

# VI ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS



## ATAS



**Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS  
01 a 03 de outubro de 2015**

# VI ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS

## ATAS

### **Organizadores das Atas:**

Tobias Espinosa de Oliveira  
Leonardo Albuquerque Heidemann  
Eliane Angela Veit

**UFRGS – Instituto de Física**  
Porto Alegre  
2015

**Organizadores do evento:**

Eliane Angela Veit

Neusa Teresinha Massoni

Ives Solano Araujo

O VI Encontro Estadual de Ensino de Física – RS foi realizado em Porto Alegre, RS, no período de 01 a 03 de outubro de 2015 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 (6. : 2015 : Porto Alegre, RS).

Atas do VI Encontro Estadual de Ensino de Física [recurso eletrônico] / Organizadores: Tobias Espinosa de Oliveira, Leonardo Albuquerque Heidemann, Eliane Angela Veit. – Porto Alegre : UFRGS – Instituto de Física, 2015.

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

Modo de acesso:

<[http://www.if.ufrgs.br/mpef/6eeefis/VI\\_EEEFis-RS/Atas\\_VI\\_EEEFis\\_RS.pdf](http://www.if.ufrgs.br/mpef/6eeefis/VI_EEEFis-RS/Atas_VI_EEEFis_RS.pdf)>

ISBN 978-85-64948-18-1

1. Ensino de Física. 2. Congressos. I. Oliveira, Tobias Espinosa de. II. Heidemann, Leonardo Albuquerque III. Veit, Eliane Angela. VI. Título

## APRESENTAÇÃO

Estas são as Atas do VI Encontro Estadual de Ensino de Física - RS realizado em Porto Alegre, de 01 a 03 de outubro de 2015, organizado pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física e pelo Grupo de Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O Encontro Estadual de Ensino de Física - RS começou timidamente em 2005 e agora, em sua sexta edição, já pode ser considerado um evento tradicional de Ensino de Física no sul do País. Já na terceira edição o número de participantes ultrapassou 250 pessoas, e verificou-se que esse número é o limite máximo aceitável tendo em vista a infraestrutura disponível no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), local onde as várias edições têm sido realizadas. Apesar dessa limitação, entendemos que é um privilégio poder-se realizar um evento dessa natureza dentro do renomado Instituto de Física da UFRGS.

Neste sexto evento, assim como ocorreu no último encontro, tivemos como conferencista uma cientista agraciada com o prêmio L'Oreal/UNESCO *For Women in Science*: a Profa. Dra. Thaisa Storchi Bergmann, que falou sobre Buracos Negros Supermassivos e seu Papel da Evolução do Universo. Também tivemos como conferencistas os professores doutores Marisa Almeida Cavalcante, Fabiano Bernardi e Rafael Vasques Brandão. Realizamos, adicionalmente, uma sessão plenária especial em que a Profa. Me. Sônia Silveira Peduzzi palestrou sobre a história e a atualidade do Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Ao final dessa sessão, a Profa. Sônia foi homenageada por sua dedicação, trabalho e inestimável contribuição à Educação em Ciências do Brasil, como editora dessa revista por mais de 30 anos.

Foram ministrados um total de 26 minicursos, voltados diretamente para a sala de aula de Física, sobre recursos diversos, por exemplo, *softwares* para construção de animações, para análise espectral, para planetários e salas de aula; além da produção de vídeo aulas. Quanto aos tópicos de Física, foram dos mais variados como luz, energia, magnetismo, física de partículas, nanociência na hidrofobicidade, dentre vários outros.

Foram apresentados 21 trabalhos como comunicação oral (30min) e 62 como pôsteres, focando o ensino de Física. Esses trabalhos constituem o núcleo destas Atas.

Resultados parciais do levantamento de opiniões dos participantes, expressas por meio de um questionário eletrônico, mostram-nos que a ampla maioria da comunidade entende que o evento foi bastante frutífero e ofereceu condições para que tomassem contato com ideias e recursos interessantes para modificar suas ações docentes. Esperamos que reflexos positivos cheguem à sala de aula de Física, nos mais diferentes níveis de ensino!

Porto Alegre, outubro de 2015.

## **COMISSÃO ORGANIZADORA**

Prof. Dra. Eliane Angela Veit  
Prof. Dr. Ives Solano Araujo  
Prof. Dra. Neusa Teresinha Massoni

## **COMITÊ CIENTÍFICO**

Prof. Dr. Carlos Eduardo Magalhães de Aguiar (UFRJ)  
Prof. Dra. Marcia Cristina Bernardes Barbosa (UFRGS)  
Prof. Dra. Naira Maria Balzaretto (UFRGS)  
Prof. Dr. Nelson Studart Filho (UFSCar)

## **MONITORES**

Bruno José Goldberg Gallas  
Carlos Hiago da Silveira Rosa  
Cassiano Gross Schuler  
Cláudio R. S. Dantas  
Desirée Dornelles  
Djonathan André Boaro  
Felipe Ferreira Selau  
Gabriel Wolter Martell  
Guilherme Rodrigues Weihmann  
Maykon Gonçalves Müller  
Renan Bohrer da Silva  
Terrimar Ignácio Pasqualetto  
Tobias Espinosa de Oliveira

## **COLABORADORES**

Leandro Lunardelli Soares  
Lucia Helena Araujo Meireles  
Maria Aparecida de Souza Duran  
Walberto J. A. Chuvas  
Waldomiro Olivo

## PROGRAMAÇÃO DO EVENTO

<b>Horário</b>	<b>Dia 01/10 (quinta-feira)</b>	<b>Dia 02/10 (sexta-feira)</b>	<b>Dia 03/10 (sábado)</b>
08h30min - 09h	Entrega do material		
09h - 10h30min	Minicursos	Minicursos	Minicursos
10h30min - 11h	Intervalo	Intervalo	Intervalo
11h - 12h30min	Sessão Plenária I Dra. Thaisa Bergmann	Sessão Plenária II Dra. Marisa Cavalcante	Sessão Plenária III Dr. Fabiano Bernardi
12h30min - 14h	Almoço	Almoço	Almoço
14h - 15h30min	Apresentações orais	Apresentações pôsteres	Sessão Plenária IV Dr. Rafael Brandão
15h30min - 16h	Intervalo	Intervalo	
16h - 17h30min	Minicursos*/Palestra Dr. Silvio Cunha	Minicursos*/Palestra Dr. Rafael Pezzi	
19h	Sessão plenária especial Me. Sonia Peduzzi		

## SUMÁRIO

### SEÇÕES PLENÁRIAS

BURACOS NEGROS SUPERMASSIVOS E SEU PAPEL DA EVOLUÇÃO DO UNIVERSO.....	1
CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA: HISTÓRIA E ATUALIDADE .....	2
O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA ERA DO “TOUCH” .....	3
2015, O ANO INTERNACIONAL DA LUZ: DA LUZ DE VELAS AO MAIOR PROJETO DA CIÊNCIA BRASILEIRA .....	4
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO NA ERA DA TECNOLOGIA DIGITAL.....	5

### APRESENTAÇÕES ORAIS

A ABORDAGEM DA ANTIGA TEORIA QUÂNTICA E SUA HISTÓRIA NOS LIVROS DE ENSINO MÉDIO DO PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015 .....	8
A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES NA ESCOLA CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA.....	18
A RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA, FILOSOFIA DA CIÊNCIA E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA .....	27
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS: INTEGRAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO.....	39
CIÊNCIA: A NOVA RELIGIÃO? – POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES DO DEBATE PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	48
CURSO NOVOS TALENTOS DA FÍSICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO.....	58
ELETROMAGNETISMO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA SONORA EM ELÉTRICA EM UM SISTEMA DE SOM AUTOMOTIVO .....	65
ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DO SOFTWARES 3DS MAX, EM BUSCA DE MODELOS MENTAIS DA FÍSICA QUALITATIVA.....	72
ENSINO DE FÍSICA MODERNA NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM AMBIENTES INFORMAIS: O USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS.....	86
ESTUDANDO ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL .....	92
PARA ESTUDO DE COLISÕES ELÁSTICA E PERFEITAMENTE INELÁSTICA ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES: ESTUDO MODIFICAÇÕES NA ESTRUTURA COGNITIVA DO ESTUDANTES .....	97
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA A ABORDAGEM DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.....	105
INVESTIGAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO LIVRO PARADIDÁTICO ALICE NO PAÍS DO QUANTUM.....	115
INVESTIGAÇÃO SOBRE A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKY .....	123
MEDIDAS DE PEQUENOS INTERVALOS DE TEMPO COM ARDUINO E AUDACITY .....	135
PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE O SISTEMA SOLAR	143

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES NO ENSINO MÉDIO ORIENTADO PELAS APRENDIZAGENS MAA E TAS .....	149
TRANSMISSÃO E ABSORÇÃO DO ESPECTRO SOLAR EM COBERTURAS PLÁSTICAS E A INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE .....	159
UMA PROPOSTA DE ESTUDO SOBRE A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA HIPERCULTURAL: A TMC COMO APORTE TEÓRICO .....	167
PROJETO FROTA ESTELAR DE ARARANGUÁ: O ENSINO <i>DE</i> E <i>SOBRE</i> CIÊNCIA POR MEIO DA SÉRIE JORNADA NAS ESTRELAS .....	176
USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO PARA ESTUDO DE ESPÉCIES E PH DE SOLO NO JARDIM BOTÂNICO RS: UMA UNIDADE DE APRENDIZAGEM PARA ALUNOS E PROFESSORES .....	187

## **APRESENTAÇÕES EM PÔSTERES**

A AUTONOMIA DOCENTE NO PROJETO PEDAGÓGICO DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA ANÁLISE BAKHTINIANA .....	201
A CIÊNCIA NA COZINHA: O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE UMA FEIRA GASTRONÔMICA .....	202
A COZINHA COMO ESPAÇO DE SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM FÍSICA TÉRMICA: RELATO DE ATIVIDADE COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO .....	203
A RELAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS DO ENSINO MÉDIO COM O COTIDIANO DO TRÂNSITO A PARTIR DA VISÃO DOS ALUNOS DOS CENTROS DE FORMAÇÃO DE CONDUTORES. ....	204
A TERMODINÂMICA EM SEU CONTEXTO HISTÓRICO: EVOLUÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E SEUS IMPACTOS NA SOCIEDADE .....	205
ANÁLISES TEXTUAIS NAS PESQUISAS QUALITATIVAS: COMO ELAS FORAM PROPOSTAS E COMO VÊM SENDO UTILIZADAS .....	206
ANGRY BIRDS COMO ORGANIZADOR PRÉVIO NO ENSINO DE FÍSICA DE LANÇAMENTO OBLÍQUO .....	207
APLICATIVOS PARA ESTUDO DOS SISTEMAS CONVERGENTES E DIVERGENTES EM ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO .....	208
APRENDIZAGEM DOCENTE NO ÂMBITO DO PIBID/FÍSICA .....	209
ASTRONOMIA OBSERVACIONAL: ESTUDO DA DINÂMICA CELESTE NO CONTEXTO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA .....	210
CAMPEONATO DE LANÇAMENTO DE FOGUETES (CLF): UMA ATIVIDADE LÚDICA COMO ORGANIZADOR PRÉVIO PARA MOBILIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	211
CINEMÁTICA INCLUSIVA: PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE MOVIMENTOS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL .....	212
CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SIMPLES DE ÓTICA .....	213
DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE BREWSTER: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO SUPERIOR .....	214



DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES DA DISCIPLINA DE FÍSICA NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO .....	215
ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO DE LABORATÓRIO EVOLVENDO A LEI DE OHM ....	216
ENSINANDO FÍSICA COM HQ .....	217
ENSINO DE CIÊNCIAS E AS ATITUDES CIENTÍFICAS DOS PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL .....	218
ENSINO DE FÍSICA BASEADO NO ENFOQUE CTS COM TEMA PRINCIPAL A LUZ: APRENDIZADO ATUANTE .....	219
ENSINO DE FÍSICA, ALUNOS INVESTIGADORES E GASTRONOMIA DO NOROESTE MINEIRO: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA PERSPECTIVA DA ETNOFÍSICA... 220	
ESTUDO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO A RESPEITO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA .....	221
EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO .....	222
ESTUDO DO MOVIMENTO BROWNIANO UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER COM DADOS DO EXPERIMENTO DE MILLIKAN .....	223
EXPERIÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A APRENDIZAGEM ATIVA E A INTERAÇÃO DOS ALUNOS NA CONSTRUÇÃO DO SABER SOBRE O DIAGRAMA HR .....	224
EXPERIÊNCIAS DO PIBIDI EM FÍSICA NA REDE: DIVULGAÇÃO PARA A COMUNIDADE .....	225
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO USANDO A PLACA ARDUINO-UNO .....	226
EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS EM FORMA DE VÍDEOS PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO .....	227
FEIRA DE CIÊNCIAS: UMA FORMA DE ENSINAR FÍSICA PARA O EJA .....	228
FREIO ELETROMAGNÉTICO: PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA .....	229
IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DE FÍSICA. ....	230
INCENTIVANDO O INTERESSE DE MENINAS NA CIÊNCIA POR MEIO DA ASTRONOMIA E DA FÍSICA: ADAPTAÇÃO DO PROJETO ROSE .....	231
INVESTIGANDO SOBRE A METODOLOGIA DA PESQUISA ASSOCIADA AO USO DE RECURSOS DE INFORMÁTICA NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA EM CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS .....	232
MÓDULO DIDÁTICO DE NANOCIÊNCIA EM TÓPICOS DE HIDROFOBICIDADE: UMA PROPOSTA POSSÍVEL PARA ATUALIZAR O ENSINO DE FÍSICA MODERNA.....	233
MOSTRA ITINERANTE: DIVULGAÇÃO CULTURAL E CIENTÍFICA EM ASTRONOMIA	234
O CONHECIMENTO FÍSICO NA EDUCAÇÃO INFANTIL: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE DESENHOS ANIMADOS .....	235
O PROBLEMA DAS SOMBRAS E DAS SOMBRAS COLORIDAS .....	236
O PROBLEMA DO ARCO-ÍRIS.....	237
O TRÂNSITO ATRAVÉS DAS LEIS DE NEWTON .....	238
O USO DE <i>SMARTPHONES</i> NO ENSINO DE UM SISTEMA MASSA-MOLA NA DIREÇÃO VERTICAL .....	239

O USO DO ARDUINO EM UM EXPERIMENTO SOBRE RESFRIAMENTO E ANOMALIA DE DENSIDADE DE UMA AMOSTRA DE ÁGUA .....	240
OFICINAS DE XADREZ ENTROPIA .....	241
OS DESAFIOS ENERGÉTICOS DO FIM DO PETRÓLEO BARATO EM AULAS DE FÍSICA: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS IDÉIAS DOS ALUNOS .....	242
PORTFÓLIO COMO ALTERNATIVA DIDÁTICA NO ENSINO DE TERMOLOGIA .....	243
PROPOSTA DE ABORDAGEM DO ATRITO EM PLANO INCLINADO VIA APPLET .....	244
PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA INTRODUIZIR CONCEITOS DE RELATIVIDADE RESTRITA.....	245
PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA ABORDAGEM DE TERMODINÂMICA SOB O ENFOQUE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO .....	246
PROPOSTA DE MODELO INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE MOVIMENTOS HARMÔNICOS E DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DE SEGUNDA ORDEM .....	247
PROPOSTA MOTIVADORA PARA A REALIZAÇÃO DE FEIRA DE CIÊNCIAS: LABORATÓRIO ITINERANTE.....	248
RELATO DA APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARTINDO DE TEMA INSTIGADOR.....	249
RELATO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL .....	250
REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DA FÍSICA.....	251
RESOLUÇÃO INTERATIVA DE EXERCÍCIOS VIA <i>APPLET</i> .....	252
RESOLVENDO QUESTÕES DE FLUTUABILIDADE DE FORMA INTERATIVA: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE APPLETS .....	253
RETRATO DAS DIFICULDADES DOS CONTEÚDOS BÁSICOS POR ALUNOS INGRESSANTES DOS CURSOS DE ENGENHARIA.....	254
ROTEIROS PARA EXPERIMENTOS VIRTUAIS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO INCLUSIVO.....	255
SABERES EXPERIENCIAIS: CONTRIBUIÇÕES DO PIBID PARA A FORMAÇÃO DOCENTE .....	256
SAÍDA DE CAMPO E PRODUÇÃO DE VÍDEOS: ESTRATÉGIAS QUE CONTRIBUEM COM O ENSINO DE FÍSICA SOBRE O TEMA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	257
SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: EXPERIMENTO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENTROPIA NAS MÁQUINAS TÉRMICAS .....	258
UEPS PARA ABORDAR CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA PARTINDO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ÁREA RURAL .....	259
UMA ALTERNATIVA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE UM PROCESSO DE DIFUSÃO SIMPLES USANDO ANIMAÇÕES COM ALGODOO .....	260
UTILIZANDO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO UM EXPERIMENTO NO ENSINO DA PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.....	261
VÍDEO-ANÁLISE NO ESTUDO DE UM MOVIMENTO COM FORÇAS RESISTIVAS.....	262
<b>RELAÇÃO DE MINICURSOS OFERECIDOS .....</b>	<b>263</b>

**PARTICIPANTES**.....271

**SEÇÕES  
PLENÁRIAS**



## **BURACOS NEGROS SUPERMASSIVOS E SEU PAPEL DA EVOLUÇÃO DO UNIVERSO**

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

Buracos Negros Supermassivos são "monstros" com massas de um milhão a um bilhão de vezes a massa do Sol e que habitam o núcleo da maioria das galáxias, inclusive a nossa Via Láctea. Apresentarei resultados observacionais sobre a alimentação destes monstros - que "devoram" estrelas, planetas e nuvens de gás, e os efeitos de "feedback" associados a eles. Descreverei como estes efeitos influenciam de forma fundamental a evolução das galáxias e do Universo.

**Profa. Dra. Thaisa Storchi Bergmann**

Doutora em Astrofísica, Professora e Chefe do Grupo de Pesquisa em Astrofísica do IF-UFRGS, sendo membro da Academia Brasileira de Ciências e da Academia Mundial de Ciências do Mundo em Desenvolvimento TWAS. Após seu doutorado em 1987, no próprio IF, fez pós-doutorado na Universidade de Maryland, Washington, no Instituto do Telescópio Espacial Hubble, em Baltimore, no Rochester Institute of Technology, Rochester, e no Harvard/Smithsonian Center for Astrophysics, Estados Unidos. Seu trabalho de pesquisa sobre Buracos Negros Supermassivos em galáxias tem tido grande repercussão internacional, estando entre os cientistas brasileiros mais citados no exterior na área de Astrofísica. É membro do comitê diretor do Observatório Gemini, um consórcio de 7 países que administra dois telescópios gigantes de alta tecnologia, do qual o Brasil faz parte. No ano de 2015, recebeu o prêmio L'Oreal/UNESCO For Women in Science, concedido a 5 mulheres cientistas de destaque no mundo.

**CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA: HISTÓRIA E ATUALIDADE****Profa. Me. Sonia Silveira Peduzzi (UFSC)**

Apresenta-se a história do periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física CBEF, desde a sua criação até o momento atual. O CBEF é um periódico quadrimestral, arbitrado, indexado, direcionado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física. É amplamente utilizado em pós-graduações em Ensino de Física e Ciências, em cursos de aperfeiçoamento para professores do Nível Médio, bem como em cursos de Licenciatura em Física. Editado pela Universidade Federal de Santa Catarina (Departamento de Física) desde dezembro de 1984, conta, atualmente, com cem números publicados, entre os quais oito especiais. Tem por objetivo divulgar a pesquisa em ensino de Física e Ciências, contribuir para a formação de novos professores, promover uma atualização permanente de professores de Física do Ensino Médio em serviço e estimular a divulgação da Ciência e da Física, em particular. As seções da revista são: Pesquisa em ensino de Física; História e Filosofia da Ciência; Formação inicial e continuada do professor de Física; Relatos e propostas de experiências didáticas; Atividades experimentais no ensino de Física; Física geral; Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem de Física; Objetos de Aprendizagem, Recursos Digitais e Virtuais sobre o Ensino de Física; Bases Teóricas e Metodológicas do Ensino de Física mediadas por TICs; Espaços não formais no ensino de Física; Já lhe perguntaram...; Pense e Responda!; Resenha e Comunicação. Todos os seus números estão gratuitamente disponibilizados no Portal de Periódicos da CAPES e, desde 2008, no Portal de Periódicos da UFSC. O periódico está indexado em várias bases de dados.

**Profa. Me. Sonia Silveira Peduzzi**

Licenciatura em Física (1973) e Mestrado em Ensino de Física (1981) ambos pela UFRGS, Pesquisadora na área de Ensino de Física, é professora da Universidade Federal de Santa Catarina desde 1976 e editora do Caderno Brasileiro de Ensino de Física desde 1992, quando esta revista ainda se intitulava Caderno Catarinense em Ensino de Física.

## O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA ERA DO “TOUCH”

**Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante (PUCSP)**

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico tem facilitado, de várias maneiras, o nosso cotidiano. Sistemas computacionais estão presentes não apenas nas residências, mas em todos os lugares que circulamos, no controle do trânsito, nos supermercados, nas agências bancárias, nos aparelhos de telefonia celular, etc. Ensinar Física no século XXI pode ser uma tarefa extraordinária, já que toda a tecnologia que nos rodeia está intimamente ligada com conceitos físicos essenciais para a compreensão dos mecanismos básicos de funcionamento de cada um destes sistemas. No entanto, muitos alunos apresentam grande dificuldade na compreensão dos fenômenos físicos. Entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes e a falta de meios pedagógicos modernos. O uso de Tecnologias de Informação (TI) no ensino tem sido objeto de estudo em todas as áreas. Nos últimos anos os avanços no uso de TI foram extraordinários tendo em vista que os computadores se tornaram muito mais velozes e com maior capacidade de armazenamento e de representação somando-se a novas interfaces tais como luvas e capacetes de visualização que nos trouxeram a realidade virtual para sala de aula. Estamos diante de uma nova era, e a cada dia a forma de comunicação entre as pessoas é transformada. No entanto uma considerável parcela das nossas escolas parece ainda estar à margem deste processo. As salas de aula da grande maioria das escolas brasileiras ainda estão bem distantes deste universo e o ensino de Física ainda continua desconectado deste mundo tão fascinante que nos cerca. Nesta palestra apresentaremos algumas possibilidades reais de inserção de novas tecnologias no ensino de uma Física mais conectada a vida dos nossos estudantes. Alguns exemplos de sistemas de baixo custo de automação e controle utilizando o micro-controlador Arduino serão apresentados, incluindo algumas aplicações em sala de aula tanto em nível médio quanto em nível superior. O uso da interface Scratch para programação com o Arduino (Scratch for Arduino) também será apresentada possibilitando o uso desta plataforma para o ensino de robótica para estudantes do Nível Fundamental. Discussões acerca de um novo modelo de educação apoiado em práticas colaborativas serão também realizadas, tomando como base a metodologia de aprendizagem por projeto. Esta e outras reflexões serão objeto de discussão nesta palestra 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**

Bacharelado em Física (1980), Mestrado (1983) e Doutorado (1989) em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1989). Atualmente é docente colaboradora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Federal de São Carlos e professor titular da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Instrumentação Específica de Uso Geral em Física. Desenvolve pesquisas na área de ensino de Física com ênfase em Tecnologia Educacional, Automação com o Arduino, Física Moderna e Aprendizagem por Projetos.



## **2015, O ANO INTERNACIONAL DA LUZ: DA LUZ DE VELAS AO MAIOR PROJETO DA CIÊNCIA BRASILEIRA**

**Prof. Dr. Fabiano Bernardi (UFRGS)**

A luz tem sido objeto de estudo do ser humano desde o século I a.C. na Grécia. Desde então, muitas teorias foram desenvolvidas com o intuito de tentar explicar o comportamento da luz e, com isso, aplicar o conhecimento obtido nas mais diversas áreas do conhecimento científico. Pela importância do tema, 2015 foi escolhido por decisão da Assembleia Geral das Nações Unidas como o Ano Internacional da Luz. A produção de luz com brilho intenso em uma ampla faixa do espectro eletromagnético é um dos principais objetivos do maior projeto da ciência brasileira, a construção do laboratório batizado como Sírius (nome da estrela mais brilhante do céu). O projeto está em andamento com custo total estimado em US\$ 585 milhões. Nessa palestra, iremos realizar uma abordagem histórica do estudo da luz até as suas aplicações nos dias de hoje, correlacionando o tema com a construção do laboratório Sírius.

**Prof. Dr. Fabiano Bernardi**

Bacharel (2004), Mestre (2006) e Doutor (2010) em Física pela UFRGS com período de doutorado sanduíche na Johannes Gutenberg-Universität Mainz (UNI-MAINZ) - Alemanha (2006), pós-doutorado em Física pela UFRGS (2010), pós-doutorado em Física pelo Advanced Light Source (ALS), Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) - Estados Unidos (2011) e pós-doutorado em Física pela UNICAMP (2012). Possui bolsa de produtividade em pesquisa nível II pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atualmente é Prof. Adjunto II do Instituto de Física da UFRGS. Tem experiência na área de Física da Matéria Condensada, atuando principalmente nos seguintes temas: física de superfícies, nanopartículas, radiação síncrotron e catálise.

## CIÊNCIA E EDUCAÇÃO NA ERA DA TECNOLOGIA DIGITAL

**Prof. Dr. Rafael Vasques Brandão (UFRGS)**

Por que conhecer? Não é difícil responder essa pergunta. E tampouco dar-se conta de que o ato de conhecer é um direito humano! O difícil é garantir o acesso de todos a todos os tipos de conhecimento. Essa tarefa, que às vezes parece impossível, pode ser facilitada se não perdermos de vista as quatro liberdades de que desfruta o conhecimento, a saber: o uso, estudo, modificação e distribuição. O surgimento das tecnologias digitais, uma vez mais, nos faz pensar na ideia de que nenhum tipo de conhecimento é independente do uso de tecnologias intelectuais. Adicionalmente, nos estimula a repensar a relação entre o pensamento individual, as instituições sociais e as tecnologias. Nesta palestra serão apresentadas práticas colaborativas que podem ser adotadas nos contextos da ciência e da educação e que estão baseadas nos conceitos de ciência cidadã e de tecnologias e recursos educacionais abertos.

**Prof. Dr. Rafael Vasques Brandão**

Licenciado em Física (2005), Mestre em Ensino de Física (2008) e Doutor em Ensino de Física (2012) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Desde 2011, é professor efetivo do Departamento de Ciências Exatas e da Natureza do Colégio de Aplicação da UFRGS. Possui experiência, na área de Física, em estruturas eletrônicas e propriedades elétricas de superfícies, interfaces e partículas. Na área de Ensino de Física, realiza atividades de ensino, pesquisa e extensão sobre: modelagem computacional no ensino de Física nos níveis médio e superior; metodologias de ensino interativas nos níveis médio e superior; papel da iniciação científico-tecnológica na aprendizagem de estudantes da educação básica; e formação continuada de professores de Física.

**APRESENTAÇÕES**  
**ORAIS**



## A ABORDAGEM DA ANTIGA TEORIA QUÂNTICA E SUA HISTÓRIA NOS LIVROS DE ENSINO MÉDIO DO PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015

**Higor Edmundo Silva de Campos** [higor.edmundo@gmail.com]

*Colégio Estadual Visconde de Bom Retiro.*

*Rua Luiz Casemiro Frâncio, 224-Bairro Santa Rita, 95700-000, Bento Gonçalves, RS - Brasil.*

**Paulo Vinícius dos Santos Rebeque** [paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br]

**Eduardo Fernandes Sarturi** [eduardo.sarturi@bento.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.*

*Campus Bento Gonçalves, 95700-000, Bento Gonçalves, RS - Brasil.*

### Resumo

Apresentamos nesse trabalho uma avaliação dos livros didáticos do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015 referente à abordagem histórica da antiga Teoria Quântica. Avaliamos os 15 livros de Física aprovados no PNLD 2015 e investigamos os livros de primeira e segunda opção das escolas públicas (municipal, estadual e federal) do município de Bento Gonçalves. Para a análise das obras elaboramos uma ficha de avaliação pautada em referenciais que defendem a inserção de História da Física no Ensino Médio e debatem a melhor forma de se escrever sobre História da Física, bem como referenciais que tratam especificamente aspectos históricos da Física Quântica. Nossos resultados evidenciam que existe uma abordagem mínima de História da Física nos conteúdos de Física Quântica, porém, a linha conservadora de fórmulas e exercícios matemáticos é predominante ao longo das obras. Ressaltando que os livros didáticos não são os únicos responsáveis pelo modelo tradicional das aulas de Física, cabe ao educador romper com este modelo por meio de novas abordagens, contribuindo assim para a formação cidadã dos alunos.

**Palavras chave:** Ensino de Física, Livros Didáticos, História da Física.

### INTRODUÇÃO

Qual o papel da Física na construção da história da humanidade? Parece até um pouco conflitante pensarmos em um ramo da ciência tão exato, trazendo um impacto histórico na consolidação da sociedade humana durante os tempos. Mas se avaliarmos de forma mais criteriosa, a Física é um pilar de suma importância no desenvolvimento humano.

Querer atribuir a Física um caráter monolítico, e mesmo pragmático é um pouco perigoso, pois muitas coisas que aconteceram na história tiveram contribuições importantíssimas da Ciência e da Física. Podemos citar como exemplo o movimento renascentista, que teve uma gama de físicos da época que endossaram esse pensamento, entre eles Isaac Newton. Podemos citar também os estudos da termodinâmica, mais especificadamente o desenvolvimento das máquinas térmicas, que foram um braço muito importante para a consolidação da industrialização na Europa e por consequência do capitalismo em expansão.

Se notarmos bem, muitos fatos históricos foram acompanhados de descobertas ou mesmo revoluções científicas. Então porque ainda hoje, em 2015, o estudo da Física e da História é tão distante na estrutura escolar? Isso se deve por uma instrumentalização da escola para dar apenas um treinamento básico para o futuro proletariado. A função da escola desse tipo de pensamento é tornar a pessoa mão de obra para as indústrias, sendo que isso se reflete nas posições modestas atribuídas à educação no nosso país.

A proposta desse trabalho é debater em cima de um ponto consenso: a história da Física deve ser abordada de alguma maneira nas aulas de Física do Ensino Médio, pois esse é um dos canais para um ensino Física mais menos conservador e mais conectado com as coisas que acontecem no mundo e na nossa sociedade. Pensando em uma pesquisa relacionada a esse assunto,

surgiu-nos a ideia de investigar como está inserida a história da Física nos livros didáticos. Essa escolha ocorreu porque os livros didáticos, por força de uma Lei Federal, estão em todas as escolas públicas para o uso dos alunos, além de ser uma referência para o planejamento das aulas por parte de muitos educadores dessas escolas. Por isso, uma abordagem descomprometida ou mesma inexistente nas obras, da história da Física, é um fato grave.

O raio de abrangência dessa pesquisa foi os livros didáticos do PNLD 2015 selecionados pelas escolas públicas da cidade de Bento Gonçalves, mais especificamente o volume três dessas obras, que contém o conteúdo da chamada antiga Teoria Quântica (1900 - 1925). A delimitação da pesquisa se deve, por entendermos esse período histórico como muito fértil; isto é, a história da física e mesmo a história da humanidade nesse período tem muito material para servir de referência, e por consequência muitos fatos foram relatados nesse período. Além disso, esse recorte histórico é curto, o que nos permite análise qualificada.

Por fim, estamos comprometidos em fazer uma boa análise sobre a história da Física nos livros do PNLD 2015, mas de forma responsável. Buscamos uma forte base bibliográfica, um estudo atento aos artigos e textos que abordam esse assunto e referências sérias nas páginas da internet. Não é objetivo de nosso trabalho categorizar nenhum autor, editora ou obra como apropriada ou não quanto à abordagem da história da Física, em especial, da antiga Teoria Quântica. Ademais, não temos pretensão alguma de avaliar como um todo os livros do PNLD, cabe a cada escola e/ou professor utilizar os livros de sua preferência.

## CONTEXTUALIZAÇÃO DO PNLD 2015

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um programa do Governo Federal, ligado ao Ministério da Educação (MEC) e tem como objetivo oferecer livros para as escolas públicas brasileiras de forma gratuita. Os livros do PNLD permanecem em uso nas escolas por três anos; ao final deste período o processo do PNLD é reiniciado, sendo que todas as obras do antigo PNLD são avaliadas e novas obras podem ser escolhidas.

Como é feita a seleção dos livros para uso na escola? Há um conjunto de procedimentos avaliativos do livro didático. Os primeiros ficam a cargo do MEC, que, inicialmente, encaminha todos os livros que se inscreveram para o processo PNLD 2015 para avaliadores independentes formados em Física, Pesquisa em Física ou Ensino de Física. É importante ressaltar que os livros avaliados são encaminhados a banca sem qualquer forma de identificação de editora e autores. Após esta avaliação, os livros passam por uma avaliação técnica do MEC, na qual, além da primeira banca avaliadora há um corpo de pessoas ligadas à parte de avaliação do projeto PNLD 2015. Estes grupos têm um conjunto de critérios de avaliação que estão disponíveis no Guia de Livros Didáticos Ensino Médio PNLD 2015-Física<sup>1</sup>, 2014.

Com base nestes critérios e, incrementada com as mais modernas visões de ensino de Física, é organizada uma ficha de avaliação formada por cinco blocos, que será usada para avaliar os livros por meio da comissão referida anteriormente. São os blocos:

1. Legislação e cidadania;
2. Abordagem Teórico-Metodológica e propostas didático-pedagógicas;
3. Conceitos, Linguagens e Procedimentos;
4. Manual do Professor;
5. Projeto Editorial.

Salientamos que há, ainda, uma ficha de avaliação específica para os recursos didáticos digitais que acompanham a obra. Após o término destas etapas os livros aprovados são caracterizados, por meio de resenhas, para que o professor da escola pública os avalie.

Todas as escolas públicas do Brasil avaliaram e definiram seus livros, sendo que o processo, na maioria dos casos, foi efetuado pelo próprio corpo docente de Física da escola. Cada escola poderia escolher, dentro dos livros aprovados no PNLD 2015, primeira e segunda opções de

<sup>1</sup> Disponível em <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em 03 set 2014

obra. A escolha dos livros por parte dos professores das escolas públicas foi feita, basicamente, através da leitura das resenhas que estavam no Guia de Livros Didáticos Ensino Médio PNLD 2015 – Física e através de avaliação direta das obras por meio de cortesias enviadas pelas editoras.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

### **Aspectos Gerais**

Nossa pesquisa está centrada, principalmente, em oferecer uma visão crítica e construtiva acerca da abordagem da história da antiga Teoria Quântica, nos livros didáticos de Física das escolas públicas e, ainda, enfoca alguns apontamentos básicos de características dos livros de Física do PNLD 2015.

Realizamos a avaliação com embasamento em referenciais teóricos, artigos que debatem os assuntos levantados nessa pesquisa e a própria recomendação para seleção de livros do Ministério da Educação através do documento referente ao PNLD 2015. O documento utilizado foi o Guia de Livros Didáticos Ensino Médio PNLD 2015 – Física.

Investigamos os livros adotados nas escolas públicas de Bento Gonçalves, em especial, por termos nesse município o curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Diante disso, nosso trabalho será um retorno acadêmico para a cidade, uma vez que muitas escolas foram parceiras durante todo nosso processo de graduação, como por exemplo, nas disciplinas de estágio.

### **Elaboração da Ficha de Avaliação**

Para elaboração da ficha de avaliação recorreremos a textos acadêmicos que abordam o tema, a História da Física, livros de história da Física e da Ciência, documentos e regulamentações sobre livros didáticos e o PNLD e pesquisa em sites que tratam sobre os assuntos.

Todo o processo de elaboração da ficha de avaliação nos incentivou a fazer um texto de apoio, na forma de blog, que sintetiza os estudos que realizamos acerca da História da antiga Teoria Quântica, aspectos científicos, filosóficos e epistemológicos<sup>2</sup>.

Referente aos artigos, um dos mais utilizado como fonte para a montagem das perguntas foi “Como Não Escrever Sobre História da Física - um Manifesto Historiográfico” de Martins (2001). No texto, o autor alerta para os perigos de fazer uma abordagem sobre história da Física de maneira superficial, apoiado no senso comum ou, ainda, sem bom embasamento. Martins (2001) destaca a necessidade de um número considerável de leituras para não cair no truque do senso comum, pois “Um conhecimento parcial pode levar a erros; mais pior ainda é um conhecimento nulo. Por isso é melhor uma boa amostra de textos desses dois mil anos do que não conhecer nenhum” (MARTINS, 2001, p. 115).

Além disso, Martins (2001) afirma que para realizar uma pesquisa é essencial o abandono de algumas concepções pessoais e vaidades, a fim de efetuar uma pesquisa qualificada:

Mas se uma pessoa se considera maravilhosa e não tiver consciência de seus próprios limites, dificilmente poderá perceber que estava errado, e por isso não poderá captar evidências contrárias às suas crenças, mesmo que elas estejam à sua frente. [...] O que fazer então? Estudar sem idéias preconcebidas? Isso é possível. Mas um bom historiador da ciência se treina para perceber seus próprios preconceitos e expectativas, de tal modo que essas idéias não o torne cego (MARTINS, 2001, p. 126).

