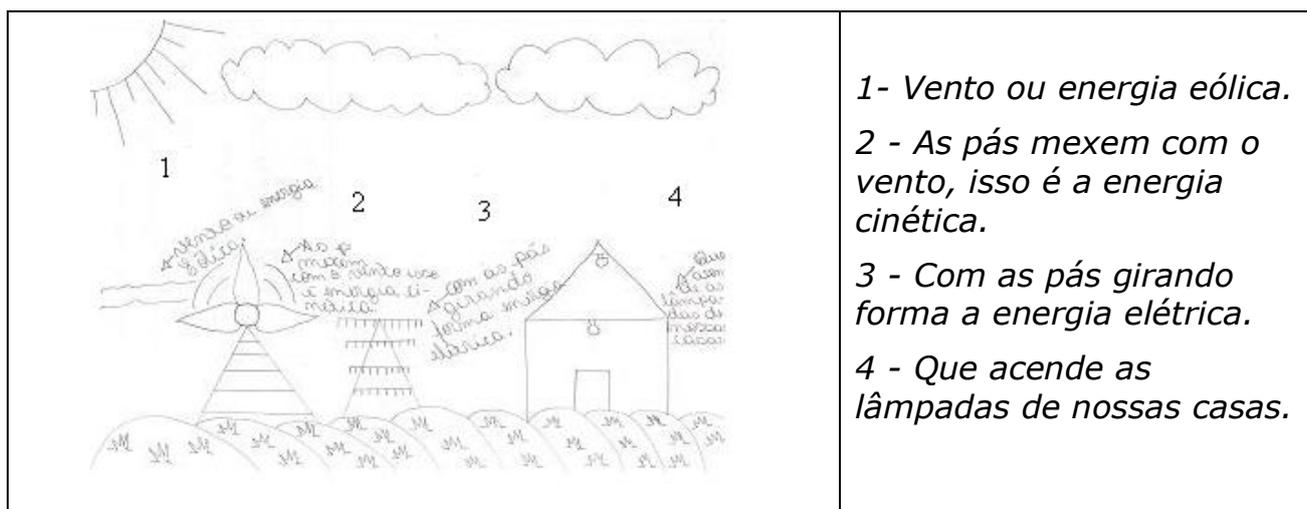


Figura 7 - Desenho da turbina eólica do experimento 2 por And.

Descrição de And: *A professora pegou as hélices de um refrigerador, um motor de toca fitas e uma lâmpada de farol de carrinho. Ela usou dois fios e ligou na lâmpada, era um tipo de ventilador só que ele não fazia vento, ele precisava de vento ou energia eólica, ela montou tudo, ficou quase igual ao que eu fiz no desenho. Ela botou o seu ventilador de verdade em cima da mesa da sala de aula e ligou no interruptor. Assim as pás começaram a girar e os dois fios ligaram a lâmpada, isso é energia elétrica.*

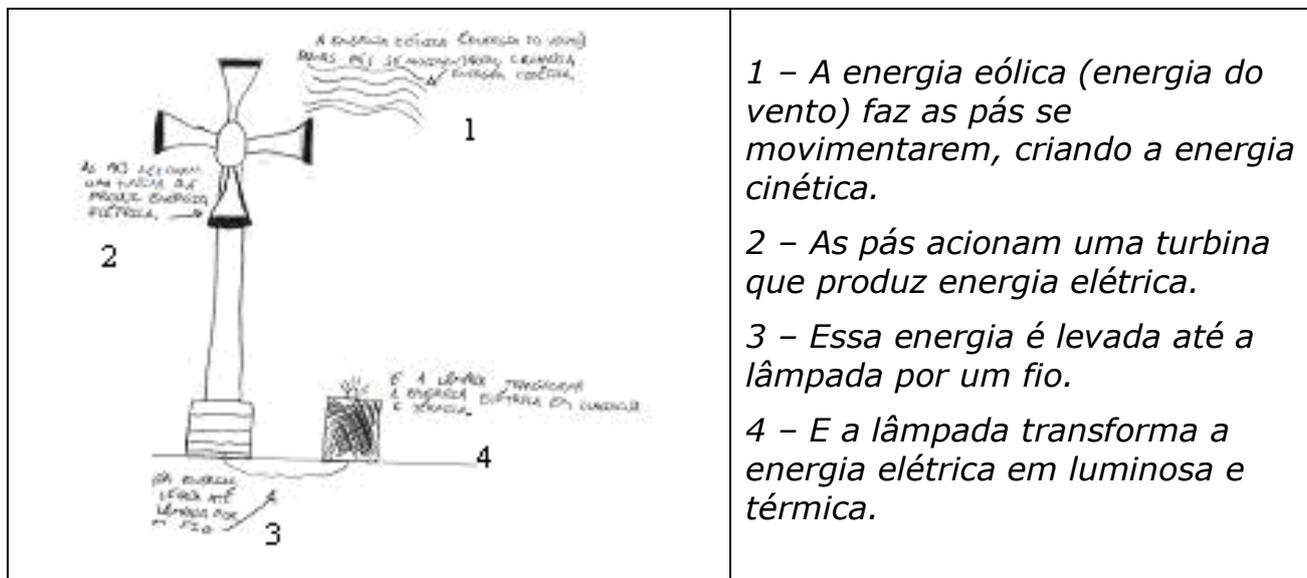


Figura 8 - Desenho da turbina eólica do experimento 2 por Gui G.

Descrição de Gui G: *A energia eólica (energia do vento) faz as pás se movimentarem, criando a energia cinética. As pás acionam uma turbina que produz energia elétrica. Essa energia é levada até a lâmpada por um fio. E a lâmpada transforma a energia elétrica em luminosa e térmica. Essa energia criada pelos aerogeradores é distribuída por várias residências.* (Gui G)

## CONCLUSÃO

Os alunos apresentaram muitas dificuldades durante a realização desta experimentação didática, a primeira foi de se adequar a proposta metodológica de desenvolvimento do trabalho, pois até então o corriqueiro nas aulas de Ciências era copiar textos dos livros ou responder questionários. Uma das habilidades essenciais para o desenvolvimento desta proposta era a emissão das opiniões dos estudantes, estabelecer o diálogo com os estudantes e entre eles exigiu muito esforço do professor, já que os alunos mais jovens se sentiam inibidos pelos mais velhos.

Superadas estas dificuldades iniciais, surgiram outras relacionadas aos pré-requisitos que os alunos de 6ª série deveriam ter, mas muitos não possuíam, tais como: clareza na formulação e interpretação de textos, análise

de informações e dados. No entanto, a experimentação didática permitiu que essas habilidades fossem desenvolvidas por parte significativa dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

AUTH, M. A. *et al.* Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 40-46, 1995.

BRASIL. **Parâmetros Nacionais Curriculares - Ensino Fundamental - Ciências Naturais**. Brasília: MEC, 1998.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CITELLI, A. O. *et al.* **Ousadia no diálogo: Interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Loyola, 1993.

DELIZOICOV, D.& ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 38. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GUERRA, A. *et al.* A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 32-46, 1998.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 3: Eletromagnetismo**. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

SOLBES, J. & TARÍN, F. Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.



## VISUALIZAÇÃO CONCEITUAL DA MECÂNICA QUÂNTICA

**Michel Betz** [betz@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

### Resumo

Dentre as teorias da física, a mecânica quântica destaca-se pela distância entre os seus alicerces matemáticos e conceituais e os experimentos que a comprovam. A ponte entre estes dois polos é fornecida pela “interpretação”, um quadro conceitual para o qual existem várias escolhas possíveis. Animações por computador constituem-se, sem dúvida, num recurso valioso na tentativa de tornar mais palpáveis os elementos da teoria e mais concretos os argumentos necessários para a sua interpretação. Porém, o caráter abstrato da teoria, bem como a sua relação indireta com os fenômenos, acarreta para sua apresentação sobre a tela, dificuldades e limitações não encontradas em outros ramos da física. Neste trabalho, apresenta-se uma discussão crítica das animações destinadas ao ensino-aprendizagem da física quântica a nível introdutório. Enfatiza-se a distinção entre um simulador, que permite ao aluno realizar experimentos virtuais, e animações que procuram explicitar elementos da teoria. Dentre estas, as mais conhecidas ilustram fundamentalmente aspectos da mecânica ondulatória. Outras, que constituem o foco principal deste trabalho, explicitam a dualidade onda-partícula nos seus aspectos mais peculiares, tais como a decomposição e recomposição do pacote de onda associado a uma partícula, e o “colapso” deste pacote sob efeito da medida. Ao considerar este último aspecto, tais animações abraçam, e traduzem “literalmente” sobre a tela, uma interpretação específica. As vantagens e os perigos de tal abordagem são avaliados.

**Palavras-chave:** animações, mecânica quântica, colapso do estado.

### 1. INTRODUÇÃO

Não é possível compreender a estrutura da matéria e as interações entre as partículas que a compõem sem possuir, no mínimo, alguns conhecimentos básicos de mecânica quântica. Concomitantemente, a tecnologia moderna faz amplo uso de fenômenos que só podem ser entendidos à luz desta teoria. De um ponto de vista meramente cultural, nota-se que vem crescendo o fascínio exercido pelo mundo quântico sobre as pessoas leigas. Portanto, o ensino dos conceitos básicos da mecânica quântica, a nível introdutório, não pode ser considerado como uma tarefa para alguns especialistas apenas, mas constitui-se num desafio para todos os professores de física [1].

Contudo, a alfabetização em física quântica esbarra em consideráveis dificuldades. As ferramentas matemáticas avançadas que podem facilitar a sua exposição a uma audiência restrita de futuros profissionais são inacessíveis à maioria. Por outro lado, a simples intuição se torna inoperante quando se lida com processos físicos em escalas muito pequenas. Apesar de ser claramente formulada e ter ampla comprovação experimental, a mecânica quântica nos causa estranheza, a ponto de ter sido rotulada de “incompreensível” até por Richard Feynman [2], um dos mais brilhantes físicos dos tempos modernos.

O mesmo Feynman enfatizou que a principal dificuldade encontrada no desenvolvimento dos conceitos quânticos é a dificuldade de visualização. Como nenhum de nós jamais viu o que acontece dentro de um átomo, temos que recorrer à imaginação se quisermos concretizar de alguma maneira o conteúdo das equações. Mas como podemos comunicar as nossas imagens mentais? Desenhos e figuras são as ferramentas tradicionais para tanto, mas, com a disseminação dos computadores de mesa na maioria das instituições de ensino e em muitos lares, novas opções tornam-se possíveis. Imagens estáticas podem ser substituídas por animações bem mais ricas em informação.

Há considerável diversidade nos objetivos que se pode querer alcançar ao utilizar uma animação no ensino da física. Pode-se desejar apresentar, sobre a tela do computador, o mais fielmente possível, aquilo que o aluno poderia observar no laboratório, permitindo até que ele realize algum experimento de maneira "virtual". Tem-se, então, um simulador. Pode-se também querer mostrar gráficos de funções, como se faria sobre uma folha de papel, mas com visualização da evolução temporal destas funções, facultada pela animação. Pode-se, ainda, oferecer representações de entidades que fazem parte da descrição teórica do sistema, embora não sejam diretamente observáveis, por exemplo, forças, linhas de campo e, na mecânica quântica, pacotes de onda.

No caso da mecânica quântica, surge um ingrediente adicional, que talvez seja o mais difícil de compreender e comunicar. Trata-se da *interpretação*. Uma interpretação da mecânica quântica é uma ponte jogada entre o formalismo matemático e os dados experimentais, necessária para explicitar operacional e conceitualmente a relação entre eles. A grande peculiaridade da mecânica quântica é que ela admite várias interpretações, bastante diversas, mas igualmente válidas [3]. Ao explanar este ramo da física, o professor inescapavelmente terá de adotar uma interpretação, embora deva-se reconhecer que muitos docentes, e até livros-texto, procuram escamotear este ponto. Também são poucas as animações computarizadas que focam a questão da interpretação.

Este trabalho analisa os problemas enfrentados no desenvolvimento de animações destinadas a facilitar o ensino-aprendizagem da mecânica quântica. Tentativas de utilizá-las para comunicar elementos de interpretação são apresentadas.

## **2. SIMULAÇÃO DE UM EXPERIMENTO**

Um programa de computador interativo tem muito em comum com um dispositivo experimental. O usuário dispõe de botões que ele pode apertar, cursores que ele pode ajustar, e outros recursos semelhantes. Ao realizar tais ações, ele pode observar como o programa reage, e procurar entender por que. Se não conseguir, pode consultar a ajuda do programa. Todas estas ações são bastante semelhantes àquelas realizadas por um aluno num laboratório didático. Portanto, é natural desenvolver software que permita que o aluno-usuário realize "virtualmente" um experimento educativo. Tal programa faz jus ao nome *simulador*, já que "simula" um experimento real.

Como exemplo, pode-se citar um excelente simulador [4, 5] do interferômetro de Mach-Zehnder, que tem sido adaptado e utilizado por um grupo de pesquisadores brasileiros [6]. A interface do programa oferece uma visão tridimensional de uma bancada sobre a qual o usuário pode dispor filtros e contadores, como mostra a Fig. 1. Uma fonte laser injeta fótons cujos impactos sobre telas de detecção formam figuras de interferência. O ponto de vista pode ser modificado por rotação do dispositivo. Não há nada na interface do programa que não possa ser observado no laboratório. A explicação teórica dos resultados [7], bem como as questões relativas à interpretação [8], devem ser apresentadas pelo professor oralmente, ao demonstrar o uso do programa em sala de aula, ou fornecidas em documentos digitais adicionais.

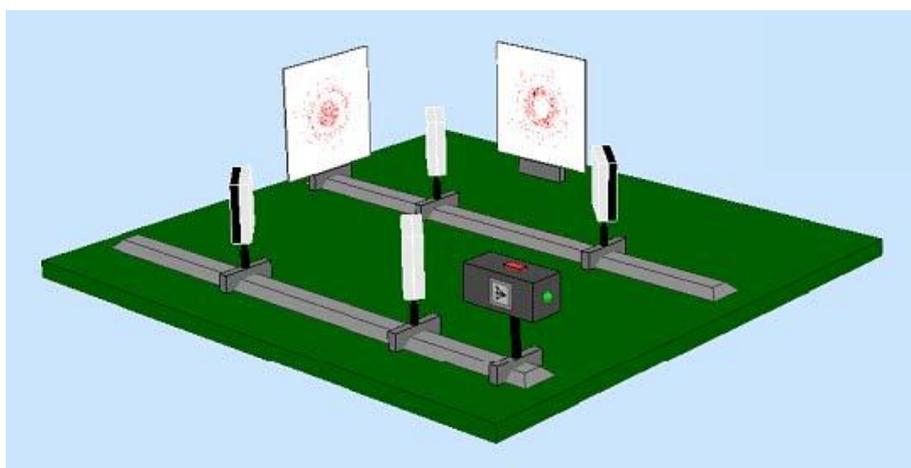


Figura 1 - Simulador do interferômetro de Mach-Zehnder.

### 3. VISUALIZAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE ONDAS DE PROBABILIDADE

Uma boa parte da discussão teórica da física quântica a nível introdutório diz respeito à mecânica ondulatória, fundamentada na equação de Schrödinger, que descreve a propagação de ondas de probabilidade. Nem sempre o estudante terá preparo para deduzir as soluções desta equação, mesmo nos casos simples. Mas, de qualquer maneira, uma visualização, em especial se for dinâmica, o ajudará bastante a compreender o significado das expressões matemáticas resultantes. Para tanto, é natural produzir gráficos animados da função de onda ou da densidade de probabilidade associada.

Existem vários conjuntos de animações nesta linha. Para exemplificar, a Fig. 2 apresenta três quadros sucessivos de uma animação oriunda do sítio *Quantum Physics Online* [9]. Vê-se a evolução de um pacote de onda ao encontrar um salto de potencial. A função plotada é a densidade de probabilidade. O aluno pode observar as ondas formadas pelo impacto do pacote sobre o salto e a divisão do pacote em duas componentes, uma transmitida e a outra refletida. Estes comportamentos são de fácil aceitação por um aluno que já observou uma onda do mar alcançando o estuário de um rio, por exemplo. Deve-se notar, porém, que nada na visualização alude à interpretação corpuscular do fenômeno. É preciso que a animação seja acompanhada de um

texto no qual se enfatize que, apesar de o pacote estar associado a uma partícula, não há divisão desta, e que as duas partes do pacote, após o encontro com o salto, estão associadas às probabilidades de a partícula ser transmitida ou refletida.

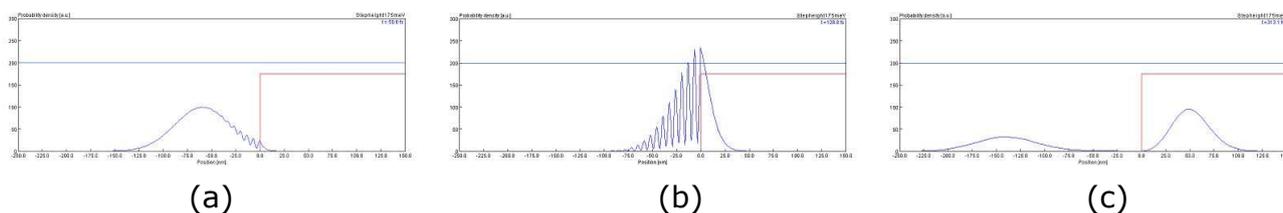


Figura 2 - Reflexão e transmissão de um pacote de onda por um salto de potencial: (a) o pacote vindo da esquerda alcança o salto; (b) ondas são geradas pelo impacto do pacote sobre o salto; (c) a componente transmitida segue caminho e a componente refletida volta para a esquerda.

A densidade de probabilidade depende apenas do módulo da função de onda, que é uma função complexa. Pode-se desejar uma visualização também da sua fase. Para tanto, vários autores têm lançado mão do uso da cor, associando convencionalmente a cada valor da fase (módulo  $2\pi$ ) uma cor do arco-íris. Como ilustração, veja a Fig. 3, uma captura de tela de um miniaplicativo incluído na obra *Physlets Quantum Physics* [10]. A representação, mais convencional mas menos sugestiva, das partes real e imaginária da função complexa, é oferecida como alternativa. Outro exemplo é fornecido pela Fig. 4, extraída de um objeto de aprendizagem baseado no clássico experimento da fenda dupla [11].

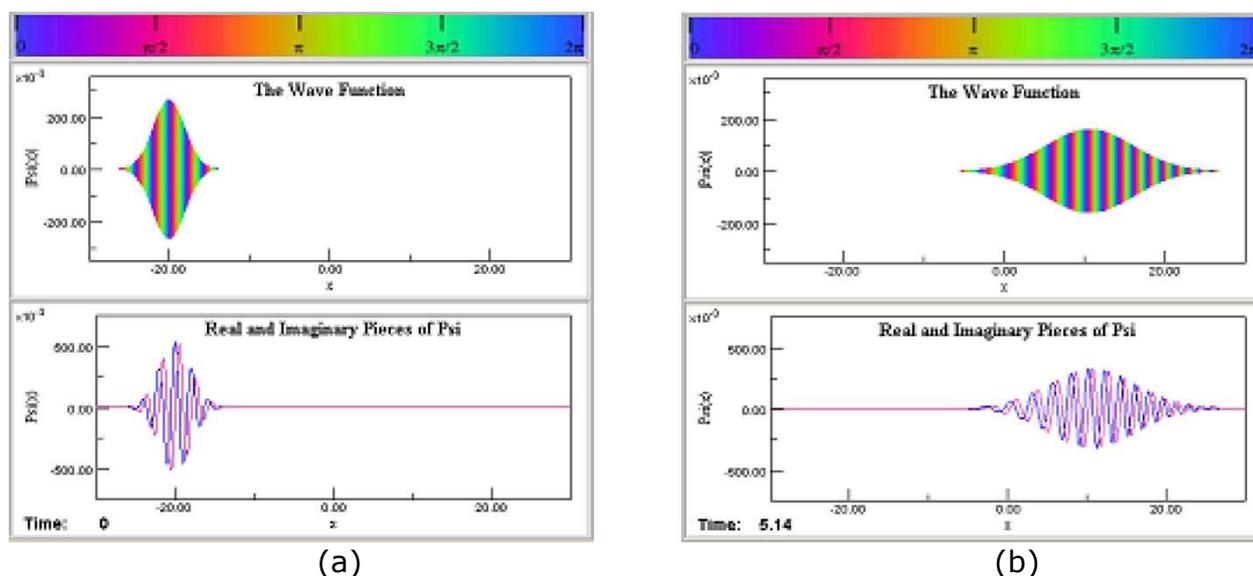


Figura 3 - Representação da função de onda associada a uma partícula livre aproximadamente localizada. O código de cores utilizado na representação da fase é fornecido na parte superior. O módulo é representado simetricamente em relação ao eixo horizontal. O instantâneo (b) é posterior a (a); observa-se o alargamento do pacote.

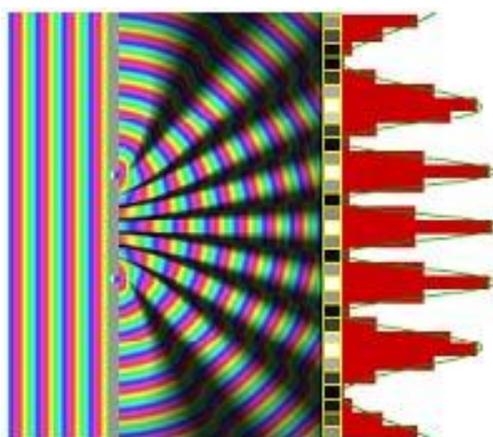


Figura 4 - Onda estacionária no experimento da fenda dupla. A onda plana incide da esquerda e o anteparo com as fendas é absorvedor. A densidade de probabilidade é indicada pelo brilho e a fase pela cor. Uma frente de onda de determinada cor desloca-se com o tempo, permitindo a visualização da propagação das ondas através do dispositivo. Vê-se também o histograma de intensidade medida sobre a tela.

#### 4. SEPARAÇÃO E RECOMBINAÇÃO DE COMPONENTES DOS ESTADOS

O princípio de superposição constitui-se num dos pilares da mecânica quântica. Embora familiar na discussão das ondas clássicas, ele suscita dificuldades conceituais quando aplicado a ondas de probabilidade. Qual o significado de um estado de uma partícula representado por um pacote constituído de duas componentes localizadas em regiões distintas do espaço? Esta pergunta já era pertinente para a animação da Fig. 2, mas, neste caso, talvez o aluno-usuário nem chegaria a indagar a respeito, dado o caráter natural, em termos de ideias clássicas, daquilo que é mostrado na tela.

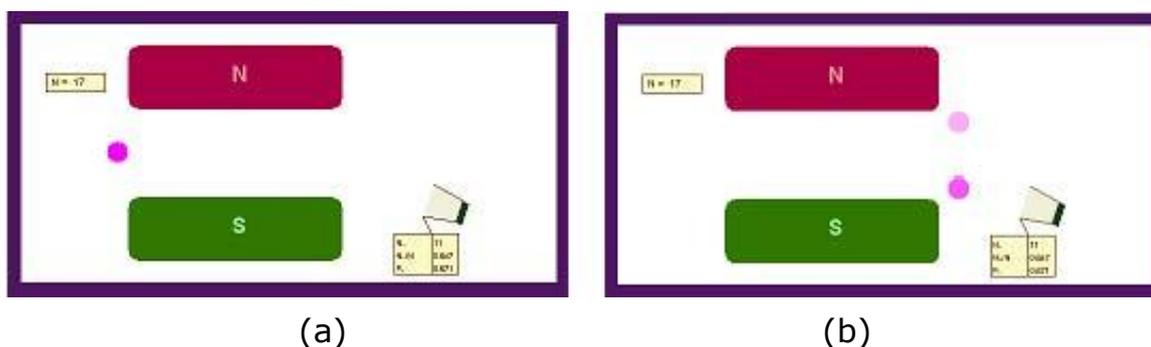


Figura 5 - Pacote de onda de um átomo atravessando o aparato de Stern-Gerlach: (a) na entrada, a cor intensa do único pacote indica probabilidade 100%; (b) na saída, quanto menor a probabilidade associada a cada um dos dois pacotes, mais tênue a sua cor.

Um bom exemplo de separação de um pacote de onda em duas componentes é fornecido pelo clássico experimento de Stern-Gerlach. A força aplicada pelo campo magnético não-uniforme sobre o momento magnético do átomo resulta na separação do pacote de onda em duas componentes<sup>1</sup>, cada uma delas associada a um valor da projeção do spin sobre o plano de simetria do campo. A Fig. 5 mostra duas capturas de tela de uma animação simples [12] na qual a intensidade da cor foi utilizada para comunicar visualmente a informação a respeito do peso probabilístico de cada componente. Já que isto diz respeito à descrição teórica, e não àquilo que se observa no laboratório, não se pode falar aqui de simulador, apesar da representação esquemática do aparato sobre a tela. Também não há tentativa de representar detalhadamente soluções completas da equação de Schrödinger.

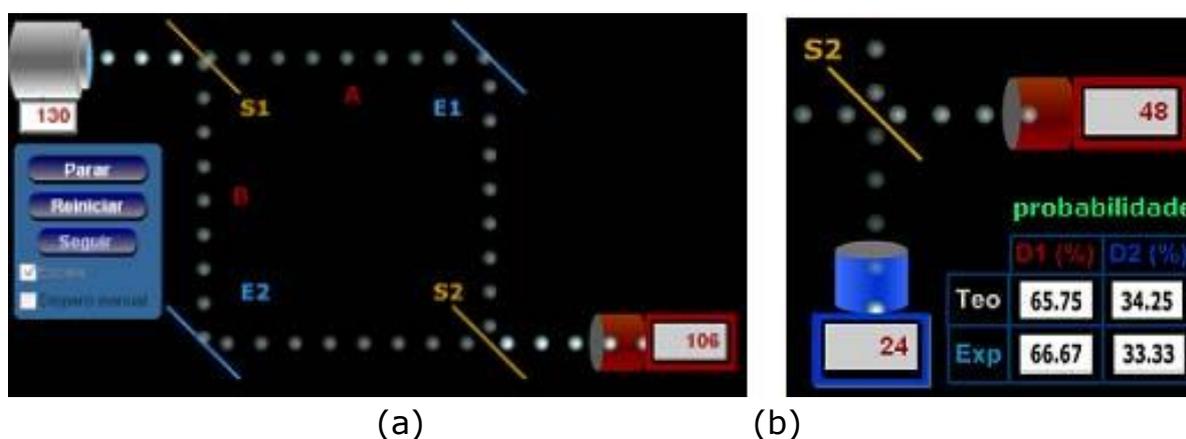


Figura 6 - Propagação de pacotes associados a fótons individuais no interferômetro de Mach-Zehnder. A cor branca intensa corresponde a probabilidade 100%. Dentro do aparato, cada componente tem probabilidade 50%. A captura (b) mostra a situação na saída quando uma lâmina transparente (não visível na parte da tela capturada) está inserida num dos braços do aparato.

A intensidade da cor também é usada para indicar a probabilidade associada a uma componente de um pacote de onda, como na visualização conceitual do interferômetro de Mach-Zehnder [13, 14], cujo simulador já foi mencionado. Neste caso, como pode ser visto na captura de tela da Fig. 6(a), o primeiro espelho semi-refletor encontrado pelo feixe separa o pacote de onda associado a um fóton em duas componentes de probabilidade 50% cada. Após seguir caminho, cada uma por um braço do interferômetro, sofrendo uma defasagem de  $\pi/2$  em cada reflexão, as duas componentes se reencontram na saída do aparato. Simplesmente contando o número de reflexões, é fácil verificar que a interferência entre elas será construtiva na direção do feixe incidente (horizontal na figura) e destrutiva, na direção perpendicular. Introduzindo uma lâmina de material transparente no caminho de um dos

<sup>1</sup> Supomos aqui que o átomo possui spin 1/2.

feixes, pode-se modificar a diferença de fase entre as duas componentes. Tem-se, então, na saída, propagação em ambas direções, com pesos (probabilidades), que são funções desta defasagem, como ilustrado pela captura de tela da Fig. 6(b)<sup>2</sup>.

Na Fig. 7 tem-se um último exemplo de visualização esquemática da separação de um pacote de onda em componentes, com uso da cor para fornecer informação relevante para a interpretação probabilística. Nela, está apresentada a passagem de um único fóton pelo dispositivo de fenda dupla já considerado acima [11]. Neste caso, a intensidade da cor (branca) é utilizada para indicar a densidade de probabilidade em cada ponto. Após a passagem pelas fendas, o pacote de onda associado ao fóton está dividido em componentes concentradas nas regiões de maior brilho da Fig. 4, ou seja, nas regiões de interferência construtiva. Sabe-se que um pacote de onda, descrevendo uma partícula aproximadamente localizada, deve ter extensão  $\Delta x$  bem maior que o comprimento de onda médio  $\bar{\lambda}$  das ondas que o compõem. Por outro lado, para se obter um padrão de interferência observável, a distância  $d$  entre as fendas deve ser da mesma ordem de grandeza que o comprimento de onda<sup>3</sup>. Por esta razão, as fendas estão muito próximas na escala da figura, diferente daquela adotada na Fig. 4.

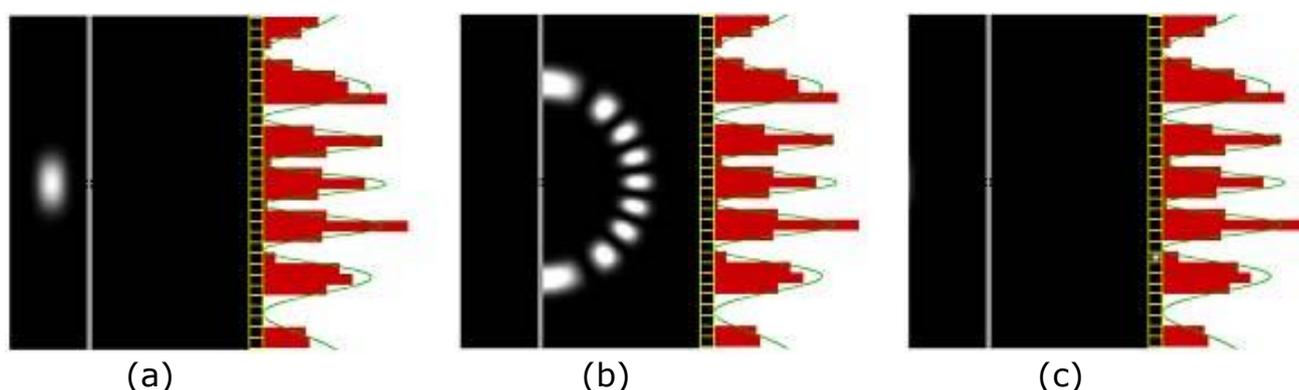


Figura 7 - Passagem de um fóton pelo dispositivo de duas fendas: (a) antes da passagem pelas fendas; (b) depois da passagem pelas fendas; (c) no instante da detecção.

## 5. COLAPSO DO ESTADO NA MEDIDA

Dentre todos os questionamentos que se possa fazer a respeito da mecânica quântica, talvez o mais debatido seja: o que ocorre na medida ou na observação? A cada estado de um sistema, a teoria associa uma função de onda, que permite apenas calcular as probabilidades de se obter os vários resultados possíveis na medida de qualquer observável. Ao realizar uma medida, adquirimos informação adicional, que, tipicamente, irá influir nas probabilidades associadas a medidas subsequentes. Mais corretamente, ocorre,

<sup>2</sup> A lâmina transparente, cuja espessura e cujo índice de refração podem ser ajustados pelo aluno-usuário, não está visível na parte da tela capturada.

<sup>3</sup> Os casos mostrados nas capturas de tela correspondem a  $d/\bar{\lambda} = 4$ .

em geral, uma troca de informação: diminui a precisão no conhecimento de um observável e aumenta a precisão no conhecimento de outro. Assim, uma medida útil, inevitavelmente, modifica as probabilidades associadas aos vários observáveis, o que pode ocorrer apenas se a própria função de onda for modificada.

É principalmente na conceituação do efeito da medida sobre o estado do sistema que surge a diferenciação entre as várias interpretações possíveis da mecânica quântica. Portanto, se quisermos tentar explicitar na tela do computador este efeito, precisamos escolher uma interpretação. Não é surpreendente que a maioria das animações disponíveis procuram evitar esta problemática. Simulações apenas reproduzem o incontestável: aquilo que se observa no laboratório. Animações de cunho teórico mostram a evolução da função de onda de um sistema num estado já preparado mas ainda não observado, evitando assim aspectos não abrangidos pela equação de Schrödinger.

Mas, talvez, valha a pena assumir uma postura um tanto mais aventurada: adotar uma interpretação e, a partir do que ela prevê para o ato da observação, procurar explicitar isso na tela. Esta estratégia é seguida por algumas das animações já utilizadas aqui para ilustrar aspectos relacionados com a propagação. Elas são baseadas na interpretação mais difundida da mecânica quântica, atribuída principalmente a Bohr [15] e von Neumann [16], e conhecida como “interpretação de Copenhague” [17].

O que esta interpretação afirma estar ocorrendo no ato da observação pode ser convenientemente discutido no contexto do experimento de Stern-Gerlach. Na Fig. 5, observava-se o pacote de onda, dividido em duas componentes, propagando-se rumo a um detector colocado na saída do aparato, no caminho da componente inferior do feixe dividido. Supõe-se que este detector possui eficiência de 100%, ou seja, se o átomo passar, ele “clica” sem falhar nunca. Observa-se, que às vezes, o detector clica, às vezes não. Se o detector clicou, sabemos que o átomo passou por ele; se ele não clicou, o átomo não passou por ele e, portanto, seguiu na outra componente (superior na figura) do feixe. Mas, a partir do instante em que o clique ocorreu, a componente inferior do pacote assumiu a probabilidade 100% e, portanto, a componente superior anulou-se. Semelhantemente, no segundo caso, a partir do momento em que o átomo ultrapassou a posição horizontal do detector e este não clicou, a componente superior adquiriu probabilidade 100% e a componente inferior desapareceu. Estas duas possibilidades estão mostradas nas Fig. 8(a) e (b), respectivamente.

Este processo de seleção de uma componente de uma superposição linear, com o concomitante sumiço das demais, é frequentemente denominado “colapso do pacote de onda”. O caso (b) é particularmente intrigante, pois aparentemente não aconteceu nada – o detector não clicou – e, mesmo assim, resultou no colapso do pacote, em uma região onde não há nada que possa atuar sobre o átomo. Na tela, o aluno-usuário observará o repentino sumiço da componente inferior, ao atingir o detector, acompanhado do aumento da intensidade da cor da componente superior que avança.

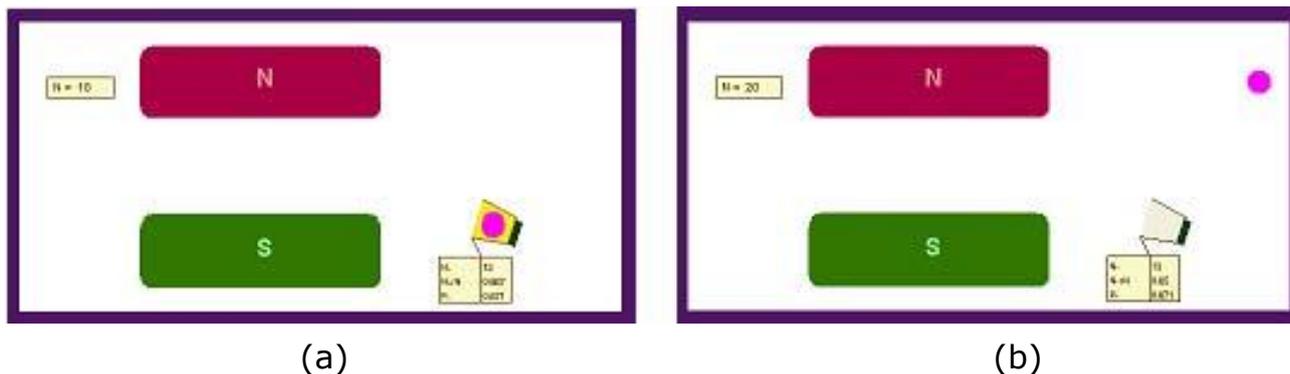


Figura 8 - Observação do átomo na saída do aparato de Stern-Gerlach: (a) o átomo foi detectado; (b) o átomo não foi detectado.