Outra fonte relevante para a montagem da ficha de avaliação foi o artigo de Moreira e Koff (1985): “Questionário como instrumento de coleta de Informações de Ensino”. Os autores dissertam

<sup>2</sup> O endereço eletrônico de nosso blog é <<http://velhaquantica.blogspot.com.br/>>.

acerca da importância deste tipo de instrumento na pesquisa de ensino, mas alerta alguns pontos importantes para a validade destes. No artigo há, ainda, a apresentação de formas para formular perguntas nos questionários e maneiras boas e ruins para fazê-lo. No trecho a seguir, Moreira e Koff (1985) cita a importância da escolha correta das perguntas dos questionários:

A escolha da forma e do tipo de pergunta de um questionário é questão que deve ser analisada considerando o objetivo a ser alcançado, as características dos sujeitos envolvidos, o tempo disponível para a resposta ao instrumento. (MOREIRA e KOFF, 1985, p. 4)

Há outros artigos, livros e recortes importantes utilizados, mas os últimos balizadores relevantes para a montagem da ficha de avaliação foi o próprio Guia de Livros Didáticos Ensino médio PNLD 2015 - Física, que em seu texto tem diversos itens bons e demais recomendações que os livros devem conter. Dentre elas podemos citar a questão da busca do pensamento autônomo e crítico por parte do estudante, uma educação que busque valores cidadãos e uma Física menos pragmática, baseada na resolução de exercícios matemáticos, e mais ligada à realidade do estudante e do mundo que o cerca. Com isso chegamos a uma formatação final da ficha de avaliação<sup>3</sup>.

De forma geral, a ficha de avaliação trabalha com os seguintes eixos centrais: “Dados Gerais” (com o objetivo de coletar todas as informações básicas dos livros didáticos avaliados), “Características Gerais da Obra” (onde são feitas perguntas a fim de demonstrar algumas particularidades da obra, em seu volume três, para investigar se está conforme as recomendações previstas no PNLD 2015 e se encontra conectada com o que existe de mais atual no debate do ensino de Física), “Sobre o conteúdo de Física Quântica” (pretendemos avaliar a abordagem do conteúdo nesta área da Física no livro didático e, como no item anterior, verificar se há preocupação em trazer a Física menos conservadora e pragmática) e, por fim, “Sobre a história da Física Quântica” (possui uma gama de perguntas para avaliar a abordagem da história da Física Quântica, a importância dada a ela e a existência da preocupação acerca do contexto da época em que a Física Quântica está inserida e com a ciência da época).

Em termos gerais todas as perguntas foram elaboradas com foco no debate final da caracterização da história da Física Quântica nos livros didáticos do PNLD 2015, mas também com preocupação de fazer uma avaliação geral da inserção da área de Física pesquisada, ou seja, antiga teoria quântica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Livros Adotados nas Escolas Públicas de Bento Gonçalves

Apresentamos na sequência os livros do PNLD 2015 selecionados para o triênio 2015 - 2017 nas escolas públicas do município de Bento Gonçalves. Coletamos essa informação por meio de correio eletrônico, telefonemas e visitas às escolas (ressaltamos que nenhuma escola se negou fornecer as informações solicitadas) e os organizamos de acordo com a “Tabela 1”. Embora tiverem sido aprovados 15 livros de Física no PNLD 2015, os livros adotados pelas escolas de Bento Gonçalves convergiram para sete títulos. Com o intuito de manter o sigilo das obras, optamos por selecionar três obras aleatórias para cada pergunta, denominando os livros sorteados como Livro A, Livro B e Livro C.

<sup>3</sup> Disponibilizamos a ficha em uma plataforma digital, cujo endereço eletrônico é: <[https://docs.google.com/a/bento.ifrs.edu.br/forms/d/11Z7VvxSMFXZZdgg9fc1\\_ahL36XO2ZUg4GHBULTLExRM/vi ewform](https://docs.google.com/a/bento.ifrs.edu.br/forms/d/11Z7VvxSMFXZZdgg9fc1_ahL36XO2ZUg4GHBULTLExRM/vi ewform)>.



**Tabela 1:** Livros do PNL D escolhidos pelas escolas de Bento Gonçalves.

Escola	1º Opção de livro	Editora	2º Opção de livro	Editora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul	Conexões com a Física	Moderna	-----	-----
E. M. E. M Alfredo Aveline	Conexões com a Física	Moderna	FÍSICA	Saraiva
Colégio Estadual Dona Isabel	Compreendendo a Física	Ática	Ser Protagonista Física	SM
Colégio Estadual Landell de Moura	Conexões com a Física	Moderna	Ser Protagonista Física	SM
Colégio Estadual Visconde de Bom Retiro	Ser Protagonista Física	SM	Física - Conceitos e Contexto Pessoal, Social e Histórico	FTD
E. E. de Ensino Médio Imaculada Conceição	Conexões com a Física	Moderna	FÍSICA	FTD
E. E. de Ensino Médio Professor José Pansera	Conexões com a Física	Moderna	Compreendendo a Física	Ática
E. E. de Ensino Médio Mestre Santa Bárbara	Física - Conceitos e Contexto Pessoal, Social e Histórico	FTD	Ser Protagonista Física	SM
Instituto Estadual de Educação Cecília Meireles	Ser Protagonista Física	SM	Física - Ciência e Tecnologia	Moderna

### Características Gerais da Obra

Discutimos aqui os aspectos gerais de cada livro pesquisado. Ressaltamos que nossa pesquisa se restringe, em termos de conteúdos da área da Física, a antiga Teoria Quântica (1900 - 1925) e que todos os livros apresentam este conteúdo no volume três. Isso porque todos os livros têm, basicamente, a mesma disposição de suas unidades de conteúdo. De modo que para o volume três encontramos os conteúdos de “Eletromagnetismo” e “Física Moderna”. Vale observar que não são todos os livros que têm estas denominações, porém, analisando as unidades, percebemos conteúdos semelhantes apenas com alteração na nomenclatura.

De maneira geral todos os livros têm alguma forma de interdisciplinaridade da Física com outras matérias, sendo que alguns apresentam de forma direta e outros de maneira discreta. Lembramos também que há na fase de seleção critérios excludentes de uma obra por não mencionar a interdisciplinaridade, o que de certo modo obriga os livros a abordarem a interdisciplinaridade. Para exemplificar mostramos a seguir um recorte das respostas para a questão “*Existe preocupação em abordar os conteúdos da Física de modo interdisciplinar?*”:

#### **Livro A:**

Sim, existe um espaço específico em cada conteúdo estudado, denominado "Conexões", onde a proposta desse é a interdisciplinaridade da Física com outras matérias.

#### **Livro B:**

Existe uma preocupação, mesmo que por vezes embutida dentro das explicações do capítulo apresentado. Podemos notar esse tipo de abordagem na página 229, da unidade de Física Moderna, onde ele faz uma ligação da relatividade com as artes.

**Livro C:**

Não de forma direta, algumas coisas bem pontuais. De forma geral é exposição de conteúdo seguido de questões relacionados ao que já foi apresentado.

Na maioria das obras investigadas segue a mesma ótica da resposta do Livro A, na qual há partes específicas que buscam realizar a ligação da Física com outros conteúdos, como a Geografia, a Química e, até as Artes. Porém, há livros em que a abordagem é bem discreta e, em alguns casos, bastante pontual e até difícil de encontrar.

A diferença de proposta também foi vista na pergunta “*O livro incentiva a busca do pensamento autônomo e crítico sobre os conteúdos abordados?*”, na qual se verificou que praticamente todos os livros apresentam preocupação com este tema, contudo há obras em que há preocupação com o conteúdo de Física, na forma cálculos. Esta maneira de ministrar o ensino de Física é um modelo conservador, mas que deve ser respeitado e ter seu espaço.

Muitos educadores acreditam que uma forma de ensino pragmática é a mais correta para a nossa sociedade. A visão que nosso trabalho defende é a de um Ensino de Física com maior espaço para a interdisciplinaridade, conectado com as coisas do nosso mundo, e formando um estudante ciente de seu papel cidadão na sociedade.

Para finalizar esta seção de análise, pontuamos os dados obtidos na pergunta “*Nos capítulos do livro existe propostas de experimentos, ou mesmo URL de simulações do fenômeno estudado?*”. Nesta questão, novamente há um número considerável de livros que apresentam características semelhantes e poucos não têm preocupação com estes temas.

**Livro A:**

Sim, existe umas caixas, ao longo do conteúdo estudado, denominadas “Atividades Práticas” que são só para experimentos. Não existe um espaço específico para sugestões de sites, mas ao longo da explicação do conteúdo o livro sugere URL para pesquisa.

**Livro B:**

Quadros isolados sobre experimentos. Exemplos encontrados mais próximos foi a do relé fotoelétrico. Não foi encontrado simulações ou sugestão de sites para os alunos, apenas no livro do professor.

**Livro C:**

Sim, existe uma seção específica em todos os capítulos denomina “Laboratório” onde são trabalhados experimentos, e na seção “Para explorar”, temos dicas e sugestões de sites, filmes e leituras.

Verificamos nessas respostas a existência de livros que possuem abordagem direta e preocupada com as questões de uso do meio digital e com a Física experimental. Nestas obras há espaços específicos para os temas, sendo que todos os capítulos têm pelo menos uma aparição destes espaços. Em contrapartida há livros que apresentam os espaços e debates sobre experimentos de maneira discreta. Na parte de sites e URL existem livros que não apresentam essa área.

A maioria dos livros possuem bases parecidas acerca dos dados gerais, sendo que poucos não apresentaram alguns dos dados pesquisados. Estes fatos conduzem à configuração de livros preocupados na abordagem interdisciplinar da Física, conectados com as tecnologias e com a Física experimental, além de almejar a formação de um aluno crítico e ciente do seu papel no mundo.

**Sobre o conteúdo de Física Quântica**

Neste espaço avaliamos as questões relativas ao conteúdo de Física Quântica presentes nos livros pesquisados. Foram avaliados os exercícios destes livros, a distribuição básica dos conteúdos e a caracterização básica da abordagem da Física Quântica.

Iniciamos a discussão do primeiro item desta seção com a pergunta “*Existe um capítulo específico sobre esse conteúdo e como ele está organizado?*”. Nesta parte notamos que todos os livros se preocupam em dar importância para a Física Quântica em suas abordagens, mesmo que não nominalmente; isto é, nem todos os livros têm o nome Física Quântica nos capítulos, mas todos têm o referido conteúdo, mesmo que diluído em dois ou mais capítulos. Diante disso, são poucas as diferenças nos conteúdos escolhidos para relatar a Física Quântica, sendo que todos os livros citaram estudos e trabalhos referentes à antiga Teoria Quântica, mas poucos avançaram para períodos contemporâneos. Assim, podemos afirmar que o conteúdo de Física Quântica estudado no Ensino Médio é correspondente à antiga teoria quântica.

No item de avaliação “*Descreva as principais características do conteúdo de Física Quântica nessa obra*”, da mesma forma que na questão anterior, não foram notadas diferenças significativas, pois os livros dispõem o conteúdo de Física Quântica de maneira semelhante; ou seja, apresentam parte do conteúdo de forma tradicional, com muitos recortes da história da Física Quântica, e outra parte contextualiza que apresenta as principais equações e gráficos de descrição do fenômeno estudado.

**Livro A:**

Como não existe um capítulo específico desse tema, temos recortes de contribuição da Física Quântica no debate de natureza da luz e no capítulo final, que apesar de abordar muitos temas de Física Quântica, está muito mais centrado na parte de Física de Partículas.

**Livro B:**

Da um foco muito grande aos trabalhos relacionados à Física Quântica de estudo do comportamento dos átomos. Não fala em efeito fotoelétrico e dualidade onda-partícula diretamente. Esses assuntos estão no capítulo 11 de eletromagnetismo. Tem um destaque maior para período anterior dos trabalhos de Planck, a fim de melhor explicar como foi os movimentos anteriores da Física usando de teorias clássicas. Também tem um foco espacial na parte da geração de raios-X e da radioatividade.

**Livro C:**

Da ênfase aos conteúdos estudados na revisão bibliográfica desse trabalho. Tem partes conteudistas clássicas, mas também tem a preocupação de ter caixas de debates e reflexões do conteúdo abordado e temas transversais ligados a esse conteúdo.

Nestes recortes notamos que não faltam conteúdos de Física Quântica nos livros, porém alguns optam por não destacar esta área da Física, outros focam apenas em algumas partes da Física Quântica, e os demais seguem os temas de Física Quântica estudados neste trabalho. Diante disso, entendemos que alguns autores focam mais em determinadas áreas da Física Moderna e menos em outras, o que é legítimo, desde que se tenham minimamente os conteúdos de Física Quântica básicos nos livros, por se tratar uma área fundamental da Física.

Com estas reflexões avaliamos as perguntas “*Os conteúdos de Física Quântica apresentados são consistentes com outros que se apresentam na literatura dessa área da Física?*” e “*A Física Quântica abordada no livro é adequada para o nível de ensino do público alvo?*”. Nestas questões os livros foram idênticos; isto é, abordam a Física Quântica adequada para o nível de ensino proposto e estão com o conteúdo de acordo com outras literaturas desta área da Física. Isto acontece pelo fato de que os livros são obrigados, no processo de seleção de PNLD, a seguir os padrões de currículo de Física para o Ensino Médio, dentre eles os conteúdos da Física Quântica.

Na parte de exercícios de Física Quântica, na qual a pergunta foi “*Descreva as principais características dos exercícios de Física Quântica nessa obra?*”, há a supremacia de questões voltadas para problemas matemáticos. Nesse sentido, os livros passam a impressão de que a resolução de problemas matemáticos é suficiente para ministrar aulas de Física. Ressaltamos que a

maioria dos livros didáticos pesquisados apresentam exercícios de outra natureza, como voltados para a parte teórica da Física ou, ainda, com perguntas voltadas para o lado cidadão do aluno. Todavia, a maior parte dos exemplos e exercícios é focada na resolução matemática.

Com este tema de exercícios finalizamos a avaliação do conteúdo de Física Quântica com a questão “*Nos conteúdos, exemplos e exercícios os autores tem a preocupação de ligar a realidade dos estudantes com a Física Quântica?*”. Notamos que há uma preocupação com este debate na maioria dos livros, por tratar-se de uma tendência na educação, ou seja, relacionar a realidade do estudante com os conteúdos aprendidos na escola e, ainda, por ser um dos critérios de eliminação na seleção dos livros no processo do PNLD 2015. Nota-se essa característica nas respostas a seguir:

**Livro A:**

Sim, nessa obra foi dada muita importância, até mesmo porque esse livro tem essa característica, de ligar o conteúdo da Física com experimentos, o mundo do trabalho e da tecnologia.

**Livro B:**

Sim, principalmente na parte de inovações tecnológicas, e nas seções de debates como por exemplo um debate proposto de como usar a energia nuclear para fins bons e ruins.

**Livro C:**

Não, pouquíssimas coisas. Nesse livro os assuntos são pragmáticos e a Física mostrada é bem conservadora.

### Sobre a História da Física Quântica

Apresentamos nessa seção o extrato de perguntas referentes aos tópicos de História da Física presentes nas obras avaliadas. Antes da avaliação propriamente dita, destacamos que todos os livros possuem pelo menos algumas citações de História de Física quântica. No entanto, novamente vale lembrar que as normas de seleção dos livros no processo do PNLD 2015 exigem uma abordagem histórica dos conteúdos.

Na primeira questão: “*Qual a importância que essa obra dá para a história da Física Quântica?*” verificamos que é nítido que parte dos livros mostram pequenos recortes históricos, alguns resumidos em excesso, enquanto outras obras têm grande preocupação com o tema.

**Livro A:**

Cita apenas alguns cientistas mais marcantes do assunto estudado. Não tem contextualização histórica da época e da ciência desse mesmo período.

**Livro B:**

Muito boa, pois traz o fato histórico que provocou os debates sobre Física Quântica, mostra os grandes físicos dessa área, e até tenta provocar o debate trazendo algumas consequências da Física Quântica no nosso mundo.

**Livro C:**

É dada uma importância boa. Existem campos específicos sobre isso, além de existir muitas passagens históricas da Física nas explicações dos conteúdos.

Notamos que há livros realmente preocupados em apresentar a História da Física, que dão grande importância para o tema, mesmo que a forma de fazer a referência seja diversa em cada obra. Porém, há livros que não deixam de mostrar as partes de História da Física, mas as apresentam em pequenas citações ou de maneira compacta. Nestas citações de História da Física sempre há alguma referência aos físicos e principais cientistas envolvidos no tema estudado. Citamos este fato por estar ligado à resposta da pergunta “*Os físicos e grandes cientistas dessa área da Física são abordados? De que forma?*”, na qual todos têm respostas semelhantes, sendo que as

únicas diferenças são os livros que dão bastante destaque para alguns cientistas, com quadros com biografias detalhadas dos físicos.

Quanto à pergunta “*Os exercícios do livro trabalham com a história da Física Quântica? De que forma?*”. Conforme debatido anteriormente, a maioria dos exercícios dos livros é focada em soluções matemáticas, com poucos exercícios com o contexto voltado para a História da Física. Além disso, há livros que não possuem questões que abordam a História da Física, enquanto outros apresentam uma distribuição igualitária em exercícios teóricos, reflexivos, históricos e matemáticos. Porém, são poucas as obras que trazem exercícios com menor foco para a matemática.

Com a pergunta: “*É citada as contribuições de brasileiros nos trabalhos de física quântica ou mesmo da física moderna? Se sim, cite os casos*” constatamos que poucos livros citam cientistas brasileiros, sendo que os que citam o fazem através de caixas específicas para isto.

Finalizamos nossa avaliação da História da Física com a pergunta “*É feita alguma forma de contextualização histórica da época onde se desenvolveu a Física Quântica? E sobre o desenvolvimento da Ciência na época existe alguma citação?*”. Esta questão foi feita com a intenção de debater o fato de que a Física não é uma ilha e que todo o desenvolvimento desta auxiliou no desenvolvimento da humanidade. Da mesma maneira, fatos históricos e científicos foram essenciais para muitos avanços no estudo da Física. Assim, uma história da física isolada pode passar a ideia de que a Física se desenvolvia sem estar conectada com o que se passava no mundo na época, o que não procede. Nesse sentido, apenas um livro fez uma contextualização adequada entre história geral e da Ciência. Há algumas obras que tiveram pequenos recortes de história geral, de forma muito pontual, mas a maioria dos livros ateu-se à história da física isolada. Concluímos, assim, que esta abordagem da História da Física isolada não é a forma correta de se abordar a história, mesmo que seja em uma aula de física. A história da física mais completa deve levar em consideração tudo o que fez o fenômeno estudado ser questionado, sendo que os fatos históricos fora da Física com certeza tiveram seu papel nesse processo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos no presente trabalho investigar a abordagem da antiga Teoria Quântica nos livros didáticos do PNLD 2015, mais especificamente, a maneira que os livros integram a História da Física a esse conteúdo específico. Visto que as aulas de Física, em sua maioria, são baseadas na resolução de problemas matemáticos, trazer para a sala de aula uma abordagem histórica, filosófica e epistemológica da Física, com potencial para contribuir na formação do cidadão, não é tarefa fácil.

Constatamos que há muito que a ser melhorado quando a abordagem da História da Física nos livros didáticos, mas devemos ter em mente que se as aulas de Física na escola são, na maioria dos casos, de cunho conservador isso não se deve somente pela abordagem dos livros didáticos. Muitos dos problemas da educação estão na estrutura escolar como um todo, em aulas que contemplem uma formação do aluno visando o ENEM e o mercado de trabalho. Cabe ao educador em Física também se auto avaliar e se perguntar se sua aula está realmente formando um cidadão, um aluno crítico e ciente de seu papel na sociedade. Temos bons materiais nos dias de hoje, de modo que, enquanto professor devemos buscar ministrar aulas de Física que instiguem nossos alunos.

## REFERÊNCIAS

MARTINS, R. A. (2000) Arquimedes e a Coroa do Rei: Problemas Históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 17, n. 2, p.115-121.

MARTINS, R. A. (2001) Como Não Escrever Sobre História da Física- um Manifesto Historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 23, p. 113-129.

MOREIRA, M. A.; KOFF, E. D. (1985) O questionário como instrumento de coleta de informações sobre o ensino. In: Moreira, M. A. (Org.). **Ensino na universidade: sugestões para o professor**. Porto Alegre: Editora da Universidade.

**Guia de Livros Didáticos Ensino Médio PNLD 2015-Física**, disponível em <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em 3 Set 2014.

**Município de Bento Gonçalves**, Disponível em <<http://www.bentogoncalves.rs.gov.br>> Acesso em 27 out 2014.

## LEITURAS COMPLEMENTARES

BIEZUNSKI, M. (1993). **História da Física Moderna**. Lisboa (Portugal): Instituto Piaget (Divisão Editorial).

CHAUÍ, M. (2004). **Convite a Filosofia**. São Paulo: Editora Ática.

FAGHERAZZI, O. J....[et.al.](2014). **Uma Breve Introdução à Filosofia da Ciência**. Rio Grande: Editora do IFRS – campus Rio Grande,.

MARTINS, R. A.; ROSA, P. S.(2014). **História da teoria quântica- a dualidade onda-partícula de Einstein a De Broglie**. São Paulo: Editora Livraria da Física.

MONTOYAMA, S.(1985). Os principais marcos históricos em Ciência no Brasil. In: SEMINÁRIO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO. Brasília.

SADER, E. (2000). **Século XX: uma Biografia não Autorizada**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo.

SOUZA SANTOS, B. (1988). **Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna**. Porto: Editora Afrontamento, (15<sup>o</sup> edição).

Memorial Landell de Moura, Disponível em <[memoriallandelldemoura.com.br](http://memoriallandelldemoura.com.br)> Acesso em 6 nov 2014.

## A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES NA ESCOLA CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA

**Karine dos Santos Coelho** [kakascoelho@hotmail.com]  
*EEB Apolônio Ireno Cardoso*  
 Centro, 88914-000, Balneário Arroio do Silva, SC – Brasil.

### Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar um levantamento e análise de artigos sobre atividades propostas para o Ensino de Física de Partículas no Ensino Médio. Com intuito de investigar se (e como) os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades desses tópicos para o processo de ensino e aprendizagem no retorno a ação docente no Brasil, com objetivo de avaliar essa formação profissional. Para isso analisa artigos publicados em eventos e periódicos em Ensino de Ciências e Educação em Ciências que tratam sobre experiências formativas no CERN. Os resultados indicam que a formação no CERN possibilita uma formação científica mais alargada ao docente. E, os artigos publicados pelos professores participantes do curso de formação contribuem com propostas de atividades diversas para inserção de Física de Partículas no Ensino Médio.

**Palavras-chave:** CERN, formação docente, física de partículas.

### INTRODUÇÃO

A inserção de tópicos sobre a estrutura elementar da matéria e em especial a Física de Partículas no Ensino Médio tem sido um tema em discussão por investigadores do campo da Didática das Ciências. Constata-se na literatura uma diversidade de estudos que tratam sobre diferentes compreensões sobre a estrutura da matéria (Trinidad-Velasco & Garritz, 2003; Gallegos & Garritz, 2003; Gómez-Crespo & Pozo, 2000) estratégias para os processos de ensino e aprendizagem (Pozo & Flores, 2007; Benarroch, 2000 (a,b); Gómez-Crespo; Pozo; Gutiérrez-Julián, 2004; dificuldades conceituais nas aprendizagens (Pozo & Crespo, 2009); conhecimento pedagógico dos professores (Garritz & Trinidad-Velasco, 2006; Sá & Garritz, 2014). Todavia, ainda carece de investigações sobre tópicos da Física de Partículas (Monteiro, Nardi & Bastos Filho, 2009; Ostermann & Moreira, 2000; Greca & Moreira, 2001).

A abordagem sobre Física de Partículas pode ser contextualizada desde os atomistas da Grécia Antiga até o Bóson de Higgs, que foi detectado em 2012 no colisor de partículas de altas energias-LHC- Large Hadron Collider<sup>1</sup> no CERN- Organização Europeia para Pesquisa Nuclear, na fronteira Franco-Suíça.

Atualmente a Teoria mais aceita para explicar a constituição da matéria é do Modelo Padrão. Essa teoria ainda não responde a todas as questões, mas destaca-se porque

o Modelo Padrão da Física das Partículas é a teoria que descreve os constituintes fundamentais da matéria (as partículas fundamentais) e as suas interações. Seguramente é uma das teorias com mais sucesso da história, capaz de prever a existência de novas partículas muito tempo antes de elas serem descobertas experimentalmente (Muiño, 2012, p.2).

O Modelo Padrão, desenvolvido entre 1970 e 1973, descreve três das quatro forças conhecidas e as partículas fundamentais que constituem toda a matéria. Esse modelo inclui as forças eletromagnética, forte e fraca e todas as suas partículas transportadoras, e explica como essas forças atuam sobre as partículas de matéria. Entretanto, esse modelo não prevê a força gravitacional. O

<sup>1</sup> *Large Hadron Collider*, em português, *Grande Colisor de Hadrões*.

gráviton, bóson responsável pela gravidade, ainda não foi encontrado e não é explicado por essa teoria.

No Modelo Padrão, o Bóson de Higgs era a última peça do quebra-cabeça que faltava, unindo todas as partículas conhecidas da matéria (férmions) e os transportadores das forças que agem sobre elas (bósons). A interação das partículas elementares com o campo de Higgs faz com que estas adquiram massa. O mecanismo de Higgs prevê um campo que ocupa o Universo, o campo de Higgs. O bóson de Higgs é a partícula responsável pelo mecanismo de Higgs, prevista por Peter Higgs<sup>2</sup>.

Em especial a área de Partículas Elementares e suas interações se desenvolveram nas últimas décadas e têm consolidado teorias fundamentais para constituição da matéria, logo para uma compreensão mais plausível para existência do homem. São, portanto, um importante tópico para fazer gama dos saberes docentes mobilizados pelos professores e ser abordado em sala de aula.

Seguindo os pressupostos dos epistemólogos da Ciência que têm contribuído para análise do desenvolvimento científico, apesar do Modelo Padrão ter se apresentado como a teoria mais aceita, de ser elaborado sem esquecer as propostas anteriores, resultado de um longo período histórico de rupturas na história dos constituintes básicos da matéria, deixa ainda muitos questionamentos, corroborando para o fato da Ciência não ser verdade absoluta, ser questionável e em permanente construção.

Nesse sentido, podemos pensar o papel do professor como responsável por desmistificar a Ciência como verdade absoluta, visto que a evolução da compreensão dos constituintes da matéria, *“ocorre por meio de constantes rupturas e reconciliações”* (Bachelard, 1996) e o conhecimento é uma produção histórica.

Assim a preocupação com a Educação Científica e Tecnológica e o interesse pela inclusão de tópicos de Física de Partículas, defendida pelos Documentos Legais, tem feito as instituições investirem em cursos de formação de professores, como a Escola CERN em Língua Portuguesa<sup>3</sup>. Obviamente os cursos ofertados ainda são insuficientes para atender toda demanda de professores, mas as iniciativas são válidas como ponto de partida.

Em suma, quanto aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Documento norteador do Ensino Médio, ele preconiza, de modo geral, que o Ensino de Ciências promova a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do Universo, mais ampla do que o nosso entorno material imediato, contextualizado e integrado à vida de cada jovem, que discuta a Origem do Universo e sua evolução, que reconheça aspectos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) possuem a base didática nacional comum dividida em três grandes áreas, com proposta de fazer com que as disciplinas que a compõem se comuniquem, buscando conferir um caráter interdisciplinar. A área a que se destinam as disciplinas de Física, Química e Biologia é de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

As Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002, p.70) apontam que *“alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria [...]”*. Particularmente sobre a Física de Partículas, o referido documento destaca (ibid) como importante que *“[...] a compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo de partículas [...]”*.

Diante do exposto pelos Documentos Legais, é preciso atentar para a ação e para a formação docente, para que o mesmo receba a preparação adequada para incorporar a sua prática

<sup>2</sup> Físico escocês, Peter Higgs previu o Bóson de Higgs em 1964. Entretanto, “os físicos Robert Brout e François Englert também são responsáveis pelo desenvolvimento desse aparato teórico, mas na literatura ele é usualmente referido apenas como mecanismo de Higgs” (Moreira, 2009, p.5).

<sup>3</sup> A Escola CERN em Língua Portuguesa será abordada abaixo com mais ênfase articula as questões propostas para essa investigação.



tópicos de Física de Partículas. Pois há um consenso que os currículos abordados pelos professores em sala de aula, contemplam muito pouco os avanços da Ciência a partir do século XX. Por isso, como os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades de tópicos de Física de Partículas para o processo de ensino e aprendizagem?

Neste trabalho será apresentado um levantamento e análise de trabalhos sobre atividades propostas para o Ensino de Física de Partículas no Ensino Médio. O intuito é investigar se (e como) os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades desses tópicos para o processo de ensino e aprendizagem no retorno a ação profissional no Brasil, com objetivo de avaliar essa formação docente.

## **SOBRE A ESCOLA CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA**

A Escola CERN em Língua Portuguesa foi criada com o objetivo de facilitar a divulgação regular e a partilha de conhecimentos da pesquisa científica. E o objetivo principal de proporcionar aos professores brasileiros a participação nesse evento tem sido a perpetuação de boas-práticas no Ensino de Física do Ensino Médio.

Desde 2007, o CERN realiza em suas instalações um programa de Educação destinado a professores de escolas secundárias de Portugal, no qual são desenvolvidas aulas sobre Física de Partículas e áreas associadas, com palestras proferidas por pesquisadores e visitas ao complexo experimental. Através desse programa os professores podem ter a oportunidade de avaliar a magnitude dos experimentos e do desenvolvimento científico e tecnológico.

A participação dos professores brasileiros anualmente nesse programa, desde 2009, é resultado de negociações por parte de pesquisadores brasileiros e da diretoria da SBF-Sociedade Brasileira de Física, com recursos oriundos da CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, como uma ampliação da cooperação do CERN com Portugal<sup>4</sup>. Além da participação na Escola com abordagem sobre Física de Partículas e áreas associadas no CERN, em Genebra- Suíça, os professores brasileiros também participam de uma Pré-escola no LIP-Laboratório de Física de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, em Lisboa- Portugal. Aproximadamente, esse evento tem duração de duas semanas.

A SBF coordena essa formação continuada para professores oriundos das redes municipal, estadual, federal e particular<sup>5</sup> de ensino com o objetivo de capacitar professores para que os mesmos introduzam tópicos de Física de Partículas no Ensino Médio, considerados altamente complexos, em níveis acessíveis aos alunos.

## **METODOLOGIA**

Para subsidiar essa pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica que consistiu na identificação de artigos publicados por professores participantes da Escola CERN nas diversas edições do evento. Para isso, fez-se um recorte temporal de 2009 a 2014, em periódicos nacionais da área de Educação em Ciências e Ensino de Ciências.

Num primeiro momento os periódicos pesquisados abrangeram todos os acervos disponibilizados online nos portais destas revistas: Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências, Alexandria, Ciência & Educação, Investigações em ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Ciência & Ensino, Experiências em Ensino de Ciências, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

---

<sup>4</sup> Atualmente essa ampliação da cooperação do CERN com Portugal inclui ao programa além de professores de Portugal, em maior número, do Brasil, Guiné- Bissau, Cabo Verde, Angola, Moçambique, Timor Leste e São Tomé e Príncipe. Contribuindo para a formação científica e cultural de todos os professores que participam do curso.

<sup>5</sup> Das trinta vagas disponíveis, apenas duas são destinadas aos professores da rede particular, e todos os custos da viagem e hospedagem devem ser financiados pela instituição na qual o professor está vinculado ou pelo professor.

A revisão bibliográfica incluiu também as Atas de eventos da área de Educação em Ciências e Ensino de Ciências: apresentados nos ENPECs (*Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências*), ENEQs (*Encontros Nacionais de Ensino de Química*), EPEFs (*Encontros de Pesquisas em Ensino de Física*), SINECTs (*Simpósios Nacionais de Ensino de Ciência e Tecnologia*) e (SNEFs) (*Simpósios Nacionais de Ensino de Física*).

Num primeiro momento optou-se pelo critério de pesquisa por título, pelas palavras-chave: Escola CERN, formação de professores no CERN e Física de Partículas no CERN e por leitura dos resumos.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos artigos encontrados, o levantamento permitiu identificar três artigos publicados em anais de eventos e um em periódico, todos em 2013. Conforme pode ser visualizado no Quadro abaixo.

**Quadro 01:** Artigos publicados em anais de eventos e periódico.

AUTORES	TÍTULO	EVENTO/ PERÍODICO	ANO DE PUBLICAÇÃO
Luciano Denardin de Oliveira	Utilizando ambientes virtuais no estudo da física de partículas: contribuições de uma visita ao CERN	ENPEC	2013
Almir Guedes dos Santos; Sandro Soares Fernandes.	Física de Partículas no Ensino Médio: propostas didáticas com abordagens diversas.	IF-UFRJ	2013
Sandro Soares Fernandes; Almir Guedes dos Santos.	Escola de Física do CERN: Como levá-la à sala de aula para ajudar os alunos a entender Física de Partículas?	IF-UFRJ	2013
Fabiana Botelho Kneubil.	Explorando o CERN na física do Ensino Médio.	Revista Brasileira de Ensino de Física	2013

Na análise a preocupação estava em verificar como os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades para inserção de tópicos de Física de Partículas no Ensino Médio. Isso com intuito de traçar apontamentos sobre a formação desses professores no maior centro de pesquisa de Física de Partículas no mundo.

Foi possível apurar que todos os trabalhos são propostos para o Ensino Médio, com justificativa e consenso de que a Física de Partículas tem sido ofertada de forma tímida no processo de ensino e aprendizagem. Os artigos publicados tratam do olhar e da experiência de professores preocupados com o ato de ensinar, por isso abordam atividades variadas elaboradas com a finalidade de enriquecer o Ensino de Física.

Para análise dos artigos levou-se em consideração o objetivo, as atividades propostas, a justificativa e o enfoque.

Em síntese, o objetivo é de proporem atividades elaboradas com a finalidade de contribuir para a inserção de Física de Partículas no Ensino Médio e mostrar caminhos potencialmente favoráveis para a inserção dessas abordagens.

Quanto as atividades utilizadas, Oliveira (2013) utilizou a rede social *facebook*, como meio de interação com seus alunos, de divulgação das atividades realizadas no CERN e para aproximar os estudantes da vivência experimentada pelo professor.

O professor como mediador do conhecimento científico deve estar atento para não se ater a estratégias didáticas desestimulantes. Ao mesmo tempo, o uso da tecnologia, não deve ser apenas um mero instrumento de informação, mas deve possibilitar a compreensão e interpretação do conhecimento científico e tecnológico. Por isso, inserir os dispositivos tecnológicos no cotidiano da sala de aula para uso da rede social *facebook*, como forma de inovar as estratégias que recorrem no ensino de física pode motivar os alunos para uma aprendizagem significativa.

Santos e Fernandes (2013a) elaboraram duas propostas, uma das propostas é intitulada “Física de Partículas e CERN numa perspectiva científica, filosófica e epistemológica”, onde são utilizados vídeo e texto sobre o CERN, o LHC e a Física de Partículas, associados a um roteiro didático. Para eles é importante

[...] refletir e discutir aspectos típicos da natureza do conhecimento científico, tais como: a imagem da ciência e do cientista na sociedade; a relevância da colaboração e das discussões entre cientistas; a validação e o caráter não definitivo do conhecimento científico; e os modelos físicos (Santos & Fernandes, 2013a, p. 5).

A segunda proposta didática aborda “História das Ciências e Ciência-Tecnologia-Sociedade” onde são utilizados vídeo e texto de História das Ciências e que envolvem relações CTS acerca do CERN, do LHC e da Física de Partículas, aos quais está relacionado um roteiro didático.

Dessa forma, os alunos do ensino médio poderão pensar, discutir e estabelecer compreensões, com o apoio do docente, acerca dos seguintes aspectos: ciência enquanto construção humana; evolução conceitual dos modelos atômicos; e influências recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Santos & Fernandes, 2013a, p. 5).

Os autores Fernandes e Santos (2013b) propõem uma atividade didática em CTS. Para isso, usaram duas reportagens de telejornais sobre o LHC e um roteiro contendo dois textos e perguntas entregues aos alunos. Em outra proposta utilizaram aplicativos, jogos e simuladores para inserir novos tópicos e explorar com mais detalhes alguns temas.

As diversas atividades realizadas pelos professores são potencialmente favoráveis para despertar a aprendizagem significativa, principalmente em disciplinas da área de Ciências da Natureza, consideradas de difícil compreensão por muitos alunos. Fica como princípio que, quanto mais variado e rico for o instrumento usado pelo professor, maiores condições ele terá para promover a aprendizagem significativa dos seus alunos. Pois, ninguém aprende sem ver sentido naquilo que está aprendendo.

Kneulbil (2013) descreve os experimentos do CERN aproximando do currículo escolar. Descreve a relação entre a força coulombiana e o hidrogênio usado no CERN nas colisões. Aborda o campo elétrico e aceleração das cargas, energia dos feixes de prótons, campo magnético, corrente elétrica, corrente do feixe de prótons, refrigeração (criogenia), aquisição de dados nos experimentos e a relação CERN com a epistemologia.

É preciso levar em consideração que “desde a inauguração, o LHC aparece em toda a mídia: jornais, revistas, televisão, cinema e internet, e isso fez com que um bombardeio de perguntas sobre o assunto surgisse, principalmente nas salas de aula. Era comum os alunos perguntarem: professor, é verdade que mundo vai acabar?” (Balthazar & Oliveira, 2010, p.25). De fato, as mudanças sociais e culturais estão abrindo caminho para novas formas de aprender e ensinar para além do quadro e giz. Parece claro que boa parte de nossos alunos não precisam de mais informações, visto que são bombardeados pelas mesmas. Por isso, independente da metodologia, das atividades e estratégias usadas no processo de ensino e aprendizagem, ela deve proporcionar ao estudante compreender os conceitos científicos.

O professor não pode se eximir de contextualizar com seus alunos informações que eles têm contato pelos mais variados meios de comunicação e informação. Isso parece ficar claro para esses professores ao selecionarem as atividades para o processo de ensino e aprendizagem.