Uma visualização semelhante do efeito da observação também é utilizada na animação [13] do interferômetro de Mach-Zehnder. Coloca-se um detector adicional num dos braços do aparato, com o objetivo de determinar se o fóton passou por aquele ou pelo outro braço. De novo, supõe-se que este detector nunca falha. O resultado é mostrado na Fig. 9. O detector observa 50% dos fótons, em média. Se um determinado fóton é observado pelo detector, o seu estado “colapsa” no braço no qual o detector foi colocado; senão ele “colapsa” no outro braço. Seja qual for o caminho seguido pelo fóton, apenas uma componente do pacote associado chega até o segundo espelho semi-refletor (S2 na figura), que o separa em duas componentes de peso estatístico 50% cada. Assim, cada um dos detectores colocados na saída do aparato conta, em média, metade dos fótons. A presença da lâmina transparente num dos braços não influi neste resultado.

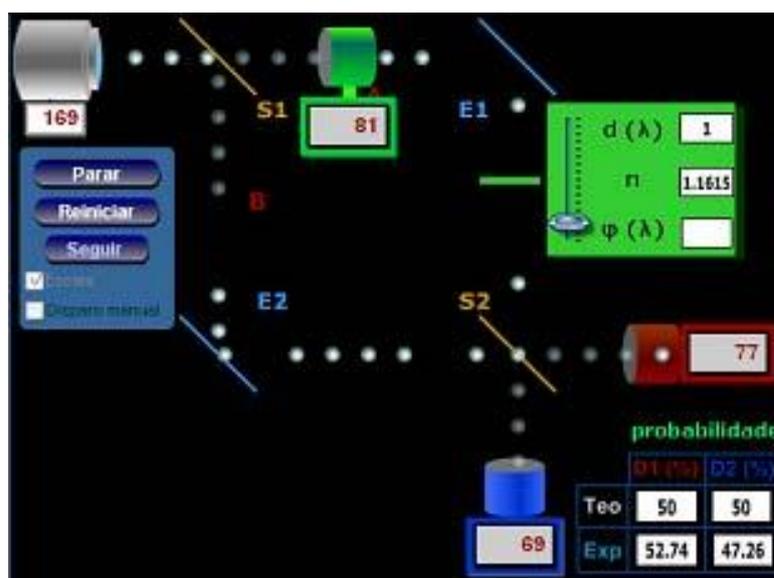


Figura 9 - Visualização esquemática do interferômetro de Mach-Zehnder com um detector inserido num dos braços para determinar o caminho seguido pelo fóton.

No experimento da fenda dupla, observa-se os impactos dos fótons sobre uma tela. Cada fóton a atinge num ponto e é a distribuição destes pontos que exhibe franjas de interferência. A interpretação de Copenhague afirma que no instante do impacto, o pacote de onda que se propagava radialmente a partir das fendas “colapsa” no ponto (na verdade uma região bem pequena) do impacto. O leitor atento poderá ter reparado a visualização deste colapso na Fig. 7 (c): detectores contíguos foram colocados sobre a tela, cada um ocupando uma pequena parte desta. Apenas um destes detectores registra o fóton, e o pacote de onda colapsa na região ocupada por ele. Na captura de tela mostrada, foi o nono detector, contando de baixo para cima, que disparou.

Indagar sobre o caminho seguido pelo fóton faz parte de qualquer discussão do experimento da fenda dupla. Para tanto, pode-se colocar próximo a cada fenda um dispositivo capaz de “espiar” a passagem do fóton por ela. Se estes dispositivos tiverem eficiência de 100%, o fóton necessariamente será observado por um deles e saber-se-á por qual fenda ele passou<sup>4</sup>. Haverá colapso do estado: sobreviverá apenas a componente do pacote oriunda daquela fenda. Não haverá mais interferência, apenas difração. É o que pode ser visto na Fig. 10 (a). Como, por razões já explicadas, a separação das fendas é muito pequena na escala da tela, não é possível distinguir visualmente as ondas oriundas da primeira fenda daquelas oriundas da segunda. Na escala da figura, é como se houvesse apenas uma fenda.

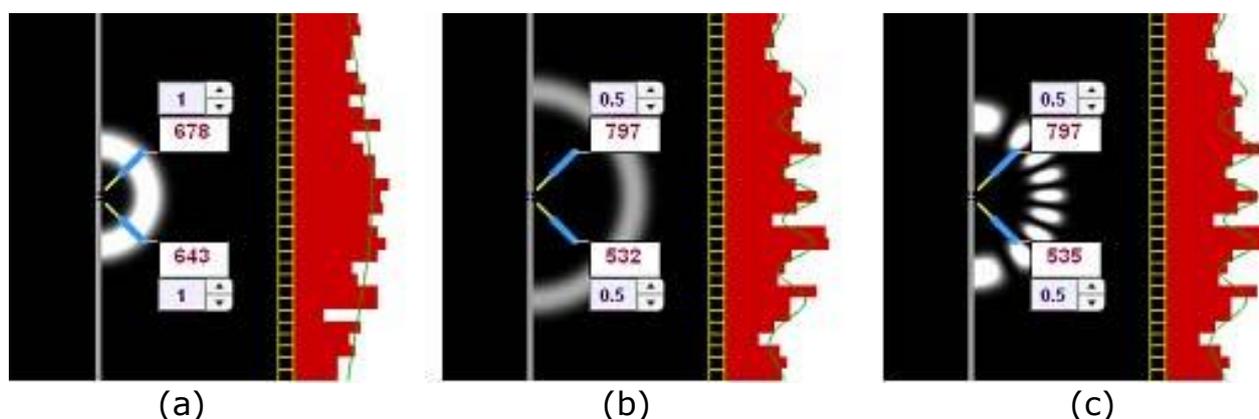


Figura 10 - Observação da passagem do fóton pela fendas no experimento da fenda dupla; (a) detectores de eficiência 100%; (b) e (c): detectores de eficiência 50%. Na captura (b), um dos detectores observou o fóton. Na captura (c), ambos detectores falharam na tentativa de observar o fóton.

Não é muito difícil generalizar a discussão para o caso de detectores imperfeitos. Aqueles fótons que são detectados próximo às fendas sofrem

<sup>4</sup> Evidentemente, se ele for perfeitamente eficiente, um detector observando uma das fendas bastará para determinar por qual fenda o fóton passou. Veja a discussão semelhante do experimento de Stern-Gerlach. Um segundo detector ajudará caso os detectores tenham eficiência limitada, como discutido na sequência do texto.

“colapso” e, para eles, vale a distribuição da Fig. 10 (a). Este caso pode ser visto na Fig. 10 (b). Já os fótons que escapam desta detecção, não sofrem colapso, e, para eles, vale a distribuição da Fig. 7. A captura da Fig. 10 (c) mostra um destes fótons. Obviamente, neste experimento com detectores parcialmente eficientes, a distribuição total de impactos sobre a tela resulta da sobreposição das duas distribuições já mencionadas (sem e com franjas de interferência, respectivamente), com pesos facilmente determinados sabendo-se a eficiência dos dois detectores. As Fig. 10 (b)-(c) correspondem a 50% de eficiência para cada detector.

## 6. FREQUÊNCIAS RELATIVAS E PROBABILIDADES TEÓRICAS

A teoria quântica permite prever apenas as probabilidades de se obter determinados resultados num dado experimento. Para confrontar teoria e experimento, é necessário repetir o mesmo experimento muitas vezes. Se o valor  $a$  associado a um observável  $A$  for obtido  $Na$  vezes em  $N$  repetições do experimento, então à medida que  $N$  aumenta, a frequência relativa  $Na/N$  deve aproximar-se da probabilidade  $P_a$  fornecida pela teoria (se esta for correta, evidentemente).

Este processo de acumulação repetitiva de dados pode ser observado no simulador já mencionado. Vê-se na Fig. 1 que os impactos aleatórios dos fótons sobre as telas vão paulatinamente formando franjas de interferência, que devem ser explicadas pela teoria, sabendo-se os detalhes do experimento (presença de polarizadores, etc.).

Nas animações conceituais do experimento de Stern-Gerlach e do interferômetro de Mach-Zehnder, contam-se átomos ou fótons. Os detectores realizam estas contagens, e os valores das frequências relativas são continuamente atualizados e mostrados na tela, para comparação com os valores previstos pela teoria (veja as Fig. 8 e 9).

Quando a quantidade medida é uma variável contínua, como é o caso da posição dos fótons sobre a tela do experimento da fenda dupla, um experimento poderá utilizar detectores pequenos, cujo tamanho define uma discretização da posição. As frequências relativas de impactos nestes detectores formam um histograma que, no limite de muitas repetições, deve aproximar-se da discretização correspondente da curva contínua (densidade de probabilidade) prevista pela teoria. Isto pode ser visto nas Fig. 7 e 10, nas quais a curva teórica está representada pela linha verde.

## 7. COMENTÁRIOS FINAIS

Algumas maneiras de aproveitar animações computacionais para facilitar o ensino-aprendizagem da física quântica foram apresentadas e discutidas. Procurou-se distinguir três abordagens principais: simulações realistas de dispositivos experimentais, gráficos animados de quantidades calculadas pela teoria, e visualizações de cunho conceitual destinadas a comunicar inclusive elementos de “interpretação”.

Esta última categoria foi focada com mais detalhe, adotando-se a interpretação de Copenhague. Foram apresentadas algumas animações nas quais o colapso do estado na medida, característico desta interpretação, ocorre concretamente na tela. Sem dúvida, ao defrontar tal acontecimento, o aluno-usuário dificilmente deixará de sentir algum desconforto. Se a animação estiver sendo apresentada por um professor, este terá muito que falar. Senão, espera-se que o aluno tenha vontade de consultar os materiais que acompanham estas animações e, assim, evitará tirar conclusões errôneas a respeito de ação a distância e transmissão instantânea de informação, em especial.

## REFERÊNCIAS

- [1] I. M. Greca e M. A. Moreira, **Investig. Ens. Ciências**, 6, 29 (2001).
- [2] R. P. Feynman, R. B. Leighton e M. Sands, **The Feynman Lectures on Physics**, v. 3, Addison-Wesley, Reading, EUA (1963).
- [3] O. Pessoa Jr, **Conceitos de Física Quântica**, 2. ed., Livraria da Física, São Paulo, Brasil (2005).
- [4] A. Huber, **Quantum Eraser**, <http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/>, Munique, Alemanha (2001).
- [5] R. Müller e H. Wiesner, **Am. J. Phys.**, 70, 200 (2002).
- [6] F. Ostermann, S. D. Prado e T. dos S. F. Ricci, **Física na Escola**, 7, 22 (2006).
- [7] T. F. Ricci, F. Ostermann e S. D. Prado, **Rev. Bras. Ens. Fis.**, 29, 79 (2007).
- [8] F. Ostermann e S. D. Prado, **Rev. Bras. Ens. Fis.**, 27, 193 (2005).
- [9] M. Joffre, J.-L. Basdevant e J. Dalibard, **Quantum Physics Online**, Ecole Polytechnique, <http://www.quantum-physics.polytechnique.fr/>, França (2000).
- [10] M. Belloni, W. Christian e A. J. Cox, **Physlets Quantum Physics**, Prentice Hall, EUA (2006).
- [11] M. Betz e I. de Lima, em preparação.
- [12] M. Betz, <http://www.if.ufrgs.br/~betz/quantum/SGtexto.htm>, Porto Alegre, Brasil (2000).
- [13] M. Betz, I. de Lima e G. Mussatto, <http://www.if.ufrgs.br/~betz/dualidade/>, Porto Alegre, Brasil (2008).
- [14] M. Betz, I. de Lima e G. Mussatto, aceito para publicação na **Rev. Bras. Ens. Fis.**
- [15] N. Bohr, **Atomic Theory and the Description of Nature**, Cambridge University Press, Inglaterra (1934).
- [16] J. von Neumann, **Mathematical Foundations of Quantum Mechanics**, Princeton University Press, EUA (1955).
- [17] Para uma explicitação didática dos postulados assumidos por esta interpretação, veja C. Cohen-Tannoudji, B. Diu e F. Lalöe, **Quantum Mechanics**, Hermann, França (1977).

## **EMPREGANDO TEXTOS ORIGINAIS DE CIENTISTAS E TEXTOS SOBRE A EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA CIÊNCIA EM JOGOS TEATRAIS**

**Paulo Roberto Bairros da Silva** [paulo\_bairros@yahoo.com.br]  
**Antonio Marcos Teixeira Dalmolin** [antoniodalmolin@gmail.com]  
**Saul Benhur Schirmer** [sschirmer@gmail.com]

*Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS*

### **Resumo**

Tradicionalmente a prática de Ensino de Física tem se dado pela exposição de conceitos no quadro negro e a realização exaustiva de listas de exercícios sobre os assuntos abordados. Entendendo que devemos romper com essa tradição e buscar formas criativas de apresentar a Física aos estudantes, propomos neste Trabalho de Pesquisa um modelo de Atividade Didática Baseada em Jogos Teatrais utilizando Textos Originais de Cientistas e Textos sobre a Evolução das Ideias da Ciência bem como, apresentamos e discutimos os resultados da implementação desta atividade em sala de aula.

**Palavras-chave:** jogos teatrais, história da ciência, ensino de física.

### **INTRODUÇÃO**

As atuais normativas oficiais para a Educação Brasileira apontam para a necessidade do Ensino de Física contribuir para uma Formação Científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais. Nessa concepção, o Ensino de Física deve promover mais do que a fixação dos termos científicos; e sim privilegiar situações de ensino-aprendizagem que possibilitem aos alunos a formação de uma bagagem cognitiva.

No entanto, na maioria das escolas, a prática tradicional de Ensino de Física ocorre unicamente através de exposição de conceitos seguidos de práticas exaustivas de resolução de listas de exercícios. Nesta perspectiva o Ensino de Física orienta-se numa prática transmissivo-receptiva segundo a qual o professor, dominador de conhecimentos, transmite o conteúdo a seus alunos mediante a apresentação destes na lousa, enquanto que ao aluno, cabe a tarefa de assistir passivamente os conhecimentos expostos pelo professor.

Na visão de Zanela (1999), de maneira geral em qualquer autor que se busque uma conceituação do termo aprendizagem, aparecem de forma mais ou menos evidente os termos de mudança que, de alguma forma, permanece, e comportamento que pode ser observado. Pensando assim, acreditamos na busca de estratégias mais eficazes de ensino que contribuam para a construção de elementos necessários a construção de conhecimento por parte de nossos alunos, como ressalta o PCN+ (BRASIL, 2002, p.84):

O Ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos ou vídeos, até a linguagem corporal e artística.

## **JUSTIFICATIVA**

A atual imagem que temos da ciência começou a ser traçada no século XVII, por Francis Bacon ao propor um método para a produção da ciência. Segundo Bacon, para se conhecer a natureza era preciso observar (acumular fatos), classificar e determinar suas causas, tal metodologia ficou conhecida como Método Científico. Contudo, nos últimos anos, alguns historiadores divergem da postura de considerar o desenvolvimento científico através de uma única metodologia específica.

Segundo Chassot (1994) usualmente a ciência é considerada como uma reunião de dados fatos e teorias, cujo desenvolvimento deu-se pela acumulação de contribuições específicas de 'Homens Especiais' que se empenham no seu desenvolvimento. Tal visão, em sua opinião, é carregada de reducionismo na medida em que o conhecimento científico foi construído com o auxílio de milhares de trabalhadores anônimos que se empenharam nesta tarefa de construção, talvez, se a História fosse apresentada para mais do que citação de nomes e cronologias, como é comum em manuais didáticos, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente domina o nosso imaginário.

A ideia de que a Evolução da Ciência ao longo da história é apresentada de forma equivocada aos estudantes de Ensino Médio por meio de Livros Didáticos é compartilhada por Peduzzi (2001) ao afirmar que com relação à história da ciência nos manuais didáticos, aparecem, breves notas históricas de acontecimentos pontuais de cientistas eminentes ou de instrumentos de impactos. Esta abordagem segundo ele distorce o trabalho do cientista e apresenta uma 'visão' cumulativa do conhecimento científico e caracterizam como história apenas aquela que é feita pelos vencedores.

A história da ciência tem seu valor negligenciado nos livros textos e na própria sala de aula quando se objetiva apenas apresentar e aplicar conceitos, teorias e leis, enfatizando o produto do conhecimento, reforçando com isso a falsa impressão de que a ciência é algo encerrado e acabado.

## **APORTES TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**

Acreditamos que a utilização em sala de aula de Atividades de Ensino cujo caráter de elaboração permita a inserção de Textos ligados ao

Desenvolvimento Histórico da Ciência bem como a leitura de Textos Originais de Cientistas possa propiciar um maior interesse nos estudantes sobre como se desenvolve a ciência, e em particular a Física.

Para tanto propomos a realização de procedimentos lúdicos em sala de aula, denominados Jogos Teatrais. A sistematização de uma proposta de ensino pelo Teatro em contextos formais de educação foi elaborada de forma pioneira por Viola Spolin ao longo de quase três décadas de pesquisa junto a crianças e pré-adolescentes, jovens e adultos e idosos nos Estados Unidos da América.

Spolin (1999) sugere que o processo de atuação no teatro deve ser baseado na participação em jogos, pois o envolvimento criado pela relação de jogo permite ao participante desenvolver liberdade pessoal dentro do limite de regras estabelecidas e de criar técnicas e habilidades pessoais necessárias para o jogo.

Os Jogos Teatrais possuem regras explícitas, onde todos são construtores de uma situação imaginária, logo todos os participantes são atores interpretando uma situação. Nos Jogos Teatrais o grupo de sujeitos que joga pode se dividir em times que se alternam nas funções de atores e de público.

As regras estabelecidas entre os jogadores determinam uma relação de parceria, o que implica na observação de determinadas leis que asseguram a reciprocidade dos meios empregados para ganhar. A solução do problema implica no esforço dos jogadores para chegar até o desenlace e a improvisação espontânea de ações, para vencer o imprevisto.

A expressão dramática desenvolve, através de jogos e ou brincadeiras, Jogos Dramáticos, expressão corporal, histórias narradas e dramatizadas apresentam-se como uma possibilidade cujo objetivo é propiciar o crescimento e o desenvolvimento cognitivo do aluno. Ao invés de somente servir apenas como entretenimento (NUNES, 2005, p.82).

Tal ideia é compartilhada por Japiassu ao apurar Vygotsky (1998), segundo ele é perfeitamente admissível à opinião de que as Artes representam um adorno à vida, mas isso contradiz radicalmente as leis que sobre elas descobre a investigação psicológica. Esta mostra que as Artes representam o centro de todos os processos biológicos e sociais do indivíduo na sociedade e que se constituem no meio para se estabelecer o equilíbrio entre o ser humano e o mundo nos momentos mais críticos e importantes da vida, isso supõe uma refutação radical do enfoque das Artes como adorno.

Nesta perspectiva a elaboração de Atividades didáticas baseadas em Jogos Teatrais (ADJT) tem por intuito propiciar a construção de conhecimento efetivo por parte dos educadores, e não deve ser vista pelo professor como um recurso para apenas 'tornar a aula diferente'.

Inicialmente realizamos um levantamento na literatura da área de Ensino de Física buscando encontrar textos (Tabela 1 e 2) que nos possibilitassem o enquadramento nas características do modelo de atividade desenvolvido por nossa equipe (Anexo 1), bem como uma classificação própria dos textos como: Textos Originais de Cientistas (TOC) e Textos Sobre Evolução da Ideias da Ciência (TEC).

Tabela 1 - Textos Selecionados - TEC

MARTINS, Roberto de Andrade. Galileo e a Rotação da Terra. <b>Caderno Catarinense de Ensino de Física</b> , Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 196-211, 1994.
MARTINS, Roberto de Andrade. A descoberta do Raio X: o primeiro comunicado de Röntgen. <b>Revista Brasileira de Ensino de Física</b> , São Paulo, v. 20, n. 4, p. 373-389, 1998.
LONGUINI, Marcos Daniel. Origens Históricas e Considerações acerca do Conceito de Pressão Atmosférica. <b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</b> , Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 67-78, 2000.
CENTRO FRANCO BRASILEIRO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA. A Revolução do Metro. <b>Caderno Catarinense de Ensino de Física</b> , Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 50-61, 1990.

Tabela 2 - Textos Selecionados - TOC

GALILEI, Galileu. <b>Diálogos sobre os dois Máximos Sistemas do Mundo: Ptolomaico e Copernicano</b> . 2. ed. Tradução de Pablo Ruben Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial, 2004.
GALILEI, Galileu. <b>Duas Novas Ciências</b> . São Paulo / Rio de Janeiro: Nova Stella / Instituto Italiano de Cultura/MAST, 1985.
NEWTON, Isaac. <b>Óptica</b> . Tradução de André Koch Torres Assis. São Paulo: Edusp, 1996.

## OBJETIVOS DA PESQUISA

Como docentes em formação, resolvemos seguir a nossa atual legislação (LDB Resoluções CNE/CP nº 01, de 18.02.2002 e CNE/CP nº 02, de 19.02.2002) que propõem uma atuação mais abrangente dos professores, como pesquisadores de sua própria prática.

Objetivamos com a presente investigação, entre outras coisas:

1. Propiciar a estudantes de Ensino Médio o contato com Textos Originais de Cientistas possibilitando manifestações do imaginário destes alunos;

2. Explorar a possibilidade de inserção da história do desenvolvimento da ciência, e em particular da Física, mesmo para aqueles que sentem-se afastados dela;
3. Avaliar o potencial da ADJT como recurso didático em Sala de Aula.

## **DESENVOLVIMENTO**

Toda a didática sugere que, seguindo em esquema de procedimentos, podemos adquirir uma maior compreensão da matéria com a qual trabalhamos. Mas como o conteúdo na maioria das vezes chega pronto à sala de aula, os alunos não têm conhecimento das ideias que estabelecem uma teoria. A técnica de Jogos Teatrais propõe um ensino-aprendizagem, onde o aluno reúne os seus próprios dados a partir da experimentação direta e através do processo de solução de problemas ele constrói o conhecimento sobre o assunto.

Dessa forma buscamos estabelecer um levantamento de dados centrado no que nos apresentado pelos estudantes em relação às propostas avaliativas de aprendizagem que construímos em conjunto em nosso Grupo de Trabalho.

O Grupo de Trabalho, formado pelos autores dessa pesquisa, denominado 'Físicos da Equipe de Física' (FEFA) é constituído desde o ano de 2006, e anualmente desenvolve trabalhos de diferentes naturezas ligados a Pesquisa no Ensino de Física. Atualmente desenvolvemos o Projeto de Pesquisa denominado 'Projeto de Construção de um Contexto Histórico Cultural Mediante Jogos Teatrais no Ensino de Física' (PROCEF).

A expressão Desenvolvimento Cultural foi criada por Vygotsky, em sua teoria, para se referir ao desenvolvimento cognitivo do ser humano. A Tese Central dessa Teoria é a de que a estrutura e o desenvolvimento dos processos psicológicos humanos surge da atividade prática mediada pela linguagem, conforme o desenvolvimento histórico das condições materiais de produção e determinada pela sociedade.

Essa perspectiva de análise e compreensão psicológica do desenvolvimento cognitivo humano denomina-se abordagem Histórico Cultural do desenvolvimento e segundo ela o desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores (memória mediada, ações voluntárias, pensamento abstrato e imaginação criativa) só podem ter emergido do trabalho coletivo da humanidade como um todo, empenhada na alteração da natureza pelo uso de Instrumentos (algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, um arado, por exemplo) e de Signos (algo que representa alguma coisa, a escrita, por exemplo).

O espaço utilizado para a realização da Pesquisa foi definido através da formação de parceria com uma professora da Rede Pública Estadual de Educação da Região de Santa Maria, município do Rio Grande do Sul, mais especificamente com Turmas de Primeiro Ano de Ensino Médio de uma escola Estadual da periferia da cidade.

O levantamento de dados para extração e refinamento dos resultados foi realizado através de instrumentos de vídeo-Gravação da implementação da ADJT em sala de aula, entrevistas com os alunos pertencentes à turma onde desenvolvemos a atividade e a realização de uma avaliação, denominada Questões de Avaliação Sobre Aprendizagem (QASA), elaborada pelos autores da Pesquisa, que nos permitiu avaliar a evolução sobre os assuntos desenvolvidos na Turma 102, onde ocorreu nossa metodologia de trabalho, com outras turmas onde ocorreram as praticas expositivas tradicionais de ensino, sendo todas as turmas sobre a tutela da mesma professora regente.

A implementação da atividade completa se deu em cinco horas-aula, sendo, no Primeiro Encontro, em duas horas-aula, desenvolvidos os passos 1, 2, 3 e 4 do roteiro da ADJT, no Segundo Encontro foram desenvolvidos os passos restantes do roteiro o que demandou uma hora-aula, no Terceiro Encontro desenvolvemos a QASA demandando duas horas-aula. Nas demais Turmas de Primeiro Ano do Ensino Médio apenas desenvolvemos a QASA, permitindo assim um processo comparativo das amostras de resultados.

Com o intuito de construir uma ADJT que cobrisse assuntos de Sistemas de Referência, Primeira Lei de Newton e Princípio da Inércia, assunto relativo ao campo de estudos de Física conhecido como Mecânica, buscamos encontrar no material que catalogamos algum texto que se encaixa-se na discussão destes assuntos, bem como permitisse a adaptação ao modelo da ADJT desenvolvido por nossa equipe de trabalho.

Chegamos ao livro 'Diálogos sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano', escrito por Galileu Galilei em 1630, considerada uma obra ousada para a época por defender o Movimento da Terra e a Concepção Heliocêntrica de Copérnico contra a proibição da inquisição romana. Ao afirmar o caráter planetário da Terra, neste livro, Galileu destrói os fundamentos antropocêntricos da visão tradicionalista cristã, inaugurando assim a ciência moderna e redesenhando o mapa cultural ocidental.

Em seu livro Galileu apresenta, em três jornadas de encontros, os diálogos realizados por três personagens, a saber: Simplício (pessoa comum com ideias tipicamente aristotélicas), Sagredo (personagem que mantém uma influência grande sobre Simplício, induzindo-o a seguir as ideias aristotélicas, típico representante da Igreja Católica neste contexto histórico) e Salviati (renovador cultural e defensor das ideias Ptolomaicas, considerados por alguns como sendo o próprio Galileu). Selecionamos alguns trechos do texto que consideramos relevantes a discussão, a saber:

SALVIATI: Diga-me agora: Suponha que se tenha uma superfície plana e lisa como um espelho e feita de material duro como o aço. Ela não esta na horizontal, mais inclinada, e sobre ela foi colocada uma bola perfeitamente esférica, de algum material duro e pesado, como o bronze. A ver, o que acontecerá quando a soltarmos?

SIMPLÍCIO: Não acredito que permaneceria em repouso; pelo contrário, estou certo de que rolaria espontaneamente para baixo.

SALVIATI: E por quanto tempo a bola continuaria a rolar, e quão rapidamente? Lembre-se de que eu falei de uma bola perfeitamente redonda e de uma superfície altamente polida, afim de remover todos os impedimentos internos e acidentais. Analogamente, não leve em consideração qualquer impedimento do ar causado por sua resistência a penetração, nem qualquer outro obstáculo acidental, se houver.

SIMPLÍCIO: Compreendo perfeitamente e em resposta a essa pergunta digo que a bola continuaria a mover-se indefinidamente, enquanto permanecesse sobre a superfície inclinada, e com um movimento continuamente acelerado.

SALVIATI: Mas se quiséssemos que a bola se movesse para cima sobre a mesma superfície, acha que ela subiria?

SIMPLÍCIO: Não espontaneamente; mas ela o faria se fosse puxada ou lançada para cima.

SALVIATI: E se fosse lançado por um certo impulso, qual seu movimento, e de que amplitude?

SIMPLÍCIO: O movimento seria constantemente freado e retardado, sendo contrario à tendência natural, e duraria mais ou menos tempo conforme o impulso e a inclinação do plano fossem maiores ou menores.

SALVIATI: Muito bem, até aqui você me explicou movimento sobre dois planos diferentes. Num plano inclinado para baixo, o corpo do móvel desce espontaneamente e continua acelerando, e é preciso empregar uma força para mantê-lo em repouso. Num plano inclinado para cima, é preciso uma força para lançar o corpo ou mesmo mantê-lo parado, e o movimento impresso no corpo diminui continuamente até cessar de todo. Você acredita ainda que, nos dois casos, surgem diferenças conforme a inclinação do plano seja maior ou menor, de forma que um declive mais acentuado implica maior velocidade, ao passo que, num aclave, um corpo lançado com uma dada força se move tanto mais longe quanto menor o aclave. Diga-me agora o que aconteceria ao mesmo corpo móvel colocado sobre uma superfície sem nenhum declive.

SIMPLÍCIO: Aqui preciso pensar um instante sobre a resposta. Não havendo declive, não pode haver tendência natural ao movimento; e, não havendo aclave, não pode haver resistência ao movimento: Parece-me portanto que o corpo deveria naturalmente permanece em repouso. Mas eu me esqueci; faz pouco tempo que Sagredo me deu a entender que isto é o que aconteceria.

SALVIATI: Acredito que aconteceria se colocássemos a bola firmemente num lugar. Mas que sucederia se lhe déssemos um impulso em uma direção?

SIMPLÍCIO: Ela teria que se mover nessa direção.

SALVIATI: Mas com que tipo de movimento? Seria continuamente acelerado, como no declive, ou continuamente retardado, como no aclave?

SIMPLÍCIO: Não posso ver nenhuma causa de aceleração, uma vez que não há aclave nem declive.

SALVIATI: Exatamente! Mas se não há razão para que o movimento da bola se retarde, ainda menos há razão para que ele pare; por conseguinte, por quanto tempo você acha que a bola continuaria se movendo?

SIMPLÍCIO: Tão longe quanto á superfície se estendesse sem subir nem descer.

SALVIATI: Então, se este espaço fosse ilimitado, o movimento sobre ele seria também ilimitado? Ou seja, perpétuo?

SIMPLÍCIO: Parece-me que sim, desde que o corpo móvel fosse feito de material durável.

## RESULTADOS

A extração de dados e refinamento de resultados dos Instrumentos de Pesquisa que utilizamos permitiu verificar que:

1. Na Turma 102, onde implementamos a ADJT, 20 alunos responderam um questionário, sendo que destes 15 (75%) estavam cursando pela primeira vez o Primeiro Ano do Ensino Médio, 5 (25%) repetiam o ano letivo, ou seja já cursaram uma vez a série. Os resultados da QASA revelam que:

Tabela 1 – Respostas da Turma 102

Alternativa	Resp. A	Resp. B	Resp. C	Resp. D	Resp. E	Resp. Correta	% de Acerto
Nº Quest.							
1	4	7	8	1	0	D	5,0
2	9	5	2	3	1	A	45,0
3	3	4	10	1	2	C	50,0
4	1	7	8	0	4	D	0,0
5	4	2	5	8	1	E	5,0
6	1	5	5	7	2	D	35,0
7	0	0	2	9	9	A	0,0
8	2	11	4	0	3	B	55,0
9	8	5	4	3	0	C	20,0
10	10	0	9	0	1	C	45,0

2. Na Turma 101 onde os alunos apenas responderam o questionário, 23 estavam presentes na avaliação, sendo que destes 18 (78,3%) estavam cursando pela primeira vez o Primeiro Ano do Ensino Médio, 5 (21,7%) repetiam o ano letivo, ou seja, já cursaram uma vez a série. Os resultados da QASA revelam que:

Tabela 2 – Respostas da Turma 101

Alternativa	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	% de
Nº Quest.	A	B	C	D	E	Correta	Acerto
1	4	6	11	1	1	D	4,3
2	6	6	3	6	2	A	26,0
3	7	2	6	7	1	C	26,0
4	5	8	5	0	5	D	0,0
5	3	7	5	8	0	E	0,0
6	3	4	7	8	1	D	34,7
7	6	1	0	11	5	A	26,0
8	2	10	7	1	3	B	43,4
9	13	2	6	0	2	C	26,0
10	15	0	5	1	2	C	21,7

3. Na Turma 103, onde os alunos apenas responderam o questionário, 19 estavam presentes na avaliação, sendo que destes 12 (63,2%) estavam cursando pela primeira vez o Primeiro Ano do Ensino Médio, 7 (36,8%) repetiam o ano letivo, ou seja, já cursaram uma vez a série. Os resultados da QASA revelam que:

Tabela 3 – Respostas da Turma 103

Alternativa	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	Resp.	% de
Nº Quest.	A	B	C	D	E	Correta	Acerto
1	6	3	9	1	0	D	5,2
2	5	10	1	1	2	A	26,3
3	2	3	7	5	2	C	36,8
4	2	4	7	3	3	D	15,7
5	2	0	7	5	5	E	26,3
6	3	5	4	6	1	D	31,5
7	3	4	1	9	2	A	15,7
8	3	4	10	0	2	B	21,0
9	10	4	2	0	3	C	10,5
10	15	2	1	0	1	C	5,2

4. Ao compararmos os percentuais de acertos entre as turmas, a saber:

Tabela 4 – Comparativo entre as três turmas

<b>Alternativa</b>	<b>% de Acertos da 102</b>	<b>% de Acertos da 101</b>	<b>% de Acertos da 103</b>
<b>Nº Questão</b>			
<b>1</b>	5,0	4,3	5,2
<b>2</b>	45,0	26,0	26,3
<b>3</b>	50,0	26,0	36,8
<b>4</b>	0,0	0,0	15,7
<b>5</b>	5,0	0,0	26,3
<b>6</b>	35,0	34,7	31,5
<b>7</b>	0,0	26,0	15,7
<b>8</b>	55,0	43,4	21,0
<b>9</b>	20,0	26,0	10,5
<b>10</b>	45,0	21,7	5,2

Pela Tabela acima podemos identificar que o percentual de acertos na grande maioria das questões se deu na turma onde desenvolvemos ADJT. Acreditamos que seja claramente perceptível o melhor desempenho da turma 102 em relação às demais, onde se deu o desenvolvimento expositivo dos assuntos.

## CONCLUSÃO

Encontramos uma certa resistência inicial dos alunos à participação das atividades, devido ao fato de estarem habituados, apenas, às aulas expositivas. Apesar dos resultados na turma onde o trabalho foi desenvolvido representar indicativos de ser mais eficiente que o modelo tradicional expositivo devemos destacar que o índice de faltas prejudicaram o andamento das atividades, a saber:

1º Dia: haviam 15 alunos em Sala de Aula

2º Dia: haviam 26 alunos em Sala de Aula

3º Dia: haviam 20 alunos em Sala de Aula

Realizando o primeiro passo da ADJT (Apresentação do Texto) contextualizamos a leitura do texto e sua importância histórica. Neste sentido o esforço que pensamos empregar para que os alunos realizassem aquela leitura foi desnecessário, pois ao dimensionarmos o texto para a Turma conseguimos despertar o interesse neles pela leitura daquilo, de que para muitos, até aquele dia nunca ouviram falar.