O professor Oliveira (2013) justifica que é necessário instigar os alunos sobre *temas científicos atuais para construir visões não deformadas sobre a natureza da Ciência*. Ressalta que os alunos de hoje são nativos em uma linguagem tecnológica, por isso é necessário pensar num estreitamento na forma de ensinar, com o quê ensinar e os interesses dos alunos.

Nesse contexto, é preciso considerar que os alunos de Ensino Médio estão inseridos em uma cultura tecnológica, fator potencialmente favorável para a inserção de dispositivos tecnológicos, como processo de dinamização do ensino e aprendizagem.

Os professores-autores Santos e Fernandes (2013a) ao retornarem do curso, relatam que estavam muito apreensivos com a divulgação do que haviam aprendido, pois verificaram em pesquisas bibliográficas uma lacuna de atividades didáticas aplicadas na escola.

Fernandes e Santos (2013b), autores de dois trabalhos aqui referenciados, justificam que nossos “*estudantes estão mergulhados em atividades que de alguma maneira estão ligados a Física Moderna e a utilização de uma Física do micro, do muito pequeno. São i-pods, i-phones, tablets e celulares cada vez menores e com uma tecnologia mais avançada*” (p.2). Por isso, procuram inserir conhecimentos de Física Moderna na sala de aula.

Para Kneubil (2013) as pesquisas do CERN podem se transformar em tópicos adaptados para o ensino, numa tentativa de aproximação e contextualização da ciência.

Em relação em enfoque, para Oliveria (2013) o aluno não pode ser considerado uma tábula rasa. Ele defende que se abra nos currículos de física, além das discussões clássicas discussões contemporâneas da Física. Sugere que o professor utilize espaços não formais de atividades e, um exemplo de ambiente não formal são as redes sociais.

Para Santos e Fernandes (2013a), respectivamente, quanto ao enfoque das duas propostas é possível constatar uma preocupação em aproximar o conhecimento e a construção desse conhecimento científico do aluno. Principalmente no que se referem ao processo histórico de construção da Ciência, as concepções filosóficas e epistemológicas da construção do conhecimento científico e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.

No segundo trabalho, Fernandes e Santos (2013b) enfatizam o estabelecimento de uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados e discutidos fazendo uma relação com outros aspectos políticos, sociais e econômicos. Esse seria o caminho para desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos.

Kneubil (2013) faz uma viagem ao CERN, ressaltado por ela como o maior centro de saber sábio do mundo.

Nas suas instalações, o conhecimento científico é gerado, os modelos teóricos são testados e o limite da ciência está presente em grande parte dos experimentos. Numa gigantesca obra de engenharia e avançada tecnologia, os cientistas buscam entender a constituição da matéria numa escala microscópica, por meio de experimentos de altíssima energia. (Kneubil, 2013, p.3).

Os trabalhos citados colaboram com propostas pluralistas para a educação científica, de um ensino não fragmentado. Partem do pressuposto que é preciso a inserção de abordagens de tópicos de Física de Partículas e áreas associadas aos trabalhos desenvolvidos no CERN para não estruturar um currículo estritamente voltado para tópicos clássicos no Ensino de Física.

- Tradicionalmente, a ênfase no ensino é dada aos conteúdos da Física Clássica (Machado & Nardi, 2003; Oliveira et al. 2007), que são repassados de forma tradicional seguindo o modelo de transmissão e recepção, o que desestimula os alunos a aprender Ciências (Pozo & Crespo, 2009) e a ter uma compreensão da estrutura da matéria em sintonia com a produção científica contemporânea.

Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2009) apontam alguns dos impedimentos de os professores explorarem conteúdos de Física Moderna em suas aulas. Um dos impedimentos, citado pelos autores, é a fragilidade de conhecimentos dos docentes.

- No mesmo caminho, acredita-se que a educação do século XXI precisa acompanhar o processo de desenvolvimento científico e tecnológico com a formação adequada do professor. E apesar dos exíguos artigos encontrados que descrevem as ações e discursos dos professores em suas práticas após a participação na Escola CERN, essa tem se mostrado viável e enriquecedora para a formação docente. Pois, de nada adianta ofertar cursos de qualificação profissional, se esses não apresentam nenhum significado para a formação docente. A investigação sugere que a formação no CERN tem potencializado as práticas docentes no sentido de estar em consonância com a produção científica contemporânea, para além daquela tradicionalmente explorada pelos professores nas aulas de Física.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como propósito apresentar um levantamento e análise de artigos sobre atividades propostas para o Ensino de Física de Partículas no Ensino Médio. Com intuito de investigar se (e como) os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades desses tópicos para o processo de ensino e aprendizagem no retorno a ação docente no Brasil, com objetivo de avaliar essa formação profissional. Assim, como os professores participantes da Escola CERN em Língua Portuguesa propõem atividades de tópicos de Física de Partículas para o processo de ensino e aprendizagem?

Os trabalhos encontrados contribuem de forma tímida para o acervo teórico, visto que, a respeito de atividades para inserção de Física de Partículas no Ensino Médio, ainda são tímidos os trabalhos divulgados. Tratam de abordagens contemporâneas de ciências, ao mesmo tempo em que demonstram a preocupação com abordagem histórica, epistemologia e em CTS. São trabalhos que exploram estratégias e atividades diversas e procuram divulgá-las para que essa prática contemple a inserção da Física Moderna no Ensino Médio e não apenas tópicos clássicos da física.

Os resultados indiciam que a formação no CERN possibilita uma formação científica mais alargada ao docente. Além disso, o professor adquire subsídios teórico-metodológicos para repensar as práticas de ensino, atualizar os conhecimentos, propor atividades e modificar as estratégias de ensino e aprendizagem. Todavia, uma avaliação mais precisa sobre a formação dos professores na Escola CERN em Língua Portuguesa poderá ser mais efetiva e consistente, quando a divulgação das ações docentes realizadas pelos professores brasileiros após o curso de formação se tornar prática efetiva entre os mesmos.

Nesse contexto, espera-se que esse trabalho contribua com aporte teórico, visto que a Escola CERN em Língua Portuguesa é demarcada pela insuficiência de referenciais para apreender algumas pontuações significativas desse processo de formação.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. (1996). **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BALTHAZAR, W. F. & OLIVEIRA, A. L. de. (2010). **Partículas Elementares no Ensino Médio- Uma abordagem a partir do LHC**. São Paulo: Livraria da Física.
- BENARROCH, A. (2000a). Del modelo cinético-corpúscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. España. v.23, p. 95-108. <<http://www.grao.com/revistas/alambique>> Acesso em: 10 de abr. 2015.
- BENARROCH, A. (200b). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpúscular de la matéria. **Enseñanza de las Ciencias**. Espanã. v.18, n. 2, p. 235-244.

- <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21663/21497>> Acesso em: 20 de mar. 2015.
- BENARROCH, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. **Enseñanza de las Ciencias**. España. v.19, n.1, p. 123-134. < <http://www.google.com.br/url?url=http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article> > Acesso em: 20 de mar. 2015.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. (1994). **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora.
- BRASIL. (1996). **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Institui as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília.
- BRASIL. (1999). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília.
- BRASIL. (2002). **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília.
- CERN. (2015). **LHC the guide**. Suíça. <<http://home.web.cern.ch/topics/large-hadron-collider>> Acesso em 26 de jan 2015.
- \_\_\_\_\_. (2015). **Educational**. Suíça. < <http://indico.cern.ch/>> Acesso em 25 de fev 2015.
- \_\_\_\_\_. (2015). **Organização Europeia para Pesquisa Nuclear**. Suíça. <<http://home.web.cern.ch/about>> Acesso em 27 de fev de 2015.
- GALLEGOS, L. & GARRITZ, A. (2003). Model profiles as a representation of conceptual change in students, sometida a **Science Education**.
- GARRITZ, A. & TRINIDAD-VELASCO, R. (2006). El conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia . **Educación Química**. México. v. 17, p. 114–141 (Extra) <[http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/Mi%20curriculum/Garritz-Trinidad\\_EQ\\_17x-2006.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Mi%20curriculum/Garritz-Trinidad_EQ_17x-2006.pdf)> Acesso em 27 de fev de 2015.
- GÓMEZ CRESPO, M.A. & POZO, J.I. (2000). Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío. **Tarbiya**. España. v. 26, p. 117-139. <[http://www.researchgate.net/publication/28300855\\_Las\\_teoras\\_sobre\\_la\\_estructura\\_de\\_la\\_materia\\_discontinuidad\\_y\\_vaco](http://www.researchgate.net/publication/28300855_Las_teoras_sobre_la_estructura_de_la_materia_discontinuidad_y_vaco)> Acesso em 27 de fev de 2015.
- GÓMEZ-CRESPO; M.A., POZO, J. I. & GUTIÉRREZ-JULIÁN, M.S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestro sentido. **Educación Química**. México. v. 15, n.3, p. 198-209. <<http://www.researchgate.net/publication/237653396>> Acesso em 27 de fev de 2015.
- GRECA, I. M. & MOREIRA, M. A. (2001). Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 6, n.1, p.29-56. < [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID179/v6\\_n1\\_a2001.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID179/v6_n1_a2001.pdf) > Acesso em 10 de fev de 2015.
- LABURÚ, C. E. & ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. (2003). Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru. v. 9, n. 2, p. 247-260. <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf>> Acesso em 10 de fev de 2015.
- MACHADO, D. I. & NARDI, R. (2003). Avaliação do Ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Bauru: 2003. *Atas...* Bauru: ENPEC, p. 50-58.

- MOREIRA, M. A. (2009). O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo. v. 31, n. 1. <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311306.pdf>> Acesso em 10 de fev de 2015.
- MUIÑO, P. C. (2012). O Bosão de Higgs. **Revista LIP NEWS**, Portugal, v.1, n.5, p. 2.
- NARDI, R. org. (2009). **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores** [online]. São Paulo. <<http://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-10.pdf>> Acesso em 25 de abr de 2015.
- OLIVEIRA, F. F.; VIANNA D. M. & GERBASSI. R. S. (2007). Física Moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo. v.29,n.3, p.447-454 <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/061108.pdf>> Acesso em 11 de abr de 2015.
- OSTERMANN, F. & MOREIRA, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea” no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. v.5, n.2. <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5\\_n1\\_a2.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm)> Acesso em 25 de abr de 2015.
- OSTERMANN, F.& MOREIRA, M.A. (2001). Atualização do currículo de Física na Escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis. v. 18, n. 2, p. 135-151. <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6676>> Acesso em 24 de abr de 2015.
- POZO, J. I. & FLORES F. (2007). **Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia**. Madrid: Antonio Machado libros.
- POZO, J. I. & CRESPO, M. A. G. (2009). **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- SÁ, L. P. & GARRITZ, A. (2014). O conhecimento pedagógico da “natureza da matéria” de bolsistas brasileiros participantes de um programa de iniciação à docência. **Educación Química**. México. v. 25, n. 3, p. 363-379. <<http://www.google.com.br/url?url=http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php>> Acesso em 20 de abr de 2015.
- TRINIDAD-VELASCO, R. & GARRITZ, R.A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la matéria. **Educación Química**. México. v. 14, n.2, p. 72-85. <[http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/trinidad-garritz.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/trinidad-garritz.pdf)> Acesso em 10 de fev de 2015.

## A RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA, FILOSOFIA DA CIÊNCIA E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA

**Marcia de Melo Braga** [brammar2@yahoo.com.br]

*Porto Alegre-Porto Alegre, RS, Brasil*

*Mestre em Ensino de Física – UFRGS 2004*

**Rosa Adriana Castanho Stalivieri** [stalivieri71@yahoo.com.br]

*Porto Alegre-Porto Alegre, RS, Brasil*

*Graduada em Psicologia – PUCRS 2014*

### Resumo

O presente artigo objetiva fazer um breve apanhado sobre a relevância da História, Filosofia da ciência e contextualização no Ensino da Física (Quântica e Clássica) na escola básica e na Graduação de Professores, apresentando a seguir uma sugestão visando contemplar esta abordagem de ensino. Pretende-se num primeiro momento fazer um breve estudo de como é apresentada e trabalhada a física no ensino médio e nas licenciaturas. A seguir fazer uma revisão do que já foi produzido sobre o assunto e, posteriormente, oferecer subsídios para uma abordagem com incursões na história e filosofia da ciência. Neste artigo pretende-se investigar a importância de trabalhar a física de uma forma mais ampla em todos os níveis de ensino. Parte-se do pressuposto que a aprendizagem será mais significativa e, paralelamente, as competências e habilidades específicas serão desenvolvidas de uma forma mais plena, com a abordagem dos conteúdos na base curricular estruturada, sob o enfoque mais conceitual e contextualizado da física com incursões na história e filosofia da ciência. E, também, com uma apresentação equânime da física quântica e clássica. Outrossim o estudo da epistemologia, história e filosofia da ciência pelos estudantes – futuros mestres- das licenciaturas marcaria o diferencial da física para formação do professor para o ensino das ciências da natureza dos demais graduandos das áreas acadêmicas afins.

**Palavras-chave:** Ensino – Aprendizagem de Física, História e Filosofia da Ciência, Contextualização.

### INTRODUÇÃO

Num primeiro momento, pretende-se fazer um breve resgate do enfoque da história e da filosofia no ensino da Física vigentes na escola básica brasileira e nos cursos de graduação das licenciaturas. A seguir apresentar uma sugestão que contemple uma visão mais equânime, clara e transparente da ciência, com incursões na história e filosofia e, também a contextualização das teorias com a sociedade no tempo da sua elaboração e no tempo atual.

No Ensino médio as competências e habilidades específicas da Física tiveram, em 1999 as diretrizes traçadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM - Brasil) e vinculados a implementação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Posteriormente, em 2009 com a elaboração dos PCN + e a adoção do Novo ENEM, que a partir de então agrega ao caráter avaliativo, também, o classificatório como forma de acesso a maioria das Universidades públicas, faz-se necessário tornar o ensino desta ciência mais próxima do contexto, universo e realidade dos estudantes e das novas diretrizes apresentadas.

Na graduação, nos cursos de Licenciaturas das Ciências da Natureza, e em Física no caso específico deste artigo, a reformulação curricular mais recente data, também, do final do século passado e início deste século, com inclusão da epistemologia e a revisão da abordagem da parte pedagógica nos cursos de licenciatura.



Diante das transformações, quase a velocidade da luz, da tecnologia, com reflexo direto e imediato na sociedade e conseqüentemente, na educação, urge a necessidade de reformulações no ensino, nos currículos, na escola e nas práticas pedagógicas do profissional do ensino.

Ainda que de forma parcial e desarticulada, as novas sinalizações vêm sendo percebidas pelos professores de física no Ensino Médio e de uma forma mais célere na cátedra Universitária. Entretanto, percebe-se á nível médio a carência de subsídios para a escolha de práticas que conduzam a este novo rumo. É necessário disponibilizar aos professores elementos mais concretos que lhes permitem confiar na aplicabilidade e nos resultados das novas diretrizes para o ensino.

## **PANORAMA DO ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL**

### **A Física na Escola Média a partir de 1940 e as novas diretrizes a partir dos PCNEM**

Nas décadas de 40 a 60 o ensino médio no Brasil era dividido em três áreas: clássico, científico e escola normal. No curso científico a ênfase maior era nas ciências exatas: Matemática, Física, Química e História Natural. O clássico enfatizava as ciências humanas e as línguas com a presença do latim. Já o normal era destinado à formação de professores das séries iniciais – as Normalistas. O exame de vestibular, nesta época, era constituído de provas discursivas nas matérias específicas ao curso da vaga concorrida, seguindo a mesma filosofia da etapa escolar que os precedia.

Na década de 70, ocorreu uma reforma no ensino, extinguindo-se o exame de admissão que separava o curso primário do ginásio, suprimindo-se paralelamente um ano de estudo. Este nível, de oito anos, passou a ser denominado 1º Grau. O 2º Grau unificou o antigo clássico e científico com igual ênfase nas disciplinas das áreas humanas, exatas e das comunicações; e com um complemento de carga horária, em nível de curso técnico com o objetivo de qualificar para o trabalho. A escola Normal, agora sob a denominação – Magistério manteve seus princípios, com uma forte ênfase na preparação para alfabetização das séries iniciais do ensino e, também nas práticas didático-pedagógicas, mas com uma abordagem superficial na área das ciências exatas.

No que tange ao ensino de Física, nas décadas de 40 a 80 a abordagem era altamente matematizada, o que ainda perdura atualmente em currículos de muitas escolas. No curso científico o currículo de matemática continha noções de limite, derivada e integral. A Física era trabalhada com um currículo em nível de curso inicial de engenharia.

Em 1996, outra reforma de ensino estabelece, em substituição ao 1º Grau, o Ensino Fundamental, num primeiro momento com oito anos de estudo e a partir de 2006 com a implementação do 9º ano de forma gradual e progressiva. O antigo 2º Grau recebeu a denominação de Ensino Médio tendo sido separado da qualificação profissional.

A referência legal estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) formulou as mudanças no Ensino Médio e estabeleceu as principais finalidades da Educação Nacional. As discussões que sucederam a LDB resultaram em documentos que foram amparados por pareceres do Conselho Nacional da Educação (CNE) e da Câmara de Educação Básica (CEB). Ao Ensino Médio coube a formação geral em oposição a formação específica; o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, de buscar informações, de aprender, de criar, em substituição a prática da memorização.

Os PCNEM foram elaborados para difundir os princípios da reforma curricular e orientar os professores na busca de novas abordagens e metodologias. Eles traçam um novo perfil para o currículo, apoiados em competências básicas para a inserção dos jovens na vida adulta; orientam os professores quanto ao significado do conhecimento escolar quando contextualizado e quanto a interdisciplinaridade, incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender.

Segundo as orientações dos PCNEM o currículo está sempre em construção e deve ser compreendido como um processo contínuo que influencia positivamente a prática do professor. Com base nesta prática e no processo de aprendizagem dos alunos os currículos devem ser revistos e sempre aperfeiçoados. (MEC – SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA<sup>11</sup>)

Atualmente, a seleção dos conteúdos de Física a serem trabalhados no Ensino Médio ainda é feita seguindo uma linha cronológica (como era no segundo grau e, mais ainda no científico). No primeiro ano do Ensino Médio inicia-se com a Cinemática (século XVII), depois Dinâmica e Hidrostática (século XVIII); o segundo ano, começa com a Termologia (século XVIII) seguido da Termodinâmica (século XIX) e Óptica, para finalmente abordar, no terceiro ano, o Eletromagnetismo (século XIX) e, ponto. Alguns programas de Física ainda incluem noções de Relatividade e Física Moderna – leia-se efeito fotoelétrico e átomo de Bohr - (início do século XX).

### A física nos cursos de licenciatura

Podemos considerar, como o primeiro curso de Física, no Brasil o curso criado em 1934, pela Universidade de São Paulo (USP) denominado “*Sciencias Physicas*” vinculado a “Faculdade de Philosophia, Ciencias e Letras”, da USP.