A nosso ver, isso revela a importância da dimensão histórica dos textos que optamos utilizar e como a maneira de apresentar os assuntos afeta a disposição de aprender em Sala de Aula.

Na sequência da implementação da atividade, mais especificamente no 4º passo do Roteiro da ADJT (Retomada da Situação Problema), solicitamos que os estudantes se reunissem em grupos para discutir as ideias centrais contidas no texto bem como construir uma resposta coletiva a Situação Problema apresentada.

Embora acreditando ser um passo importante a socialização dos pontos interessantes do texto, estávamos meio inseguros nessa etapa, pois experiências anteriores de trabalho com Textos Didáticos 'comuns' em sala de aula haviam nos mostrado que os alunos aproveitam este momento para discutir sobre tudo, menos sobre o Texto apresentado. No entanto, para nossa surpresa percebemos que ao percorrermos os grupos muitos alunos realizavam discussões 'acaloradas' sobre o texto, gesticulando, questionando enfim tentando convencer seu colega de seu posicionamento. Eles realmente estavam debatendo os trechos do livro.

Pode-se perceber o empenho que alguns alunos tiveram em realizar a sua 'improvisação dramática', alterando sua entonação vocal e expressão física na tentativa de 'incorporar o personagem' que lhe coube apresentar.

Apesar da aparente complexidade inicial de se trabalhar as ADJT, estas se mostraram adequadas para o trabalho de vários assuntos de Física, abrangendo conteúdos conceituais (conceitos, princípios e modelos) também para o tratamento de conteúdos procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas, argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores). Neste sentido, podemos adiantar que as práticas de ensino-aprendizagem a partir de ADJT, proporcionam aos alunos uma visão coerente, ainda que simplificada, da metodologia empregada nas produções científicas. Vale destacar que esta atividade estimula a participação e a criatividade na sala de aula contrapondo cultura de passividade e transmissão de conceitos, pois os alunos constroem modelos próprios para solução de um problema.

**REFERÊNCIAS**

- ALMEIDA, M. J. M. de. A Leitura de Textos Originais de Cientistas no Ensino Médio: Foco no Imaginário dos Estudantes. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. extra, p.1-5, 2005.
- BRASIL. SECRETÁRIA DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- CARVALHO, A. M. P. de; CASTRO, R. S. História da Ciência: Investigando como usá-la num Curso de Segundo Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.
- CHASSOT, A. **A Ciência Através dos Tempos**. São Paulo: Editora Moderna, 1994.
- DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. M. R. de. A Teoria de Vygotski. **Psicologia na Educação**. 2 ed. São Paulo: Editora Cortez, p.49-54, 1993.
- JAPIASSU, R. O. V. Jogos Teatrais na Escola Pública. **Revista da Faculdade de Educação**. São Paulo, v. 24, n. 2, 1998.
- KNELLER, G. F. Das Conjecturas aos Paradigmas. **A Ciência como Atividade Humana**. São Paulo: Editora Zahar, 1980.
- KOUDELA, I. D. **Jogos Teatrais**. 3. ed, São Paulo: Perspectiva, 1992.
- MASSONI, N. T. **Epistemologias do Século XX**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005. (Textos de Apoio ao Professor de Física, v. 16, n. 3).
- NUNES, L. de F. R. **Jogo Teatral e Educação Escolar**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005.
- OLIVEIRA, N. R. de; ZANETIC, J. O Trabalho do Físico Através do Teatro. **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Anais. Rio de Janeiro: SBF, 2005.
- PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a Utilização da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.
- SANTOS, B. S. dos. Vygotsky e a Teoria Histórico Cultural. In: LA ROSA, J. et al. (org.). **Psicologia e Educação: O significado de Aprender**. 3. ed, Porto Alegre: EDIPUC-RS, 1999.
- SPOLIN, Viola. **O Jogo Teatral no Livro do Diretor**. São Paulo: Perspectiva, 1999.
- ZANELA, L. Aprendizagem: Uma Introdução. In: LA ROSA, J. et al. (Org.) **Psicologia e Educação: O significado de Aprender**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUC-RS, 1999.

**ANEXO 1**

**PROCEF**

**Projeto de Construção de um Contexto Histórico Cultural mediante Jogos Teatrais no Ensino de Física**

**ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM JOGOS TEATRAIS - ADJT**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2008

Escola: \_\_\_\_\_ Bairro: \_\_\_\_\_

Você já cursou esta Série: ( ) SIM ( ) NÃO Em caso afirmativo, quantas vezes: \_\_\_\_\_

**Texto-Base**

GALILEU, GALILEI: (2004). *Diálogos sobre os Dois Máximo Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano*. Tradução de Pablo Ruben Mariconda. 2ed. São Paulo/BRA: Discurso Editorial.

**1º Passo: Apresentação do Texto**

É fundamental que o professor realize um breve comentário sobre o texto que irá ser utilizado na atividade, dimensionando sua importância histórica e/ou evolutiva das Ideias da Ciência. Deve-se estimular a observação das palavras em destaque, títulos e imagens presentes no texto. A seguir deve se solicitar aos alunos que registre suas impressões sobre o texto e diga do que o mesmo irá tratar.

Sobre o que você acredita que o texto irá tratar?

---

---

---

---

---

**2º Passo: Apresentação do Problema**

Este procedimento deve ser empreendido pelo professor para aguçar as contradições e localizar as limitações do conhecimento do aluno. Consiste na apresentação de situações reais que os alunos conheçam ou presenciem e que exijam a introdução dos conhecimentos contidos no texto para interpretá-los.

Um ônibus está se movendo em linha reta, com certa velocidade. Sendo freado bruscamente, vários passageiros são "arremessados" para frente. Qual a explicação possível para este fato? [Resposta Individual]

---

---

---

---

---

**3º Passo: Leitura Individual do Texto**

Nesta etapa o professor deve propiciar a leitura sequencial do Texto por parte de seus alunos. O professor deve estimular os educandos a destacarem as partes mais relevantes do texto bem como as que apresentaram dificuldades.

**4º Passo: Retomada da Situação Problema**

Destina-se, sobretudo, a retomar os assuntos descritos no texto e que sirvam como possíveis Soluções ao Problema apresentado. Nessa etapa o professor deverá realizar uma exposição sobre os assuntos de Sistemas de Referência atrelados a Primeira Lei de Newton. O professor deverá solicitar aos alunos formem duas equipes e busquem possíveis soluções ao problema mediante o debate coletivo.

Um ônibus está se movendo em linha reta, com certa velocidade. Sendo freado bruscamente, vários passageiros são “arremessados” para frente. Qual a explicação possível para este fato? [Resposta Coletiva]

---

---

---

---

---

**5º Passo: Adaptação da Situação Problema ao Jogo Teatral**

Os alunos devem buscar Contextualizar a Resposta coletiva de maneira a criar uma cena teatral onde apresentaram a solução do problema através da representação teatral da situação. A apresentação deve ser estruturada de maneira a responder as seguintes perguntas diretas:

1. Onde eles estavam?

---

---

---

---

2. Quem eles eram?

---

---

---

---

3. O que estavam fazendo?

---

---

---

---

**7º Passo: Delimitação do Espaço de Representação**

Mediante a construção de Digramas Representativos propostos por Spolin os alunos identificam e situam o local onde se desenrolará atuação Teatral

identificando o cenário e o contexto do local.

Exemplo: Dois políticos conversando em um bar



### **Delimite o Espaço da Situação Problema?**

### **8º Passo: Solução do Problema Mediante o Jogo Teatral**

O professor deve solicitar que as equipes dramatizem a solução construída para resolver a Situação Problema que lhes foi fornecida. Nesse contexto as equipes alternam-se nos papéis de atores e platéia, aos atores cabe a interpretação da Solução do Problema; já aos participantes da platéia cabe a incumbência de decifrar a informação que lhes está sendo apresentada na forma Teatral, registrando-a no local apropriado. O Jogo Teatral será vencido pela equipe que melhor identificar a solução de problema fornecida pela outra na forma de representação Teatral.

### **Resposta da Equipe ao Problema apresentado pelo Outra**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **ATIVIDADES PROPOSTAS A PARTIR DE SIMULAÇÕES COM VPYTHON PARA ALUNOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO<sup>1</sup>**

**Rodrigo Melo Paredi** [rmparedi@gmail.com]  
*Colégio Estadual Marechal Rondon, Canoas, RS*

**Rejane Maria Ribeiro Teixeira** [rejane@if.ufrgs.br]  
*Instituto de Física – UFRGS – Porto Alegre, RS*

### **Resumo**

Este trabalho relata uma experiência didática que consiste na aplicação de atividades instrucionais desenvolvidas com base em simulações computacionais usando a linguagem *VPython* para alguns dos conteúdos de Física da primeira série do Ensino Médio. *VPython* é um módulo gráfico 3D do *Python*, uma linguagem de programação orientada a objetos, com a vantagem de que seus códigos são abertos e as simulações criadas são compatíveis com várias plataformas, dentre elas *Windows* e *Unix*. Simulações para os conteúdos das outras séries do Ensino Médio em termodinâmica, ondas e eletromagnetismo encontram-se em fase de desenvolvimento. A metodologia utilizada e o material instrucional produzido estão fundamentados nas teorias de interação social de Vigotski e de aprendizagem significativa de Ausubel, e propõem um conjunto de atividades associadas às simulações que foram trabalhadas colaborativamente pelos alunos no laboratório de informática da escola.

**Palavras-chave:** Atividades computacionais; simulações com *VPython*; ensino de Física; teorias da aprendizagem significativa e da interação social.

### **INTRODUÇÃO**

O ensino de Física, principalmente nas escolas públicas, está desatualizado quanto às metodologias aplicadas e, não raro, quanto aos conteúdos apresentados. Poucas escolas dispõem de laboratórios equipados para práticas experimentais, o que exige um nível de abstração muito grande dos alunos para compreenderem os conteúdos de disciplinas da área de Ciências, podendo, muitas vezes, limitar o aprendizado e propiciar uma aprendizagem mecânica. O quadro - giz permanece sendo uma das únicas ferramentas didáticas na grande maioria das escolas. Apesar disso, os PCNEM, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, (BRASIL, 1999) preconizam que:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a

---

<sup>1</sup> Apoio: Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Atualmente, muitas escolas públicas estão sendo equipadas com laboratórios de informática. Isto possibilita a atualização do ensino em diversas áreas, trazendo o processo de ensino aprendizagem para a realidade dos alunos, pois muitos deles já estão habituados com as tecnologias de comunicação e informação (TIC).

Conforme os PCNEM e suas orientações complementares, PCN<sup>+</sup> (BRASIL, 2002), “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”.

Entretanto, o uso de novas tecnologias deve ser criterioso, pois “a simples utilização da informática não garante que os estudantes tenham uma boa aprendizagem” (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002). Estes autores alertam que as simulações computacionais de fenômenos físicos não podem ser vistas como simples animações, e tampouco devem ser encaradas como alternativas ou substitutas de experimentos reais, apesar de serem muito superiores às representações estáticas presentes nos livros didáticos.

O objetivo deste trabalho é relatar uma experiência didática baseada na criação e no desenvolvimento de objetos educacionais<sup>2</sup> através de atividades envolvendo simulações computacionais interativas, de conteúdos do ensino médio, com o uso do programa *VPython*<sup>3</sup> (V de Visual), um módulo gráfico 3D da linguagem *Python*<sup>4</sup>. Essa é uma linguagem de programação orientada a objetos, sua sintaxe é simples e fácil de aprender e pode ser usada livremente, ou seja, seus códigos são abertos e as simulações criadas com o mesmo são compatíveis com várias plataformas, dentre elas *Windows*, *Mac OS*<sup>5</sup> e *Unix*. Espera-se que essas atividades motivem outros professores a utilizar *softwares* livres no ensino de Física.

## MARCO TEÓRICO

Os referenciais teóricos utilizados na proposta didática são as teorias cognitivistas de Lev Vigotski – teoria da interação social, e de David Ausubel – teoria da aprendizagem significativa. (MOREIRA, 1999a, 1999b).

---

<sup>2</sup> TAROUÇO, L. M. R.; FABRE, M-C J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 1, n.1, p. 1-11, fev. 2003.

<sup>3</sup> *VPython* foi desenvolvido por David Scherer. Disponível em: <http://vpython.org/webdoc/index.html>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>4</sup> Python foi criado por Guido Van Rossum. Disponível em: <http://www.python.org/download/>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>5</sup> *Macintosh Operating System (Mac OS)* é a denominação do sistema operacional padrão dos computadores *Macintosh* produzidos pela *Apple*.

Da teoria de Vigotski, aplicada à educação, vê-se a importância da influência dos membros do grupo social na mediação entre o conhecimento e o aprendiz. O papel do professor é mediar avanços nos alunos, interferindo na assim chamada *zona de desenvolvimento proximal*. Numa interação de ensino “o professor é o participante que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos do currículo” (MOREIRA, 1999b, p. 120). O aprendiz, além de sujeito da aprendizagem, é aquele que aprende os valores, a linguagem e o conhecimento produzido pelo seu grupo social.

Segundo a visão de Vigotski (1998), uma atividade experimental pode ser útil para que o aluno comece a formar uma nova estrutura cognitiva, ao longo do desenvolvimento do trabalho numa interação social em que o professor é o parceiro mais capaz. Dentro deste mesmo enfoque poder-se-ia pensar que atividades envolvendo simulações interativas seriam igualmente úteis.

Uma interação social em que uma determinada questão esteja bem definida e conhecida por todos os participantes do grupo, sendo expressa com uma linguagem ao alcance de todos, tem a possibilidade de levar os participantes à mesma compreensão do assunto que o parceiro mais capaz (VIGOTSKI *apud* GASPAR, 2003, p. 21).

Para que ocorra a aprendizagem, Ausubel identifica a necessidade de materiais potencialmente significativos (com significado lógico) e a existência de *subsunçores* adequados na estrutura cognitiva do aprendiz. Outra condição importante é a pré-disposição do aluno para aprender, buscando relacionar o material de estudo com aquilo que ele já conhece.

A teoria de Ausubel é voltada para a sala de aula; para evitar e substituir a aprendizagem receptiva cabe ao professor ensinar de acordo com o conhecimento prévio do aluno, utilizando facilitadores, como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, e os organizadores prévios quando não for possível identificar os *subsunçores* adequados. A aprendizagem significativa é progressiva e, então, a avaliação deve levar em conta se os novos conhecimentos estão se tornando significativos para o aprendiz.

Portanto, demonstrações, hipertextos, vídeos e simulações interativas podem ser utilizados como organizadores prévios visando facilitar a aprendizagem significativa. Estes organizadores prévios servem de ligação entre o que o aluno já sabe e o novo conteúdo que lhe será apresentado, o qual ele necessita saber (MOREIRA, 1999b).

## **ESTUDOS RELACIONADOS**

Vários pesquisadores apontam o uso de novas tecnologias no ensino de Ciências e, em particular, da Física, principalmente em aquisição de dados e em simulações interativas.

A utilização de simulações e modelações é defendida por diversos autores devido ao baixo custo e a viabilidade técnica.

Também podem ser destacados a motivação e o interesse que os alunos demonstram na utilização do computador, propiciando o aprendizado dos mais variados temas (YAMAMOTO & BARBETA, 2001). Esses autores salientam ainda que a grande maioria dos alunos prefere que este tipo de ferramenta seja utilizado, pelo fato de que esta os auxilia na compreensão dos vários tópicos abordados nas disciplinas.

Simulações e modelações também podem se tornar úteis quando o experimento original for difícil, perigoso ou mesmo caro para ser realizado (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002).

Estão disponíveis gratuitamente na *Internet* diversas simulações em Física nas linguagens *Java*<sup>6</sup> e *Flash*<sup>7</sup>.

A maioria dos *softwares* educacionais não é livre, nem gratuita e é compatível apenas com ambiente *Windows* (e. g., *Edison*<sup>8</sup> e *Interactive Physics*<sup>9</sup>).

O *software Modellus*<sup>10</sup> permite a modelagem no ensino de Ciências e Matemática e é amplamente utilizado em projetos nacionais e internacionais (VEIT & TEODORO, 2002), está disponível para o *Windows* e recentemente foi disponibilizada uma versão em *Java*, ainda em fase de adaptação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta experiência didática está sendo implementada no Colégio Estadual Marechal Rondon, na cidade de Canoas, região metropolitana de Porto Alegre. O plano pedagógico desta escola prevê três períodos semanais (três horas-aula) para a disciplina de Física em cada uma das séries do Ensino Médio.

Essa escola não possui laboratório de Física, inviabilizando atividades práticas, mas dispõe de um laboratório de informática com 15 microcomputadores, com plataforma *Windows*<sup>11</sup>, conectados com banda larga à *Internet*.

Foram criadas simulações em *VPython*, adaptadas a partir de exemplos disponíveis na rede, valendo-nos do fato delas possuírem código aberto.

---

<sup>6</sup> *Java-Applets* é um conjunto, bastante utilizado, de simulações interativas. Disponível em: <http://www.walter-fendt.de/ph14d/>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>7</sup> *Adobe Flash* (ou simplesmente *Flash*) é um *software* utilizado para a criação de animações interativas que funcionam embarcadas num navegador *web*.

<sup>8</sup> Disponível em: <http://www.educareinfo.com.br/fundam/edison.htm>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.educareinfo.com.br/ensmedio/fisica.htm>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>10</sup> *Modellus* foi criado por Vitor Duarte Teodoro, com a colaboração de João Paulo Duque Vieira e Filipe Costa Clérigo. Disponível em: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>. Acesso em: 26 jun. 2009.

<sup>11</sup> Este trabalho foi projetado para ser implementado na plataforma Unix, existente nos computadores da Escola, porém, posteriormente, a administração da Escola determinou a troca para plataforma Windows.

Durante o ano letivo de 2008 foi realizada uma aplicação com turmas de 1º ano. Os conteúdos trabalhados foram: movimentos retilíneos (uniforme, uniformemente acelerado, queda livre e lançamento vertical para cima) e lançamento de projéteis (horizontal e oblíquo).

A metodologia aplicada consiste em atividades em grupos, de três ou quatro componentes, realizadas após os conteúdos serem trabalhados em aulas convencionais (teoria e resolução de exercícios). As fotos da Figura 1 retratam o envolvimento dos alunos durante as aulas de Física quando da aplicação desta metodologia.



Figura 1 – Alunos no laboratório de informática da escola trabalhando com as atividades e simulações propostas.

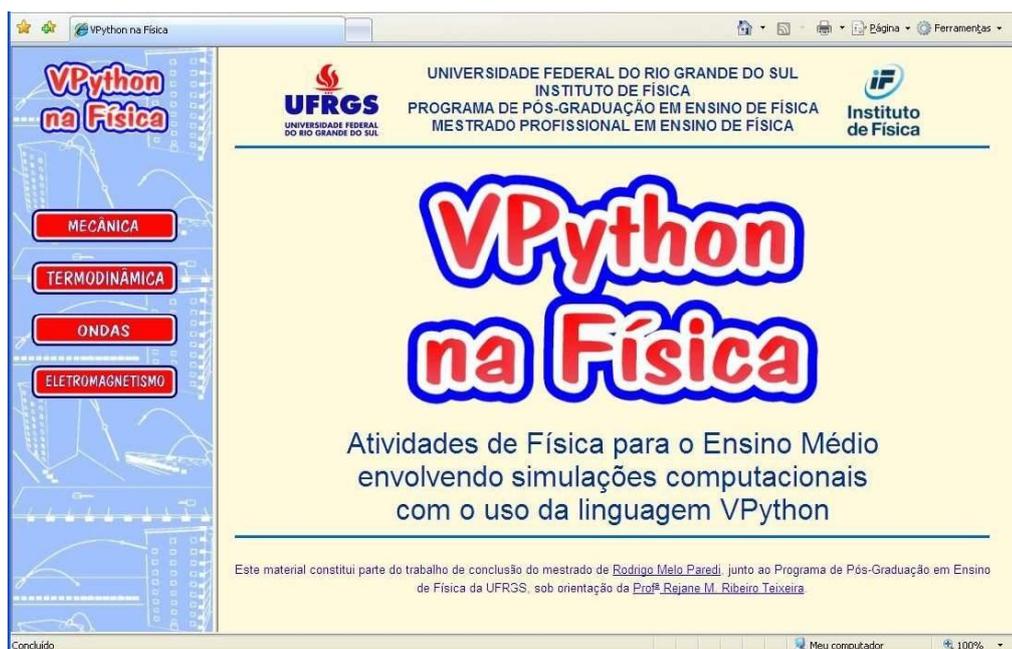


Figura 2 – Página de abertura do material instrucional.

No laboratório de informática, os grupos têm acesso a uma página, denominada “VPython na Física” (Figura 2), onde os guias das atividades são disponibilizados. Essa página, construída com estrutura de hipertexto, foi concebida tendo como base os pressupostos teóricos do projeto e de modo a promover o trabalho colaborativo.

Os alunos acessam inicialmente um questionário motivador (exemplo apresentado na Figura 3) onde são propostas situações. Após discussão no grupo, suas opiniões sobre as situações apresentadas devem ser inseridas em espaço apropriado e, posteriormente, enviadas ao professor a partir da própria página. As respostas enviadas são recebidas em tempo real pelo professor.

Figura 3 – Questões motivadoras sobre o assunto e os conceitos envolvidos na simulação. Os alunos devem discutir as situações propostas, digitar as respostas e enviá-las ao professor (botão de envio em destaque).

Após a discussão inicial, os grupos são convidados a acessarem as atividades, disponíveis na página, organizadas por assunto. Ao clicar nas atividades, abre-se outra página (exemplo na Figura 4) onde existe um *link* para as simulações computacionais (Figura 5).

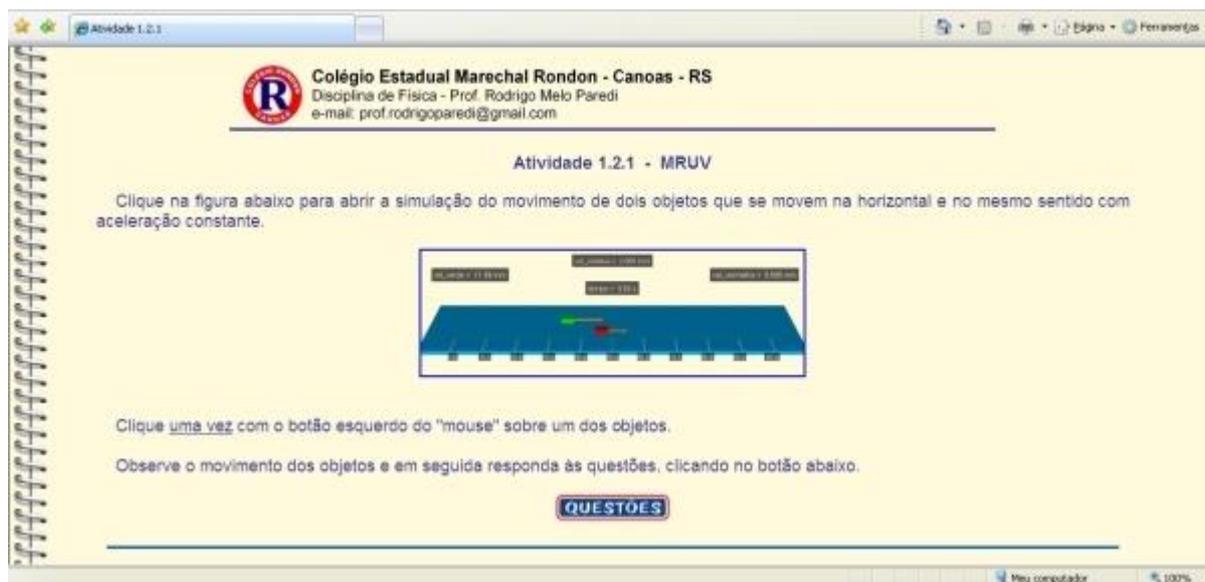


Figura 4 – Exemplo de página que apresenta os links para a simulação em Vpython (figura) e para as questões (botão).

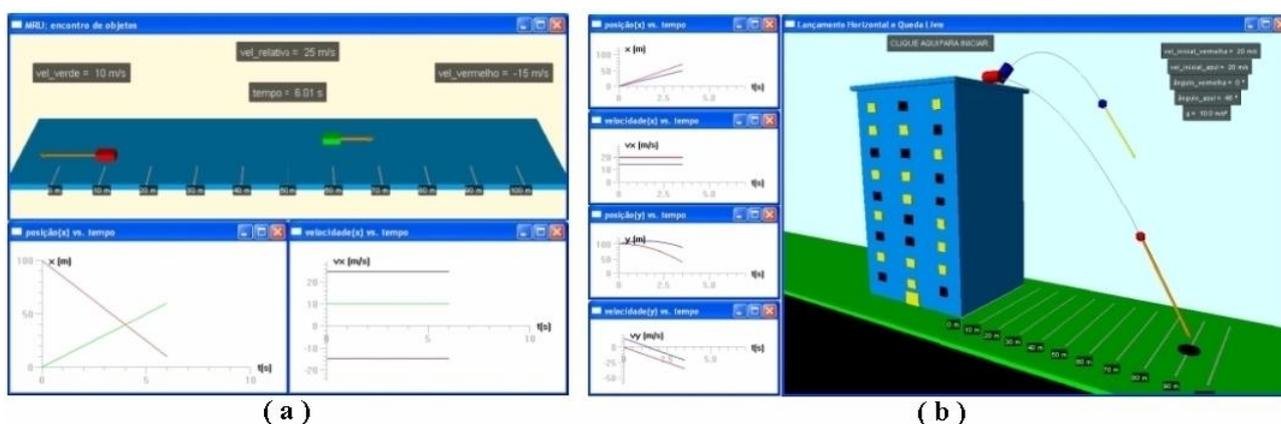


Figura 5 – Dois exemplos de simulações construídas. Em (a) dois blocos se movem com velocidade constante em sentidos contrários; em (b) duas esferas são lançadas de diferentes ângulos do alto de um prédio.

Durante a discussão no grupo, as várias páginas podem ser consultadas quantas vezes forem necessárias, para que sejam respondidas as questões específicas a respeito de cada situação apresentada (Figura 6). Essas respostas também são enviadas ao professor. Quando necessário, os alunos podem acessar um texto de apoio, apresentado em formato *pdf*, a partir da página da atividade.

O material instrucional foi disponibilizado gradualmente na página nos computadores da Escola. Este material, além de hipertextos referentes aos conteúdos, disponibiliza tanto as atividades propostas como as simulações desenvolvidas em linguagem *VPython*.

Atividade 2.2.2 - Lançamento Oblíquo

**Colégio Estadual Marechal Rondon - Canoas - RS**  
 Disciplina de Física - Prof. Rodrigo Melo Paredi  
 e-mail: prof.rodrigoparedi@gmail.com

Nome completo dos(as) alunos(as):  Grupo:

Turma:

**ATIVIDADE 2.2.2 - Lançamento oblíquo de duas esferas**

Para acessar o texto de apoio, [clique aqui.](#)

**Questões sobre a simulação**

Observe a simulação e responda as questões abaixo, com os colegas do seu grupo.  
Escreva as respostas do grupo no espaço reservado e depois envie as respostas.

**Questão 1** - Por que as trajetórias das duas esferas são diferentes?

Responda no espaço abaixo:

**Questão 2** - A simulação já apresenta os gráficos posição versus tempo e velocidade versus tempo, para o movimento das esferas. Com base na simulação e nos gráficos, determine:

a) o módulo da velocidade inicial de cada esfera;

b) o alcance de cada esfera. Em que instante de tempo elas tocam o solo?

c) a altura máxima atingida pelas esferas. Em que instante de tempo isto acontece?

Como o lançamento em diferentes ângulos influencia:

d) o alcance e a altura atingida pela esfera.

Responda no espaço abaixo:

*Link para o texto de apoio.*

*Aqui, os alunos enviam as respostas ao professor.*

Figura 6 – Exemplo de página que mostra os questionamentos, criada de modo que os alunos possam expressar suas opiniões, inserindo-as no campo apropriado e enviando-as ao professor.

Ao término da implementação desse projeto e para que outros professores possam utilizar o material desenvolvido, este será disponibilizado na série “Hipertextos de Apoio ao professor de Física”, acompanhado de um guia com informações sobre sua utilização, onde serão relatados aspectos relevantes dessa experiência didática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo relatamos uma experiência didática sem apresentar resultados qualitativos ou quantitativos a respeito da sua aplicação. Isto se deve ao fato de tal experiência fazer parte de um trabalho maior, desenvolvido em dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física (PAREDI, 2009), onde, então, este tipo de análise será realizado para um conjunto mais amplo de atividades empregando simulações criadas com *VPython* também para outros conteúdos de Física das três séries do Ensino Médio.

A participação dos alunos nas atividades mostrou-se bastante efetiva, pois se envolveram com as atividades, discutiram as situações e procuraram responder a todas as questões expressando as suas opiniões. Isto mostra que este tipo de proposta didática realmente os motiva.

Percebeu-se a surpresa de alguns com o fato das simulações presentes nas atividades apresentarem aspectos tridimensionais. Eles também consideraram que as atividades são interessantes, pois permitem visualizar mais adequadamente situações propostas em aula, nos livros ou com desenhos no quadro com giz.

Na elaboração das atividades e das simulações, que são acompanhadas da construção de gráficos das grandezas físicas pertinentes, procurou-se incentivar os pressupostos dos PCNEM e PCN<sup>+</sup> (BRASIL, 1999; 2002): o desenvolvimento de habilidades como interpretar e utilizar representações, bem como a utilização de grandezas, escalas e medidas.

Mesmo tratando-se de parte de um trabalho mais amplo, ainda em andamento, é possível concluir, a partir de sua implementação em sala de aula, que os alunos mostram-se mais motivados e com maior interesse, participando das atividades de forma ativa, perguntando e discutindo sobre as situações apresentadas e as possíveis respostas aos questionamentos. Enfim, os alunos mostraram um maior comprometimento com a realização das tarefas do que o seu comportamento usual em aulas convencionais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio** - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 1999, 114 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC, 2002, 144 p.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências.** São Paulo: Ática, 2003, 327 p.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora UnB, 1999a.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999b, 195 p.

PAREDI, R. M. **Atividades de Física para o Ensino Médio envolvendo simulações computacionais com o uso da linguagem VPython.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. (a ser apresentada)

PYTHON. **Apresenta documentações sobre Python.** Disponível em: <<http://www.pythonbrasil.com.br>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

VAN ROSSUM, G. **Python.** Disponível em: <<http://www.python.org/>>. Acesso em: 26 jun. 2009.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, 2002.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1998, 194p.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 215-225, 2001.



## O QUE PODEMOS APRENDER COM AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS NO CAMPO CONCEITUAL DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL?

**Sayonara Salvador Cabral da Costa** [sayonara@pucrs.br]

**Maria Eulália Pinto Tarragó** [eulaliap@pucrs.br]

**Leonardo da Cunha Santos** [leoh.csantos@hotmail.com]

*Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, RS*

### Resumo

Descreve-se uma proposta metodológica baseada nas respostas de um grupo de calouros universitários de um curso de Física a questões relacionadas com a gravitação universal. Discute-se o processo tendo como base as teorias dos campos conceituais de Vergnaud, da aprendizagem significativa de Ausubel e colaboradores, enfatizando a aprendizagem significativa crítica de Moreira. A análise das respostas dos alunos constitui-se, segundo os autores, em um material relevante para analisarmos os processos de ensino e aprendizagem e para contribuir para a pesquisa em ensino de Física. Do ponto de vista da aprendizagem específica dos alunos, foi-lhes oportunizado retomarem as questões analisadas, posteriormente, em atendimentos individuais e /ou em pequenos grupos.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Aprendizagem significativa crítica. Análise de concepções dos alunos. Gravitação universal.

### INTRODUÇÃO

A didática é uma atividade que envolve criatividade do professor. Seu objetivo é converter o conhecimento histórico, consagrado pelas sociedades em unidades motivadoras de trabalho. Em cada campo de conhecimento, é preciso construir modelos que promovam uma instrumentação apropriada para a reconstrução dos conhecimentos nesses campos. Na Física, temos muitos exemplos desses campos de conhecimento, e um deles é objeto desse trabalho: a gravitação universal.

Segundo Pain (2005), para exercer a didática, um professor necessita dominar o conhecimento que pretende abordar, seus problemas fundamentais e os métodos para fazê-lo. Em segundo lugar, *“determinar quais são as estruturas cognitivas e simbólicas subjacentes, para verificar os esquemas de pensamento e de ação de que dispõem os alunos para poderem assimilar de forma lógica os conhecimentos”* (op. cit., p. 17).

Na visão de Chevallard (2008), *“em um sentido restrito, a transposição didática designa o passo do saber sábio ao saber ensinado”* (p. 22), ou seja, a transformação de um conteúdo de saber preciso em uma versão didática desse objeto de saber. E a distância, na prática, entre o objeto do saber ao objeto de ensino é, frequentemente, imensa. Apesar disso, o professor não percebe espontaneamente a transposição didática, pelo menos, não lhe dá uma atenção especial.

Se não fosse por todas essas dificuldades de comunicação, ainda enfrentamos uma outra, muito bem destacada por Destouches<sup>1</sup> (*apud* CHEVALLARD, 2008), no prefácio de sua obra:

Toda teoria científica é difícil de compreender corretamente. A mecânica newtoniana dos sistemas de pontos e de sólidos não escapa dessa regra, ainda que se trate de uma das teorias físicas mais simples e que tem servido de modelo a todas as teorias posteriores. O espírito humano não está apto, com efeito, para compreender imediatamente toda a complexidade de um movimento. (p. 70-71).

Juntando essas dificuldades inerentes de uma teoria ou conceito científico com os procedimentos que comumente encontramos na correção de uma prova ou de um teste em Física, muitas vezes, o professor prioriza os erros cometidos pelos alunos, sem perguntar-se se os acertos de outros alunos garantem o que eles sabem.

Analisar as produções dos alunos, além de ser uma metodologia de pesquisa, pode constituir-se em uma alavanca para a aprendizagem. Fazer o aluno questionar suas respostas, a partir dos erros conceituais detectados pode ser uma ferramenta para a construção do seu conhecimento.

Por outro lado, a identificação de tipos de respostas ou argumentos recorrentes parecem indicar uma tendência de interpretação, muitas vezes, para um número expressivo de alunos, o que nos faz refletir sobre os efeitos da transposição didática junto aos alunos. Nesse sentido, temos muito a aprender com os alunos.

*O objetivo do presente trabalho é justamente descrever uma proposta metodológica baseada nas respostas de um grupo de calouros de um curso de Física a questões relacionadas com a gravitação universal. Do ponto de vista do ensino e da pesquisa (e da aprendizagem dos autores), as respostas foram analisadas e categorizadas. Do ponto de vista da aprendizagem específica dos alunos, foi-lhes oportunizado retomarem as questões analisadas, posteriormente, em atendimentos individuais e /ou em pequenos grupos.*

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Para fundamentar o trabalho que está sendo proposto, apoiamo-nos na teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1993, 1996; MOREIRA, 2002) e na da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), enfatizando a aprendizagem significativa crítica de Moreira (2005).

Vergnaud identifica como problema central da cognição a conceitualização. Opondo-se à separação entre conhecimento declarativo e

---

<sup>1</sup> Destouches, J. La mécanique des solides. Paris: PUF, 1956.

procedimental, considera que o fator essencial da dificuldade dos alunos são as *operações de pensamento* (FRANCHI, 1999) que os alunos necessitam fazer para estabelecer relações pertinentes com os dados das situações que lhes são propostas, ou seja, o comportamento dos alunos é guiado por analogias, metáforas que dependem da conceitualização.

Então, o que se entende por conceito na teoria dos campos conceituais? Vergnaud os define como um tripleto de três conjuntos (1900, p. 145; 1993, p.8), representado por  $C = (S, I, R)$ , onde  $S$  é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito. Tais situações formam o *referente* do conceito;  $I$  é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) que podem ser reconhecidos pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto. Constitui o *significado* do conceito;  $R$  é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos, diagramas, sentenças formais, entre outros) que servem para representar de forma explícita o significado do conceito. Estas representações são o *significante* do conceito.

Segundo Barais e Vergnaud, (1900, p. 78) um *conceito* torna-se significativo por meio de uma variedade de *situações*, mas o sentido não está nas situações em si, nem nas palavras, nem nos símbolos; o sentido é uma relação do sujeito com a *situação* e com os *significantes* (VERGNAUD, 1994). Na verdade, são os *esquemas*, ou seja, os comportamentos e sua organização, evocados no sujeito por uma situação ou por um significante (representação simbólica) que constituem o sentido dessa situação ou desse significante para o indivíduo (VERGNAUD, 1990, p. 158; 1993, p.18). Então, a relação entre situações e esquemas é a fonte primária da representação e, portanto, da conceitualização. Por outro lado, são os *invariantes operatórios* que fazem a articulação essencial entre teoria e prática, pois a percepção, a busca e a seleção de informação baseiam-se inteiramente no sistema de *conceitos-em-ação* e *teoremas-em-ação* subjacentes na sua conduta.

Sobre a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968; AUSUBEL *et al.*, 1980), Moreira escreve:

Sabemos que a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo que é não-literal e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significado e adquire mais estabilidade [...] o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem (MOREIRA, 2005, p. 13).

Conforme a teoria da aprendizagem significativa (TAS), para aprender o indivíduo não pode ser um receptor passivo, pois ele é o responsável pela construção de seu conhecimento. Ao professor, cabe conhecer e aplicar os princípios programáticos facilitadores, como a *diferenciação progressiva*, a *reconciliação integradora*, a *organização sequencial* e a *consolidação* (AUSUBEL, 1980 *apud* MOREIRA, 2005). Como estratégias facilitadoras, os chamados *organizadores prévios* servem de ponte entre o que o aprendiz já

sabe e o que ele deveria saber, sendo propostos como materiais introdutórios, primando por um nível de abstração e generalidade mais pronunciados. Mas, a todos esses aspectos não pode faltar a *pré-disposição do aluno para aprender*; sem ela, não há aprendizagem significativa.

## **DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE PESQUISA E DE TRABALHO**

Esse trabalho é um recorte de um projeto maior que tem investido na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem em disciplinas introdutórias do curso de Física de uma universidade privada. O desenvolvimento do projeto tem revelado características nestes processos que vêm ao encontro da fundamentação teórica, cujas ideias principais foram recém apresentadas.

Escolhemos para esta oportunidade, a análise das respostas dos alunos a três das sete questões de uma avaliação da disciplina *Fundamentos de Física*. As questões referiam-se à unidade composta dos seguintes temas: Forças Fundamentais, Gravitação e leis de Kepler.

A professora dessa disciplina, segunda autora, elaborou um texto que pretendia ser um organizador prévio e uma referência para as atividades propostas ao longo da discussão dos temas referidos. Em toda a disciplina, em concordância com Ausubel e Vergnaud, os conceitos são priorizados.

Centramo-nos na análise das respostas dos alunos porque entendemos que ela trouxe à tona elementos que podem e devem ser compartilhados com outros professores e pesquisadores da área, na tentativa de entender a “ponta do iceberg” das razões que os alunos explicitam nas suas respostas.

Optamos por uma metodologia qualitativa de análise, categorizando as respostas de cada questão proposta, cujos resultados pretendemos discutir agora.

A primeira questão que escolhemos tem o seguinte enunciado: *Vimos que sobre um corpo em movimento circular uniforme atua uma força centrípeta. A força centrípeta pode ser classificada como uma força fundamental da natureza? Por quê?*

Com esta questão, o professor pretendia avaliar como o aluno teria assimilado a relação entre força centrípeta e as forças fundamentais que lhes foram apresentadas. O Quadro 1 retrata as categorias de respostas encontradas.

Pode-se verificar a dificuldade de expressarem suas ideias do ponto de vista científico. A representação gráfica da força centrípeta é um aspecto que remete o raciocínio para “uma função” atribuída à força centrípeta. A pergunta não foi entendida na sua concepção original. O que ela perguntava era como entender a força centrípeta em meio à classificação das forças fundamentais. A primeira categoria demonstra como é preciso que os alunos tenham oportunidade de vivenciar várias situações para dar sentido a um conceito. Tanto o conceito de força fundamental da natureza quanto o de força centrípeta mostram-se frágeis; na última categoria dessa questão, os alunos

Quadro1: Categorias de respostas derivadas da primeira questão e exemplos.

<b>Categorias e nº. de alunos (N = 17)</b>	<b>Exemplos</b>
Reconhecem a força centrípeta como tendo a mesma função (ou sendo do mesmo tipo) da força gravitacional (7)	<p>Aluno 2: "Sim, pois ela tem praticamente a mesma função da força Gravitacional, exercendo uma força que aponta para o centro da trajetória e mantendo o corpo em MCU".</p> <p>Aluno 4: "Sim, ele pode. Existem 4 forças fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. No MCU a força centrípeta é igual à força gravitacional, portanto pode ser considerada neste caso como uma força fundamental. Ambas estão dirigidas para o centro".</p> <p>Aluno 11: "Força gravitacional, porque ela atrai massa para o centro de um círculo, assim como a força peso que atrai um corpo para o centro do planeta".</p>
A força centrípeta é uma consequência das forças fundamentais (6)	<p>Aluno 12: "Porque a força centrípeta é resultante da ação de outra força, por exemplo, gravitacional ou eletromagnética. Gravitacional como no exemplo da terra orbitando em relação ao sol e eletromagnética no caso de elétron em um átomo".</p> <p>Aluno 14: "Não. Porque ela não faz parte das 4 forças fundamentais, ela é uma consequência da força gravitacional atuando entre dois corpos, só que um deles descrevendo uma órbita circular ao redor do outro".</p> <p>Aluno 18: "Não, os únicos casos de considerarmos serão nos casos: em que uma órbita de um planeta for circular supostamente (na verdade é elíptica), então essa força seria a força gravitacional; ou, no meio subatômico, onde um elétron gira ao redor do núcleo, onde a força centrípeta seria a força eletrostática".</p>
Confundem o termo fundamental com necessário (4)	<p>Aluno 7: "É uma força fundamental, pois sem ela os carros sairiam pela tangente quando fossem fazer uma curva".</p> <p>Aluno 13: "Sim, porque se não existisse a força centrípeta atuando sobre os corpos, estes ia sair de suas órbitas".</p>

até confundem fundamental com necessária, o que vem ao encontro de quanto precisamos valorizar as concepções que eles adquirem inclusive depois das aulas. São os significados conotativos que aborda o princípio da consciência semântica da teoria da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2005).

A segunda categoria retrata a concepção de causa e efeito, tão difícil de o aluno entender. O que parece óbvio para o professor (com anos de experiência) não se mostra tão simples para o aluno. A palavra consequência, utilizada pelo Aluno 14, pode ser interpretada de várias maneiras. O papel da comunicação e da linguagem que usamos para nos comunicar também são elementos indispensáveis da nossa atenção. O ideal seria que os alunos pudessem ressignificar suas respostas. Isso foi possibilitado, como já foi comentado. Aqui pode-se evocar os princípios da incerteza do conhecimento, do aluno como perceptor/representador e do conhecimento como linguagem:

A linguagem está longe de ser neutra no processo de perceber, bem como no processo de avaliar nossas percepções [...] (POSTMAN & WEINGARTNER, 1969, p. 90 apud MOREIRA, 2005, p. 26).

A segunda questão escolhida tem o seguinte enunciado: *É comum ouvirmos a expressão "peso de um corpo", como se o peso fosse uma propriedade desse corpo, como a sua massa ou o seu volume. Apresente um argumento para contrariar essa interpretação sobre o significado de peso.*

O objetivo da questão era novamente trabalhar com os conceitos e suas diferenças, principalmente lidar com uma concepção muito arraigada nos estudantes pela própria linguagem que reiteradamente é utilizada: "um corpo tem peso". O Quadro 2 sintetiza as categorias encontradas para essa questão.

Parece, nesse caso, que as discussões promovidas em sala de aula surtiram efeito, pelo menos para cerca de 1/3 do grupo. Os exemplos para a primeira categoria do Quadro 2 revelam uma compreensão do objetivo da questão. O princípio da consciência semântica parece ter sido atingido com estes alunos.

A terceira categoria assemelha-se muito à primeira, mas, diferencia-se pela evocação da relação  $P = mg$ . O fato de apresentarem a relação já é, para eles, a explicação solicitada. A relação parece dizer tudo. É assim que o princípio do aprendiz como receptor/representador se manifesta quando a proposta é "explicar alguma coisa". Quando o Aluno 13: escreve: " $P = m.g$ . Peso é a interação da massa do corpo com a aceleração da gravidade", ele tenta diferenciar o peso da massa, e interpreta a interação da massa com  $g$  (mas  $g$  não é valor do campo gravitacional?). Claro que essa interpretação necessita ser revisitada pelo professor junto com o aluno, relacionando essa situação com o princípio do conhecimento como linguagem.

A segunda categoria traz uma interpretação muito interessante, principalmente na fala do aluno 7: "Essa expressão foi criada para simplificar o entendimento das pessoas sobre o que é o peso de um corpo na verdade, é

Quadro 2: Categorias de respostas derivadas da segunda questão e exemplos.

Categorias e nº. de alunos	Exemplos
<p>Peso como resultado de interação entre massas (6)</p>	<p>Aluno 1: "Peso é o nome dado à interação de um corpo com um campo gravitacional, logo não é uma propriedade desse corpo. Levando-se em consideração uma situação hipotética onde um corpo não estive-se em interação com nenhum campo gravitacional ele não deixaria de ter massa, mas seu peso seria zero; dado essa variação no peso de acordo com o campo gravitacional".</p> <p>Aluno 2: "O peso é resultado da interação entre massa e gravidade, logo não é característica intrínseca de um corpo como sua massa, por exemplo, pois ele pode variar de acordo com a gravidade do local".</p> <p>Aluno 3: "Nós não podemos ter peso e sim massa. Porque o peso depende de uma massa do corpo e da massa do planeta em qual esta. O peso de um corpo é resultado da gravitação gravitacional".</p> <p>Aluno 10: "O peso não é uma propriedade do corpo, mas sim a interação da massa deste corpo. Ex.: Na terra a aceleração gravitacional é de <math>9,8\text{m/s}^2</math>. Então um corpo de massa 10 kg, terá um peso 98 kg na terra. <math>P = m.a</math>. Logo, se o corpo fosse para outro planeta, com outra aceleração gravitacional, ele teria outro peso, logo o peso não é uma propriedade do corpo".</p>
<p>Peso como medida da força normal, ou leitura de uma balança, ou peso aparente (4)</p>	<p>Aluno 7: "Essa expressão foi criada para simplificar o entendimento das pessoas sobre o que é o peso de um corpo na verdade, é muito mais fácil para alguém ir ver seu peso do que ir ver a intensidade da força que ela vai exercer sobre a balança".</p> <p>Aluno 14: "Na verdade o verdadeiro "peso de um corpo" é o chamado peso aparente que é resultante à força normal que atua sobre um corpo (uma massa) que interage com outro corpo, ou seja, é uma resultante a força gravitacional. Uma força muito fácil de demonstrar, isso é, um exemplo de uma pessoa dentro de um elevador, que devido as constantes mudanças de aceleração, e interação, tem o seu peso aparente modificado conforme o movimento do elevador".</p> <p>Aluno 12: "A força peso não é uma propriedade de um corpo pois ela depende da força normal, ou seja, em um lugar onde não existe força normal, não existe força peso".</p>

## Continuação do Quadro 2.

Categorias e nº. de alunos	Exemplos
P = mg e suas interpretações (6)	<p>Aluno 6: "Peso não é uma propriedade de um corpo, pois o peso não é uma grandeza individual e sim ele depende da força gravitacional. Como a formula no mostra <math>P = mg</math>".</p> <p>Aluno 15: "Na verdade peso é uma força que depende da massa do corpo e da aceleração gravitacional".</p> <p>Aluno 13: "<math>P = m.g</math>. Peso é a interação da massa do corpo com a aceleração da gravidade".</p>
Peso é a medida da massa (1)	Aluno 5: "Peso é a medida da massa. Quando falamos de um peso, de uma pessoa por exemplo temos que dizer que esta pessoa tem uma massa de ..... kg".

muito mais fácil para alguém ir ver seu peso do que ir ver a intensidade da força que ela vai exercer sobre a balança.". Aqui, o princípio da aprendizagem serviria para uma discussão com o aluno. Os demais exemplos remetem a concepção não muito rara de conceber o peso como o aparente, aquele medido pela balança de mola.

A terceira questão escolhida teve como enunciado: *Por que a força gravitacional altera a rapidez de um satélite quando ele se encontra numa órbita elíptica mas não quando ele se encontra em um órbita circular?*<sup>1</sup>

Nesta questão, objetivava-se que o aluno pudesse relacionar a direção da força com as consequentes componentes nas direções tangente e normal à curva, que justificariam as variações no módulo e na direção da velocidade linear do satélite. O Quadro 3 sintetiza as categorias das respostas obtidas. Um aluno não respondeu à questão.

O resultado da categorização para a terceira questão revela algumas características interessantes: 1) a intenção do autor da questão não foi compreendida da mesma forma pelos alunos; a resposta utilizou discussões sobre energia mecânica, provavelmente porque havia uma questão anterior à essa na prova que continha um pequeno texto sobre a conservação de energia mecânica dos satélites orbitando em torno da Terra.; 2) a segunda categoria evoca, não explicitamente, a relação entre força e velocidade, concepção fortemente arraigada entre os alunos; 3) na última categoria, a linguagem utilizada, confundindo causa e efeito é a tônica principal, agregada a conceitos mal elaborados, mas que retratam os significados próprios de aprendiz receptor/ representador.

<sup>1</sup> Retirada de Hewitt (2002, p.183).

Quadro 3: Categorias de respostas derivadas da terceira questão e exemplos.

Categorias e nº de alunos	Exemplos
<p>Explicações usando a conservação da energia mecânica (6)</p>	<p>Aluno 15: "Em uma órbita elíptica a distância entre o satélite e a terra varia, variando a energia potencial e a energia cinética. Em uma órbita circular a distância entre o satélite e a terra não muda, permanecendo constante a energia potencia e a energia cinética".</p> <p>Aluno 14: "Porque em uma órbita elíptica há alteração de raio, portanto há alteração na <math>E_c</math> e na <math>E_p</math>, pois ao diminuir o raio a força gravitacional atuante entre os dois corpos aumenta, aumentando assim a sua velocidade. Em uma órbita elíptica não há variação na distância entre os corpos (raio) portanto não há variação nas energias e nem variação na velocidade, permanecendo este em velocidade constante".</p>
<p>Relação entre a velocidade e a distância devido ao valor da força gravitacional (6)</p>	<p>Aluno 18: "Porque quando mais perto estiver o satélite do planeta, mais intensa será a <math>F_g</math>, logo sua velocidade maior. Numa órbita circular a distância é igual em todos os pontos, sendo assim a <math>F_g</math> é igual e conseqüentemente a velocidade é a mesma".</p> <p>Aluno 13: "Porque como a força gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância e na órbita elíptica a distância varia, e na órbita circular a distância é sempre a mesma ou seja, não variando a força gravitacional não ira alterar a rapidez do satélite".</p> <p>Aluno 10: "Pois a força gravitacional depende da distância que o corpo que orbita se contra do centro de gravidade. Quanto mais próximo do centro de gravidade, com mais intensidade a força gravitacional irá atuar sobre o corpo. Portanto se a orbita descrita pela satélite for circular a distancia do centro de gravidade não se altera, logo a rapidez do satélite não se altera".</p>
<p>Respostas diferenciadas (4)</p>	<p>Aluno 5: "Quando está em órbita circular a velocidade é constante e orbita elíptica a velocidade não é constante".</p> <p>Aluno 11: "Porque em uma órbita circular a força gravitacional é igual a força centrípeta, ou seja, o satélite está em um MCU. Sem variação da velocidade".</p> <p>Aluno 16: "Pois quando se está em uma órbita elíptica o raio varia, estando momentos menor (velocidade maior) e momentos maior (velocidade menor). Já em uma órbita circular o raio não varia e a velocidade se mantém constante".</p> <p>Aluno 19: "Porque a distancia do satélite do centro da terra torna-se maior afetando assim sua aceleração".</p>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi comentado na Introdução desse trabalho, devemos aproveitar as explicitações das compreensões dos alunos para aprendermos como estamos ensinando e como os nossos alunos estão aprendendo.

Respostas recorrentes, difundidas em uma fração considerável de um grupo, estão querendo nos dizer alguma coisa.

A teoria dos campos conceituais de Vergnaud apela para que incentivemos nossos alunos a explicitar os conhecimentos-em-ação de seus esquemas; a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e colaboradores e a crítica, proposta por Moreira, ajudam-nos a “perceber” que a conceitualização científica é um processo lento, que depende do trabalho de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa é o outro elemento imprescindível desses processos.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARAIS, A. W.; VERGNAUD, G. Students' conceptions in physics and mathematics: biases and helps. In: CAVERNI, J. P.; FABRE, J. M.; GONZALEZ, M. (Ed.). **Cognitive biases**. North Holland: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 69-84.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2008.
- CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- FRANCHI, A. Considerações sobre a teoria dos campos conceituais. In: ALCÂNTARA MACHADO, S. D. *et al.* **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999. p. 155-195.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MOREIRA, M.A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, março 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Impresses Portão Ltda, 2005.

PAIN, S. **Corpo, pensamento e aprendizagem.** Porto Alegre: Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação (GEEMPA), 2005.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 10 , n. 23, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.) **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro.** p. 1-26, 1993.

VERGNAUD, G. Multiplicative conceptual field: what and why? In: GUERSHON, H.; CONFREY, J. (Ed.) **The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics.** Albany, NY: State University of New York Press. p. 41-59, 1994.

VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEEMPA**, Porto Alegre, n. 4, p. 9-19, 1996a.

VERGNAUD, G. Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. **Perspectivas**, v . 26, n. 10, p. 195-207, 1996b.



## **UM EXEMPLO DE TRANSPOSIÇÃO DE OBSTÁCULOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

### **An Exemple of Transposition of Pedagogical Obstacles in Teaching of Physics in Education for Young and Adults**

**Wilson Leandro Krummenauer** [wilson@clak.com.br]  
*Colégio Luterano Arthur Konrath, Estância Velha, RS*

**Sayonara Salvador Cabral da Costa** [sayonara@puhrs.com.br]  
*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, RS*

**Fernando Lang da Silveira** [lang@if.ufrgs.br]  
*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

#### **Resumo**

Neste trabalho relata-se as ações promovidas para ensinar Física para uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em uma cidade da região metropolitana de Porto Alegre. Dentre os obstáculos encontrados, destaca-se: i) a heterogeneidade da turma, em termos cognitivos e de faixa etária, ii) o pouco tempo para desenvolver o conteúdo, iii) os elevados índices de evasão e/ou reprovação, iv) dificuldades em realizar operações matemáticas básicas, v) a falta de interesse no que diz respeito à continuidade dos estudos. Com base nas teorias de aprendizagens de David Ausubel e Paulo Freire, foi desenvolvida uma proposta de ensino em torno de um tema gerador, o movimento circular uniforme, contemplando especialmente o contexto profissional dos alunos, no caso, os processos desenvolvidos em um curtume. Além de testes tradicionais, mapas conceituais também foram utilizados como instrumentos de avaliação, pois permitiram avaliar como os conceitos estavam sendo organizados e hierarquizados na estrutura cognitiva do aluno. O planejamento do professor e os instrumentos de trabalho utilizados ao longo das aulas foram bem recebidos pelos alunos, resultando em diminuição significativa do índice de reprovação e de evasão e no aumento do interesse em continuar os estudos.

**Palavras-chave:** ensino de física, movimento circular uniforme, educação de jovens e adultos, aprendizagem significativa.

#### **Abstract**

This work describes the actions promoted is to teach physics to a class of Education for Young and Adults (EJA) in a town of the metropolitan region of Porto Alegre. Among the obstacles encountered, there is: i) the heterogeneity of the class in terms of cognitive and age, ii) the short time to develop the content, iii) the high levels of avoidance and / or failure, iv) difficulties in perform basic mathematical operations, v) lack of interest in regard to the continuity of studies. Based on the learning theories of David Ausubel and Paulo Freire, has developed a proposal for teaching around a theme for the uniform circular motion, especially considering the context of vocational students in the case, the processes developed in a tannery. In addition to traditional tests, conceptual maps were also used as instruments of assessment, it allowed

evaluating how the concepts were organized and hierarchical structure in the student's learning. The planning of the teacher and the tools used throughout the working classes were well received by students, resulting in significant reduction in the rate of failure and dropout and the growing interest in continuing their studies.

**Keywords:** teaching of physics, uniform circular motion, education for young and adults, meaningful learning.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA) requer estratégias diferenciadas das utilizadas no ensino regular, pois o tempo de ensino é muito reduzido e há necessidade de revisar conhecimentos básicos do Ensino Fundamental. Em geral, os alunos desta modalidade não têm por objetivo fazer estudos posteriores em nível universitário e aquilo que eles aprenderem nesta etapa deverá lhes ser útil por toda a vida.

Geralmente, as propostas de ensino aplicadas na EJA são desconectadas do contexto em que o aluno está inserido, sobretudo, na região do Vale do Rio dos Sinos. Através de um questionário aplicado a docentes da região, constatamos que não há uma proposta específica relacionada com características profissionais da região da qual o aluno faz parte. Quem trabalha com a EJA percebe que necessita utilizar metodologias próprias, criar propostas de ensino que considerem as vivências e experiências dos alunos adultos.

O aluno da EJA é um aluno que foi excluído do processo do ensino regular, por motivos que podem ser de ordem pedagógica ou sócio-econômica. Propostas desarticuladas com o contexto e as dificuldades de aprendizagem identificadas com este perfil de aluno contribuem com a repetência ou a evasão. Nesse sentido, ao encontro do que propõe Freire (2001), entendemos que se faz necessário ensinar Física na EJA através de uma metodologia que parta do cotidiano do aluno trabalhador considerando, sobretudo, suas vivências pessoais e profissionais. Esse foi o caminho que escolhemos.

O tema gerador da proposta convergiu para os processos de produção do couro, pois todos os alunos da turma possuíam alguma experiência profissional na produção coureira. A escolha pelo tema *Cinemática e Dinâmica do Movimento Circular Uniforme* aconteceu a partir dos conhecimentos prévios do grupo de alunos relativos ao seu contexto profissional, tendo como intuito propiciar maior eficiência no processo de ensino e de aprendizagem.

Com isso, pretendeu-se tornar a Física significativa e relevante para o educando, uma Física aplicada e presente no seu cotidiano, permitindo que o aluno pudesse fazer relações e analogias entre situações presenciadas no seu trabalho e os conteúdos trabalhados nas aulas.

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar a proposta de ensino que foi construída, tendo como fundamentação teórica os trabalhos de David Ausubel e Joseph Novak (AUSUBEL, 1976; AUSUBEL *et al.*, 1980; MOREIRA e

MASINI, 2006) e Paulo Freire (2000, 2001, 2003), com a intenção de promover uma aprendizagem significativa de conteúdos de Física a partir de *subsunçores* existentes na estrutura cognitiva dos alunos e relacionados com o seu cotidiano laboral, ou seja, visamos tornar o estudo do movimento circular uniforme relevante e compreensível para os alunos, partindo de conhecimentos prévios dos mesmos.

Do ponto de vista pedagógico, a pesquisa foi fundamentada nas ideias de Paulo Freire, conhecido mundialmente pelo seu método na alfabetização de adultos, razão pela qual constitui-se em uma referência imprescindível para a Educação de Jovens e Adultos. Do ponto de vista psicológico, baseamo-nos na teoria de aprendizagem de David Ausubel e seu colaborador, Joseph Novak, para uma aprendizagem significativa, a partir da conscientização da necessidade de investigar a existência de possíveis "*subsunçores*" existentes na estrutura cognitiva dos educandos. Um "*subsunçor*" é um conceito ou uma ideia já existente na estrutura cognitiva do aluno, conceito esse que servirá de "*ancoradouro*" (MOREIRA & OSTERMANN, 1999) para a nova informação, adquirindo desta maneira significado para o aluno. A aprendizagem significativa preconizada por Ausubel ocorre quando "*a nova informação adquire significado por interação com conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva*" (op. cit., p. 62), sendo que esta relação deve ocorrer de maneira não-litera e não-arbitrária.

A reflexão sobre a relação entre os fundamentos teóricos do professor-investigador e a prática no processo ensino-aprendizagem, amplamente discutida em mestrados profissionais da área de ensino de ciências, tem ajudado a clarificar algumas concepções que os professores tendem a construir ao longo da sua prática docente. Nesse sentido, Valadares (2005) questiona os principais motivos para o insucesso do ensino de Física, sobretudo a repetência, e aponta soluções didáticas construtivistas para reverter tal quadro. Buscando o sucesso do processo ensino-aprendizagem, esse autor vê como alternativa a aprendizagem significativa de Ausubel como fundamental para o ensino de Física bem como o rigor científico por parte do professor e dos materiais didáticos desenvolvidos. Por outro lado, Silva (2005) faz uma reflexão sobre a educação problematizadora de Freire com a prática docente nas escolas: "*Entre educador e educandos não há mais uma relação de verticalidade, em que um é o sujeito e o outro objeto. Agora a pedagogia é dialógica, pois ambos são sujeitos do ato cognoscente*" (op. cit., p. 3). Espíndola (2006) descreve, em sua dissertação de mestrado, uma metodologia para a EJA através de projetos didáticos aplicados a uma turma da EJA. Assim como o projeto aqui apresentado, Espíndola utiliza como referencial teórico a aprendizagem significativa de Ausubel para relacionar conteúdos de Física com situações cotidianas dos alunos.

Os trabalhos mencionados vêm ao encontro da proposta aqui apresentada, pois desenvolveu-se uma situação de ensino na qual o aluno atuou como sujeito da ação educativa e não apenas como o mero objeto receptor de informação.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A aplicação desse trabalho foi feita no ano de 2008 e teve duração de 4 (quatro) meses, com encontros semanais de duas horas-aula de duração, totalizando trinta horas. O grupo da EJA era de uma escola particular da região metropolitana de Porto Alegre, RS, no turno da noite, composto de 40 alunos. Todos eles tinham experiência no trabalho em curtumes, fonte de emprego significativo da região onde a escola se localiza.

A escolha do tema gerador foi baseada nas informações em conversas com os alunos. A partir daí, organizamos um cronograma para nortear a nossa abordagem (Quadro 1).

Iniciamos o trabalho com a aplicação de um questionário para que pudéssemos conhecer as concepções prévias deles sobre temas que iríamos discutir. Os resultados desse questionário orientaram nossa atuação posterior, por exemplo, promovendo uma atividade lúdica para retomar o uso do teorema de Pitágoras.

Quadro 1: Planejamento da unidade sobre Cinemática e Dinâmica no MCU.

<b>DATA</b>	<b>ASSUNTO/ATIVIDADE</b>
1ª semana	Aplicação do questionário inicial
2ª semana	Etapas da produção do curso (material produzido pelo professor)
3ª semana	Saída de campo: visita ao curtume
4ª semana	Revisão de conteúdos pré-requisitos (correção em conjunto do teste inicial)
5ª semana	Continuação da revisão de conteúdos pré-requisitos (atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras)
6ª semana	Cinemática do MCU no fulão (material produzido pelo professor e apresentação em <i>PowerPoint</i> )
7ª semana	Lista de problemas sobre MCU relacionados ao fulão
8ª semana	Resolução dos problemas no grande grupo (cada grupo resolve e explica a resolução de um problema)
9ª semana	Dinâmica do MCU no fulão (texto produzido pelo professor)
10ª semana	Elaboração de Mapas Conceituais (MC) em grupos (cinemática e dinâmica do MCU)
11ª semana	Apresentação e discussão dos MC
12ª semana	Elaboração dos MC finais de cada grupo no laboratório de informática com o programa <i>CMAP</i> .
13ª semana	Atividade prática no pátio da escola sobre o vetor velocidade (roteiro elaborado pelo professor)
14ª semana	Simulação computacional sobre a cinemática e dinâmica do MCU (roteiro elaborado pelo professor)
15ª semana	Teste final

Devido a muitos alunos trabalharem em diferentes etapas da produção do couro, organizamos um pequeno texto contendo todas as etapas do processo industrial, desde a chegada da pele ao estabelecimento até o acabamento. O objetivo era que ele atuasse como organizador prévio, como sugerido na teoria de Ausubel *et al.* (1980), para dar uma visão geral do processo a todos os alunos. Posteriormente, foi realizada uma visita a um curtume; dessa forma, todos poderiam conhecer *in loco* os diferentes setores da indústria de beneficiamento de couro, integrando os processos até o produto final.

Durante a visita em cada local que passamos o aluno que trabalha no setor explicou ao grupo em que consistia o seu trabalho e os produtos químicos que eram colocados no interior do fulão<sup>1</sup> na etapa, bem como a frequência de rotação do fulão na mesma etapa. Neste momento da atividade colocamo-nos na condição de aprendizes, no qual percebemos mais uma vez para o que Paulo Freire chama a atenção, de que o conhecimento é relativo, e que todo espaço onde reunirem-se pessoas será um espaço de aprendizagem. Julgamos este momento como sendo um dos mais importantes do projeto, percebemos o interesse dos alunos em demonstrar ao professor o conhecimento que eles tinham sobre a produção do couro, sentiram-se importantes e valorizados perante o professor e o grupo.

Durante as aulas, os conceitos-chave abordados durante a aplicação do projeto foram: período, frequência, velocidade linear, velocidade angular, aceleração centrípeta, as forças no movimento circular, a força resultante tangencial e a força resultante centrípeta. A partir do planejamento realizado, os tópicos de mecânica, sempre relacionados ao processo de produção do couro, foram abordados ao longo de aulas expositivas, incluindo atividades em grupos e individuais, apresentações de trabalhos, resolução de exercícios, elaboração de mapas conceituais e utilização de uma simulação computacional sobre o movimento circular uniforme.

O material didático utilizado nesse período foi variado. Além do texto sobre as etapas de produção do couro, já citado, foram disponibilizados aos alunos textos sobre o movimento circular uniforme e as forças exercidas sobre a pele durante o processo de produção do couro. Também foram elaborados roteiros para as atividades práticas e para as que foram realizadas no laboratório de informática.

A informática foi utilizada como recurso didático através de apresentações de trabalhos em *PowerPoint*, bem como em uma atividade em duplas, utilizando uma simulação computacional desenvolvida no programa *Modellus*.

---

<sup>1</sup> O *fulão* é um recipiente, normalmente cilíndrico, com eixo de simetria posicionado na horizontal, girando em torno desse eixo graças a um motor que o aciona através de um sistema de polias acopladas por correias. Seu objetivo é transformar a pele animal em couro através de ação mecânica.

Ao final da aplicação do projeto, solicitamos aos alunos que respondessem a um teste individual abordando conceitos de mecânica, aplicados e contextualizados ao processo de produção do couro. O questionário inicial e o teste final foram independentes, tanto em conteúdo como em objetivos: o primeiro visava avaliar o conhecimento prévio dos aprendizes, enquanto o segundo almejava avaliar o conhecimento dos alunos referente aos conteúdos trabalhados durante a aplicação do projeto.

Ao término da unidade sobre a cinemática e a dinâmica no movimento circular uniforme, solicitamos aos alunos que, em grupos, construíssem mapas conceituais do conteúdo trabalhado. Os mapas foram primeiramente construídos no papel e apresentados pelos autores de cada grupo para toda a turma. Após a apresentação e discussão de cada mapa, os grupos construíram uma versão final do seu mapa. Então, cada grupo construiu o mapa conceitual que representava a sua estrutura organizacional e hierárquica. A Figura 1 apresenta o mapa conceitual construído por um dos grupos.

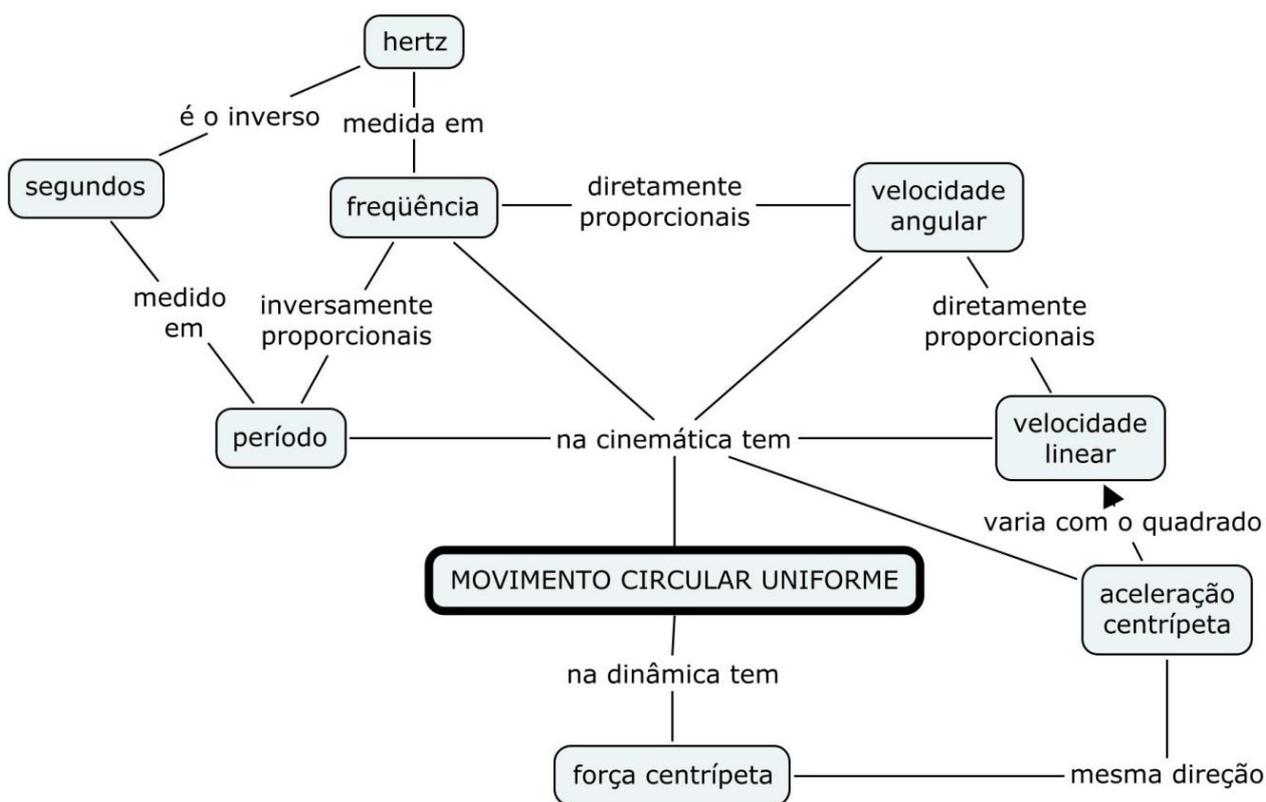


Figura 1 – Mapa conceitual sobre o MCU construído por um grupo de alunos da EJA.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Além da elevada frequência de respostas coerentes verificadas no teste final (87,5%), destacamos como o principal resultado a frequência e a participação dos alunos, que teve como consequência uma única evasão entre os alunos. . Essa conquista é motivo de satisfação, tendo em vista os obstáculos descritos na introdução desse trabalho. Com relação à perspectiva de continuidade de estudos, no início do semestre, constatamos que exatamente metade dos alunos (20) pretendia parar os estudos após a conclusão do Ensino Médio; ao final, apenas 8% dos alunos relatou que não continuará estudando, todos os demais irão procurar algum tipo de formação, seja de nível superior ou nível técnico. Desta maneira, percebemos que o material apresentado e as relações do conteúdo apresentado com situações cotidianas foram fundamentais para elevar a auto-estima daqueles alunos, e melhorar o seu desempenho nas aulas de Física.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A experiência aqui relatada permite corroborar que uma metodologia que enfoque um conteúdo significativo para o educando, de maneira contextualizada, é fundamental para despertar no aluno o prazer pela ciência, dar significado e valor ao que está sendo aprendido, e elevar a sua auto-estima.