Os pioneiros da física no Brasil foram César Lattes, Oscar Sala, Mário Schenberg, Marcelo Damy de Souza Santos, Jayme Tiomno, entre outros liderados pelo pioneiro dos pioneiros, o físico ucraniano naturalizado italiano Gleb Wataghin. Roberto Salmeron, um físico em atividade, também faz parte desse grupo.

Ao longo desses quase 80 anos, os currículos adotados para a formação de físicos bacharéis ou licenciados na USP foram sofrendo várias modificações por imposição das conjunturas nacionais e internacionais nas áreas da educação, pesquisa, social, política, etc. Aos poucos o curso e a estrutura curricular foi então tomando as formas, tais como as conhecemos hoje. (FERREIRA, 2011)<sup>2</sup>

Nos primeiros cursos de Física no Brasil, não havia distinção entre licenciatura e Bacharelado, sendo o curso de três anos de duração e com uma forte abordagem matemática, e área pedagógica, histórica e filosófica praticamente nula, para salvar de eventual engano de dizer: nula. Na década de sessenta foram oferecidos os primeiros cursos de Licenciatura desvinculados dos cursos de bacharelado, mas tinham no meio acadêmico a conotação de serem mais pobres na abordagem da física, e incluíam algumas cadeiras pedagógicas. Em 1967, passa a configurar no currículo do curso de Licenciatura de Física da USP a disciplina: - História das Ciências Físicas, sobre responsabilidade da Faculdade de História.

Com a promulgação, em 1996, da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, é proposta uma revisão curricular no que tange a forte tradição tecnicista que ainda existia em torno da formação profissional nas universidades.

Com o intuito de não dispersar e estender a análise neste momento do artigo, a grade curricular, atual, de um curso graduação de professores de Física apresentada é a do curso de Licenciatura em Física (diurno) – USP. A carga horária mínima exigida é de 2550 h mais 180 h de atividades de estágio distribuídas ao longo de um período ideal de 8 semestres para conclusão do

<sup>1</sup> Texto extraído de: BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/index.php>>. Acesso em: 28 out. 2008.

<sup>2</sup> Disponível em <http://stoa.usp.br/cienciacultura/weblog/99290.html> acessado em agosto de 2014.

curso e, no máximo 18 semestres e 6 semestres no mínimo para conclusão do curso, segundo os parâmetros da universidade. Das 2250 h aula que compõe o curso de Licenciatura, aproximadamente 75% se refere a disciplinas obrigatória e 25% as optativas complementares. Das disciplinas obrigatórias 1,5% correspondem a área didática, pedagógica social e política, as demais se referem a conteúdos de Física, Matemática, Computação, Tecnologias e outras. Nas atividades optativas complementares encontramos disciplinas como: História e Perspectiva da Energia Nuclear no Brasil, História da Educação Geral (greco-romana), Sociologia da Educação III (Sociedade, Política e Educação), História da Educação Moderna e Contemporânea, História da Educação Brasileira na (colônia e Império), Educação e Cultura Brasileira Filosofia da Educação (Filosofia, Cultura e Educação), Educação: Caráter Universal e Relativismo Histórico, O Projeto Educativo de Platão, Atividade de Cultura e Extensão: Divulgação de Ciências Físicas e Naturais, Física do Meio Ambiente, Física e Tecnologia, Física do Corpo Humano, Tópicos de História da Física Clássica, Tópicos de História da Física Moderna, etc.<sup>3</sup>

A grade curricular das Licenciaturas em Física no Brasil, sofreu transformações estruturais e profundas desde a implementação do primeiro curso de Graduação em Física. A modificação mais significativa seja, talvez, o desmembramento em licenciatura e bacharelado. E na licenciatura a inclusão, mesmo que de forma tímida e, muitas vezes com o caráter de cadeira eletiva, disciplinas que abordam temas relacionados à História, Filosofia e sociologia da ciência.

### **Ideias e autores que enfatizam a importância da abordagem histórica para uma melhor compreensão das ciências**

Educadores, filósofos e psicólogos de destaque da segunda metade do século passado, norteiam as metodologias de ensino-aprendizagem neste início de milênio, com correntes distintas, mas com um núcleo comum: a visão do indivíduo num contexto social como fator importante na aprendizagem, o ritmo diferenciado de cada indivíduo e a importância de uma aprendizagem significativa, em oposição à mecânica, que configura o processo estímulo-resposta característica maior do treinamento do que da aprendizagem no seu contexto mais direto.

**Lev Semenovitch Vygotsky** (1896-1934) foi contemporâneo de Piaget, e nasceu em Orsha (Bielorrússia) em 1896, viveu na Rússia, morreu de tuberculose aos 37 anos. Segundo **Vygotsky** o desenvolvimento do indivíduo é resultado de um processo sócio histórico. A linguagem e a aprendizagem têm um destaque nesse desenvolvimento, Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela **interação** do sujeito com o meio.

Segundo Vygotsky a aprendizagem é uma experiência social, mediada pela utilização de instrumentos e signos. Os signos (linguagem simbólica desenvolvida pelo homem), estabelecem uma relação de mediação entre o indivíduo e o coletivo, a aprendizagem é uma experiência social mediada pela interação entre a linguagem e a ação. A interação social precisa ocorrer na zona de desenvolvimento proximal (ZDP), para que se processe a aprendizagem. A ZDP seria a distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial. Vygotsky dá ênfase no social se diferenciando de Piaget que atribui bem mais importância aos processos internos do que aos interpessoais, mas muitos estudiosos acreditam que é possível conciliar as obras dos dois. Para Vygotsky o desenvolvimento do indivíduo se dá por meio da interação social e faz parte de um processo sócio histórico, o que torna relevante ao estudante conhecer o contexto histórico e social, da comunidade científica e da sociedade da época dos primórdios da Teoria em estudo, para uma aprendizagem mais significativa.

**David Paul Ausubel** (1918 - 2008) foi um grande psicólogo da educação dos EUA. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa no processo de ensino necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, a informação deverá interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura do aluno.

<sup>3</sup> Disponível em [http://www.etapa.com.br/infocurriculares/grades/usp\\_lic\\_fisica.pdf](http://www.etapa.com.br/infocurriculares/grades/usp_lic_fisica.pdf) acessado em agosto de 2014.

Ausubel postula que a aprendizagem significativa se viabiliza quando há a interação entre a estrutura cognitiva plena do aluno e o material ou conteúdo de aprendizagem.

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores ou simplesmente subsunçores (subsuners) existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende (AUSUBEL<sup>3</sup> *apud* MOREIRA E MASINI)

Ausubel [...] recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente.

[...]Segundo o próprio Ausubel, no entanto a principal função do organizador prévio é de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa saber. (AUSUBEL<sup>3</sup> *apud* MOREIRA E MASINI)

**Gerard Vergnaud** (1933) psicólogo Francês. Vergnaud enfatiza que *a aquisição do conhecimento é resultado da interação com situações, problemas e ações do sujeito nestas situações*. Para o psicólogo, o conhecimento está organizado em Campos Conceituais. O sujeito se apropria destes campos conceituais ao longo de muito tempo, através da experiência da maturidade e aprendizagem. Ele define campo conceitual como um conjunto informal heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamentos, conectadas, uns aos outros e provavelmente relacionados durante o processo de construção. Outrossim, Vergnaud enfatiza que *a aquisição do conhecimento é resultado da interação com situações, problemas e ações do sujeito nestas situações* (Vergnaud, 1994). Para o psicólogo, o conhecimento está organizado em campos conceituais. O sujeito se apropria destes campos conceituais ao longo de muito tempo, através da experiência da maturidade e aprendizagem. Ele define campo conceitual como um conjunto informal heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamentos, conectadas, uns aos outros e provavelmente relacionados durante o processo de construção (VERGNAUD<sup>2</sup> *apud* CARDOSO ET al.).

Assim a construção do conhecimento, de forma mais significativa pelo aluno, segundo estes psicólogos educacionais, alicerça-se no conhecimento prévio que o sujeito tem sobre a questão o qual somado ao conjunto de situações problemas, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento se interligam se entrelaçam no processo de composição do campo conceitual, ou ainda, é a ponte que une o que o aluno já sabe ao que ele deve saber, a fim de que o conhecimento possa ser adquirido de forma significativa.

**Daniel Gil Pérez** (1936) professor e epistemólogo espanhol, Doutor em Física pela Universidade de Valencia Espanha, Professor Catedrático do Departamento de Didática das Ciências Experimentais da Universidade de Valencia, Espanha. A importância do ensino científico pela pesquisa reforça, sem dúvida, o valor de concepções construtivistas sobre processo ensino /

<sup>2</sup> VERGNAUD, G. B. *Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives*. Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique. La Londe les Maures, França, 26 de junho a 13 de julho. 1983.

<sup>3</sup> MOREIRA, M.A. e MASSINI, E.F.S. *A Teoria de David Ausubel*. Editora Moraes, Brasil, 1982.

aprendizagem, para Perez, que pesquisa e trabalha no desenvolvimento de estratégias de ensino para a aprendizagem nos moldes da pesquisa científica.

Gil Perez, em seu artigo “Contribuição da história e da filosofia das ciências ao desenvolvimento de um modelo de ensino-aprendizagem como investigação” (Publicado em *Enseñanza de las Ciencias*, nro. 11 (2), pp. 197/212, Madrid, septiembre de 1992), destaca o papel da história e filosofia da ciência no ensino de ciências. Não exclusivamente no que concerne ao papel educativo que estas disciplinas têm, e repetidamente é enfatizado por cientistas Mas principalmente ao papel que a história e a filosofia da ciência podem desempenhar no desenvolvimento de um corpo específico do conhecimento didático.

Perez propõe uma revisão do que já vem ocorrendo no ensino de ciências com a inclusão da história e filosofia da ciência. Isto significa, em primeiro lugar, reinterpretar o que o que significava o movimento de renovação chamado “Aprendizagem por Descoberta” e romper a rejeição que o movimento levou à parceria entre a aprendizagem da ciência e os trabalhos científicos. O indutivíssimo extremo, a falta de atenção ao conteúdo, a ideia de que bastava que os alunos estivessem familiarizados com as atividades de trabalho científico para compreender o conhecimento adquirido a ênfase na atividade completamente independente dos estudantes, e assim por diante são os entraves dos primórdios do construtivismo como prática pedagógica.

A “Nova Aprendizagem por Descoberta” A nova proposta construtivista demonstra uma grande capacidade de integrar diversos estudos: da epistemologia contemporânea (Bachelard, Kuhn, Lakatos, Toulmin, Feyerabend...) a concepção de Kelly, através da obra de Piaget ou Vigotsky. Essencialmente o que Perez propõe é uma Mudança Conceitual no processo ensino-aprendizagem vinculado a visão da aprendizagem como pesquisa. Como estratégias, Perez sugere:

- ❖ Apresentar algumas situações problemáticas, tendo em conta ideias, visão de mundo, habilidades e atitudes dos estudantes –gerar interesse e fornecer um projeto preliminar tarefa;
- ❖ Oferecer aos alunos recursos para o estudo qualitativo das situações, questões levantadas e decisões, com a ajuda de pesquisas bibliográficas necessárias para reduzir os problemas;
- ❖ Orientar o tratamento científico dos problemas;
- ❖ Estabelecer a organização de novos conhecimentos, de forma reiterada visando estabelecer uma variedade de situações para permitir o aprofundamento e fortalecimento delas, com uma ênfase especial nas relações Ciência / Tecnologia / Sociedade e enquadrar o desenvolvimento científico (encorajador, neste sentido, o processo de tomada de decisão) e dirigir tudo isso tratamento para mostrar o caráter do corpo coerente, que tem tudo ciência;

Um ponto a destacar, ainda, é o papel do professor na aprendizagem por descoberta:

“Da mesma forma, destacar o papel de guia do professor pode jogar como facilitar a aprendizagem significativa, ao invés de aquisições dispersas que fornecem as “descobertas” acidentais” (AUSUBEL, 1968 *apud PEREZ*)

Nesta pesquisa científica orientada pelo professor, que Perez propõe como metodologia de ensino-aprendizagem científico, ocorre também o momento da consulta bibliográfica, da pesquisa em si onde reside a contribuição da história e da filosofia das ciências na construção do conhecimento científico.

**Gaston Bachelard** (1884 – 1962) filósofo e poeta francês Seu pensamento está focado principalmente em questões referentes à filosofia da ciência. A obra de Bachelard pode ser dividida em Diurna e Noturna, classificação que o próprio autor admite. Seus trabalhos, livros e publicações referentes à história e epistemologia da ciência pertencem à obra diurna e, as poesias a obra noturna;

"Demasiadamente tarde, conheci a boa consciência, no trabalho alternado das imagens e dos conceitos, duas boas consciências, que seria a do pleno dia e a que aceita o lado noturno da alma". (BACHELARD, 1988, p. 52)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaston\\_Bachelard](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaston_Bachelard) acessado em agosto de 2014.

Oliosi e Santos no artigo: “*A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma abordagem contextual*”, de 2013, comentam:

Bachelard recomenda, sobretudo, que para a explicação teórica do fenômeno ou teoria se levem em consideração os fatores contextuais e como esses fatores se entrelaçam formando um todo. Desse modo, para Bachelard (1968) é indispensável que a ciência seja compreendida em sua teia de relações, ou, como já dissemos anteriormente, a partir de uma abordagem contextual, logo, diretamente envolvida com as dimensões humana e social. (SANTOS E OLIOSI, 2013)

A relevância no processo ensino-aprendizagem da Física numa abordagem mais ampla, que contemple a história, filosofia e contexto social da ciência é também referendada por Bachelard.

A revolução científica do início do século XX, desencadeada com a publicação em 1905 e posteriormente em 1915, por Einstein, dos artigos referentes à Teoria da Relatividade Geral e com o nascimento da Mecânica Quântica, na visão de Bachelard causam uma ruptura epistemológica na ciência, não sendo possível pensar a Relatividade e a Quântica numa metodologia empirista. Bachelard propõe o racionalismo em contra ponto ao empirismo para a “nova ciência”.

O vetor epistemológico, segundo Bachelard, segue o percurso do "racional para o real", o que é contrário à epistemologia até então predominante na história das ciências. Uma das distinções mais importantes, pois, entre as ciências anteriores ao século XX é a superação do empirismo pelo racionalismo. (BACHELARD, 1972, p.45)<sup>5</sup>

Bachelard vê o progresso da pesquisa científica, na superação dos "obstáculos epistemológicos" - Entraves à aprendizagem ao sucesso da pesquisa científica.

A epistemologia de Bachelard rompe com a tradição científica estática e engessada e propõe uma pedagogia do pensamento complexo. Para o autor, “o novo espírito científico” precisa vencer os obstáculos epistemológicos que impedem a ciência de progredir.

**Élisabeth Roudinesco**, nascida na França em 10 de setembro de 1944, historiadora e psicanalista, escreveu livros de história sobre a Revolução Francesa, filosofia e judaísmo. Atua até hoje como Professora na Ecole Pratique des Hautes Etudes.

A psicanalista Elisabeth Roudinesco, na sua recente visita a Porto Alegre, Brasil em 4 de outubro de 2014, na qual proferiu palestras e divulgou sua recente obra: *Sigmund Freud: em seu tempo e no nosso*, destaca a importância da contextualização do pensamento e ideias de Freud para uma melhor compreensão e aplicação das mesmas nos dias de hoje. Sendo também uma crítica contumaz da abordagem a - histórica da Psicanálise e em especial do trabalho de Freud como escreve nesta última biografia sob este psicólogo.

Roudinesco em entrevista ao caderno Proa do periódico ZH em 4 de outubro de 2014 respondendo aos questionamentos do entrevistador Carlos Andre Moreira, destaca mais uma vez a importância da abordagem vinculada a história e contextualizada do trabalho de Freud:

**A senhora veio ao Brasil para falar, entre outros temas, sobre como ler Freud no século 21. Essa é uma pergunta instigante. Como a senhora responderia?** Penso que hoje é preciso voltar ao texto de Freud não de forma estrutural, mas histórica. Porque os psicanalistas contemporâneos, há vários anos, apenas repetem os textos de Freud de maneira engessada, esquecendo do contexto no qual ele produziu sua obra. Não podemos trabalhar a obra de Freud como um texto atemporal, temos que retornar à sua origem, à sua gênese, à maneira como ela se situa historicamente. É muito comum que o texto de Freud funcione como a *Bíblia*, como o

<sup>5</sup> Disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaston\\_Bachelard](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaston_Bachelard) acessado em agosto de 2014.

*Talmude*. E também por isso, os psicanalistas não sabem responder aos ataques dos antifreudianos. Os psicanalistas não conhecem a vida e a obra de Freud, eles se restringem à clínica.

**A senhora falou no contexto. Mas uma interpretação do contexto de Freud não teria que necessariamente confrontar o nosso contexto?** Eu chamei a minha biografia de *Sigmund Freud: En Son Temps et Dans le Nôtre* (“Sigmund Freud – em seu tempo e no nosso”). Penso que se não compreendermos Freud no seu tempo, como ele viveu, o que ele viu, como elaborou seus textos, muitas vezes adotamos teses completamente aberrantes, mudando de ideia permanentemente, realizando coisas geniais e coisas muito equivocadas. Se contextualizarmos sua época, entenderemos melhor a nossa e compreenderemos melhor o que é Freud hoje. Por exemplo: Freud estava convicto que o inconsciente estava fora do tempo, na eternidade, como um mito, por isso foi buscar explicações nos mitos da Grécia Antiga. Ele pensava que aquilo que existia no inconsciente chegaria necessariamente à História. Quando é deflagrada a guerra de 1914, a I Guerra, que vai destruir o primeiro movimento psicanalítico, já que era um movimento eminentemente europeu, e a guerra destruirá a Europa, Freud pensa que o Império sairá vencedor, e se engana. Ele também pensa que aquilo que aconteceu na realidade é o que se passa no inconsciente. Que a destruição, isso tudo, estava no inconsciente. Não é falso, mas eu entendo no sentido inverso. Em meu livro, demonstro que o que Freud aplicou em sua teoria era um reflexo de sua época. Eu historicizei. Porque se aplicarmos a teoria psicanalítica a todos os contextos, como queria Freud, não compreenderemos o que está acontecendo. Ela também é produto de uma época.<sup>6</sup>

Roudinesco acredita que a compreensão da obra de Freud e o uso de seu trabalho na psicanálise será muito mais profícuo se estiver associado a um conhecimento histórico e social da época em que foi escrita bem como uma contextualização para a sua aplicabilidade no tempo de hoje.

Os estudos e pesquisas destes epistemólogos, educadores, sociólogos e cientistas, e de outros, serão os alicerces e os norteadores deste artigo, com intuito de apresentar uma abordagem que contemple os aspectos históricos e filosóficos da ciência, do contexto social e político da sociedade como um todo e da científica em particular e que venham a permitir a superação de uma visão linear e cumulativa da produção do conhecimento científico, como também a desmistificação e deificação do Cientista entre outros benefícios para os estudantes e na formação do professor e para o ensino das Ciências.