Acreditamos que as relações do conteúdo com o contexto profissional do aluno foi o principal fator para superação dos obstáculos pedagógicos encontrados nas turmas da EJA, mas esse resultado pode ser transferido para o ensino básico regular. Para alcançar esse objetivo é necessário planejar uma metodologia adequada e materiais didáticos que tenham fundamentos teóricos e práticos para ajudar na aprendizagem significativa. Pelos resultados apresentados e analisados no item anterior, acreditamos que conseguimos desenvolver uma proposta contextualizada e motivadora. Os alunos apresentaram elevados índices de assiduidade bem como de resultados nas avaliações.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa**: un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas, 1976.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- ESPÍNDOLA, K. **A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Porto Alegre, 2006.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 2006.
- SILVA, A. V. Uma reflexão para a prática educativa em Paulo Freire. **Revista Espaço Acadêmico**, Ilhéus, n. 45, Fev. 2005. Disponível em: <[http://www.espacoacademico.com.br/045/45pc\\_silva.htm](http://www.espacoacademico.com.br/045/45pc_silva.htm)>. Acesso em: 10 jan. 2008.
- VALADARES, J. Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa da Física. In: **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Rio de Janeiro: 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/>> Acesso em: 5 fev. 2009.

## **APRESENTAÇÕES EM PÔSTER (Resumos)**



## **UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS: SIMULADOR E MAQUETES COMO AUXILIARES NA APRENDIZAGEM**

**Ana Paula Santos Rebello** [prof.anapaula@ibest.com.br]

**Maurivan Güntzel Ramos** [mgramos@puccrs.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, RS*

Relata-se uma investigação sobre o processo de aprendizagem de circuitos elétricos, por meio de uma Unidade de Aprendizagem (UA), que se fundamenta na abordagem sociocultural de aprendizagem e desenvolvimento do sujeito (VYGOTSKY, 1984 e 1996; WELLS, 2001; WERTSCH, 1998 e 2008), na qual a linguagem é valorizada na sua função epistêmica, como ferramenta cultural de mediação semiótica. Por isso, a UA é um modo diferenciado de planejar, organizar e realizar atividades na sala de aula (FRESCHI & RAMOS, 2009), pois envolve atividades estrategicamente selecionadas, valorizando o conhecimento inicial dos alunos e possibilitando a compreensão do fenômeno estudado com vistas à complexificação do conhecimento. Essa UA também está fundamentada no Educar pela Pesquisa (DEMO, 1997; MORAES, GALIAZZI & RAMOS, 2004). A investigação foi realizada com 30 alunos do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre, RS, que participaram das atividades de uma UA sobre circuitos elétricos. A UA partiu da problematização do conhecimento dos alunos e foi constituída de aulas dialogadas, da utilização do software educacional *Crocodile Physics®* (CROCODILE CLIPS LTD, 2006) para a simulação de diferentes circuitos elétricos, da construção de maquetes dinâmicas contendo associações em série e paralelo de resistores e da apresentação dessas maquetes em uma mostra à comunidade escolar, entre outras atividades. Para avaliar o desempenho dos alunos foi aplicado um instrumento antes e depois da realização da UA (pré e pós-teste). Para analisar a diferença entre esses instrumentos foi empregado o teste estatístico t com dados pareados. Também procedeu-se à Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007) das entrevistas realizadas com nove alunos, com o objetivo de identificar, principalmente, os seus sentimentos em relação à participação na UA, bem como as principais aprendizagens sobre o tema da UA. Os resultados mostram que foi significativa a diferença entre os resultados do pós-teste em relação ao pré-teste. Os sujeitos apontaram na entrevistas, como principais motivos para a sua aprendizagem, a construção da maquete dinâmica, a realização de atividades práticas, o vínculo ao cotidiano, a natureza divertida das atividades e a possibilidade de participar nesse trabalho, tanto pela fala e pela escrita, quanto pela ação e pela pesquisa. É possível inferir também que a utilização do software educacional contribuiu efetivamente para a aprendizagem do tema em estudo.

**Palavras-chave:** ensino de física, circuitos elétricos, maquetes, recursos computacionais, unidade de aprendizagem.

### **Referências**

- CROCODILE CLIPS LTD. **Crocodile simple simulation software:** versão demo - 2006. Disponível em: <http://www.crocodile-clips.com/en/Downloads/>. Acesso em: 15 maio 2008.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 2. ed. Campinas: Autores Associados, 1997.
- FRESCHI, M.; RAMOS, M. G. Unidade de Aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v. 8, n. 1, p. 156-170, 2009.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva.** Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Org.). **Pesquisa em Sala de Aula:** tendências para a Educação em Novos Tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 9-24.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- WELLS, G. **Indagación dialógica.** Barcelona: Paidós, 2001.
- WERTSCH, J. V. **Mind as action.** New York: Oxford University Press, 1998.
- WERTSCH, J. V. La mediación semiótica de la vida mental: L. S. Vygotsky y M. M. Bajtín. In: SCHNEUWLY, B.; BRONCKART, J.-P. (Coord.) **Vygotsky hoy.** Madrid: Popular. p.111-134, 2008.

## **ANÁLISE DE SOFTWARES EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

**Andréia Hornes** [andreiahornes@yahoo.com.br]  
*Secretaria de Educação do Estado do Paraná – NRE/UV  
Colégio Estadual São Mateus, São Mateus do Sul, PR*

**Sani de Carvalho Rutz da Silva** [sani@utfpr.edu.br]  
**André Koscianski** [koscianski@utfpr.edu.br]  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Ponta Grossa, PR*

Muitos recursos computacionais vêm sendo desenvolvidos com o intuito de melhorar a qualidade de vida das pessoas, proporcionando mais conforto e agilidade na realização de diferentes tarefas. Hoje, por exemplo, não é necessário sair de casa para realizar transações bancárias, compras e pesquisas, enfim, inúmeras atividades podem ser realizadas pela internet. Na área da educação, a informática contribui nos processos de ensino e aprendizagem, visando melhorar a prática docente, subsidiando os professores com aplicativos, úteis para diferentes situações, que possibilitam criar quebra-cabeças, jogos de dominó, palavras cruzadas, entre outros recursos capazes de organizar didaticamente os conteúdos que o professor quer que o aluno assimile. Diante deste avanço inevitável da tecnologia já existem aplicativos computacionais didáticos em praticamente todas as disciplinas para auxiliar o professor no processo ensino-aprendizagem. Persiste, no entanto, uma grande dificuldade em selecionar esses softwares, principalmente pela grande variedade de aplicativos existentes. Simuladores, jogos, demonstrações, entre outros, respeitadas certas características e requisitos, podem ser instrumentos úteis de apoio ao trabalho do professor, em especial no ensino de Física. Ao propor a análise de alguns softwares educacionais voltados especificamente para o ensino da Física, diante da extensa relação de aplicativos, com o intuito de tornar este estudo mais objetivo, optou-se por relacionar softwares voltados para o estudo dos conceitos da eletricidade, por considerar este um campo extremamente relevante para ser representando. Buscam-se simuladores capazes de relacionar o uso de conceitos científicos ao cotidiano dos educandos, facilitando seu entendimento. O presente trabalho tem como objetivo a análise de alguns softwares educacionais para o ensino da eletricidade, que são de fácil acesso para professor e aluno. Ao observar as potencialidades dos softwares escolhidos, verificou-se também como eles desenvolvem esse tema específico da Física e como podem ser utilizados como recurso tecnológico para o ensino de Física. Foi possível concluir que a utilização desses aplicativos é viável desde que não sejam o único recurso a ser utilizado pelo professor, isto é, a temática específica de cada um precisa ser trabalhada dentro de um contexto mais abrangente, que eles não contemplam. Avaliar softwares educacionais é uma tarefa que vai muito além de observar suas potencialidades enquanto aplicativos tecnológicos. Na abordagem com enfoque educacional deve-se verificar as possibilidades de adequação do software escolhido, ou seja, como o professor pode utilizá-lo em sua prática cotidiana. Porém é necessário estar bastante atento aos conteúdos e à maneira como os conceitos são cientificamente repassados, pois erros conceituais não podem ser admitidos.

**Palavras-chave:** softwares educacionais, análise de software, ensino de física.

**ELETRÓLISE DA ÁGUA COMO PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA ENSINO MULTIDISCIPLINAR DE FÍSICA E QUÍMICA<sup>1</sup>****Bruna Winter Freiberg** [bruwf@hotmail.com]**Edson Massayuki Kakuno** [edsonmk2004@yahoo.com]*Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé, RS*

Apresenta-se uma proposta de experimento multidisciplinar nas áreas de química, física e matemática, esta última sendo utilizada como ferramenta para comprovar as previsões teóricas. No âmbito da química, pode-se explorar a questão da afinidade eletrônica dos elementos químicos, quando é explicado porque o oxigênio é oxidado no eletrodo positivo (anodo) e o hidrogênio é reduzido no eletrodo negativo (catodo), bem como a minimização da energia para explicar a formação de moléculas ( $O_2$  e  $H_2$ ) em vez de elementos simples como oxigênio (O) e hidrogênio (H). Da condutividade de soluções pode-se mostrar a necessidade de adição de hidróxido de sódio (NaOH) na solução e o porquê de se utilizar eletrodos condutores de grafite. A eletroquímica é útil para mostrar o potencial de solução. Pelo lado da física pode-se explorar aspectos de circuito elétrico, da eletricidade, como carga elétrica e obtenção da carga total por meio da integração da corrente do circuito (medir corrente elétrica é muito mais fácil do que medir diretamente carga elétrica). A partir da conservação da carga, determina-se a quantidade de moléculas de  $H_2$  e  $O_2$  produzidas pela corrente elétrica. Pela equação de estado de um gás ideal ( $PV=NkT$ ), determina-se o volume de gás produzido ( $p$ : pressão [Pa],  $V$ : volume [ $m^3$ ],  $T$ : temperatura [K],  $N$ : número de partículas,  $k$ : constante de Boltzmann,  $1,38066 \cdot 10^{-23}$  J/K). E, por fim, para poder comparar o volume estimado com o volume obtido, pode-se usar a geometria para calcular o volume do gás produzido e confinado dentro do tubo de ensaio, por meio do cálculo do volume de um cilindro de base circular  $R$  (raio da "boca" do tubo) e altura  $H$  (coluna de gás). Para exemplificar, vamos apresentar o cálculo da eficiência da conversão de carga na produção de  $H_2$ . É utilizada uma célula eletroquímica padrão de dois eletrodos, composto de uma cuba (Béquer, copo ou garrafa PET cortada), dois eletrodos de grafite, dois tubos de ensaio, cabos elétricos para conexão elétrica, bateria, um medidor de corrente e um relógio ou cronômetro. O eletrólito era composto por uma solução aquosa de NaOH a 0,02 mol/L, devido à água pura não conduzir corrente. Foi aplicado um potencial de 30 V e uma corrente de 0,03515 A, por 28 minutos, resultando em 59,052 C de carga transferida para a célula. De posse da carga, utilizando-se proporção simples, obtém-se a quantidade de átomos de hidrogênio que foi reduzido no eletrodo negativo. O hidrogênio ionizado,  $H^+$ , diluído na solução necessita de um elétron para reduzir no eletrodo negativo, portanto o número de átomos de hidrogênio (o dobro do número de moléculas de  $H_2$ ,  $N=1,8454 \cdot 10^{20}$  moléculas) é igual ao número de elétrons fornecidos à célula eletroquímica. Para saber o número de elétrons, basta dividir a carga total pela carga de um elétron (carga elementar,  $1,60 \cdot 10^{-19}$  C). Assumindo que o gás produzido tem a mesma temperatura e pressão do ambiente ao redor ( $p= 1 \cdot 10^5$  Pa,  $T= 290$  K), e utilizando a equação de estado do gás ideal, podemos estimar o volume de  $H_2$  produzido,  $V_{H_2} = 7,39 \cdot 10^{-6} m^3$  ou  $V_{H_2} = 7,39 cm^3$ . Este volume é comparado com o volume obtido no respectivo tubo de ensaio (o diâmetro do tubo é de 1,175 cm e a coluna de  $H_2$  atingiu 7,2 cm) de  $V'_{H_2} = 7,81 cm^3$ . Ressaltamos que este procedimento não calcula a eficiência energética do processo. Questões sociais, ambientais e energéticas podem também ser trabalhadas em relação ao uso do hidrogênio como fonte de energia.

<sup>1</sup> Resultados parciais apresentados na VIII Mostra Científica, VIII Salão de Iniciação Científica e I Feira de Extensão, PUCRS/UNIPAMPA/UCP-RA, Uruguaiana, RS, 2008.

## **O APRENDIZADO DA ASTRONOMIA E DAS CIÊNCIAS AFINS COM A MEDIÇÃO DA OBSERVAÇÃO RUDIMENTAR E DA IMAGEM ASTRONÔMICA**

**Camila Riegel Debom** [camila.debom@ufrgs.br]  
*Instituto Educacional Dimensão, Guaíba, RS*

**Basílio Xavier Santiago** [basilio.santiago@ufrgs.br]  
*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

Neste trabalho relatamos a implementação piloto do projeto de mestrado de mesmo título. Considerando-se que a Astronomia lida com escalas de tamanho, distância, tempo e energia incomparáveis com a experiência cotidiana e que o céu noturno é uma interface comum e acessível entre o cidadão e a Astronomia, desenvolveu-se o projeto com a pretensão de promover o aprendizado de conceitos físicos à luz da epistemologia de Stephen Toulmin e da teoria da mediação de Lev Vygotsky, a partir da realização de um curso de extensão em Astronomia de 20 horas-aula para alunos de Ensino Médio. A implementação piloto foi realizada no Instituto Educacional Dimensão, escola da rede privada de ensino da cidade de Guaíba, em turno inverso ao das aulas regulares, dois dias por semana, totalizando 10 aulas com duração de 2 horas cada. Na preparação das aulas do curso piloto procurou-se fazer com que a utilização da observação rudimentar e das imagens astronômicas fosse elemento guia na execução das mesmas, que contemplaram desde a Astronomia de posição até a Astrofísica Estelar, passando pelo estudo da natureza da luz, dos meios de obtenção de imagem astronômica, das cosmovisões antigas e contemporâneas e das leis da mecânica que regem os movimentos dos corpos celestes. Nessa apresentação, pretende-se mostrar o material produzido para o curso, bem como relatar o desenrolar das aulas ministradas. Foram realizados pré e pós-testes no curso de extensão e neste trabalho apresentam-se os resultados e as conclusões a que se pôde chegar a partir da análise destes testes respondidos pelos alunos. Adicionalmente, apresenta-se também reflexão sobre a receptividade dos alunos ao curso a partir de questionários de avaliação aplicados. Estes subsídios nos permitiram definir modificações que devem ser aplicadas à proposta para a nova implementação do projeto e que também constarão no presente trabalho.

**Palavras-chave:** ensino de astronomia, epistemologia de Stephen Toulmin, teoria da mediação de Lev Vygotsky.

## O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS ATRAVÉS DO USO DE JOGOS DIDÁTICOS: TENDÊNCIAS DAS TESES BRASILEIRAS

**Carla Vargas Pedroso** [carlabio\_ufsm@yahoo.com.br]

**Mary Angela Leivas Amorim** [maryamo@terra.com.br]

*GEPEB, Centro de Educação, UFSM, Santa Maria, RS*

**Rosane Teresinha Nascimento da Rosa** [rosanetrn@hotmail.com]

*GEPEB, Centro de Educação, UFSM e Colégio Militar de Santa Maria, Santa Maria, RS*

Nos últimos anos, é crescente o uso de novos recursos nas aulas da Educação Básica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1996) apontam o Jogo Didático (JD) como uma estratégia valiosa no processo de apropriação do conhecimento, pois permite o desenvolvimento de competências, habilidades e aprendizagem de diversos conteúdos. Com base no exposto, os pesquisadores do *Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Educação e Biologia (GEPEB/CE/UFSM)* têm investigado o uso desse recurso nas aulas de Ciências Naturais (CN). Para obter o “Estado da Arte” sobre JD, na primeira etapa analisamos o Catálogo Analítico de Teses e Dissertações sobre o Ensino de Ciências no Brasil, do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC). Existe uma versão impressa deste Catálogo, na qual constam os resumos das teses e dissertações publicadas até 1995, e uma homepage<sup>1</sup>, com os resumos de 1972 a 2002. Mediante leitura dos resumos, identificamos os trabalhos que abordavam os temas “jogos, ludicidade, brincadeira, ...”. Nosso grupo entende que o JD apresenta três características intrínsecas: o lúdico, a regra e a disputa. Isto o diferencia da brincadeira, pois esta pode até ter regras, mas elas não são tão fortes quanto as existentes em um JD. Numa segunda etapa, selecionamos os trabalhos que abordavam explicitamente o JD. Após, examinamos os dados gerais da tese: autor, orientador, ano de publicação, titulação (mestrado, doutorado, outro), distribuição geográfica, subárea das CN, temáticas, nível escolar e sujeitos investigados. No total, encontramos três dissertações sobre a temática, mas somente em duas o foco da investigação é JD. A dissertação ***Brinquedos e jogos no Ensino de Física***, de Eugênio Ramos, foi apresentada em 1990, na Universidade de São Paulo. Em 1996, temos a dissertação ***Interação dialética entre a metodologia de ensino e a aprendizagem***, de Paulo Oliveira, na Universidade Federal de Santa Catarina, mas esta não investiga o JD. E em 1998, Marcilene Ferreira apresenta a dissertação ***O jogo no ensino de ciências: limites e possibilidades***, na Universidade Federal de Santa Maria. O fato de que obtivemos apenas duas dissertações pioneiras quanto a investigações sobre JD, associado a estudos anteriores (PEDROSO & AMORIM, 2008), em que investigamos a presença do uso de JD em eventos da área, nos permitem ressaltar três aspectos: a) o crescente interesse dos pesquisadores a respeito de JD, a partir da década de 1990; b) a carência de metodologia de uso nos trabalhos, indicando a existência de uma concepção errônea, de que bastaria aplicar um JD para garantir aprendizagem significativa; c) a finalidade primária visada pelos educadores quando empregam os JD ser o seu aspecto lúdico, não o educativo. Dado o baixo número de teses encontradas e, comparando os resultados com a literatura da área (FERNANDES & NETO, 2007; TEIXEIRA & NETO, 2007), ratificamos que o JD ainda não é visto como uma temática de pesquisa. Considerando esses aspectos parciais, é nítida a necessidade de investigações acerca do uso de JD como recurso no processo de ensino e aprendizagem das CN.

**Palavras-chave:** jogo didático, teses brasileiras - CEDOC, ensino de ciências.

---

<sup>1</sup> <http://fae.unicamp.br/html/formar>, <http://fae.unicamp.br/html/cedoc>.

## **INTRODUÇÃO À MECÂNICA QUÂNTICA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TEORIA QUÂNTICA**

**Carlos Raphael Rocha** [carlos.raaphael@ufrgs.br]  
*Departamento de Matemática, UDESC, Joinville, SC*

**Victoria Elnecave Herscovitz** [victoria@if.ufrgs.br]

**Marco Antonio Moreira** [moreira@if.ufrgs.br]  
*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

A extraordinária gama de conhecimentos e aplicações oriunda do desenvolvimento da Mecânica Quântica (MQ) desde o século passado e os debates por ela suscitados faz com que ocorra hoje em dia um significativo esforço para promover sua introdução tanto no Ensino Superior de diversas carreiras, como no Ensino Médio. Observa-se, no entanto, que muitos professores não se sentem confiantes o suficiente para esta tarefa, tanto pelo detalhamento matemático usual, como pelos aspectos conceituais novos que a MQ introduz. Faz-se, então, necessário trabalhar, junto a professores em formação e em exercício, conteúdos que não tenham sido devidamente compreendidos ou suficientemente abordados em sua formação de base. Uma alternativa para sanar estas deficiências é a de cursos de curta duração, centrados em aspectos específicos da MQ. Com este propósito, elaborou-se um minicurso para o ensino dos primeiros princípios da MQ, focado nos conceitos de *estado de um sistema quântico* e de *superposição linear de estados*, pontos de partida primordiais para a compreensão da estrutura da MQ. A proposta foi implementada, em 2006, em três ocasiões: uma no II Encontro Estadual de Ensino de Física, na UFRGS, em Porto Alegre, RS (seis horas-aula); e em outras duas na VII Semana da Física, na UDESC, em Joinville, SC (quatro horas-aula cada). Como fundamentação didática do trabalho, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Com base nestes referenciais, procurou-se utilizar a superposição linear de ondas e de vetores no plano como uma espécie de subsunçor para promover a conceitualização da superposição linear de estados quânticos. Lançou-se mão de várias situações-problema da MQ, algumas bem recentes, para motivar os alunos para o aprendizado e situar os conceitos que eram apresentados. Dentre as situações utilizadas, destacam-se o *experimento de dupla fenda*, o *emaranhamento quântico* e a *criptografia quântica*. Recorreu-se a discussões de conceitos, exercícios, situações-problema, simulações em computador, enfim, abordagens pedagógicas variadas, para auxiliar os participantes a promover a conceitualização. O interesse principal não era o de avaliar o aprendizado dos participantes, mas sim as estratégias didáticas e as reações dos inscitos a elas. Ponto importante, então, foi sua boa recepção pelos participantes, sugerindo que a ausência ou insuficiência de discussões sobre os conceitos fundamentais da MQ, em alguns dos cursos de base, é sentida pelos alunos, dado o entusiasmo com que alguns tópicos foram trabalhados. Em particular, os conceitos de estado de um sistema quântico e de superposição linear de estados foram tidos como fáceis pelos alunos, face às situações apresentadas. Tal fato estimula a busca por outras formas de trabalhar os princípios da MQ, visando a conceitualização e, assim, colaborar para que os professores tenham segurança ao abordar tópicos de Física Moderna mesmo no Ensino Médio. Apesar de alguns tópicos não terem sido suficientemente aproveitados, recomenda-se não reduzir o número de situações-problema utilizadas, mas sim acrescentar outros exemplos importantes para a compreensão dos principais conceitos da MQ, tais como a polarização da luz e o experimento de Stern-Gerlach.

**Apoio:** CAPES.

**Palavras-chave:** mecânica quântica, proposta pedagógica, conceitos fundamentais.

## **AULAS DE LABORATÓRIO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE IMPLEMENTAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO INTERIOR DE SANTA CATARINA**

**Carolina Jacob de Oliveira** [carolinajacob@msn.com]  
**Janaina Nunes de Souza Stuart** [janastuartt@hotmail.com]  
**Felipe Damasio** [felipedamasio@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Araranguá, SC*

O laboratório didático é considerado pela maioria dos educadores como sendo de suma importância no processo ensino-aprendizagem de Física. No entanto, existem dificuldades que precedem o bom andamento destas atividades. Neste trabalho, é feita uma análise dos obstáculos a estas práticas laboratoriais, em escolas públicas do interior de Santa Catarina. Uma possível solução é vislumbrada. A construção de laboratórios de Ciências (em especial os de Física), seja por falta de verbas ou mesmo de definição de prioridades, não tem sido tratada com a importância merecida. Em algumas escolas os laboratórios são adaptados em uma sala de aula, não oferecendo segurança necessária para a realização de experimentos. Em outros casos, a estrutura física apresentaria condições para a realização dessas atividades, contudo esbarra-se na necessidade de tempo para preparar o local e os experimentos. No Ensino Médio da rede pública estadual de Santa Catarina, a disciplina de Física tem apenas dois períodos semanais. O professor, que costuma trabalhar o turno inteiro, não tem tempo para preparar o laboratório para os experimentos, sem contar a dificuldade de deslocar uma turma de aproximadamente 35 alunos de uma sala para outra. No laboratório, os reagentes costumam ficar todos armazenados juntos, dificultando o seu manuseio. Além desses contratempos, o professor é o responsável pelo andamento das atividades, que podem incluir o manuseio de materiais nocivos, o que se torna difícil dentro de uma aula de laboratório com um número expressivo de alunos. A logística do uso do laboratório torna-se ainda mais complicada por ele geralmente ser compartilhado pelas disciplinas de química, física e biologia. Para que as aulas de laboratório não sejam abandonadas, sugere-se que uma pessoa capacitada auxilie o professor na preparação do laboratório e durante as práticas. Outra possível solução é que os experimentos que possam ser realizados nas próprias salas de aula, pelos próprios alunos, com material de fácil acesso. Na literatura existem vários exemplos que podem orientar o professor neste sentido (DAMASIO & STEFFANI, 2007; VALADARES, 2002; GASPAR, 2003; GROSSO, 2006).

**Palavras-chave:** aulas de laboratório, escolas públicas, infraestrutura, logística, material de fácil acesso.

### **Referências**

- DAMASIO, F. e STEFFANI, M.H. **Material de apoio para o primeiro contato formal com Física: Fluidos**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2007.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.
- GROSSO, A.B. **Eureka! Práticas de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Cortez, 2006.
- VALDARES, E.C. **Física mais que divertida**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

## **INSTRUMENTALIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE TEXTOS DIDÁTICOS<sup>1</sup>**

**Dartanhan Baldez Figueiredo** [dartanhanbf@gmail.com]

**João Carlos Denardin** [jcdenardin@smail.ufsm.br]

**Joecir Palandi** [joecir@gmail.com]

**Paulo Roberto Magnago** [pmagnago@smail.ufsm.br]

**Karla Weber** [karlaweberfisica@gmail.com]

*Departamento de Física, UFSM, Santa Maria, RS*

O objetivo deste trabalho é contribuir para que o acadêmico do curso de Licenciatura em Física desenvolva a competência de produzir textos didáticos para o ensino médio. Esse trabalho se justifica porque, de modo geral, os professores de Física do ensino médio se sentem inseguros quanto aos conhecimentos que lecionam aos seus alunos e talvez por isso mesmo tomam o livro didático como guia essencial, aceitando, sem crítica, a sequência de apresentação dos conteúdos e a forma como eles são trabalhados, com discussões conceituais superficiais e incompletas e ênfase na resolução de exercícios e problemas fechados, que envolvem aplicações diretas das expressões matemáticas. Esse trabalho se justifica também porque, nos cursos de Licenciatura em Física, os acadêmicos têm um ensino com pouca ou nenhuma exigência de elaborar textos próprios, nem mesmo nas respostas às questões das avaliações. Este trabalho foi realizado com a intenção de enfatizar a leitura sequencial do texto, procurando romper com a prática de fragmentação do espaço das páginas dos livros didáticos comerciais, com suas caixas de minúsculos textos, excesso de cores e apresentação esquemática dos conteúdos. O trabalho foi realizado com uma metodologia baseada na seguinte sequência de atividades desenvolvidas em grupo: (i) discussão da ordem de apresentação dos conteúdos, (ii) seleção do material didático de base para a elaboração do texto próprio, (iii) discussão dos erros conceituais e da forma como os conteúdos são apresentados, (iv) elaboração do texto próprio, com ênfase em discussões conceituais de princípios e leis fundamentais e associando, sempre que possível, os conteúdos trabalhados a fenômenos do cotidiano dos alunos do ensino médio, evitando referências a dispositivos bélicos e a situações de desrespeito às leis estabelecidas e (v) construção de exercícios mais ou menos abertos, envolvendo discussões conceituais, possibilidades de atividades experimentais e manipulações algébricas. A produção do texto didático próprio segundo a metodologia proposta permitiu ao acadêmico aprofundar e dominar os conteúdos correspondentes de uma forma que não parece ser possível nas disciplinas formadoras do seu curso. Isso pode ser explicado pelas inúmeras oportunidades de discussão e pelo fato de a metodologia de trabalho permitir o afloramento de conhecimentos não escritos, provindos das experiências de vida dos membros do grupo. Além disso, o objetivo do trabalho e a metodologia proposta permitiram ao acadêmico desenvolver habilidades de estruturação lógica de ideias e conteúdos, de análise crítica de materiais impressos, de seleção e de construção de exercícios e problemas de aplicação de conhecimento e de contextualização. Finalmente, as constantes releituras do material que ia sendo produzido e as inevitáveis modificações e mudanças de rumo permitiram ao acadêmico compreender que nenhum texto didático é definitivo porque o ser humano que o produz é falível, porque, mesmo que não o fosse, ele avança em conhecimento e suas perspectivas se modificam e porque também as características do público a que se destina o texto se modificam.

**Palavras-chave:** produção de textos didáticos, conceitualização, exercícios abertos.

---

<sup>1</sup> Projeto Ciência Viva, Apoio: CNPq.

## **APRENDIZAGEM E DIVULGAÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA CONTEMPORÂNEA: OS BURACOS NEGROS**

**Diego de Medeiros Scarabelot** [diegoscarabelot@yahoo.com.br]

**Fábio Domingui** [fabiodomingui@hotmail.com]

**Geison João Euzébio** [geisoneuzebio@brturbo.com.br]

**Thayse Adineia Pacheco** [thayse.pacheco@hotmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Araranguá, SC*

Os professores da Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), no decorrer de suas aulas, sentiram a necessidade de abordar alguns temas pertinentes ao conteúdo de suas cadeiras, mas não foi possível enquadrá-los nas aulas regulares. Então resolveram fazer uso de cursos de Formação Inicial Continuada (FIC), que consistem em minicursos sobre temas específicos. Uma vez que 2009 é o Ano da Astronomia, este assunto foi adotado pelos professores do IFSC para ser utilizado como tema gerador em suas aulas. Esta temática permite que seja trabalhada a interdisciplinaridade e os professores têm procurado utilizar esse tema gerador. Durante algumas aulas, os alunos sentiram a curiosidade de saber mais sobre os Buracos Negros, que, até então, a maioria não conhecia ou sobre os quais tinham-se poucas informações. Foi, assim, criado um FIC de 20h sobre o assunto, nas manhãs de sábados. Após o término do FIC, os alunos participantes do curso teceram comentários elogiosos nas aulas regulares, fazendo com que novos alunos tivessem sua curiosidade despertada. Os primeiros alunos se interessaram em aprender mais sobre o assunto tratado e pensaram em replicar este conhecimento. Tomaram a iniciativa de montar um minicurso para seus colegas, utilizando as informações obtidas no FIC original, mas ampliando-o com pesquisas adicionais. O objetivo deste novo minicurso foi o de socializar o conhecimento astronômico adquirido. Os seguintes temas foram abordados no segundo minicurso: (i) 2009 Ano da Astronomia: contexto histórico da astronomia e da ciência; (ii) Estrelas: formação, desenvolvimento e morte, ressaltando o Sol; (iii) Relatividade: da visão galileana até Einstein, Relatividade Especial e Geral; (iv) Buracos Negros: formação, desenvolvimento, classificação, elementos e relação com Relatividade Geral; (v) Stephen Hawking: biografia, contribuições para o conceito atual de Buracos Negros. Na visão dos alunos envolvidos no processo, autores do presente trabalho, foi considerada como asserção de valor relevante que, depois de preparar e apresentar o minicurso, o assunto proposto ficou muito mais claro para todos e conseguiu-se construir uma grande rede de conhecimentos.

**Apoio:** CNPq.

**Palavras-chave:** buracos negros, formação de professores, física contemporânea.

## **ESPAÇOS NÃO-FORMAIS COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**Felipe Damasio** [felipedamasio@ifsc.edu.br]

**Olivier Allain** [olivier@ifsc.edu.br]

**Sabrina Moro Villela Pacheco** [sabrinas@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Araranguá, SC*

**Luiz Fernando Morescki Junior** [luizm@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, SC*

No Projeto Pedagógico do Curso está definido que a Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina tem a finalidade de formar profissionais com ampla e sólida base teórico-metodológica para a docência na área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e na Educação Profissional de nível médio, assim como em espaços não-formais, visando atender as necessidades socio-educacionais em consonância com os preceitos legais e profissionais em vigor, com participação ativa no desenvolvimento de processos pedagógicos, principalmente relacionados com o conhecimento das ciências da natureza e da Física. Além disto, os espaços não-formais constituem-se em uma alternativa para a divulgação científica. Foi em conformidade com estes dois preceitos, o de formar professores capazes de lecionar em ambientes não-formais e professores divulgadores de ciência que o projeto em questão foi pensado e está sendo executado. Os espaços não-formais para o ensino de Ciências da Natureza, ligados ao curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do IFSC, serão uma maneira de promover a interação entre os licenciandos e a comunidade em geral, e ainda ajudar na formação destes alunos de Licenciatura. A interação através destes espaços disponibilizará recursos de ensino-aprendizagem na própria comunidade, sem que este público necessite se deslocar para tomar contato com este espaço de ensino de Ciências Naturais. O ambiente não-formal será itinerante e constituído de exposições, oficinas e palestras – tudo organizado e ministrado pelos próprios estudantes sob a supervisão dos professores do curso. O início das atividades destes ambientes não-formais está previsto para agosto de 2009 e seu término para dezembro de 2010. Ela contará com a exposição de pôsteres sobre diversos temas, tais como: estrelas, planetas, plasma e buracos negros. Também haverá oficinas de: construção de telescópios caseiros; manuseio de microscópio; e construção de aquecedores de água caseiros. Por fim, os visitantes da exposição poderão fazer observações com dois telescópios e registrá-las com máquinas fotográficas digitais. Para que os estudantes do Campus Araranguá pudessem ministrar as atividades do espaço não-formal, foi necessário que eles aprendessem antes os conteúdos envolvidos, pois muitos não seriam abordados nas disciplinas regulares. Também foi necessário desenvolver as ferramentas do ambiente, além de ser, para muitos, o primeiro contato com o público no papel de agente de ensino. Em um segundo momento, os alunos do Campus Araranguá irão dividir sua experiência com os alunos do Campus Jaraguá do Sul do IFSC, para que estes também possam desenvolver o ambiente não-formal em sua região. O grande mérito desta ação, fomentada pelo CNPq, foi a de conciliar uma formação humanista de estudantes de licenciatura com a divulgação científica, promovendo a democratização de conhecimento.