## **A RELEVÂNCIA DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA E AMPLA (CLÁSSICA E QUÂNTICA) DA FÍSICA PARA O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM**

Frente ao aumento da complexidade da sociedade, com a tecnologia integrada ao cotidiano dos alunos, que usufruem, já desde o nascimento, das comodidades advindas e os consequentes riscos, em todos os níveis, desta tecnosociedade contemporânea; precisamos, antes de tudo de conhecimento especializado para compreender, participar e intervir no mundo em que vivemos. Urge, na escola média, a necessidade de transpor as fronteiras da clássica Física, isto é do

<sup>6</sup> Disponível em <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/proa/noticia/2014/10/elisabeth-roudinesco-nao-podemos-trabalhar-a-obra-de-freud-como-atemporal-4613156.html>, acessado em abril de 2015.

conhecimento do século XIX para contemplar os desafios da sociedade do século XXI. É preciso acabar com este hiato histórico de quase um século nos programas escolares.

Ivan Oliveira, na edição 290 do periódico *Ciência Hoje*, comenta em seu artigo *Mais perto do Ensino Médio*, o quanto é superficial e enxuta a abordagem da Física dos séculos XX e início do XXI nas escolas Brasileiras no nível médio de ensino.

Nossos jovens terminam sua formação média simplesmente ignorando 100 anos do que provavelmente foi a maior revolução do pensamento científico, que começou a ser delineada ainda no final do século 19 (e já estamos no 21!).

Com o advento das chamadas *nanociência* e *nanotecnologia*, termos obrigatoriamente presentes em qualquer agenda de desenvolvimento nacional, ensinar física quântica para estudantes do ensino médio se tornou uma questão de sobrevivência científica e tecnológica.

Boa parte dessa lacuna tem-se justificado pela quase completa ausência de livros didáticos sobre o tema, no nível adequado. (OLIVEIRA, 2011)<sup>7</sup>

No intuito de desenvolver estratégias pedagógicas para uma aprendizagem mais significativa da Física no Ensino Médio, tendo como ponto de partida as diretrizes apresentadas pelos PCNEM, professores e educadores têm realizado trabalhos, pesquisas e escrito artigos propondo uma nova abordagem da física neste nível de ensino bem como uma reformulação e atualização do currículo.

Carvalho Júnior, no artigo: *As concepções de ensino de física e a construção da cidadania* (2002) enfatiza a importância de se fazer uma abordagem de cunho social no ensino da Física em nível médio, em contraposição a abordagem focada na matemática do final do século passado e que ainda perdura em muitas escolas neste início de milênio.

Jeferson Wolf na dissertação *O ensino da Teoria da Relatividade especial no nível médio: uma abordagem histórica e conceitual* (2005) apresentou uma experiência de inserção do ensino da teoria da relatividade especial em escolas de nível médio através de um texto elaborado contendo a base conceitual e histórica do tema.

Maria Ribeiro de Oliveira, através da dissertação *A significação filosófica da Física moderna: temas controversos, conflitos e enfoque* (UNICAMP, 1995) postulou, a importância da interpretação do formalismo suscitado pela crise da Física do século XX e principalmente seus fundamentos de ordem filosófica e, ainda como isso pode refletir no ensino da física moderna.

SANTOS e OLIOSI em seu artigo: - *“A importância do ensino de ciências da natureza Integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: Uma abordagem contextual”* destacam a relevância da História e filosofia no ensino de Ciências evidenciando três pontos:

...a “história da ciência e da filosofia da ciência” tem sido apontada como de grande importância para o ensino das ciências da natureza, almejado na chamada “sociedade do conhecimento” Para tanto, enfoca-se neste estudo três momentos, considerando os aspectos que privilegiam essa abordagem. Inicialmente, focalizaremos o contexto do ensino de ciências a partir do estudo de um grupo de documentos que versam sobre a educação científica, publicados pela UNESCO (1999, 2003): a Declaração de Budapeste Marco Geral de Ação e A Ciência para o Século XXI: uma Nova Visão e uma Base de Ação; e a legislação brasileira, especialmente, a LDB, os PCNs e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2000,2006, 2011). No segundo momento, destacaremos algumas Ideias distorcidas

<sup>7</sup> OLIVEIRA. Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/285/mais-perto-do-ensino-medio> acessado em abril de 2012.



sobre as ciências da natureza, que dificultam o ensino ao se pensar na atividade científica fragmentada, a-histórica, com um rigor absoluto e imutável, à luz de uma revisão bibliográfica estrangeira e brasileira, ...

No terceiro e último momento, abordaremos estudos de especialistas para, a partir de suas propostas, refletir sobre o ensino de ciências da natureza integrado à “história da ciência e à filosofia da ciência”. (SANTOS e OLIOSI, 2013).<sup>8</sup>

A importância da inclusão do ensino com uma visão mais ampla da Física, também é tratado por SANTOS e OLIOSI no artigo supracitado;

Os estudos sobre o ensino de ciências da natureza assinalam a importância desse campo do conhecimento para o cidadão adquirir um pensamento crítico das ciências e de suas implicações na sociedade contemporânea. Além disso, é um saber considerado fundamental para se entender melhor a relação com os fatores históricos e sociais no processo de constituição das ciências da natureza de uma época específica (Idem).

O estudo das Ciências da Natureza, tanto a Nível Médio quanto na formação de professores, vinculado a história, filosofia e contextualização da ciência é algo que se impõe e urge no início deste terceiro milênio. A contextualização deve ser feita, não somente vinculada ao momento atual, mas também no nascedouro da Teoria. Um breve conhecimento social, histórico e filosófico do cientista e da sociedade em que está inserido contribui para uma melhor compreensão e aplicação das mesmas nos dias de hoje.

### **CONSIDERAÇÕES SOBRE A RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA, DA FILOSOFIA E DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA.**

A Física, do mesmo modo que as outras ciências denominadas “exatas” têm a sua origem na Filosofia (ciência geral dos seres, dos princípios e das causas – dicionário Lello 1986). Assim, com certa frequência, ao lermos biografias de alguns Físicos, vemos referências a estes cientistas como Físico, Filósofo, Matemático, Astrônomo, etc., o que faz perceber a profunda associação entre estas ciências. Como referencial histórico do início da independência da Física, pode-se citar Galileu, então teremos quase 500 anos de história do conhecimento Físico. Este vasto repertório de conteúdos somados à tecnocultura - conhecimento tecnológico - do mundo contemporâneo precisa ser distribuído, organizado e principalmente selecionado no momento de estruturar os currículos e programas de Física destinados ao Ensino Médio e Licenciatura.

A sinalização iniciada com a Lei de Diretrizes e Bases de 1996 e posteriormente orientada pelos PCNEM explicita o novo sentido da Física na escola média, Paralelamente a implementação da Lei 9394 - Diretrizes e Bases – vivenciamos o “Big Bang” da tecnológica com reflexos imediatos na sociedade e na escola. Surge a tecnosociedade e por consequência deve surgir a tecnoescola. Na incorporação dos novos recursos, a escola adquire as novas máquinas e busca norteadores para atualização das práticas pedagógicas, mas continua com um currículo extenso e centrado na Física Clássica e com uma abordagem enxuta e leve da Física Quântica. E, na maioria das vezes alheia e distantes das modificações da ciência e de suas teorias, e da identificação dos conceitos que promoveram tais transformações.

A reformulação Curricular, que incluiu nos cursos de Licenciatura da Ciências da Natureza disciplinas como: História e Filosofia da Ciência, Epistemologia, Paradigmas das Ciências e outras mais ainda parecem guardar um distanciamento entre as cadeiras tradicionais do currículo da Licenciatura em Física. As disciplinas novas se somaram as antigas no currículo constituindo dois

<sup>8</sup> Disponível em <http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/339/289> acessado em agosto de 2014.

núcleos que receberam, no próprio meio acadêmico, a denominação de disciplinas do núcleo duro e disciplinas do núcleo mole da grade curricular

A inclusão do estudo dos aspectos históricos e filosóficos da ciência, do contexto social e político e da sociedade científica poderá possibilitar a superação de uma visão linear e cumulativa da produção do conhecimento científico e a desmistificação e deificação do Cientista entre outros benefícios para os estudantes e na formação do professor e para o ensino das Ciências.

Uma das novidades advindas, com a socialização e disseminação das tecnologias e da informática, e que rapidamente galgaram aceitação em todos universos de usuários: foram as Redes Sociais. Cada uma com suas particularidades, mas todos com um mesmo foco, conexão e interligação virtual, e semelhante a uma teia de aranha cresce, interliga e conecta a cada minuto um maior número de internautas. Um dos recursos disponibilizados nas redes sociais é a Linha do Tempo, que seria a versão moderna e digital da cronologia que aparece em muitos livros didáticos, ou em literaturas com algum viés histórico. Este recurso, disponibilizado pelas redes sociais e, que ganhou de pronto uma grande aceitação pelos usuários, ressalta a importância de existir um balizador, um norteador para apresentação, o relato de acontecimentos de fatos que aconteceram em uma determinada época e envolvendo um determinado grupo e que virá facilitar a compreensão e interpretação; a leitura, releitura e contextualização destes fatos por outro grupo em outra época.

Acredita-se que uma prática pedagógica pautada na apresentação Física de uma forma mais ampla, no Nível Médio e na Graduação de Professores das Ciências da Natureza; pelo estudo da Física (Quântica e Clássica) com incursões na história, filosofia e contextualização da ciência contribuirá para uma aprendizagem mais significativa

## REFERÊNCIAS

AXT, R.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. da. Experimentação seletiva e associada à teoria como estratégia para facilitar a reformulação conceitual em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 12, p. 139-158, dez. 1990.

BEN-DOV, Y. **Convite à física**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996. 152p.

BRASIL. Lei nº. 9.394/96: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília: MEC, 1998. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/pdf/LDB.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/ensmed/pcn.shtm>>. Acesso em 21 out. 2004.

CARVALHO JUNIOR, G. D. de. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 53-65, abr. 2002.

DELIZOICOV, S. L. e HOFFMANN. **História e filosofia da ciência e formação de professores: a proposição dos cursos de licenciatura em ciências biológicas do sul do Brasil**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2011. Disponível em: <[http://www.academia.edu/2109992/HISTORIA\\_E\\_FILOSOFIA\\_DA\\_CIENCIA\\_E\\_FORMACAO\\_DE\\_PROFESSORES\\_A\\_PROPOSICAO\\_DOS\\_CURSOS\\_DE\\_LICENCIATURA\\_EM\\_CIENCIAS\\_BIOLÓGICAS\\_DO\\_SUL\\_DO\\_BRASIL](http://www.academia.edu/2109992/HISTORIA_E_FILOSOFIA_DA_CIENCIA_E_FORMACAO_DE_PROFESSORES_A_PROPOSICAO_DOS_CURSOS_DE_LICENCIATURA_EM_CIENCIAS_BIOLÓGICAS_DO_SUL_DO_BRASIL)>. Acessado em agosto de 2014.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.

HAWKING, S. W. **Buracos negros: universos-bebês e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000. 144p.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p.

- MENEZES, L. C. de. Uma física para o novo ensino médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 6-8, out. 2000.
- MOREIRA M. A. **A organização do ensino da física no ciclo básico da universidade**. 1972. 76f. Dissertação (Mestrado em Física) –Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1972.
- 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, jan./abr., 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7\\_n1\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a1.html)>. Acesso em: 05 jun. 2003.
- MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.
- MOREIRA, M. A.; REDONDO, A. C. Constructivismo: significados, concepções errôneas y una propuesta. In: REUNION NACIONAL DE EDUCACION EN LA FÍSICA, 8; 1993, Rosário. **Memória**. Rosário: Asociacion de Profesores de Física de La Argentina, 1993. p. 237-248.
- PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 93-114, abr. 2002.
- SMALL, G. **A Internet Transforma o Cérebro**; Revista Veja edição 2125; a. 42; n.32; Agosto 2009; Editora Abril.
- STEWPHANOU, M. e BASTOS, M. H. C., **Histórias e Memórias da Educação no Brasil, vol.III: século XX**, Editora Vozes, Rio de Janeiro, 2005.
- SÃO PAULO. Secretaria de Educação e Cultura. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo para a disciplina de Física**. São Paulo. Disponível em: <[http://www.rededosaber.sp.gov.br/contents/SIGS-CURSO/sigsc/upload/br/site\\_25/File/Prop\\_CNT\\_FIS\\_ps2.pdf](http://www.rededosaber.sp.gov.br/contents/SIGS-CURSO/sigsc/upload/br/site_25/File/Prop_CNT_FIS_ps2.pdf)>. Acesso em 01 out. 2008.
- UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. Centro de Filosofia e Educação. **Programa permanente de especialização em educação atividade de formação acadêmica: aprendizagem e cognição**. Caxias do Sul. Disponível em: <[http://www.ucs.br/pos\\_graduacao/permanente](http://www.ucs.br/pos_graduacao/permanente)>. Acesso em 27 out. 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Comissão Permanente de Seleção. **Provas de vestibulares da UFRGS: física**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1997-2004.
- VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de física no Brasil: prática conteúdos e pressupostos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 76-95, dez. 1984.
- VILLANI, A. Considerações sobre a pesquisa em ensino de ciências: a interdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 3, n.3, p. 68-88, set. 1981.
- WOLFF, J. F. S. **O ensino da Teoria da Relatividade especial no nível médio: uma abordagem histórica e conceitual 2005**. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

## **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS: INTEGRAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO**

**Fernanda Teresa Moro** [nanda\_moro@yahoo.com.br]  
*Colégio Franciscano São José – Av XV de Novembro, 237.  
Centro, 99700-000, Erechim, RS – Brasil.*

**Italo Gabriel Neide** [italo.neide@univates.br]  
*Centro Universitário Univates – Rua Avelino Tallini, 171.  
Bairro Universitário, 95900-000, Lajeado, RS – Brasil.*

**Marcia Jussara Hepp Rehfeldt** [mrehfeld@univates.br]  
*Centro Universitário Univates – Rua Avelino Tallini, 171.  
Bairro Universitário, 95900-000, Lajeado, RS – Brasil.*

### **Resumo**

Este trabalho resulta de uma pesquisa qualitativa que está sendo desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular de Erechim/RS por uma mestranda do Centro Universitário Univates. A pesquisa encontra-se em fase de análise dos resultados e busca investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica. Para as atividades experimentais e as simulações computacionais foram planejadas atividades para desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos. Espera-se que esta proposta possa contribuir para a integração entre atividades experimentais e computacionais, com atividades que sejam potencialmente significativas para a construção do conhecimento. Ao final da pesquisa, será disponibilizado um produto educacional para auxiliar outros professores em suas práticas pedagógicas. A pesquisa se concentra na área de Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates.

**Palavras-chave:** Atividades experimentais; Simulações computacionais; Transferência de energia térmica; ensino de Física.

### **INTRODUÇÃO**

A prática pedagógica desenvolvida por muitos professores no processo de ensino da Física baseia-se essencialmente na aplicação de fórmulas e apresentação de conceitos e leis. A atividade experimental aliada às simulações pode ser uma possibilidade de transição de um modelo de ensino transmissivo, baseado em cópias e centrado na atividade do professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física.

A inserção de atividades experimentais – reais e virtuais - durante as aulas de Física pode ser uma possibilidade para o professor modificar o ensino baseado única e exclusivamente em aulas expositivas. Nesse sentido, Araújo, Veit e Moreira (2012) enfatizam o uso de tecnologias como um facilitador nos processos de ensino e de aprendizagem na Física. Por este motivo, entende-se ser relevante a busca de novas práticas pedagógicas que associem o conteúdo com atividades de interesse dos estudantes, atividades estas que aliem a teoria à prática.

Neste trabalho, apresenta-se a parte da pesquisa qualitativa que está sendo desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular do Município de Erechim/RS. Esta pesquisa é o trabalho de mestrado que está sendo desenvolvido pela autora principal deste trabalho. Essa pesquisa busca investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica (condução, convecção e radiação).

Cabe aqui destacar que o termo “calor” em Física, conforme Young e Freedman (2006), sempre se refere a uma transferência de energia de um corpo ou sistema para outro em virtude de uma diferença de temperatura existente entre eles, nunca indica a quantidade de energia contida em um sistema particular. . Laburú, Silva e Nardi (2008) salientam que muitos livros didáticos, tanto da educação básica, quanto do Ensino Superior, apresentam distorções quanto ao conceito de calor. Conforme estes autores, seria muito melhor usar a palavra calor apenas em referência a um método de transferência de energia e, quando essa transferência se completasse, referir-se à quantidade total de energia transmitida. Nesse sentido, um corpo não tem calor, tem energia; mas quando se transfere parte dessa energia numa situação de diferença de temperatura, refere-se a ela como a quantidade de calor transferida, compreendendo-se, portanto, que o corpo teve um acréscimo de energia em forma de calor. Conforme Bucussi (2007), condução, convecção e radiação são formas de propagação (ou transferência) de energia térmica.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As atividades experimentais e as simulações computacionais podem ser uma estratégia para o professor em suas aulas. O experimento e a simulação constituem-se numa atividade pedagógica desenvolvida pelo aluno que inclui, intercaladamente, tarefas teóricas e experimentais, onde o fazer é importante e o refletir para compreender é fundamental. Os novos avanços científicos, bem como suas aplicações práticas e as tecnologias, têm aberto as fronteiras do conhecimento. No mesmo sentido, Brandão, Araújo e Veit (2008, p. 10) destacam:

Estratégias didáticas baseadas na tecnologia e uso de modelos surgem como alternativas para inserção de conteúdos de natureza epistemológica que, imbricados com conteúdo de física, propiciam aos alunos uma visão mais holística sobre a natureza e a construção do conhecimento científico.

Quando se pensa em conhecimento científico é relevante que esse esteja embasado em alguma teoria que propicie a sua construção. Neste sentido, este trabalho tem como referência a teoria cognitivista de Ausubel. Conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1982) novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, comportando-se como âncora para novas ideias e conceitos. À medida que isso acontece, soma-se ao senso comum o conhecimento científico, consolidando a relação entre ciência, escola e sociedade, possibilitando um ser humano que se coloque como agente atuante e transformador, visto que isso permite ao indivíduo o conhecimento cada vez maior do seu universo físico, bem como os fenômenos que nele acontecem. De acordo com esta ideia Moreira (2001, p. 35) menciona:

Como poderia o homem situar-se no mundo se não organizasse suas experiências? O que impressiona é o sentido, percebido e compreendido, passando, constantemente e dinamicamente, por um processo psicológico de elaboração e organização denominado aquisição de conceitos. É esse conjunto próprio de conceitos constantemente adquirido e reelaborado que permite ao homem situar-se no mundo e decidir como agir.

Moreira e Ostermann (1999) destacam que a ideia mais importante da teoria de Ausubel e suas possíveis implicações para o ensino e a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Precisa-se determinar isso e ensinar de acordo. Rehfeldt (2009, p. 30) salienta em sua tese que:

De acordo com a concepção ausubeliana, o professor deve diagnosticar os conhecimentos do aluno acerca de situações de ensino que possibilitem promover a ancoragem das demais informações, caracterizando, assim, uma

aprendizagem significativa. Um pré-teste pode diagnosticar conhecimentos prévios existentes relativos aos temas em estudo.