**Apoio:** CNPq.

**Palavras-chave:** ambientes não-formais, formação de professores, astronomia.

**A MODELAGEM COMPUTACIONAL QUANTITATIVA  
NO ESTUDO DE SISTEMAS AMBIENTAIS: UM ESTUDO  
EXPLORATÓRIO COM ESTUDANTES DE NÍVEL SUPERIOR**

**Fernanda Provedel Zambom** [fernandapz@gmail.com]  
**Leandro Anderson Carvalho Sales** [leandruanderson@gmail.com]  
**Elias Gonçalves** [eliasgoncalves@gmail.com]

*Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, Vitória, ES*

O pôster apresenta resultados da investigação sobre a utilização do ambiente de modelagem computacional quantitativo no aprendizado exploratório de conteúdos específicos de Ciências. Os resultados aqui mostrados são relativos à interação e ao desempenho de alunos de ensino superior, durante a utilização do ambiente de modelagem computacional quantitativo baseado na metáfora de ícones VENSIM focalizando dois sistemas ambientais. Os dados são de natureza qualitativa e para a sua análise foi utilizada a técnica da rede sistêmica. Os resultados sugerem que os estudantes foram capazes de desenvolver o modelo proposto para este sistema ambiental, apresentando dificuldades e habilidades no desenvolvimento do processo de construção de modelos. A modelagem computacional permite o desenvolvimento de atividades de modelagem sem a exigência de um formalismo matemático ou conhecimento de uma linguagem de programação. Nos ambientes de modelagem computacional baseados na metáfora de ícones, as variáveis envolvidas no estudo e as possíveis ligações entre elas, são representadas por ícones, de forma que o cálculo necessário para o estabelecimento dessas ligações entre as variáveis são realizados internamente por procedimentos computacionais, não exigindo do estudante o conhecimento matemático ou de programação. Nesse contexto, nosso trabalho consiste em construir, da melhor maneira, um modelo para descrever um sistema ambiental, ficando a cargo do computador executar os cálculos matemáticos. E, à medida que os modelos forem simulados, poderemos aumentar o entendimento sobre esses sistemas. Um ambiente de modelagem computacional é um software que, no contexto deste trabalho, recebe esta denominação devido ao fato de estar contextualizado no ambiente escolar onde ele é entendido como um ambiente de aprendizagem. No entanto, segundo Ferracioli (1997b) a utilização da modelagem computacional no contexto educacional demanda o delineamento de uma investigação que inclua tanto o desenvolvimento de atividades de modelagem quanto a sua efetiva utilização para que se possa concluir sobre as reais possibilidades de sua integração no cotidiano de sala de aula. Neste sentido, o estudo aqui relatado investigou a utilização da modelagem computacional quantitativa com estudantes de ensino superior na perspectiva da aprendizagem exploratória de dois sistemas ambientais: uma bacia hidrográfica e a interação predador-presa. Esse sistema ambiental ilustra de forma bem concreta a natureza interativa do processo de modelagem. Os alunos de ensino superior foram capazes de desenvolver modelos no ambiente de modelagem computacional quantitativo VENSIM sobre os dois sistemas ambientais apresentados. A partir da análise dos resultados novas questões de pesquisas podem ser formuladas para o desenvolvimento de novos estudos.

**Palavras-chave:** modelagem computacional quantitativa, dinâmica de sistemas, sistemas ambientais.

**EXPERIMENTANDO A FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ENTRE AS LICENCIATURAS EM FÍSICA E PEDAGOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**Gabriel Santos da Silva** [gabriels.fisica@gmail.com]

**Luciano Pereira Luduvico** [lucianoluduvico@yahoo.com.br]

**Ana Paula Aguiar de Mendonça** [apam25@hotmail.com]

**Bruno Duarte da Silva Moreira** [brunodsmr@yahoo.com.br]

**Daniel Farias Mega** [danielfmeg@gmail.com]

**Rovan Fernandes Lopes** [rovan\_@hotmail.com]

**Maurício Thiel** [mauricioth@walla.com]

**Álvaro Leonardi Ayala Filho** [ayalafilho@gmail.com]

*Departamento de Física, Instituto de Física e Matemática, UFPel, Pelotas, RS*

**Fabiana Pereira Silva** [fabipereirasilva@yahoo.com.br]

**Priscila de Souza de Aguiar** [pryscylasouagui@yahoo.com.br]

**Suélen Teixeira da Silva** [ssuelenteixeiraa@hotmail.com]

**Raquel Schmalfuss dos Santos** [raquelsds@gmail.com]

**Cristina Maria Rosa** [cris@ufpel.edu.br]

*Departamento de Ensino, Faculdade de Educação, UFPel, Pelotas, RS*

Partimos da suposição de que a aproximação dos alunos de séries iniciais aos temas de Física é de fundamental importância para preparar as condições mínimas para a construção da aprendizagem significativa destes temas no ensino médio. Nesta perspectiva, os alunos do Programa de Educação Tutorial (PET), professores em formação dos cursos de Licenciatura em Física e Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal de Pelotas desenvolveram um projeto em uma turma de segunda etapa do Programa de Educação de Jovens e Adultos (PEJA) da Escola Municipal Bibiano de Almeida, localizada em Pelotas, RS. O objetivo deste trabalho foi aproximar os alunos, através de discussões e experimentação, dos conteúdos científicos de Física. Foram desenvolvidas quatorze aulas abordando os conceitos físicos envolvidos na Mecânica, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica, Ondas, Ótica e Eletromagnetismo. Foi promovida a participação ativa dos alunos do PEJA e a interação destes com os professores em formação. Percebeu-se o avanço dos alunos quanto ao seu domínio dos conceitos da Física, ao mesmo tempo em que foram analisadas e discutidas algumas concepções espontâneas manifestadas. Foi observada também a dificuldade que os alunos têm para expressar-se na forma escrita. Entretanto, foi reconhecido que, em uma abordagem na qual os alunos são sujeitos ativos do processo de construção de conhecimento, deve ser desenvolvido um tipo de alfabetização em que as palavras e os conceitos físicos ganham significado ao longo desse processo. Os professores em formação da área de Física tiveram a oportunidade de experimentar a função docente junto aos alunos do PEJA, o que se constituiu em uma formação complementar àquela patrocinada pelo curso de Licenciatura em Física. Do ponto de vista do conteúdo tratado, foi possível desenvolver temas de Física em um nível qualitativo, para um público-alvo diferenciado. Para os professores em formação da área Pedagógica, foi propiciada a observação crítica da atividade docente realizada, a interação com alunos do PEJA e o contato com conteúdos e práticas pedagógicas normalmente associadas ao ensino de Física, contribuindo para reduzir uma importante deficiência na formação do licenciando em Pedagogia. Para os dois grupos, o projeto oportunizou a execução de uma atividade interdisciplinar, processo fundamental nas concepções educativas contemporâneas.

**Palavras-chave:** educação de jovens e adultos, física nas séries iniciais, interdisciplinaridade.

## DESEMPENHO DAS ESCOLAS PÚBLICAS E PARTICULARES NA OBF 2008

**Gláucio Carlos Libardoni** [glauciocl@yahoo.com.br]

**Diovana de Mello Lalis** [diovana\_mello@hotmail.com]

*Centro de Ciências Naturais e Exatas, UFSM, Santa Maria, RS*

**Aguinaldo Médici Severino** [amseverino.ufsm@gmail.com]

*Departamento de Física, UFSM, Santa Maria, RS*

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos na Olimpíada Brasileira de Física (OBF) 2008 pelos alunos do Ensino Fundamental e Médio, das Escolas Públicas e Particulares, do estado do Rio Grande do Sul. A OBF é dividida em três fases ao longo do ano letivo. A Coordenação Estadual contribui com esse processo da seguinte maneira: 1) Durante o período de cadastramento das escolas, é feita uma divulgação em todo o estado do RS. Esse procedimento é realizado com cartazes que contêm informações gerais da OBF e no contato com professores e alunos. 2) É disponibilizado um endereço eletrônico para que professores e alunos remetam suas dúvidas. 3) A Coordenação Estadual é responsável pela aplicação das provas da 2ª e 3ª fase. Nas três etapas, além de professores universitários, participam também alunos do curso de Licenciatura em Física da UFSM, que, ao se integrarem ao processo, adquirem experiência como futuros profissionais. No ano de 2008, alguns resultados dos participantes do RS são descritos a seguir, através de uma comparação entre escolas públicas e particulares quanto ao desempenho. Na primeira fase, nas três séries do ensino médio, as escolas particulares apresentaram uma média de acertos ligeiramente superior à das escolas públicas. Na 1ª Série foram 5 acertos, em média, das escolas particulares contra 4 acertos das escolas públicas. Na 2ª Série, 4,5 acertos, em média, das particulares contra 3,5 das públicas. E na 3ª Série, 5 acertos, em média, das escolas particulares contra 3,5 acertos das escolas públicas. Na oitava série do ensino fundamental, contudo, o ranking se inverteu. As escolas públicas obtiveram 6 acertos, em média, contra 5 acertos das escolas particulares. Em todos os casos observa-se que a média de acertos é baixa para um total de 20 questões. Na segunda fase da OBF 2008, a porcentagem de alunos de escolas públicas e particulares aprovados foi bastante diferente. No ensino médio, entre 12,8 a 15,9% dos alunos de escolas públicas foram aprovados, dependendo da série, enquanto que nas escolas particulares o percentual ficou entre 31,5 a 36,9%, um valor entre o dobro e o triplo de aprovação. Também na 8ª Série do ensino fundamental a aprovação na segunda fase foi maior para as escolas particulares: 53% contra 41,7%. Comparando-se ainda o aproveitamento dos estudantes gaúchos com a média nacional, observa-se que a parcela de estudantes do Rio Grande do Sul que tem bom aproveitamento nas duas primeiras fases da OBF é compatível com a média nacional. Como um dos objetivos da OBF é contribuir para o aperfeiçoamento dos currículos escolares, é necessária uma discussão ampla dos resultados e um aumento do número de participantes a cada ano.

**Apoio:** Programa FIEIX - UFSM 2008.

**Palavras-chave:** olimpíada brasileira de física (OBF), exames nacionais, escolas públicas, escolas particulares.

## MANTENDO O EQUILÍBRIO

**Grasiele Ruiz Silva** [grasiruib@yahoo.com.br]

**Rúbia da Costa Santana** [rubia.c.santana@hotmail.com]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física, FURG, Rio Grande, RS*

É apresentado um relato do projeto de oficina “Mantendo o Equilíbrio”, realizado com estudantes da 3ª Série do Ensino Fundamental de uma instituição pública do município do Rio Grande, RS. Essa oficina foi organizada por acadêmicos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande. A oficina teve como objetivo levar a alunos que ainda não tiveram contato formal com a Física um pouco de informação sobre o tema “Equilíbrio dos Corpos”. Sem utilizar abordagens muito elaboradas, procurou-se incentivar os alunos a procurarem respostas para fatos do cotidiano. O trabalho se deu através de atividades levadas à sala de aula, relacionadas com os conceitos de massa, peso e equilíbrio. No início da oficina solicitou-se que os estudantes tentassem tocar seus pés com as mãos, sem dobrar os joelhos. Após realizarem o movimento, que a maioria efetuou com facilidade, foi sugerido que eles repetissem o movimento, porém com o quadril encostado na parede. Neste caso eles não conseguiram concluir a atividade, por falta de equilíbrio. Na continuação foi proposto um novo desafio. Desta vez os alunos deveriam encostar o ombro, o quadril e uma das pernas na parede e, então, tentar erguer, sem dobrar os joelhos, a perna livre. Nova impossibilidade. Foi estabelecida, deste modo, uma relação desta atividade com a anterior e, logo após, eles a repetiram afastados da parede. Desta vez perceberam que é necessário movimentar todo o corpo para permanecer em equilíbrio. Como terceira atividade, foi feito com que uma bicicleta de brinquedo andasse sobre um barbante. Buscou-se levar aos alunos à compreensão de que para equilibrar a bicicleta é necessário que a parte mais “pesada” esteja abaixo do ponto de apoio, neste caso o barbante. Para que os alunos pudessem compreender mais uma situação de seu dia-a-dia onde o equilíbrio está presente, foi levado a eles uma minigangorra feita de madeira, uma boneca grande e duas pequenas. A seguir, os alunos foram separados em grupos para confeccionar um móvel. No decorrer da montagem, os estudantes perceberam que para manter o móvel em equilíbrio é necessário ajustar o peso dos objetos e o comprimento do barbante. Para encerrar a oficina, foram distribuídas folhas em branco e lápis de cor para que os alunos desenhassem o que acharam mais interessante nas atividades. A observação dos desenhos evidencia que a oficina atingiu os objetivos propostos, já que muitos deles, além de fazerem ilustrações, procuraram explicar onde o equilíbrio estava presente. Os estudantes também demonstraram ter gostado da proposta, ao solicitar que a equipe retornasse com outras atividades.

**Palavras-chave:** equilíbrio, peso, massa.

## **FÍSICA E MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NO CAMPUS JÚLIO DE CASTILHOS**

**Jader da Silva Neto** [jadern@gmail.com]

**Jorge Alex Willes** [awilles@gmail.com]

*Instituto Federal Farroupilha – IFF, Júlio de Castilhos, RS*

O currículo é uma problemática permanente em educação, uma vez que os modelos de educação modificam-se e acarretam mudanças significativas no currículo adotado. Em se tratando de educação profissional, a questão do currículo está mais aflorada do que nunca. A legislação federal, no artigo 4º do decreto nº 5.154/04, determina que a educação profissional técnica de nível médio, nos termos dispostos no § 2º do art. 36, art. 40 e parágrafo único do art. 41 da Lei nº 9.394/96, seja desenvolvida de forma articulada com o ensino médio. Esta articulação pode ocorrer, entre outras formas, na modalidade de ensino integrado, que é oferecido apenas àqueles que já concluíram o ensino fundamental. Os cursos integrados são planejados para conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio, na mesma instituição de ensino, com uma única matrícula. A carga horária total de um curso integrado deve ser assegurar, simultaneamente, o cumprimento das finalidades estabelecidas para a formação geral e as condições de preparação para o exercício de profissões técnicas. Para se adequar a esta modalidade de ensino, proposta pela primeira vez na Lei de Diretrizes e Bases de 1971, faz-se necessário reestruturar os currículos. Não basta apenas aumentar a carga horária total dos cursos e justapor as disciplinas de formação técnica e básica. A expressão da moda é o “currículo integrado”, que numa primeira olhada parece uma questão superada, pelo menos nos planos de curso das instituições. Sem deixar de atender aos mínimos estabelecidos pelos Conselhos de Educação, um currículo deve ser flexível e possível de ser adaptado a várias situações, devendo ser continuamente avaliado e aperfeiçoado em função dos resultados observados. A partir das vivências enquanto professores na rede federal de ensino e de diálogos com colegas de outras instituições, temos visto que tal integração é uma questão ainda não solucionada. Quais conteúdos ensinar? Como integrar os conteúdos? O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Farroupilha, Campus Júlio de Castilhos, oferece, entre outras modalidades de ensino, o curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. Nele, serão desenvolvidos os primeiros ensaios de um trabalho interdisciplinar dos conteúdos de Física e Mecanização Agrícola, cuja execução ocorrerá no segundo semestre de 2009 com duas turmas, totalizando 110 alunos. Os temas envolvem tópicos de Mecânica, nas turmas do primeiro ano, e Termodinâmica, nas turmas do segundo. Espera-se articular o currículo, possibilitando situações reais de aplicação de princípios físicos e a construção colaborativa de aprendizagens vinculadas à realidade do meio rural, onde se insere o Campus Júlio de Castilhos. Esta abordagem interdisciplinar será feita com base em elementos da teoria sociointeracionista de Vygotsky (trabalho colaborativo visando à solução de um problema) e da pedagogia freireana (o processo educativo está vinculado à realidade do educando). A execução ocorrerá nas aulas teóricas nas disciplinas de Física e Mecanização Agrícola e nas aulas práticas, no campo e na oficina, onde os alunos serão conduzidos a situações desafiadoras que exijam a aplicação de seus conhecimentos. A avaliação dos estudantes incluirá a participação nas atividades, a capacidade de resolver problemas nas aulas práticas e uma avaliação escrita dos conteúdos. A avaliação do trabalho desenvolvido constará da análise das respostas dos alunos.

**Palavras-chave:** currículo integrado, ensino de física, educação profissional.

## **REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA DOCENTE DURANTE AS DISCIPLINAS DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE FÍSICA**

**Joecir Palandi** [joecir@gmail.com]

**Dartanhan Baldez Figueiredo** [dartanhanbf@gmail.com]

*Departamento de Física, UFSM, Santa Maria, RS*

**Carla Moraes** [fiscarla@yahoo.com.br]

**Silvana Maldaner** [silvana.maldaner@gmail.com]

O curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria tem quatro disciplinas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física. A sequência didática dessas disciplinas permite ao acadêmico conhecer a estrutura organizacional e didática da escola, elaborar um pré-planejamento das aulas, transformar esse pré-planejamento em plano de curso, com as aulas preparadas uma a uma, e executar esse plano frente aos alunos da turma escolhida. O resultado de todo esse trabalho não é o mesmo sem as discussões com o professor orientador, que contribuem enormemente para que o acadêmico aprenda significativamente os conteúdos que vai lecionar e que já deveriam ter sido aprendidos. Pretendemos fazer aqui uma reflexão sobre as atividades realizadas nestas disciplinas, no Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, no período de Março de 2007 a Dezembro de 2008. Neste colégio, as vagas são bastante disputadas e a seleção dos alunos é feita através de provas escritas nos moldes de um vestibular. Desta forma, os alunos têm conhecimentos acima da média. De modo geral, os professores que atuam no ensino médio trabalham os conteúdos de Física sem rigor conceitual e privilegiam a solução de exercícios e problemas em detrimento da discussão dos conceitos, dos princípios e das leis que governam os fenômenos. No planejamento e na execução das aulas, optou-se por uma estratégia que inverte essa lógica. Trabalhamos um ou dois exercícios de aplicação por aula, privilegiando a discussão conceitual aprofundada e, por isso mesmo, demorada, dos princípios e leis e de como eles operam no interior dos fenômenos. Trabalhamos sistematicamente, sempre através do diálogo e com rigor, a interpretação do esqueleto matemático, a notação, o vocabulário e as representações por gráficos e figuras, observando as escalas apropriadas. Conforme a conveniência, trabalhamos integrando teoria e experimento. O resultado foi altamente satisfatório. A partir da décima aula, os alunos passaram a tomar a iniciativa de desenhar no quadro, tentar discutir sozinhos as situações propostas, exigir uns dos outros e da professora estagiária o uso correto dos termos técnicos e das proporções nos desenhos e em outras representações. A partir de então, e na maior parte das aulas, o papel da professora estagiária passou a ser apenas o de propor o tema de estudo e orientar a discussão. À medida que as aulas planejadas iam sendo executadas, com seus acertos e erros, a interação com os alunos, as discussões com o professor orientador e a reflexão pessoal permitiram estabelecer as seguintes asserções: (i) O diálogo em sala de aula é fundamental para que o professor possa avaliar o alcance do conhecimento dos alunos e saber onde e como ancorar os novos conteúdos a serem trabalhados. (ii) As aulas desenvolvidas apenas com giz e quadro-negro devem ter uma estrutura lógica adequada às capacidades cognitivas dos alunos, com exemplos e exercícios de aplicação concretos e relacionados a situações do cotidiano. (iii) Experimentos pode substituir exercícios de aplicação, motivam os alunos e permitem construir diálogos focados nos conteúdos. (iv) Aulas exclusivamente de exercícios não são produtivas. Portanto, o processo ensino-aprendizagem foi estabelecido, a professora estagiária e os alunos compartilharam e construíram, juntos, o conhecimento.

**Palavras-chave:** estágio supervisionado, ensino de física, discussão conceitual.

## **O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA SITUAÇÃO DE ESTUDO: CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL**

**Karine Raquel Halmenschlager** [karinehl@hotmail.com]

**Carlos Alberto Souza** [carlosal@ced.ufsc.br]

*Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, UFSC, Florianópolis, SC*

No final do século passado, a abordagem histórico-cultural, balizada principalmente em Vygotsky, passou a ser discutida no âmbito da educação em ciências, em busca da compreensão do processo pedagógico escolar. Considerando esse referencial teórico, e de forma especial a significação conceitual, a partir do ano de 2000, a proposta curricular denominada Situação de Estudo (SE) foi pensada pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Gipesc-Unijuí) com a pretensão de atender as novas demandas propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais (PCN-CN), contemplando Temas Transversais e Eixos Temáticos. Essa modalidade de currículo considera aspectos da vivência dos alunos, da comunidade escolar e da ciência e tecnologia que são amplamente discutidos no contexto do ensino de Ciências. Assim, a SE vem sendo desenvolvida e avaliada em escolas da rede particular e pública de Ijuí, RS, por meio da Integração Universidade-Escola, a exemplo do trabalho desenvolvido no Centro de Educação Básica Francisco de Assis (EFA). Nessa escola, as SE são elaboradas e desenvolvidas no ensino fundamental e médio. A (re)construção do currículo do ensino médio envolve os componentes curriculares de Física, Química e Biologia, configurando-se como proposta interdisciplinar, que pode ser entendida como um projeto de estudo realizado em um trimestre. Os temas estudados no primeiro ano são "Ar Atmosférico", "Água e Vida" e "De alguma forma tudo se move". No segundo ano as SE são intituladas "No escuro todos os gatos são pardos" e "Interconversões de matéria e energia nos aspectos biofísicos, biológicos e tecnológicos". Destaca-se que os professores da escola, em conjunto com os integrantes do Gipesc-Unijuí, realizam a escolha das temáticas a serem abordadas, em que os conteúdos de Física são trabalhados para entendimento da situação proposta e com isso, permitem a contextualização e o rompimento, pelo menos de forma parcial, com a linearidade e fragmentação dos conteúdos. Desenvolvidos sob essa perspectiva, os conceitos físicos são retomados e ressignificados favorecendo a apropriação desses conceitos pelo estudante. Entende-se que essa proposta apresenta avanços em relação ao ensino de Física tradicional desenvolvido na maioria das escolas brasileiras, em que predomina a transmissão e recepção de conteúdos. No entanto, também apresenta alguns limites a serem superados, como o fato dos temas serem escolhidos sem o envolvimento de toda comunidade escolar. Nesse sentido, defende-se a necessidade da investigação da realidade para a abordagem de temas significativos para os estudantes, o que pode potencializar de forma efetiva o processo de ensino-aprendizagem.

**Apoio:** CAPES.

**Palavras-chave:** situação de estudo, abordagem histórico-cultural, ensino de física.

## **OFICINA DE COSMOLOGIA: EXPANSÃO DE CONHECIMENTOS**

**Kellen Alves Pascoal** [kellenpascoal@hotmail.com]

**Roger Quadrado Cardoso** [xunga79@hotmail.com]

**Maurício Iriart Larroza** [m-larroza@hotmail.com]

**Luis Augusto Souza Martins** [luausoma@yahoo.com]

**Marcos Alexandre Dullius** [madullius@hotmail.com]

**Cecília Petinga Irala** [cissabach@hotmail.com]

**Patrícia Hepp Xavier** [pati.hepp@hotmail.com]

**Luis Ricardo Moretto Tusnski** [lrtusnski@gmail.com]

**Ana Paula Santos Pereira** [anasanper@yahoo.com.br]

**Jean Marcel de Almeida Espinoza** [espinoza.almeida@gmail.com]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF, FURG, Rio Grande, RS*

Boa parte da Física ensinada nas escolas de ensino médio ainda se resume a conhecimentos clássicos, muitos deles desatualizados, dos quais temas de Física Moderna e Contemporânea não fazem parte. Nessa realidade, percebemos que os conteúdos de Astronomia são pouco explorados, ou então nem são trabalhados. Por isso sentimos a necessidade de uma proposta de ensino que aprofunde o conhecimento de Física nessa área. Neste contexto é que propomos a criação de uma Oficina de Cosmologia com o objetivo de abordar os seguintes temas pertinentes: sistema solar, órbitas dos planetas, estações do ano, fases da Lua, eclipses, pólos geográficos, pólos magnéticos, constelações e cosmologia. Para favorecer o aprendizado, as aulas serão compostas principalmente de atividades experimentais. Como método, aplicaremos no início do curso um teste para avaliar os conhecimentos intuitivos dos alunos. Após o término da oficina, faremos um questionário sobre os assuntos abordados. Espera-se, assim, que os tópicos relacionados a Cosmologia tornem-se cientificamente esclarecidos aos alunos do ensino médio, servindo, também, como exemplo didático inovador para a abordagem de outros conceitos de Física.

**Palavras-chave:** ensino de física, cosmologia.

## **NOÇÃO DE REFERENCIAL: UMA INTERAÇÃO COGNITIVA ENTRE A MECÂNICA NEWTONIANA E A RELATIVÍSTICA**

**Lisete Funari Dias** [lisetefd@terra.com.br]

**Trieste dos Santos Freire Ricci** [ricci@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

**Álvaro Leonardi Ayala Filho** [ayalafilho@gmail.com]

*Departamento de Física, UFPEL, Pelotas, RS*

É proposto um conjunto de estratégias para enfrentar os obstáculos epistemológicos à aprendizagem da Teoria da Relatividade Restrita (TRR), baseadas na noção de perfil conceitual de referencial (AYALA & FREZZA, 2007). Perfil conceitual (MORTIMER, 1995) é um modelo usado para compreender a evolução conceitual em sala de aula, que parte da noção de perfil epistemológico de Bachelard, mas inclui as concepções ontológicas e metafísicas como elementos definidores de cada região do perfil. O perfil conceitual de referencial é estabelecido em três regiões: (I) a do senso comum, em que predominam as noções “pré-galileanas” de movimento, com a existência de um referencial absoluto associado ao próprio sujeito cognoscente; (II) a da relatividade galileana, que inclui os conceitos de adição de movimento e de referencial como um sistema de coordenadas cartesianas, mantendo a metafísica newtoniana de espaço e tempo absolutos; (III) a de referencial relativístico, que mantém as coordenadas cartesianas, mas inclui um conjunto de observadores munidos de relógios em cada ponto do espaço, podendo estabelecer um padrão único de tempo, que deve eliminar, portanto, as noções de espaço e tempo absolutos. Nesta perspectiva, consideramos que o processo de aprendizagem da TRR está associado à consolidação da região newtoniana do perfil e à criação da região III, ontológica e epistemologicamente diferenciada das outras duas regiões. Entende-se que este processo seja estabelecido em termos de três objetivos: a) Explicitar as concepções dos alunos, procurando situá-las no perfil conceitual de referencial; b) Conscientizar cada aluno sobre a sua noção de referencial; c) Desenvolver a região do perfil conceitual de referencial associada à TRR, acompanhado de um processo progressivo de diferenciação, individualização e integração das três regiões. Para tanto será desenvolvido um conjunto de ações: a) Aplicação de um pré-teste, que visa detectar as concepções prévias dos alunos; b) Explicitação e interpretação das concepções evidenciadas nos testes; c) Discussão teórica do tema e apresentação de animações construídas com o software *Modellus* para ilustrar o conceito; d) Discussão do pré-teste, procurando diferenciar a concepção do aluno da cientificamente aceita; e) Aplicação de um pós-teste, sendo a análise facultativa dependendo da estratégia de ensino utilizada na etapa. A cada etapa, deve ser aplicado um pós-teste, para introduzir questões que interessam à próxima etapa, sendo considerado como pré-teste da etapa seguinte. Também salientamos que a consolidação da região newtoniana do perfil, assim como a construção da região relativística, se dá durante o aprendizado dos diversos aspectos da cinemática relativística. As animações têm uma função mediadora da aprendizagem, pois o estudo de conceitos da TRR faz uso de situações imaginárias e difíceis de serem compreendidas pelo estudante de ensino médio. Inicialmente, a aplicação está sendo feita com alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas. O material instrucional desenvolvido, composto de um roteiro de atividades para o professor e de animações, constituem o produto educacional exigido pelo Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS.

**Palavras-chave:** perfil conceitual, relatividade restrita, referencial galileano, animações.

## USO DA VIDEOANÁLISE COMO RECURSO PARA O ESTUDO DA CINEMÁTICA

**Lúcia Irala Leitão** [lucia.irala@unipampa.edu.br]  
**Fábio Saraiva da Rocha** [fabio.rocha@unipampa.edu.br]

*Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS*

Atualmente existem diversas formas de utilizar recursos de informática e eletrônica para trabalhar conceitos de física nos diferentes níveis de ensino. Com a popularização dos computadores e de outros aparatos tecnológicos disponíveis hoje em dia, introduzir novas tecnologias na educação pode ser uma tarefa de relativo baixo custo financeiro e que desperte um alto grau de motivação para o estudo da física experimental, por parte de uma classe de alunos. Neste trabalho, apresentamos um exemplo de como uma câmera digital, uma *webcam* ou um simples telefone celular com câmera de vídeo, associado ao uso de um computador, podem ser utilizados como sofisticadas ferramentas de análise para criar representações gráficas de movimentos da cinemática. Uma análise de vídeo pode ser alcançada através do uso de programas computacionais (licenciados ou livres) que importam diversos formatos de vídeo e fornecem a condição de observar, quadro a quadro, numa base de tempo, o que acontece em uma experiência filmada de um evento físico do mundo real. A interpretação dos dados coletados na videoanálise permite alcançar uma boa descrição de posição, velocidade e aceleração do centro de massa de um móvel em função do tempo. A proposta de inserção da videoanálise como ferramenta de estudo em física experimental foi implementada com duas turmas de alunos da disciplina de Laboratório de Física I, oferecida aos diversos cursos de Engenharia, do Campus Bagé da Universidade Federal do Pampa (Unipampa). As turmas de alunos utilizaram a técnica conjuntamente com um sensor "photogate" tradicional para estudar grandezas físicas envolvidas com a cinemática translacional, rotacional e a conservação de energia de um sistema mecânico. A experiência em si consiste em promover um rolamento (sem escorregamento) de um corpo esférico por um trilho inclinado até ocorrer um lançamento oblíquo no trecho final do percurso. Apresentamos também alguns aspectos relativos à percepção dos alunos em relação à nova técnica de análise do experimento físico realizado no próprio laboratório de ensino.

**Palavras-chave:** laboratório de ensino, filmagem de experimentos, videoanálise, cinemática.

## **UMA ABORDAGEM LÚDICA À FÍSICA MODERNA, ELETRICIDADE, MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO**

**Mara Fernanda Parisoto** [marafernandakiss@yahoo.com.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

O presente trabalho trata de um tema atual e interdisciplinar: o uso de jogos no ensino da Física. O processo de ensino-aprendizagem de Física pode envolver e articular conceitos de diversas áreas como Artes, Biologia, Psicologia, Física e Matemática e, por isso, tem bastante potencial para ser trabalhado de forma interdisciplinar. O principal objetivo deste trabalho foi o desenvolver uma proposta alternativa para ensinar conceitos de Física, especialmente os relacionados ao terceiro ano do ensino médio, sobre tópicos de: eletricidade, magnetismo, eletromagnetismo e física moderna, pois através da experiência em sala de aula foi possível perceber maior dificuldade nesse nível de ensino. Na proposta, explora-se um meio de introduzir conteúdos no ensino médio de maneira lúdica e divertida, partindo do que possa motivar a curiosidade e surpreender os alunos. Procurou-se, para tanto, desenvolver jogos didáticos específicos para o ensino da Física, capazes de explicar conceitos e leis físicas sobre os temas listados. A metodologia de trabalho incluiu cinco etapas: 1) Estudo teórico; 2) Seleção de jogos que pudessem servir ao intuito de construir jogos semelhantes, mas que permitissem trabalhar conceitos de Física; 3) Construção e/ou adaptação dos jogos selecionados; 4) Organização de propostas de aulas a partir desses jogos.; 5) Testagem dos materiais nas aulas e avaliação. Apesar dos aspectos motivacionais e lúdicos da proposta, é importante salientar que esses materiais por si só não melhoram as aulas. Eles somente podem vir a ser úteis na medida em que os professores os utilizem como instrumentos para mediar o processo de ensinar e aprender.

**Apoio:** CAPES e FAPERGS.

**Palavras-chave:** jogos didáticos, ensino de física, interdisciplinaridade.

**RELATIVIDADE – UMA PRÁTICA NÃO-CONVENCIONAL NO ENSINO MÉDIO****Marília Britto Corrêa** [marry-britto@hotmail.com]**Eduardo Fontes Henriques** [efontes\_henriques@hotmail.com]*Instituto de Física, UFPEL, Pelotas, RS*

A teoria da relatividade é um corpo de conceitos que faz parte da Física Moderna (FEYNMAN, 1987), uma das áreas da física do séc. XX, em contraposição ao que se conhece como a Física Clássica, amplamente desenvolvida nos séculos XVII a XIX. Ainda hoje, a teoria da relatividade não é normalmente estudada no ensino médio. Na atualidade existem, porém, grandes discussões a respeito da necessidade de uma reformulação do currículo escolar para a inclusão deste e de outros tópicos contemporâneos da Física (OSTERMANN & MOREIRA, 2000). A importância do tema tem sido percebida no debate sobre o ensino de Física no Brasil e no mundo. A esse respeito, lembramos que o Projeto de Ensino de Física (PEF, 1969) já incluía tópicos sobre a relatividade. A discussão é bastante atual e algumas escolas vêm inserindo o assunto em seus currículos e planos de ensino. A presente pesquisa concentrou-se na revisão da literatura, através da consulta de livros didáticos do ensino médio e artigos publicados em periódicos especializados em ensino de física no Brasil. Também foi feita uma análise das provas dos vestibulares da região (UFPEL e FURG, 2005 a 2007) e das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM, 2005 a 2007) e, por último, foram analisados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). O objetivo é o de iniciar um levantamento sobre o modo como está sendo abordada a teoria da relatividade nestes materiais e referenciais, bem como acompanhar sua inserção nas escolas de ensino médio. No primeiro momento, os artigos foram analisados e relacionados ao objetivo do trabalho. Verificou-se que já existem pesquisas que se preocupam com o material que pode ser utilizado e com o comportamento dos alunos ao receberem essas informações (KARAM *et al.*, 2006; OSTERMANN & MOREIRA, 2000; CAVALCANTI & TAVOLARO, 2001), mostrando que os estudantes trazem da física clássica muitas concepções alternativas sobre os princípios básicos que servem de alicerce para a relatividade. Em relação aos livros didáticos, existem alguns que se preocupam em introduzir o assunto relacionando-o com tópicos da física clássica (ALVARENGA & MÁXIMO, 2006). Outros autores preferem dedicar um capítulo específico ao tema (AMALDI, 1997; HEWITT, 2002) ou trazer textos complementares que abordam sucintamente aspectos relacionados à relatividade (PARANÁ, 2002; GONÇALVES FILHO & TOSCANO, 2002). Um caso especial é o do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF, 1993) que, por conceber uma abordagem da física através de situações do cotidiano, não parece trabalhar a relatividade de uma forma explícita. No segundo momento, analisando as provas dos vestibulares da UFPEL e da FURG, percebeu-se que este tema costuma ser pouco exigido, aparecendo raramente nas questões. Nas provas do ENEM não há menção explícita ao assunto. Os PCN trazem uma nova proposta de ensino de física, voltada para a realidade dos alunos e que possibilite explicar sua vida cotidiana. A partir do material pesquisado, foi percebido que a teoria da relatividade ainda não é um assunto presente no ensino médio. Talvez uma das razões para essa omissão seja sua complexidade, ou ainda por ser muito difícil a mudança do pensamento clássico para o relativístico. Contudo, a incorporação da relatividade no ensino médio é de fundamental importância, como os PCN já propõem, para uma melhor e mais profunda compreensão do mundo que nos cerca.

**Palavras-chave:** relatividade, inserção da física moderna no ensino médio, livros didáticos.

## **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MOVIMENTOS**

**Matheus Leidens** [matheus\_leidens@hotmail.com]

**Tanise Paula Novello** [tanisenovello@furg.br]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física, FURG, Rio Grande, RS*

Uma aula que parte de um tema estruturador<sup>1</sup> é mais motivadora, tanto para o professor que a elabora e orienta, quanto para os alunos, pois possibilita que todos aprendam interagindo. Neste tipo de aula, a construção de conhecimentos e de significados se dá através de ações concretas, pelas interações e discussões, envolvendo alunos e professor, que serão criadas pelo tema. O tema estruturador oportuniza ao estudante dar sentido aos fenômenos físicos estudados e desenvolver competências e habilidades para lidar com as situações cotidianas. Nesse sentido, no ano de 2008, na disciplina de Didática Geral do curso de Física da FURG, foi desenvolvida uma proposta de ensino utilizando temas estruturadores. Elaborada a partir de atividades experimentais, e dirigida a estudantes do ensino médio e fundamental, a proposta visou a compreensão de alguns conceitos de física. As diversas oficinas foram elaboradas por grupos de no máximo três acadêmicos e foram realizadas em escolas públicas da cidade de Rio Grande, RS. A oficina aqui detalhada foi direcionada para o primeiro ano do ensino médio e teve como tema estruturador “os foguetes e o carrossel”. Buscando-se compreender o funcionamento desses experimentos, abordou-se os conceitos de força de atrito, força elástica, velocidade, deslocamento, aceleração, movimentos de projéteis, pressão, trabalho e conservação de energia. A oficina começou com a discussão de exemplos de como estes conceitos estão presentes em nosso cotidiano. A fim de conhecer as ideias prévias dos alunos, foram feitos questionamentos sobre como eles explicam esses experimentos, como entendem e aplicam as teorias físicas. Foi perguntado, por exemplo: Como um foguete é lançado para o espaço? Como um míssil é disparado? Como um carrinho à corda funciona? Porque devemos dar corda em um relógio? Após os questionamentos, foram trabalhados aspectos interdisciplinares, relacionando materiais e princípios físicos com questões de meio ambiente e reciclagem. Isso foi potencializado porque nos experimentos foram utilizados materiais de baixo custo, recicláveis, mas que não apresentavam perigo à integridade física dos alunos. O primeiro experimento foi a criação de um protótipo de um foguete e o segundo, de um carrossel. Durante o desenvolvimento dos experimentos foi possível observar a alegria e a interação dos alunos, a integração entre os estudantes nos grupos, além do desejo e interesse de todos em participar do desenvolvimento das atividades. Também permitiu-se que os alunos sugerissem modificações para melhorar a prática. Através dessa oficina procurou-se dar visibilidade aos conceitos teóricos, promovendo seu aprendizado através de um tema estruturador e de experimentos concretos. O objetivo da oficina foi, então, plenamente atingido.

**Palavras-chave:** experimentos, ensino-aprendizagem, tema estruturador.

---

<sup>1</sup> O tema estruturador é entendido no contexto dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que propõem sua utilização. Ele permite contemplar o caráter informativo, integrando a história dos acontecimentos, resgatando fatos e pessoas que pouco são lembradas pelas suas descobertas e que perdem a importância frente a outros acontecimentos ou o próprio avanço tecnológico.

## **RESULTADOS DA PRÁTICA EM SALA DE AULA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENSINO DE FÍSICA**

**Joecir Palandi** [joecir@gmail.com]

**Dartanhan Baldez Figueiredo** [dartanhanbf@gmail.com]

*Departamento de Física, UFSM, Santa Maria, RS*

**Melina Scheneider Bastos** [melscheneider@yahoo.com.br]

O curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria tem quatro disciplinas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física. Na primeira disciplina, o acadêmico deve conhecer clara e completamente os mecanismos de funcionamento de uma escola de nível médio. Na segunda, ele deve realizar um pré-planejamento do conjunto de aulas que ministrará aos alunos da turma previamente escolhida nessa escola. Na terceira, ele deve finalizar o planejamento e escrever as aulas uma a uma. Finalmente, na quarta, ele deve executar as aulas frente aos alunos da turma selecionada. O presente trabalho tem como finalidade apontar algumas conclusões que puderam ser tiradas das atividades realizadas durante as duas últimas disciplinas de estágio no Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, no segundo semestre de 2008 e no primeiro semestre de 2009. Os conteúdos abordados foram os de Cinemática e Leis de Newton. As aulas foram planejadas e conduzidas de modo a: (i) privilegiar o diálogo professor-aluno, mesmo que isso significasse discutir conteúdos de séries ou bimestres anteriores; (ii) desenvolver atividades de integração teoria-experimento sempre que conveniente do ponto de vista didático e (iii) trabalhar mais demoradamente e com maior rigor os conceitos e as leis físicas, em detrimento da resolução exaustiva de exercícios e problemas numéricos. As seguintes conclusões parecem emergir da análise dos resultados da metodologia descrita. Em primeiro lugar, o processo de ensino-aprendizagem se estabelece a partir do momento em que os alunos começam a participar das discussões em sala de aula e essa participação aparece quando os conteúdos são desenvolvidos no contexto de um fenômeno interessante, mesmo que fora do cotidiano dos alunos, ou no contexto de um experimento simples. Em segundo lugar, os alunos desenvolvem a capacidade de realizar análises críticas se os conteúdos são trabalhados com rigor científico e também com a explicitação de todos os elos lógicos nas discussões e nas explicações dos fenômenos. Essa capacidade se manifesta nas cobranças que os alunos fazem uns aos outros e ao professor quanto à clareza nas explicações e no rigor da linguagem e se manifesta também na qualidade das questões que eles levantam durante o trabalho em sala de aula. Como corolário, os alunos mostram significativa melhora no modo como se expressam verbalmente e por escrito, por exemplo, nos pequenos textos que respondem às questões conceituais das avaliações. Em terceiro lugar, as simplificações na apresentação dos conteúdos, presentes nos livros didáticos e nas atividades de sala de aula de uma parcela significativa dos professores em exercício, que prejudicam tanto o rigor conceitual quanto o rigor matemático, não se justificam. Os alunos do ensino médio podem apresentar dificuldades iniciais na compreensão dos conteúdos quando são sobrecarregados, por assim dizer, com essas exigências de rigor, mas através da discussão consistente e constante eles terminam por construir o conhecimento de forma apropriada. Desta forma, a conclusão geral que se impõe como consequência da metodologia proposta para o trabalho em sala de aula é que o processo de ensino-aprendizagem se estabeleceu de modo bastante satisfatório.

**Palavras-chave:** estágio supervisionado, ensino de física, discussão conceitual.

## **REALIZAÇÃO DE OFICINA DE EXPERIMENTOS SOBRE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

**Patrese Coelho Vieira** [p22.vieira@bol.com.br]  
**Glauber Sampaio dos Santos** [gss.fisica@gmail.com]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física, FURG, Rio Grande, RS*

Diante das diversas novidades tecnológicas que nos circundam, torna-se cada vez mais desafiador capturar a atenção dos estudantes em uma aula de Física, principalmente quando se conta com quadro e giz como únicos recursos. Uma estratégia palpável, mas ainda assim pouco executada, é a utilização de experimentos. O intuito, é claro, é o de aproximar o conteúdo visto pelo aluno na escola de seu cotidiano, instigando sua curiosidade e interesse, demonstrando as aplicabilidades dessa ciência natural. Nesse contexto, em 2008, realizamos um projeto na disciplina de Didática Geral do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Foi proposta aos licenciandos a elaboração de oficinas de experimentos em diferentes áreas da Física, para serem aplicadas em escolas da rede pública do município de Rio Grande, RS. A oficina que descrevemos neste trabalho foi realizada em uma turma de segundo ano da Escola Estadual de Ensino Médio Lília Neves. Foi composta de uma série de experimentos sobre fluidos, construídos com material de baixo custo, com o objetivo de abordar os conceitos de densidade e pressão, principalmente. A metodologia adotada consistiu na divisão dos estudantes em grupos, visando a interação e discussão sobre os experimentos demonstrados pelos monitores. Foi, também, solicitado que os estudantes respondessem a questões após cada exposição. A oficina foi desenvolvida em dois dias, totalizando duas horas-aula. No segundo dia os estudantes puderam participar mais ativamente das tarefas. A espontaneidade e o engajamento dos alunos foram perceptíveis durante o transcorrer da oficina, demonstrando sua apropriação dos temas levantados, algo que pode ser confirmado ao se analisar as opiniões emitidas pelos alunos sobre as atividades. Neste trabalho, apresentamos ainda uma análise dos resultados obtidos pela turma após a realização da oficina, motivando a utilização deste tipo de abordagem no ensino de Física.

**Apoio:** CAPES.

**Palavras-chave:** ensino de física, experimentos, estratégias de ensino.

## VÍDEOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA

**Priscila Caroline Nunes de Oliveira** [prifisica@hotmail.com]

**Dartanhan Baldez Figueiredo** [dartanhanbf@gmail.com]

**Marcos Paulo Albarello Friedrich** [marcos\_friedrich@yahoo.com.br]

*Departamento de Física, UFSM, Santa Maria, RS*

Os livros didáticos de física buscam explicar os conceitos físicos, mas eles nem sempre ficam claros para os alunos do ensino médio, podendo dificultar o processo de aprendizagem ao invés de auxiliá-lo. Nesse cenário, foi elaborado um projeto de ensino de Física com os objetivos de: (i) Fazer a integração da teoria com o experimento; (ii) Elaborar um vídeo didático; (iii) Inserir acadêmicos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria na atual realidade escolar; (iv) Atuar no processo ensino-aprendizagem em sala de aula; (v) Promover a ampliação do nível de conhecimento dos acadêmicos; (vi) Elaborar um módulo didático referente às forças de atrito associadas a superfícies secas. O projeto teve como público-alvo estudantes do primeiro ano do ensino médio. Após um estudo detalhado sobre forças de atrito, foi construído um roteiro para o vídeo didático. Foi realizada e filmada uma atividade experimental seguindo um roteiro elaborado pelos acadêmicos. Na atividade experimental foram utilizados os seguintes materiais: prancha e bloco de madeira, sargento, fio, mola e uma tábua onde se colou um papel milimetrado. À medida que a atividade experimental era realizada, imagens do experimento foram capturadas, sendo posteriormente editadas utilizando um software específico. Finalizado o vídeo didático sobre atrito, os acadêmicos o apresentaram em uma escola pública de Santa Maria. Na aula presencial, foi possível fazer a integração teoria-experimento sobre atrito estático seco, despertando a curiosidade e o interesse por parte dos alunos, tornando possível a construção do conhecimento em sala de aula. Através deste projeto os acadêmicos tiveram a possibilidade de utilizar uma nova metodologia para ensinar física. Eles puderam comprovar, verdadeiramente, a possibilidade de tornar uma aula mais atrativa e participativa. Apresentaram uma aula capaz de fazer os alunos visualizar os conceitos físicos utilizando experimentos e não apenas baseados nos relatos encontrados nos livros didáticos. Os resultados obtidos revelaram que a integração teoria-experimento despertou, em alunos e professores, maior interesse e entendimento sobre os conceitos físicos. Pode-se concluir que a produção do vídeo didático é uma ferramenta útil para aprofundar o entendimento dos conceitos físicos, promovendo a integração da teoria com o experimento registrado em vídeo. Possibilita ainda que os estudantes de ensino médio tenham uma maior participação em sala de aula, melhorando sua capacidade de abstração dos conceitos físicos. Além disso, o projeto ainda permitiu que os acadêmicos reforçassem sua formação conceitual e metodológica.

**Palavras-chave:** ensino de física, vídeos didáticos, integração teoria-experimento, forças de atrito.

**TAREFA DE CASA NA SALA DE ESTAR: UM CURTA-METRAGEM SOBRE FÍSICA****Rafael João Ribeiro** [rafaeluepg@hotmail.com]**André Koscianski** [koscianski@utfpr.edu.br]**Sani de Carvalho Rutz da Silva** [sani@utfpr.edu.br]*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Ponta Grossa, PR*

Grande parte dos conteúdos de Física estudados no Ensino Médio envolvem processos dinâmicos. Alguns exemplos são: movimento retilíneo, lançamento balístico e queda livre. Situações de equilíbrio – como balanças e alavancas – são comumente ilustradas também com a ajuda de movimentos. Uma dificuldade em sala de aula é discutir tais conteúdos usando apenas representações estáticas, como figuras no quadro-negro, ou abstratas, como modelos matemáticos. Experimentos em sala podem ajudar nestes casos, mas não estão disponíveis quando o aluno realiza tarefas e revisão de conteúdos em casa. Um recurso capaz de contornar essas barreiras é o vídeo didático. Considerando a sala de estar um local agradável, onde as famílias se reúnem para ver TV, um vídeo educativo pode tirar proveito desse ambiente para envolver o aluno na atividade e diminuir a conotação de 'obrigação' associada às tarefas escolares. Dentro desse princípio, foi criado um curta de animação para apresentar o conceito físico de momento de uma força. O projeto conta com uma animação 3D, em versão de teste, criada com o software *Blender*. O curta de 2 minutos e 30 segundos conta com uma história sem diálogos ou narração, formada por três atos. A história inicia com um personagem tentando trocar o pneu furado da sua caminhonete. Ele não consegue afrouxar o parafuso da roda usando uma chave comum. Ao observar um passarinho pulando sobre uma barra flexível no fundo da cena, lhe ocorre a ideia de usar um cano para alongar a haste da chave de roda. O objetivo da história é instigar uma reflexão introdutória sobre o conceito de momento de uma força. Para testar o vídeo, trabalhamos com três alunos do primeiro ano do ensino médio, que ainda não tiveram aulas sobre o assunto; e dois alunos do terceiro ano do ensino médio. Cada aluno recebeu, em uma sexta-feira, um DVD contendo o curta. Os alunos foram orientados para assistirem na TV de casa, com a tarefa de discutir com os pais qual seria o conceito de física envolvido na história e escrever suas opiniões. Entre os relatos recebidos por email no mesmo final de semana, transcreve-se aqui sem alterações a opinião de um dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio: *"professor, gostei bastante do vídeo, acho que consegui aprender que a força deve ser feita na ponta. Eu acho que a ideia foi passada com sucesso e também acho que mais pessoas deveriam assistir, pois é muito interessante e esses vídeos deixam a aula menos cansativa"*. Uma aluna do terceiro ano do Ensino Médio escreveu: *"Assisti o vídeo e achei uma maneira muito interessante de demonstrar o conteúdo, tornando mais fácil o entendimento a partir de um recurso diferenciado. Fica claro, ainda, como princípios básicos da física podem facilitar situações cotidianas. Tem a ver com o "Princípio da Alavanca", de Arquimedes? Pesquisei aqui, hahaha! Excelente forma de explicar"*. A receptividade dos alunos foi muito boa. Ainda sem aula sobre o assunto, o aluno do primeiro ano refletiu usando seu conhecimento prévio. A aluna do terceiro ano se mostrou motivada a realizar espontaneamente uma pesquisa. Na próxima etapa será produzida uma nova versão do vídeo, mesclando vetores e equações às imagens. O objetivo é aproveitar o interesse do aluno para abordar os aspectos abstratos do conteúdo, buscando uma apresentação intuitiva.

**Palavras-chave:** ensino de física, curta-metragem educativo, tarefa de casa.

## **MODELAGEM COMPUTACIONAL EM CURSOS DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA<sup>1</sup>**

**Rafael Vasques Brandão** [rafael.brandao@ufrgs.br]

**Eliane Angela Veit** [eav@if.ufrgs.br]

**Ives Solano Araujo** [ives@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

A construção do conhecimento na área das Ciências Naturais ancora-se, em grande parte, na modelagem científica, compreendida como o processo de construção, validação e revisão de modelos científicos com o intuito de descrever, explicar e/ou prever padrões e comportamentos de sistemas e processos reais ou supostos como tal. Mais recentemente, a simulação computacional tornou-se um dos pilares desse processo de construção. Os modelos teóricos que sempre tiveram um papel relevante na compreensão da natureza, mediando o processo de teorização da realidade, passaram a ocupar um lugar de destaque ainda maior. Entretanto, os cientistas não possuem receitas a serem seguidas para a construção e implementação de modelos computacionais que contenham fundamento na realidade, dentro de um contexto de validade, com desejável grau de precisão. O que existe são exemplos de modelos mal e bem-sucedidos que orientam esta atividade científica. Analogamente, não há métodos de ensino que garantam a aprendizagem da modelagem computacional com fins didáticos. Existem sim, estratégias e recursos que podem ser utilizados para favorecer a aquisição de competências específicas à modelagem científica, levando em conta aspectos conceituais de seu domínio. No contexto de sala de aula de Ciências é comum um ensino descontextualizado, que não estabelece conexões suficientes entre o mundo real, que é complexo, holístico, e o mundo abstrato, idealizado, que suporta os modelos teóricos. Assim como ocorre na maior parte dos livros didáticos, questões sobre o papel dos modelos científicos, de sua transitoriedade, de suas idealizações e aproximações, contexto de validade e grau de precisão, quando abordadas, buscam motivar o aluno e dar-lhe uma visão geral, mas não se constituem no foco das atenções. Consideramos que o exercício da modelagem computacional no ensino de Ciências<sup>2</sup> pode favorecer não só a resolução de problemas mais complexos como também propiciar uma compreensão de como o conhecimento científico tem evoluído e de que é possível prever, não apenas observar fatos, bem como para a inserção de tópicos contemporâneos, ou mesmo clássicos, porém em maior conexão com a realidade do que os usuais exercícios acadêmicos. Neste trabalho apresentamos alguns exemplos de atividades desenvolvidas em cursos de formação continuada de professores de Física, assim como os recursos e estratégias didáticas empregadas para incentivar a participação reflexiva e colaborativa dos participantes.

**Palavras-chave:** modelos científicos; modelagem computacional aplicada ao ensino de Física; formação continuada de professores.

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no 2<sup>do</sup> Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo: Mecánica e 2<sup>da</sup> Conferencia Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física, em Junho de 2009, La Falda, Córdoba.

<sup>2</sup> Compreendida como a construção e exploração de modelos computacionais que representam modelos didático-científicos.

**O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE TEMAS ESTRUTURADORES****Rafaele Rodrigues de Araújo** [rafaelearaujo@ibest.com.br]**Michele Veleda Lemos** [micheleleemos@ibest.com.br]**Luiz Fernando Mackedanz** [luismackedanz@furg.br]*Instituto de Matemática, Estatística e Física, FURG, Rio Grande, RS*

O presente trabalho começou a ser delineado na disciplina de Atividades de Ensino de Física III, do curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). O professor da disciplina propôs a elaboração de uma aula inaugural para o Ensino Médio a partir de um tema estruturador escolhido pelos licenciandos. Os temas estruturadores foram propostos nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que buscam complementar as ideias apresentadas na proposta original dos PCNEM. Para o ensino de Física são propostos seis temas estruturadores, sendo, neste projeto, escolhido o tema Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia. Utilizando os PCN+ e o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) – onde todo tema é tratado de forma igual nestes três níveis (ACEVEDO DIAZ, 2002)<sup>1</sup> – procurou-se articular as habilidades e competências com os conhecimentos a serem trabalhados. Kawamura e Hosoume (2003, p. 22)<sup>2</sup> ressaltam a inserção de novas propostas no campo da educação, como, por exemplo, os temas estruturadores, e comentam sobre as dificuldades encontradas: “Nas propostas educacionais, está sendo até mesmo introduzido um novo vocabulário, que inclui palavras como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades, apenas para exemplificar algumas, cujos significados vêm pouco a pouco se tornando mais claros, no seu sentido amplo, mas continuam sendo difíceis de serem traduzidos em sala de aula”. Dessa forma, através da aula inaugural proposta, trabalhou-se em algumas escolas de Ensino Médio da cidade do Rio Grande, RS, o que permitiu utilizar um tema gerador, enfatizar a aproximação com o cotidiano dos alunos, realizar experimentos e explicitar os conhecimentos prévios dos estudantes. À primeira vista, esta tarefa parecia ser de fácil execução, porém, ao longo de seu desenvolvimento, percebeu-se que é necessário planejar cuidadosamente essa nova proposta. Em primeiro lugar, ao elaborar a aula de motivação para o estudo do tema estruturador, construiu-se um cronograma para organizar conteúdos e unidades. Na realização do plano de aula, a principal dificuldade encontrada foi a distribuição de conteúdos em cada unidade, pois elas são muito abrangentes. Resolveu-se optar por uma abordagem através de questionamentos, motivadores de discussão, para instigar a curiosidade e fomentar a participação ativa do aluno na aula, buscando construir conhecimento. Preparou-se uma apresentação multimídia, em que cada unidade continha várias perguntas geradoras e aplicações, todas relacionadas ao cotidiano do aluno. Acredita-se que o ensino precisa de grandes mudanças para obter melhores resultados. Tendo isso em vista, o objetivo desse trabalho é aproximar o aluno do professor e promover um ensino de física mais próximo da vida dos alunos, para que eles possam interagir com o meio em que vivem, elaborando relações com a disciplina de física, o meio ambiente e as novas tecnologias.

**Apoio:** CAPES.**Palavras chave:** ensino de física, temas estruturadores, termodinâmica.

<sup>1</sup> **Cambiando la Práctica Docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**, disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>.

<sup>2</sup> A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio, **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

**OBTENÇÃO DA CARGA DO ELÉTRON POR ELETRÓLISE DE ÁGUA COM NaOH****Raquel Silva Thomaz** [thomaz.raquel@gmail.com]**Ricieri Andrella Neto** [ricierian@gmail.com]**Nara Regina de Souza Basso** [nrbass@puhrs.br]**João Bernardes da Rocha Filho** [jbrfilho@puhrs.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - EDUCEM  
Faculdade de Física, PUhrs, Porto Alegre, RS*

Relatamos uma técnica didática de Física que permite a medição da carga elementar por meio da eletrólise da água. O experimento consiste na captura e medição do volume de gás produzido na eletrólise de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH), durante certo tempo, sob determinada corrente elétrica. A técnica envolve eletrodos de grafite introduzidos em condutos previamente perfurados em rolhas plásticas, imersos na solução de NaOH e conectados à fonte de alimentação. A mesma rolha é transpassada por um pequeno tubo responsável pelo escoamento da solução expulsa pela produção dos gases da eletrólise, sendo recolhida em uma proveta graduada. A reação química da eletrólise da água em presença de hidróxido de sódio envolve a produção de oxigênio molecular ( $O_2$ ) no ânodo e hidrogênio molecular ( $H_2$ ) no cátodo. Como átomos de hidrogênio são liberados pela troca de um elétron com o íon hidroxila ( $OH^-$ ) dissolvido na solução, pode-se determinar o número de elétrons que circularam no sistema pela quantidade de moléculas de hidrogênio contidas no volume de gás produzido. A corrente elétrica tende a mudar lentamente durante a realização da eletrólise, em função da alteração da superfície (imersa) dos eletrodos, da temperatura da solução, da concentração de hidróxido de sódio e da tensão aplicada. Logo, a corrente elétrica deve ser medida continuamente e ajustada para que permaneça constante. As medições de corrente elétrica e intervalos de tempo são realizadas, em geral, com o auxílio de instrumentos digitais precisos, portanto, resultados didáticos aceitáveis podem ser obtidos desde que a corrente elétrica varie pouco durante a eletrólise, que o cronômetro seja acionado corretamente, e que a medição do volume gasoso seja feita com atenção. Uma forma prática de definir a duração da eletrólise é estabelecer certo volume de referência como objetivo a ser alcançado (10 ou 25 mL, por exemplo), momento em que o cronômetro é travado e a coleta de dados, encerrada. Em nossas medições, usamos 100 mL de água pura e dez gotas de uma solução de 50% em peso de NaOH. Em números aproximados, cargas de 50 C produzem cerca de 10 mL de gás, ou 125 C produzem 25 mL de gás, que são volumes adequados para uma medição relativamente precisa em provetas pequenas. A carga que circulou pela solução eletrolítica é calculada multiplicando a corrente elétrica e o tempo de realização do experimento. Considerando que dois terços do volume gasoso total correspondem ao hidrogênio molecular, e o terço restante é de oxigênio, é possível calcular o número de moléculas de hidrogênio ( $H_2$ ) contidas no volume. E, finalmente, a carga elementar é calculada dividindo-se a carga total circulante pelo dobro do número de moléculas de  $H_2$  recolhidas, pois são necessários dois elétrons para produzir uma molécula de  $H_2$ . O experimento foi utilizado em aulas de Física do ensino básico e superior, envolve material de fácil obtenção, são obtidos resultados suficientemente precisos (incerteza de 10%) para fins educacionais e sua realização promove a integração de conhecimentos entre a Química e a Física. Um artigo descrevendo este desenvolvimento foi aceito para publicação no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e deverá ser publicado ainda em 2009.

**Palavras-chave:** medição da carga elementar, eletrólise, ensino de ciências.

**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS BASEADO EM PROJETOS  
A PARTIR DO TEMA GERADOR *COMO É A VIDA FORA DA TERRA?***

**Silvio Luiz Rutz da Silva** [rutz@uepg.br]  
**Sabrina Passoni** [sabinapassoni@hotmail.com]  
**André Maurício Brinatti** [brinatti@uepg.br]  
**Jeremias Borges da Silva** [silvajb@uepg.br]

*Departamento de Física, Campus Uvaranas,  
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR*

O século XXI está repleto de novidades. A diversidade tecnológica e a rapidez com que recebemos as informações, nos permitem permanecer em constante aprendizado. Porém, a dificuldade de abstração dos alunos e a falta de aproveitamento dessas informações é uma das dificuldades observada pelos educadores. Neste trabalho apresentamos uma proposta de ensino-aprendizagem baseada em projetos, que oferece aos alunos a oportunidade de aprender a trabalhar em grupo e realizar tarefas e pesquisas, empregando o método científico. Os objetivos propostos são: (i) motivar os alunos ao levantamento de hipóteses para situações, problemas e necessidades encontradas em uma possível viagem para fora da Terra; (ii) levantar uma rede conceitual prévia e por meio dela determinar possíveis temas para os projetos. Para os alunos, significa assumir maior responsabilidade por sua própria aprendizagem, com a compreensão de que o conhecimento que obtiverem, por meio de seu esforço, será muito mais duradouro. A atividade desenvolvida neste trabalho inicia-se com uma apresentação de um tema gerador amplo: “*Como é a vida fora da Terra?*” com o objetivo de desencadear diversos temas para projetos que os próprios alunos desenvolverão. A apresentação fornece subsídios visuais e reflexivos para o surgimento de projetos relacionados ao assunto, além de ser dinâmica, permitindo a participação direta e dialógica dos alunos. Frente às informações e perguntas lançadas durante a apresentação, os alunos visualizam uma diversidade de questões relacionadas à física, química, biologia e astrofísica. As respostas e perguntas dos alunos durante a apresentação permitem elaborar o mapa conceitual do grande grupo, a partir do qual podem ser construídos, então, projetos contemplando temas como: energia solar, construção de uma luneta, isolantes e condutores de calor, caloria dos alimentos, pressão atmosférica, lançamento de um foguete, satélites, entre outros.

**Apoio:** Fundação Araucária – Programa Universidade Sem Fronteiras.

**Palavras-chave:** ensino-aprendizagem, método científico, projetos, tema gerador.

## **DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO DE EXTENSÃO FÍSICA DA UNIVERSIDADE À COMUNIDADE**

**Silvio Luiz Rutz da Silva** [rutz@uepg.br]  
**Luiz Antônio Bastos Bernardes** [bernardes@uepg.br]  
**Antônio José Camargo** [ajcamargo@uepg.br]  
**Luis Américo Alves Pereira** [laapereira@uepg.br]

*Departamento de Física, Campus Uvaranas,  
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR*

O projeto de extensão *Física da Universidade à Comunidade* tem por objetivo a divulgação do conhecimento científico, através de experimentos de Física com caráter interativo. Busca-se, assim, desmistificar a Física demonstrando que ela está presente em nosso cotidiano. Os aspectos principais para os quais buscamos chamar atenção são a divulgação de conhecimentos científicos e suas aplicações tecnológicas que estão presentes em nosso dia-a-dia. Por ocasião da execução do projeto, contamos, nas diversas etapas, com a participação de noventa e cinco monitores, alunos dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física. O projeto *Física da Universidade à Comunidade*, nos últimos anos, vem desenvolvendo ações extensionistas através de exposições em escolas, colégios, praças e ambientes de circulação pública, tais como feiras e shoppings. Idealizado para ser executado na cidade de Ponta Grossa e na região dos Campos Gerais no Paraná, face à sua repercussão, foi convidado, pela Secretaria de Estado de Relações com a Comunidade (SERC) do estado do Paraná, a ser parte integrante do Programa Paraná em Ação, que tem abrangência estadual. A população atendida inclui idosos, crianças, jovens e adultos que, na somatória de todas as etapas, chega à marca de 157.296 pessoas. O perfil sociocultural e educacional desse público também é bastante diverso, incluindo desde pessoas não-escolarizadas até aquelas com cursos universitários. O resultado mais significativo é que as ações do projeto vêm despertando a comunidade do Paraná para a relevância e a importância da Ciência como elemento de geração de conhecimento, desenvolvimento, bem-estar e cidadania para todas as pessoas, independentemente de sua condição sociocultural. Vale ainda ressaltar a oportunidade propiciada aos acadêmicos dos cursos de Física, de interação e integração com a comunidade. Esta atividade permite ensinar e, também, aprender acerca da responsabilidade daqueles que tem a oportunidade de frequentar um curso superior em nosso país.

**Palavras-chave:** divulgação científica, experimentos de física, interação.

## **CONSTRUÇÃO DE UM PLANETÁRIO PARA OFICINAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**Sonia Maria Silva Santos** [soniademourafisica@yahoo.com.br]

**Aline Guerra Dytz** [alinedytz@furg.br]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física, FURG, Rio Grande, RS*

Com o decorrer do tempo, a sociedade passou por transformações e evoluções sociais, econômicas e tecnológicas, acarretando, por sua vez, sensíveis modificações na educação e nas formas de ensinar. Para estar identificada com a sociedade e atender às suas necessidades, a escola tem que acompanhar essas mudanças, ao mesmo tempo em que continua a organizar e construir conhecimento para e com os alunos. Neste trabalho, buscando estimular o interesse dos alunos nas aulas, fizemos uso da curiosidade natural que envolve a Astronomia para, abordando informações e características dos planetas do sistema solar, estabelecer vínculos com o saber cotidiano do aluno. Como motivação, foram utilizadas questões e discussões a respeito do planeta que nos abriga, da Lua e suas fases, de fenômenos como eclipses e seus impactos histórico-culturais, bem como a influência da rotação do planeta em nossa vida, quer dizer, das estações do ano. Muitos destes são fatos observados no cotidiano e estão associados a fenômenos astrofísicos como a posição de astros e as órbitas dos planetas em torno do Sol. Estas associações e a curiosidade nata são estimuladas, mantendo o interesse do estudante na explicação científica. A proposta desenvolvida foi a construção de um miniplanetário, utilizando material reciclável e de baixo custo, e a sua utilização em uma oficina abordando conceitos de Astronomia. A oficina foi realizada com alunos dos ensinos médio e fundamental, em escolas públicas da cidade do Rio Grande, RS. A partir do sistema Sol-Terra-Lua são explicadas as fases da Lua, os eclipses e as estações do ano. Com o Planetário do Sistema Solar completo, são apresentadas as Leis de Kepler, e o aluno pode, também, ter uma visão espacial, em escala da grandeza, do Sistema Solar. A principal característica deste trabalho é a interdisciplinaridade, pois podemos fazer diversas conexões, por exemplo, com a forma como vivemos no planeta Terra, dando especial atenção à necessidade de cuidado com o meio ambiente e da reciclagem de resíduos. Espera-se, com esse projeto, dar visibilidade aos conceitos físicos, promovendo a construção do aprendizado através da associação entre teoria e experimentos concretos, complementando, assim, o ensino tradicional, em que o teórico costuma vir em primeiro lugar ou até mesmo ser o único recurso didático utilizado.

**Apoio:** CAPES.

**Palavras-chave:** astronomia, planetário, estratégias de ensino.

## REPRESENTAÇÕES SOCIAIS COMO SUBSUNÇORES EM FÍSICA<sup>1</sup>

### Social Representations as Subsumers in Physics

**Thaís Rafaela Hilger** [thais.hilger@ufrgs.br]

**Marco Antonio Moreira** [moreira@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS*

Este trabalho trata da investigação preliminar de possíveis representações sociais a respeito do conceito de Física Quântica em diferentes grupos sociais, como, por exemplo, estudantes de Física e de Ensino Médio. O objetivo é identificar e caracterizar estas representações utilizando análise estatística multidimensional de dados obtidos a partir da aplicação de questionários com testes de associação de palavras e associação numérica. Levando em consideração que meios de divulgação, como mídia, livros e revistas, auxiliam a propagação de conceitos científicos – ou quase científicos – e influenciam o conhecimento das pessoas, levando à formação de representações sociais, se faz necessário investigar qual o significado atribuído a tais conceitos nessas representações. A compreensão das representações sociais pode auxiliar no contexto da aprendizagem significativa, já que podem atuar como subsunçores juntamente com outras ideias que compõem a ecologia representacional mental do aprendiz. No curso de Física, em particular, o conceito prévio muitas vezes não corresponde ao conceito cientificamente aceito e pode gerar dificuldades ou até mesmo obstáculos epistemológicos na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006). Na Física Moderna, por exemplo, alguns autores estão associando o conceito de Física Quântica a fenômenos e objetos de um universo que não corresponde ao domínio de validade da teoria em questão, daí a necessidade da identificação das possíveis representações sociais da Física Quântica que poderão funcionar como subsunçores (inadequados) para a aprendizagem significativa nessa área.

**Apoio:** CAPES.

**Palavras-chave:** aprendizagem significativa, representações sociais, física quântica.

### Referências

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge:** a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua interpretação em sala de aula.** Brasília: Editora da UnB, 2006.

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no 2º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Canela, RS, 2008.

# **RELAÇÃO DOS MINICURSOS E OFICINAS**



## **MM 1. O ESTUDO DE TÓPICOS DE FÍSICA UTILIZANDO UM AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL QUANTITATIVA**

**Ministrante:** Elias Gonçalves

**Instituição:** Coordenadoria de Ciência e Tecnologia – Física, Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Vitória, ES

**Resumo:** A proposta deste minicurso é apresentar sugestões de uma sequência de atividades para o ensino de Física com a utilização de um Ambiente de Modelagem Computacional Quantitativo e tem como objetivo investigar a integração das tecnologias de informação e comunicação através dos conceitos de modelos e modelagem, visando o desenvolvimento e a avaliação de estratégias para a sua utilização nos processos de ensino e aprendizagem e a inovação curricular para estudantes do Ensino Médio. As atividades propostas para o curso abordarão os seguintes tópicos de física: movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, queda livre, lançamento oblíquo, queda com resistência do ar e movimento harmônico simples. O Ambiente de Modelagem Computacional que será utilizado para o desenvolvimento do minicurso será o VENSIM ([www.vensim.com](http://www.vensim.com)), um software de simulação com um ambiente próprio para se estudar o comportamento de modelos já construídos ou construir e fazer simulações dos seus próprios modelos.

**População-alvo:** Este mini-curso tem com público-alvo os professores de Física que atuam no ensino médio e estudantes de graduação, que queiram conhecer uma proposta de integração da tecnologia da informática no processo de ensino-aprendizagem relacionada a tópicos de Física.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MM 2. NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA O ENSINO FUNDA-MENTAL E MÉDIO**

**Ministrantes:** Anderson Luiz Ellwanger e Solange Binotto Fagan

**Instituição:** Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, Santa Maria, RS

**Resumo:** Neste minicurso será apresentada uma proposta metodológica para a abordagem de tópicos de Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Básico. Este trabalho está embasado no potencial relacionado com a evolução científica e tecnológica decorrente dessa área, a qual nos tem contemplado diariamente com tecnologias inovadoras intrigantes. Também se ressalta a necessidade de adequação de temas contemporâneos nos currículos das Escolas em acordo com as sugestões dos PCN. A Nanociência, e sua aplicação a Nanotecnologia, tem um grande potencial para esta proposta por ser um tema atual e interdisciplinar. Desta forma, compreender o pilar principal, a redução da escala, e a conseqüente manipulação molecular, demonstra o potencial da Nanociência. Neste minicurso serão tratados temas a cerca da compreensão sobre aumento de área superficial com a redução da escala de partículas e também na discussão das possibilidades a cerca de limites, validades e implicações da Nanotecnologia e sua inserção no Ensino Básico.

**População-alvo:** Professores e alunos dos Cursos de Física, Ciências, Matemática e Biologia.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 30

### **MM 3. TEMAS INSTIGANTES EM FÍSICA GERAL**

**Ministrante:** Fernando Lang da Silveira

**Instituição:** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** Diversos temas instigantes, curiosos, enigmáticos, de Física Geral, usualmente não abordados em livros-texto, serão desenvolvidos, tais como:

- "Impossibilidades" mecânicas.
- Sombras de luz solar.
- Teoria das cores de Young-Helmholtz.

Todos os temas se referem aos artigos encontrados em [www.if.ufrgs.br/~lang](http://www.if.ufrgs.br/~lang).

**População-alvo:** Este minicurso tem como público-alvo alunos e professores de Física de nível médio e superior.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 40

## **MM 4. FENÔMENOS FÍSICOS E MODELOS CIENTÍFICOS**

**Ministrante:** Rafael Vasques Brandão

**Instituição:** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** O objetivo desse minicurso é introduzir noções epistemológicas contemporâneas, imbricadas com conteúdos de Física, de modo a favorecer a compreensão de conceitos-chave associados à modelagem científica por parte dos professores de Física do ensino médio. O minicurso está dividido em três aulas (de 2 horas). Na primeira, serão discutidos aspectos teóricos envolvidos na construção e na validação de modelos científicos. Na segunda aula, os participantes serão apresentados ao software Modellus como ferramenta para modelagem computacional de fenômenos físicos. Na última aula, os participantes serão incentivados a buscar soluções em conjunto para situações-problema de interesse em Física. Para tanto, a dinâmica de trabalho estará centrada no trabalho colaborativo em pequenos grupos (duplas), com o auxílio do computador.

**População-alvo:** Professores de Física do ensino médio.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MM 5. FÍSICA TÉRMICA EXPERIMENTAL**

**Ministrantes:** Nelson Luiz Reyes Marques e Marco Antonio Ferreira Lessa

**Instituição:** Universidade Católica de Pelotas - UCPel, Pelotas, RS

**Resumo:** O minicurso tem como objetivo oferecer uma série de atividades práticas envolvendo os fenômenos da Física Térmica. Serão realizados experimentos com a utilização de materiais simples e de fácil confecção. Esse material será utilizado para explicar o princípio de funcionamento dos termômetros, da dilatação térmica e da transmissão de calor. Será discutido o funcionamento dos aquecedores solares e o efeito estufa. As misturas refrigerantes serão utilizadas na abordagem dos conceitos de calor sensível e latente. Pretendemos, também, mostrar a influência da pressão na temperatura de fusão e de ebulição e, a redução da temperatura de um sistema produzido pela evaporação da água. Os participantes poderão levar os materiais por eles confeccionados.

**População-alvo:** Professores do Ensino Médio e Fundamental.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MM 6. CAMINHOS DA ASTRONOMIA – CURIOSIDADES E CONHECIMENTOS AO ALCANCE DE TODOS**

**Ministrantes:** Renato Heineck, Paulo Armando Pilonetto Matte, Rejane Kraemer Kirchner, Emanuel César Pimentel, Letícia Gabriela Lorenson, Nadejda Aparecida Machado Monteiro e Marcel Leonel Jorge

**Instituição:** Instituto de Ciências Exatas e Geociências – Área de Física, Universidade de Passo Fundo – UPF, Passo Fundo, RS

**Resumo:** Este trabalho visa divulgar: as pesquisas relativas ao conceito de Astronomia e seus ramos de estudo; a ordem histórica e cronológica da Astronomia; as maquetes dos sítios arqueológicos; uma metodologia adequada a realidade das escolas, usando-se dos aparelhos e softwares já existentes; a montagem de um planetário caseiro que sirva para a finalidade de projetar os conhecimentos nesta área. Diante desta proposta busca-se, conforme pesquisa diminuir as carências nas escolas, principalmente quanto a recursos didáticos disponíveis com referência a metodologias que perpassam por aulas experimentais, especialmente de Astronomia, envolvendo aparelhos sofisticados e de alto valor financeiro. Desta forma valoriza-se a criatividade junto aos processos educacionais na área de Física, ao trabalhar conteúdos de forma experimental, tendo a participação ativa dos alunos na confecção de aparelhos experimentais construídos a partir de materiais alternativos, atividade esta realizada pelo departamento de Física da Universidade de Passo Fundo a mais de quarenta anos.

**População-alvo:** O curso se destina a professores de varias áreas de ensino, interessados no tema, bem como a alunos de ensino fundamental e médio das redes de ensino. Assim como ao público em geral, interessados pelo tema.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 25

## **MM 7. FÍSICA DE PARTÍCULAS E EPISTEMOLOGIA**

**Ministrante:** Marco Antonio Moreira

**Instituição:** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** O presente minicurso abordará o Modelo Padrão das partículas elementares de um ponto de vista conceitual e epistemológico. Fará parte do conteúdo programático: Partículas elementares e interações fundamentais; simetria e Leis de conservação; o Bóson de Higgs; dificuldades do Modelo Padrão; as epistemologias de Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard e Toulmin.

**População-alvo:** Professores do Ensino Médio e superior.

**Carga horária:** 6 horas-aula

**Número de vagas:** 30

**MT 1. ENSINO DE FÍSICA NO 9º ANO: UMA PROPOSTA  
METODOLÓGICA COM PROJETOS DESENVOLVIDOS  
A PARTIR DE SITUAÇÕES-PROBLEMA**

**Ministrantes:** Terrimar Ignácio Pasqualetto e Rejane Maria Ribeiro Teixeira

**Instituição:** Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** É comum que o primeiro contato com conteúdos de Física ocorra na disciplina de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental. Não é raro que os estudantes sejam confrontados com uma apresentação dos conteúdos de Física, como um preâmbulo do que será estudado no Ensino Médio, sem uma preocupação de abordar os assuntos de Física de forma contextualizada, dinâmica e atraente para o aluno. Este curso irá apresentar uma alternativa simples para a abordagem de temas de Física na oitava série (9º ano). Trata-se de uma metodologia baseada em situações-problema com as quais o aluno tem liberdade de interagir, propor soluções, testar suas propostas e apresentá-las aos colegas. Além disso, é proporcionado ao professor um ambiente de curiosidade muito propício para o ensino de conteúdos correlatos. Em nossos encontros serão abordados temas relacionados ao equilíbrio, energias alternativas, eletromagnetismo, entre outros.

**População-alvo:** Professores de Ciências do Ensino Fundamental, em particular da oitava série, Professores de Física do Ensino Médio e Licenciandos em Física.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MT 2. LABORATÓRIO VIDEOINTERATIVO EM MECÂNICA**

**Ministrantes:** Thomas Braun, Luci Fortunata Motter Braun e Ana Carolina Carvalho de Melo

**Instituição:** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS

**Resumo:** Como a experimentação é um aspecto essencial da física, queremos que os estudantes tenham o máximo contato com ela durante o ensino da física, mesmo que, em parte, seja de uma forma virtual. Assim, o objetivo do minicurso é proporcionar aos interessados contato com uma metodologia que denominamos experimentação virtual. Ela consiste de uma coletânea de vídeos sobre experimentos tradicionais em mecânica (por exemplo: movimento bidimensional, colisões, conservação de energia mecânica) aos quais é agregada interatividade através da adição de animações. Essas permitirão realizar medidas de modo similar a um experimento real. Os dados obtidos podem ser trabalhados em gráficos e usados em modelos que poderão ser confrontados com a realidade através da sequência dos vídeos. Desse modo, o usuário poderá prever resultados e, posteriormente, verificá-los assistindo ao vídeo. Um aspecto importante a ressaltar é que a análise desses resultados sempre envolverá questões de cunho experimental.

**População-alvo:** Preferencialmente professores do ensino médio

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 20

### **MT 3. USO DO SENSOR SONAR E DA VIDEOANÁLISE PARA ESTUDAR CINEMÁTICA EXPERIMENTAL**

**Ministrantes:** Fábio Saraiva da Rocha e Maurício Girardi

**Instituição:** Universidade Federal do Pampa - Unipampa, Bagé, RS

**Resumo:** Durante este minicurso apresentaremos as características físicas de funcionamento e as potencialidades básicas de um sensor de movimento tipo sonar (Go Motion - Vernier) para aquisição de dados. Apresentaremos o Programa Logger Pro (Vernier) de aquisição de dados em tempo real e que possibilita trabalhar com análise de vídeos digitais obtidos de quaisquer fontes (ex: webcam, celulares, câmeras digitais) como recurso para ensino da física de movimentos uni e bidimensionais da cinemática. Mostraremos o uso simultâneo do sensor sonar e da vídeo análise para estudo da cinemática experimental. Apresentaremos brevemente, e de forma interativa, o funcionamento do programa *Tracker* por intermédio de exemplos práticos relacionados à Mecânica e à análise de espectros. Tracker é um programa livre (gratuito e de código aberto) e multiplataforma que permite aos usuários fazerem uma superposição de modelos simples para dinâmica de partículas e corpos extensos em vídeos digitalizados de sistemas reais.

**População-alvo:** Alunos da licenciatura em Física e professores de Física do ensino fundamental, médio e superior.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MT 4. CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA PARA O ENSINO MÉDIO**

**Ministrante:** Alberto Gaspar

**Instituição:** UNESP, Campus de Guaratinguetá, SP

**Resumo:** O curso vai apresentar um relato histórico e conceitual das principais descobertas da física desde meados do século XIX até o final do século XXI, ao nível do ensino médio. Entre os tópicos a serem tratados destacamos: descargas em tubos rarefeitos espectroscopia; a descoberta do elétron; o espectro da radiação térmica; raios X e radioatividade; modelos atômicos de Rutherford e Bohr; mecânica ondulatória; princípio da incerteza e física de partículas.

**População-alvo:** Professores de Física do ensino médio e alunos de cursos de licenciatura em Física.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 45

**MT 5. FÍSICA MODERNA EXPERIMENTAL  
(6h-aula, das 16:00 às 18:30)**

**Ministrante:** Marisa Almeida Cavalcante

**Instituição:** PUC-SP

**Resumo:** O foco será o estudo do comportamento dual da matéria, contextualizando as principais características associadas à compreensão dos princípios básicos da Mecânica Quântica, fornecendo assim, um amplo panorama da Física do século XX. Entre os itens a serem abordados estão o comportamento ondulatório da luz e a óptica física, obtenção de espectros e determinação de comprimentos de onda com CDs de difração. Os professores serão estimulados a realizar experiências simples e acessíveis, que poderão ser reproduzidas com os alunos do ensino médio em sala de aula, colaborando para desmistificar conceitos de Física. Nesta oficina será usado um kit interdisciplinar caseiro que permitirá uma série de experimentos.

**População-alvo:** Professores do nível médio e alunos de licenciaturas

**Carga horária:** 6 horas-aula (20 e 21/08 das 16h-18h30min)

**Número de vagas:** 24

**MT 6. ESTIMULANDO A CRIATIVIDADE ATRAVÉS  
DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS:  
INTERAÇÃO RADIAÇÃO E MATÉRIA**

**Ministrante:** Paulo Henrique dos Santos Sartori

**Instituição:** PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde [UFRGS/UFSM/FURG], Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS

**Resumo:** Propõe-se a confecção de alguns aparatos simples e o preparo de atividades didático-experimentais feitos com material alternativo e de baixo custo com grande potencial para a investigação científica, a fim de estimular o processo criativo e a reflexão crítica ao longo de todas as etapas de planejamento, montagem, execução, análise e contextualização dos resultados. Desta forma, busca-se resgatar e valorizar o processo de experimentação, incentivando a mobilização de saberes na promoção de competências e habilidades científicas. O trabalho aborda a perspectiva de uma visão mais integrada das Ciências Naturais, de caráter formativo, que seja capaz de favorecer a construção de significados mais amplos e complexos, direcionada à investigação, elucidação e melhor compreensão dos mais variados fenômenos e processos de interação entre as radiações e a matéria. O conteúdo relacionado envolve radiações eletromagnéticas (definições, tipos e características); radiações ionizantes, não-ionizantes e excitantes; efeitos biológicos; fotoluminescência (fluorescência e fosforescência); espectroscopia e espectrofotometria.

**População-alvo:** Professores que lecionam Física, Química ou Biologia no Ensino Médio.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 15

## **MT 7. FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA**

**Ministrante:** André Ary Leonel

**Instituição:** PPG em Educação Científica e Tecnológica, UFSC / Colégio Salvatoriano Nossa Senhora de Fátima, Florianópolis, SC

**Resumo:** Será apresentada a proposta da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) para abordagem de tópicos da Física Moderna e Contemporânea em sala de aula do Ensino Médio por meio do tema: "Nanociência e Nanotecnologia". O minicurso visa despertar o interesse dos professores de Física e encorajá-los a tratar assuntos como este em sala de aula. A escolha do tema se justifica pela possibilidade de discussão sobre a natureza da ciência, por exigir um caráter interdisciplinar na sua abordagem e pelas implicações desta tecnologia em nossa sociedade. Como objetivo principal do minicurso, mostraremos que a Física do século XX e XXI constitui um corpo de conhecimentos bem estruturado e apresenta explicações interessantes para alguns fenômenos que acontecem no mundo atômico e nanométrico, tornando-se indispensável para a Alfabetização Científica e Técnica.

**População-alvo:** Professores de Física de todos os níveis de ensino, graduandos em Física, e público geral que se interesse pelo assunto.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 20

## **MT 8. AS LEIS DE NEWTON**

**Ministrantes:** Dartanhan Baldez Figueiredo e Joecir Palandi

**Instituição:** Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS

**Resumo:** O minicurso coloca em discussão uma proposta para o ensino das leis de Newton e da lei da gravitação universal ao nível da escola de ensino médio. Nessa proposta, os conteúdos são desenvolvidos com uma estratégia que se apóia no diálogo professor-aluno e em atividades experimentais com materiais de fácil acesso e de baixo custo. Além disso, a estratégia privilegia a discussão detalhada e rigorosa dos conceitos e leis fundamentais e não a solução de exercícios e problemas numéricos.

**População-alvo:** Acadêmicos do Curso de Licenciatura em Física e professores em exercício no ensino médio.

**Carga horária:** 4 horas-aula

**Número de vagas:** 20



# **PARTICIPANTES**



ADILSON LEONES GODOI DE CARVALHO	aleonesgc@gmail.com
ADRIANA OTAKI SCHIER	adrischier@yahoo.com.br
AIRES VINÍCIUS CORREIA DA SILVEIRA	aires@via-rs.net
ALBERTO ANTONIO MEES	alberto@unisc.br
ALBERTO GASPAR	albertogaspar@superig.com.br
ALBERTO RICARDO PRÄSS	alberto.prass@ufrgs.br
ALEX SOARES VIEIRA	alex.vieira@ufrgs.br
ALVARO LEONARDI AYALA FILHO	ayalafilho@gmail.com
ANA JÚLIA WÜLFING	anajuw@gmail.com
ANA PAULA AGUIAR DE MENDONÇA	apam25@hotmail.com
ANA PAULA SANTOS PEREIRA	anasanper@yahoo.com.br
ANA PAULA SANTOS REBELLO	prof.anapaula@ibest.com.br
ANDERSON BONI SIGNORI	anderboni@gmail.com
ANDERSON LUIZ ELLWANGER	pfandd@gmail.com
ANDRÉ ARY LEONEL	profandrefsc@yahoo.com.br
ANDREA REGINA ZENI	arzeni@gmail.com
ANDREIA GORGESKI	deiaogorgeski@gmail.com
ANDRIA SACOMORY FLOÔR	andrinhaaaa@gmail.com
ANGELO MOZART MEDEIROS DE OLIVEIRA	angelo_mozart@hotmail.com
ANNA MARIA DANIELE ADRIANO	annadaniele@colegiogloria.com.br
BÁRBARA CANTO DOS SANTOS	babi_canto@yahoo.com.br
BEATRIZ ALICE KULLMANN TOLEDO	toledobeatriz@terra.com.br
BERENICE VAHL VANIEL	bvaniel@gmail.com
BERNARDO REITZ	brcaxias@yahoo.com
BRENO DROSE NETO	brdrose@yahoo.com.br
CAETANO CASTRO ROSO	caetanoroso@gmail.com
CAMILA RIEGEL DEBOM	camila.debom@ufrgs.br
CARLA MORAES	fisicarla@hotmail.com
CARLA VARGAS PEDROSO	carlabio_ufsm@yahoo.com.br
CARLA VERIDIANA NEUBERGER	profcarla90@hotmail.com
CARLOS ALEXANDRE LAMPERT DE ALMEIDA	lampert@if.ufrgs.br
CARLOS RAPHAEL ROCHA	carlos.rafael@ufrgs.br
CAROLINA JACOB DE OLIVEIRA	carolinajacob@msn.com
CÁTIA BROCK	catiabrock@gmail.com
CHARLES TEBALDI	charlestebaldi@gmail.com
CILON EVERALDO DA COSTA NUNES	cilonnunes@pop.com.br
CLAITON TAVARES DE LIMA	claiton_lima@yahoo.com.br
CLÁUDIA PATRÍCIA SIMOR	claudia.simor@terra.com.br
CLÁUDIO JOSÉ DE HOLANDA CAVALCANTI	claudio.cavalcanti@ufrgs.br
CLÉRITON PEREIRA DOS SANTOS	

CLODOALDO LEITES PINHEIRO	clodoaldo-pinheiro@hotmail.com
DANIEL CAPELLA ZANOTTA	danielczanotta@gmail.com
DANIEL UPTMOOR PAULY	dupauly@yahoo.com.br
DARLA VANESSA FORTUNATO	darlafisica@gmail.com
DARTANHAN BALDEZ FIGUEIREDO	dartanhanbf@gmail.com
DENISE TRISCH	denitrisch@hotmail.com
DIOMAR CARÍSSIMO SELLI DECONTO	diomardec@gmail.com
DIOMAR REUS SBARDELLOTTO	diomar@unisinós.br
DIOVANA DE MELLO LALIS	diovana_mello@hotmail.com
EDI TEREZINHA DE OLIVEIRA GRINGS	editog@terra.com.br
EDSON MASSAYUKI KAKUNO	edsonmk2004@yahoo.com
EDUARDO GARCIA RIBAS	eribas.ifm@ufpel.edu.br
ELIANA FERNANDES BORRAGINI	eliana@univates.br
ELIANE ANGELA VEIT	eav@if.ufrgs.br
ELIANE CAPPELLETTO	dfscapp@furg.br
ELIANE DIAS ALVAREZ SCHÄFER	eliane.alvarez@ufrgs.br
ELIAS CANTARELLI HOFFMANN	
ELIAS GONÇALVES	eliasgoncalves@gmail.com
ELOIR DE CARLI	eloir@if.ufrgs.br
EMANUEL CESAR PIMENTEL	maneco_pimentel@hotmail.com
ERIKA REGINA MOZENA	erikamozena@hotmail.com
FÁBIO SARAIVA DA ROCHA	fabio.rocha@unipampa.edu.br
FABRÍCIO PARAISO ROCHA	fparaiso79@hotmail.com
FELIPE DAMASIO	felipedamasio@ifsc.edu.br
FELIPE TOLENTINO LOPES GERMANI	lopesftl@hotmail.com
FERNANDA OSTERMANN	fernanda@if.ufrgs.br
FERNANDA SAUZEM WESENDONK	fesauzem@hotmail.com
FERNANDO LANG DA SILVEIRA	lang@if.ufrgs.br
GABRIEL SANTOS DA SILVA	gabriels.fisca@gmail.com
GEISON JOÃO EUZÉBIO	geisoneuzebio@brturbo.com.br
GÊISON MENDES DE FREITAS DE OLIVEIRA	geisonfisica@yahoo.com.br
GENTIL CÉSAR BRUSCATO	gentilbruscato@yahoo.com.br
GLAUBER SAMPAIO DOS SANTOS	gss.fisica@gmail.com
GLÁUCIO CARLOS LIBARDONI	glauciocl@yahoo.com.br
GLEICE KELEN DORNELLES COSTA	gldornelles@yahoo.com.br
GRAÇA CRISTIANE DA COSTA FLÔRES	cris.flores@hotmail.com
GRASIELE RUIZ SILVA	grasirui@yahoo.com.br
GRAZIELA LUZIA DA COSTA	graziela_luzia@hotmail.com
HÉLIO DOTTO PEROTTONI	hperottoni@hotmail.com
HENRIQUE SIMÕES DE OLIVEIRA NEVES	henriquesoneves@gmail.com

IEDA MARIA PELLEGRINI	iedapellegrini@yahoo.com.br
ISABEL KREY	Isakrey@univates.br
IVES SOLANO ARAUJO	ives@if.ufrgs.br
IVO MAI	ivomai@gmail.com
IZABEL CRISTINA FREITAS DOS SANTOS	izabelf@hotmail.com
JADER DA SILVA NETO	jadersn@gmail.com
JANAÍNA GALHO BORGES	jjaann@if.ufrgs.br
JANAINA NUNES DE SOUZA STUART	stuartjanaina@yahoo.com.br
JEAN MARCEL DE ALMEIDA ESPINOZA	00137849@ufrgs.br
JEFERSON DIAS GONÇALVES	jdgsuperfisica@ig.com.br
JÉFERSON NORBERTO MARINHO MENDES	norbejj@gmail.com
JOÃO ALBERTO DA SILVA	joao.alberto@ufrgs.br
JOAQUIM ANTÔNIO ARAÚJO	quimzinho@gmail.com
JOECIR PALANDI	joecir@gmail.com
JORGE LUÍS ALVES DA SILVA	silva722@gmail.com
JOSÉ CIRÍACO SILVA DUTRA	ciriacosd@ibest.com.br
JOSÉ OLAVO MOTA CAMPOS	jolavo95@gmail.com
JOSÉ RICARDO BORBA	jrborba.rs@gmail.com
JULEANE BOEIRA MICHELENA	jmichelena@ig.com.br
JÚNIOR SACCON FREZZA	juniorfrezza@yahoo.com.br
KAREN ESPÍNDOLA	renaka@pop.com.br
KARINE RAQUIEL HALMENSCHLAGER	karinehl@hotmail.com
KARLA WEBER	karlaweberfisica@gmail.com
KELLEN ALVES PASCOAL	kellenpascoal@hotmail.com
LARISSA PIRES BILHALBA	laripb82@hotmail.com
LARISSA SILVA DE CASTILHOS	familiacastilhos@uol.com.br
LEANDRA MATTE	leandramatte@hotmail.com
LEANDRO LUNARDELLI SOARES	leandrolunardelli@ig.com.br
LEOMAR DE BORTOLI	euller_platao@yahoo.com.br
LEONARDO ALBUQUERQUE HEIDEMANN	leonardo@heidemann.com.br
LEONARDO DECKER	leo.decker@hotmail.com
LETÍCIA GABRIELA LORENSON	91775@upf.br
LETICIA MOREIRA HOOD	letcahood@gmail.com
LISETE FUNARI DIAS	lisetefd@terra.com.br
LISIANE ARAUJO PINHEIRO	lisi.ap@terra.com.br
LUCAS AMADEU MÜLLER	lucas.muller@yahoo.com.br
LUCAS DOMINGUINI	lucaslcq@hotmail.com
LUCI FORTUNATA MOTTER BRAUN	braun.luci@gmail.com
LÚCIA IRALA LEITÃO	lucia.irala@unipampa.edu.br
LUCIANA CAROLINE KILPP FERNANDES	lucianaf@univates.br

LUCIANO PEREIRA LUDUVICO	lucianoluduvico@yahoo.com.br
LUÍS PAULO BASGALUPE MOREIRA	lp-rs@cefetrs.tche.br
LUTIENE FERNANDES LOPES	lutiene_@hotmail.com
MAGNO VALÉRIO TRINDADE MACHADO	magno.machado@unipampa.edu.br
MAGNOS ANDRÉ HAMMES	magnos.hammes@gmail.com
MARA FERNANDA PARISOTO	marafernandakiss@yahoo.com.br
MARCEL LEONEL JORGE	marcel@upf.br
MÁRCIA FRANK DE RODRIGUES	frankderodrigues@gmail.com
MARCIA REGINA MARCON ADONA	marciaadona@yahoo.com.br
MARCO ANTONIO FERREIRA LESSA	marco@marco.pro.br
MARCO ANTONIO MOREIRA	moreira@if.ufrgs.br
MARIA BEATRIZ DE LEONE GAY DUCATI	beatriz.gay@ufrgs.br
MARIA DE FÁTIMA OLIVEIRA SARAIVA	fatima@if.ufrgs.br
MARIA EULÁLIA PINTO TARRAGÓ	eulaliap@pucrs.br
MARIA TERESINHA XAVIER SILVA	teka@if.ufrgs.br
MARIANA CORREIA	marianacorreiail@yahoo.com.br
MARIANA SAIBT	marisaibt.ufsm@gmail.com
MARÍLIA BECKER LIMA	jubeckaa@yahoo.com.br
MARÍLIA BRITTO CORRÊA	marry-britto@hotmail.com
MARISA ALMEIDA CAVALCANTE	marisac@pucsp.br
MATHEUS LEIDENS	matheus_leidens@hotmail.com
MAURICIO HENRIQUE DE ANDRADE	maujulihen@yahoo.com.br
MELINA SCHENEIDER BASTOS	melscheneider@yahoo.com.br
MICHEL EMILE MARCEL BETZ	betz@if.ufrgs.br
MICHELE VELEDA LEMOS	michelelemos@ibest.com.br
MORGANA SILVA FRANCO RIFFEL	morgana.riffel@hotmail.com
NADEJDA APARECIDA MACHADO MONTEIRO	84637@upf.br
NATHAN CARVALHO PINHEIRO	naasso@gmail.com
NELSON LUIZ REYES MARQUES	nelsonreyes@terra.com.br
OLIVIER ALLAIN	olivier@ifsc.edu.br
PATRESE COELHO VIEIRA	p22.vieira@bol.com.br
PATRICIA GONÇALVES DE SOUSA	patricia_pgs@hotmail.com
PAULO ARMANDO PILONETTO MATTE	paulo7m@gmail.com
PAULO HENRIQUE DOS SANTOS SARTORI	paulo-sartori@ibest.com.br
PAULO RICARDO ALCÂNTARA GOULART	goulart@pelotas.ifsul.edu.br
PAULO ROBERTO BAIROS DA SILVA	paulo_bairros@yahoo.com.br
PAULO ROBERTO MENEZES LIMA JÚNIOR	paulolima2711@gmail.com
PEDRO FERNANDO TEIXEIRA DORNELES	pdorneles@if.ufrgs.br
PRISCILA CAROLINE NUNES DE OLIVEIRA	prifisica@hotmail.com
RAFAEL HAAG	rafael.haag@ufrgs.br

RAFAEL VASQUES BRANDÃO	rafael.brandao@ufrgs.br
RAFAELE RODRIGUES DE ARAÚJO	rafaelearaujo@ibest.com.br
RAFHAEL BRUM WERLANG	portaldafisica2005@gmail.com
RANDOLFO DA ROZA PEREIRA FILHO	randolfopereira@bol.com.br
RAQUEL SILVA THOMAZ	thomaz.raquel@gmail.com
REJANE KRAEMER KIRCHNER	94005@upf.br
REJANE MARIA RIBEIRO TEIXEIRA	rejane@if.ufrgs.br
RENATO HEINECK	heineck@upf.br
ROBERTA JULIANA COLLET DA FONSECA	roberta_collet@yahoo.com.br
ROBERTA LIMA MORETTI	robertalm_fis@yahoo.com.br
RODRIGO MELO PAREDI	rmparedi@gmail.com
RONALDO KEBACH MARTINS	ronaldofisica@yahoo.com.br
ROSANA RAMOS SOCHA	ro_dracena@hotmail.com
RÚBIA DA COSTA SANTANA	rubia.c.santana@hotmail.com
SABRINA ESPERANÇA NUNES	sabrina_nunes19@hotmail.com
SANI DE CARVALHO RUTZ DA SILVA	sani@utfpr.edu.br
SAYONARA SALVADOR CABRAL DA COSTA	sayonara@puhrs.br
SALETE DE SOUZA	saletes@upf.br
SILVANA MALDANER	silvana.maldaner@gmail.com
SILVIO LUIZ RUTZ DA SILVA	rutz@uepg.br
SILVIO LUIZ SOUZA CUNHA	silvio.cunha@ufrgs.br
SOLANGE BINOTTO FAGAN	solange.fagan@gmail.com
SONIA ELISA MARCHI GONZATTI	lagonzatti@bwnet.com.br
SONIA MARIA SILVA SANTOS	soniademourafisica@yahoo.com.br
TADEU CLAIR FAGUNDES DE SOUZA	tcfs@upf.br
TADIANE RODRIGUES	tadiane@uol.com.br
TALISSA CRISTINI TAVARES RODRIGUES	talissa.trodrigues@hotmail.com
TERRIMAR IGNÁCIO PASQUALETTO	terrimar@gmail.com
THAÍS RAFAELA HILGER	00163044@ufrgs.br
THAISA STORCHI BERGMANN	thaisa@ufrgs.br
THAYSE ADINEIA PACHECO	thayse.pacheco@hotmail.com
THIAGO DA SILVA PRESTES	prestes.thiago@gmail.com
THOMAS BRAUN	tbraun@if.ufrgs.br
VICTORIA ELNECAVE HERSCOVITZ	victoria@if.ufrgs.br
WILSON LEANDRO KRUMMENAUER	wilsonlk@ig.com.br
ZULMA ELIZABETE DE FREITAS MADRUGA	betefreitas.m@bol.com.br



## **ÍNDICE POR AUTOR**



**A**

AGUIAR, P. de S. de	134
ALLAIN, O.	132
AMORIM, M. A. L.	127
ANDRELLA NETO, R.	152
ARAUJO, I. S.	150
ARAÚJO, R. R. de	151
AYALA FILHO, A. L.	134, 141

**B**

BASSO, N. R. de S.	152
BASTOS, M. S.	146
BELING, V. J.	9
BERGMANN, T. S.	4
BERNARDES, L. A. B.	154
BETZ, M.	63
BORBA, J. R.	29
BRANDÃO, R. V.	150, 162
BRAUN, L. F. M.	167
BRAUN, T.	167
BRINATTI, A. M.	153

**C**

CAMARGO, A. J.	154
CARDOSO, R. Q.	140
CAVALCANTE, M. A.	3, 170
CORRÊA, M. B.	144
CORREIA, M.	17
COSTA, S. S. C. da	101, 113

**D**

DALMOLIN, A. M. T.	75
DAMASIO, F.	129, 132
DEBOM, C. R.	126
DENARDIN, J. C.	130
DIAS, L. F.	141
DOMINGUINI, F.	131
DUCATI, M. B. de L. G.	5
DULLIUS, M. A.	140
DYTZ, A. G.	155

**E**

ELLWANGER, A. L.	160
ESPÍNDOLA, K.	17
ESPINOZA, J. M. de A.	140
EUZÉBIO, G. J.	131

**F**

FAGAN, S. B.	160
FIGUEIREDO, D. B.	9, 130 138, 146 148, 173
FORTUNATO, D. V.	9
FREIBERGER, B. W.	125
FREZZA, J. S.	37
FRIEDRICH, M. P. A.	148

**G**

GASPAR, A.	6, 169
GIRARDI, M.	168
GONÇALVES, E.	133, 159

**H**

HALMENSCHLAGER, K. R.	139
HEINECK, R.	164
HENRIQUES, E. F.	144
HERSCOVITZ, V. E.	128
HILGER, T. R.	156
HORNES, A.	124

**I**

IRALA, C. P.	140
--------------	-----

**J**

JORGE, M. L.	164
--------------	-----

**K**

KAKUNO, E. M.	125
KIRCHNER, R. K.	164
KOSCIANSKI, A.	124, 149
KRUMMENAUER, W. L.	113

**L**

LALIS, D. de M.	135
LARROZA, M. I.	140
LEIDENS, M.	145
LEITÃO, L. I.	142
LEMONS, M. V.	151
LEONEL, A. A.	172
LESSA, M. A. F.	163
LIBARDONI, G. C.	135
LIMA JÚNIOR, P. R. M.	29
LOPES, R. F.	134
LORENSON, L. G.	164
LUDUVICO, L. P.	134

**M**

MACKEDANZ, L. F.	151
MAGNAGO, P. R.	130
MALDANER, S.	138
MARQUES, N. L. R.	163
MARTINS, L. A. S.	140
MATTE, P. A. P.	164
MEGA, D. F.	134
MELO, A. C. C. de	167
MENDONÇA, A. P. A. de	134
MONTEIRO, N. A. M.	164
MORAES, C.	138
MOREIRA, B. D. da S.	134
MOREIRA, M. A.	128, 156 165
MORESCKI JUNIOR, L. F.	132

**N**

NOVELLO, T. P.	145
----------------	-----

**O**

OLIVEIRA, C. J de	129
OLIVEIRA, P. C. N. de	148

**P**

PACHECO, S. M. V.	132
PACHECO, T. A.	131
PALANDI, J.	130, 138 146, 173
PAREDI, R. M.	91
PARISOTO, M. F.	143
PASCOAL, K. A.	140
PASQUALETTO, T. I.	166
PASSONI, S.	153
PEDROSO, C. V.	127
PELLEGRINI, I. M.	17
PEREIRA, A. P. S.	140
PEREIRA, L. A. A.	154
PIMENTEL, E. C.	164

**R**

RAMOS, M. G.	123
REBELLO, A. P. S.	123
RIBEIRO, R. J.	149
RICCI, T. dos S. F.	141
ROCHA FILHO, J. B. da	152
ROCHA, C. R.	128
ROCHA, F. S. da	142, 168
RODRIGUES, M. F. de	49
ROSA, C. M.	134
ROSA, R. T. N. da	127

**S**

SALES, L. A. C.	133
SANTANA, R. da C.	136
SANTIAGO, B. X.	126
SANTOS, F. M. T. dos	49
SANTOS, G. S. dos	147
SANTOS, L. da C.	101
SANTOS, R. S. dos	134
SANTOS, S. M. S.	155
SARTORI, P. H. dos S.	171
SCARABELOTTI, D. de M.	131
SCHIRMER, S. B.	75
SEVERINO, A. M.	135
SILVA NETO, J. da	137
SILVA, F. P.	134
SILVA, G. R.	136
SILVA, G. S. da	134
SILVA, J. A. da	37
SILVA, J. B. da	153
SILVA, M. T. X.	29
SILVA, P. R. B. da	75
SILVA, S. de C. R. da	124, 149
SILVA, S. L. R. da	153, 154
SILVA, S. T. da	134
SILVEIRA, F. L. da	113, 161
SOUZA, C. A.	139
STUART, J. N. de S.	129

**T**

TARRAGÓ, M. E. P.	101
TEIXEIRA, R. M. R.	91, 166
THIEL, M.	134
THOMAZ, R. S.	152
TIMM, N. R.	9
TUSNSKI, L. R. M.	140

**V**

VEIT, E. A.	150
VIEIRA, P. C.	147

**W**

WEBER, K.	130
WILLES, J. A.	137

**X**

XAVIER, P. H.	140
---------------	-----

**Z**

ZAMBOM, F. P.	133
---------------	-----