Entende-se, portanto, que no trabalho embasado na teoria de Ausubel é imprescindível que o professor verifique os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao conteúdo que se está trabalhando, servindo de âncora para as novas informações. Borges (2002, p. 301) destaca que:

Para facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos com a utilização de atividades experimentais recomenda-se um planejamento cuidadoso que considere as ideias prévias dos estudantes a respeito da situação estudada, o tempo necessário para completar a atividade, as habilidades requeridas e aspectos ligados à segurança.

Baseado nesses pressupostos é importante a busca por novas metodologias de ensino. O uso de tecnologias durante as aulas pode permitir que os estudantes estejam predispostos a trabalhar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos. É importante salientar que, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

A utilização de recursos como o computador e a calculadora pode contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem se torne uma atividade experimental mais rica, sem riscos de impedir o desenvolvimento do pensamento, desde que os alunos sejam encorajados a desenvolver seus processos metacognitivos e sua capacidade crítica e o professor veja reconhecido e valorizado o papel fundamental que só ele pode desempenhar na criação, condução e aperfeiçoamento das situações de aprendizagem. (BRASIL, 1999, p. 45)

Os PCNs (BRASIL, 1999, p. 45) destacam “longe da ideia de que o computador viria substituir o professor, seu uso vem, sobretudo, reforçar o papel do professor na preparação, condução e avaliação do processo de ensino e aprendizagem”. Deste modo, faz-se necessário repensar o ensino para que este concilie o pensar ao aprender fazendo, e que também possibilite o resgate de metodologias aliadas às tecnologias. Conforme Dorneles, Araújo e Veit (2006), a predisposição para aprender é uma das condições para que ocorra a aprendizagem significativa. A outra é que o material seja potencialmente significativo.

É neste sentido que o trabalho com recursos computacionais pode ter potencial de associação, rompendo com a visão de compartimentos fechados das disciplinas do currículo escolar. Conforme Lévy (2008) as tecnologias são recursos que criam alternativas metodológicas rompendo com o formalismo das disciplinas, que fragmenta e cristaliza o conhecimento em compartimentos fechados. Brandão, Araújo e Veit (2008, p. 12) afirmam:

O computador, visto como uma ferramenta didática no auxílio da aprendizagem pode fornecer oportunidades ímpares para a contextualização, visualização e apresentações das mais diversas situações físicas que possam dar sentido ao conceito físico que esteja sendo trabalhado pelo professor.

Diante da realidade defrontada no ensino da Física, urge a necessidade da busca de novas práticas, que aliem o conteúdo com ao dia-a-dia dos estudantes. Poder-se-ia dizer que uma sugestão na busca por estas novas práticas está na integração entre a atividade experimental e as tecnologias (*softwares*, simuladores) como uma estratégia no ensino de Física. Araújo e Abib (2003, p. 176) declaram que:

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

A partir dessa afirmação, reforça-se a importância da utilização de atividades experimentais aliadas ao uso de tecnologias durante as aulas de Física no Ensino Médio. Trabalhando de uma forma em que a teoria esteja articulada com a prática, por meio de atividades experimentais complementadas e assistidas por simulações computacionais, pode-se propiciar a construção do conhecimento e contribuir de maneira significativa no processo de construção dos conhecimentos científicos por parte dos estudantes.

Araújo, Veit e Moreira (2012) destacam que nas aulas convencionais de Física em cursos de nível médio e superior observam-se professores que associam o aprendizado a receitas de resolução de problemas, tendo equações como foco. Os autores ainda mencionam que docentes abolem praticamente todo o formalismo necessário para uma compreensão adequada do conteúdo. Conforme os autores supracitados um desafio que se apresenta é como representar fenômenos reais por meio de modelos, conceitos, trabalho colaborativo, formulação e teste de hipóteses para a sala de aula.

As atividades experimentais investigativas representam uma estratégia para permitir que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo. O professor deve ter a capacidade de proporcionar a participação dos estudantes em todas as etapas da investigação. Suart e Marcondes (2008, p. 2) afirmam:

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

É nesse contexto que se insere esta pesquisa, cuja proposta é utilizar atividades experimentais e simulações para uma melhor compreensão dos fenômenos relacionados à transferência de energia térmica. Muitas simulações computacionais podem ser utilizadas aliadas às atividades experimentais durante as aulas de Física, em especial, no tópico de Termologia, como por exemplo, o *Energy2D*<sup>1</sup> e no *PhET*<sup>2</sup>, que será utilizado nesta pesquisa.

## CAMINHOS DA PESQUISA

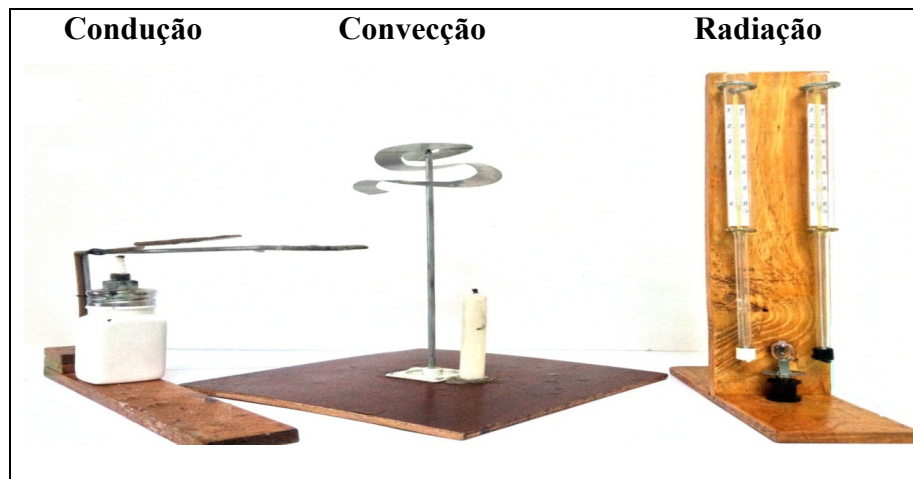
Nos processos de ensino e de aprendizagem deve haver uma situação de encontro, de diálogo, em que professor e aluno se colocam dispostos a aprender. Partindo das vivências profissionais da prática da mestrandia, surgiu o questionamento: Como articular atividades experimentais e simulações por computadores, para a compreensão das formas de transferência de energia térmica?

Buscando resposta a esta inquietação, traçaram-se os seguintes objetivos para a pesquisa: a) Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados às formas de propagação de energia térmica (condução, convecção e radiação), bem como suas aplicações em situações do cotidiano; b) Desenvolver o conteúdo de transferência de energia térmica por meio de atividades experimentais e de simulações computacionais durante as aulas de Física no 2º ano do Ensino Médio; c) Investigar

<sup>1</sup> Disponível em <http://energy.concord.org/energy2d/>

<sup>2</sup> Disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

se as atividades desenvolvidas são potencialmente significativas para a aprendizagem dos alunos sobre elementos importantes da Termologia (formas de transferência de energia térmica). Para atingir tais objetivos, foram realizadas três atividades experimentais sobre condução, convecção e radiação, na própria sala de aula, concomitante com a abordagem teórica dos conteúdos pelo pesquisador. A teoria dos conteúdos e conceitos abordados permeou as atividades experimentais. A Figura 1 apresenta os equipamentos para as três atividades experimentais.



**Figura 1:** Esquema das atividades experimentais construídas pelo autor

Ao longo da efetivação da atividade experimental foi adotado um diário de bordo que conforme Denzin e Lincoln (2006) é uma técnica própria da investigação qualitativa, onde constarão as observações do pesquisador, fotos e os trabalhos dos alunos. A Figura 2 apresenta os estudantes durante as três atividades experimentais realizadas. Cabe destacar que os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde os pais autorizam a participação na pesquisa, bem como a divulgação de dados e imagens em artigos e congressos.



**Figura 2:** Alunos durante as atividades experimentais propostas

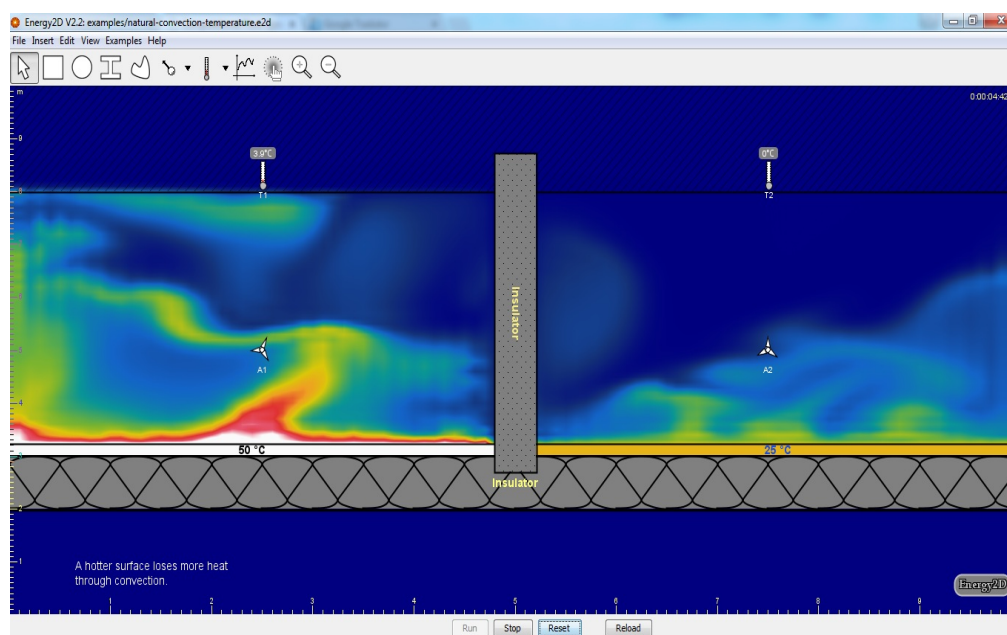
Posteriormente, buscando estabelecer uma relação entre as atividades experimentais realizadas com material concreto, foram exploradas simulações do *Energy2D - Interactive Heat Transfer Simulations for Everyon* do *National Science Foundation -The Concord Consortium* (EUA)<sup>3</sup> e do *PhET Interactive Simulation*, da Universidade do Colorado (EUA)<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Disponível em <http://energy.concord.org/energy2d/>



O *Energy2D* apresenta simulações baseadas em pesquisas de física computacional. É um programa de simulação interativa de modelos que envolvem as formas de transferência de energia térmica por condução, convecção e radiação. É um programa que é executado de maneira rápida na maioria dos computadores.

Já o *PhET*, conforme Arantes, Miranda e Studart (2010) é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências e as disponibiliza em seu portal para serem usadas *on-line* ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, procura-se conectar fenômenos diários com a ciência, oferecendo modelos fisicamente corretos de maneira acessível. A Figura 3 apresenta uma das simulações que foi trabalhada, evidenciando a transferência de energia térmica por convecção.



**Figura 3** – Transferência de energia térmica por convecção em diferentes materiais

As atividades de simulação são importantes e se justificam tendo em vista que a observação/discussão de algumas particularidades de fenômenos físicos só são possíveis de serem desenvolvidas com recursos computacionais, pois pode-se reverter qualquer tipo de processo controlando a velocidade com que o mesmo acontece. O estudante tem autonomia de parar ou reiniciar no momento em que entender ser mais oportuno, podendo também, alterar parâmetros.

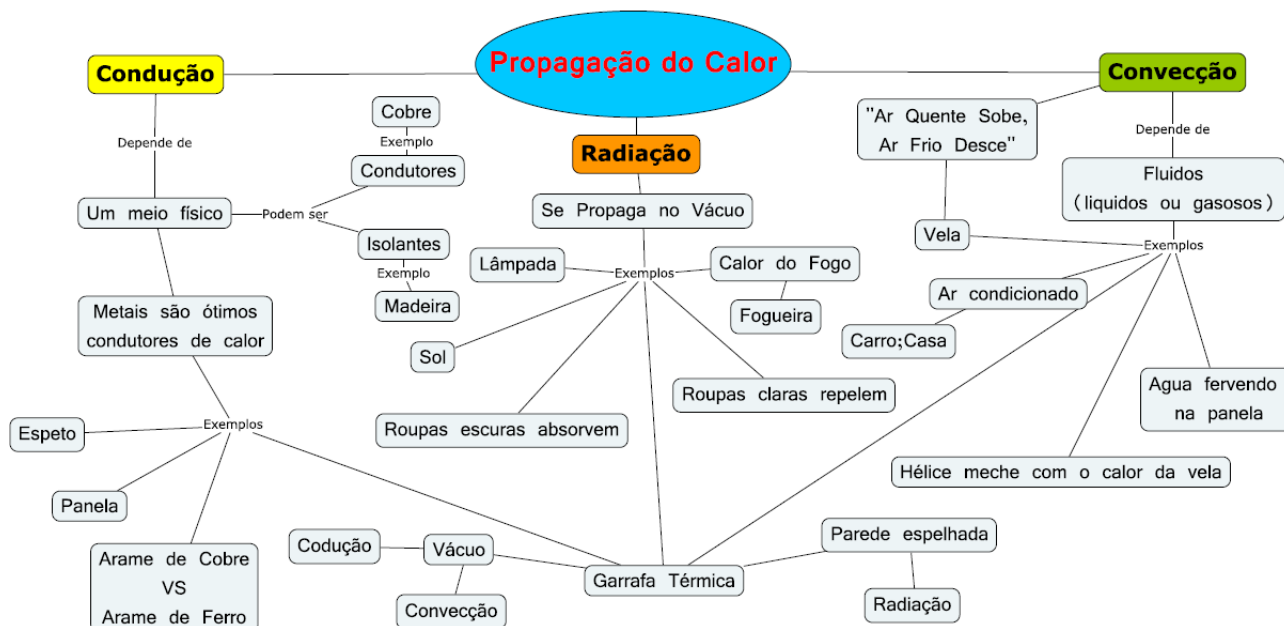
Araújo, Veit e Moreira (2008) destacam que uma das vantagens do uso de atividades computacionais está na capacidade de proporcionar a interação do aluno com experimentos virtuais, substitutos de experimentos reais caros ou perigosos. Medeiros e Medeiros (2002) também ressaltam o fato das atividades computacionais fornecer múltiplas representações simultâneas de determinado fenômeno físico. Zacharias e Anderson (2003) destacam a importância da integração entre as atividades experimentais e as atividades computacionais, onde o aluno pode usufruir das potencialidades de ambas atividades.

Finalmente, os estudantes em duplas, elaboraram um Mapa Conceitual (utilizando o programa *Cmap Tools*) que está sendo, juntamente com o diário de bordo, filmagens, atividades experimentais, simulações computacionais e questionário semiestruturado, mais um instrumento para auxiliar a averiguar se a proposta metodológica aplicada foi potencialmente significativa para os estudantes. Para Moreira e Buchewitz (1993) mapas conceituais são diagramas indicando

<sup>4</sup> Disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

relações entre conceitos, ou entre palavras, que usa-se para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso.

A Figura 4 apresenta um dos mapas conceituais elaborado por uma das duplas.



**Figura 4** – Mapa conceitual construído por uma das duplas

Percebe-se, por meio deste mapa conceitual, que os estudantes relacionaram os exemplos com as atividades realizadas, tanto as experimentais quanto as simulações. Conforme a teoria de Ausubel (2003) há indícios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora. Moreira (2006, p. 40) define estes dois processos como:

*A diferenciação progressiva* é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. [ ] *A reconciliação integradora*, ou *integrativa*, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.

Percebe-se a existência de exemplos e relações com o cotidiano, como a garrafa térmica, bem como o resgate das observações realizadas nas atividades experimentais e nas simulações computacionais. Conforme Moreira (2005) a construção de um mapa conceitual implica atribuição de significados idiossincráticos, o que corresponde afirmar que cada aluno representa seu mapa conceitual e não existe um mapa conceitual correto.

## CAMINHOS FUTUROS

A pesquisa está na fase de análise e discussão dos resultados. Será realizado um comparativo entre os dados obtidos no questionário semiestruturado e nos mapas conceituais, procurando identificar indícios de que os alunos conseguiram compreender o conteúdo abordado a partir de uma metodologia que procura a integração e alia atividades experimentais com simulações computacionais.

Com este trabalho busca-se, além da formação profissional, contribuir para a elaboração de uma produção técnica, colocando em prática os conhecimentos adquiridos no Mestrado, material esse, que possa ser utilizado por outros professores em sua prática pedagógica. O que se pode adiantar é o envolvimento, a predisposição dos estudantes durante as atividades propostas, o que já é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Conforme Ausubel (2003, p. 23)

Os factores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas. A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura.

Espera-se também que este projeto venha a contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos físicos trabalhados por parte dos estudantes, bem como, incentivar os educadores para que façam uso da integração das atividades experimentais com as tecnologias em suas aulas.

## REFERÊNCIAS

- ARANTES, A.R.; MIRANDA, M.S; STUDART, N. (2010) Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1.
- ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A.; MOREIRA, M.A. (2012) Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, pp. 341-366.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. (2003) Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176 – 194.
- AUSUBEL, D.P. (1982). **A Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes.
- AUSUBEL David P. (2003). **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. LISBOA. 1ª Edição.
- BORGES, A. Tarciso. (2002) Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. v.19, n.3, p.291-313.
- BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT,E.A. (2008) A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na Escola**. São Paulo, v.9, n.1.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (1999) **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília.
- BUCUSSI, Alessandro A. (2007). **Introdução ao Conceito de Energia**. Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (2006). Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed.
- DORNELES, P.F.T., ARAUJO, I.S., VEIT, E.A. (2006) Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 28, n. 4, p. 487 – 496.
- LÉVY, Pierre (2008). **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Original.

- MEDEIROS A. e MEDEIROS C. F., (2002) Possibilidades e Limitações das simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 24 (2).
- MOREIRA, Marco Antônio (2001). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Centauro.
- MOREIRA, Marco Antônio (2005). **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre, Ed. Do autor.
- MOREIRA, M. A. e BUCHWEITZ, B. (1993). **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Aula Prática.
- MOREIRA, Marco Antônio; OSTERMANN, Fernanda (1999). **Teorias Construtivistas**. Textos de Apoio ao Professor de Física, n.10. Porto Alegre: UFRGS.
- REHFELDT, M.J.H. (2009) **A aplicação de modelos matemáticos em situações-problema empresariais com o uso do software LINDO**. 2009, 299 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SILVA, O. H.; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. (2008). Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. (2008) **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio**. Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 2008. *Resumos...* Curitiba.
- YOUNG, H. D; FREEDMAN, F. A. (2006) **Física II – Termodinâmica e Ondas**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- ZACHARIAS, Z.; ANDERSON, O. R. (2003) The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. **American Journal of Physics**, Melville, v. 71, n. 6, p. 618-629.

## CIÊNCIA: A NOVA RELIGIÃO? – POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES DO DEBATE PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

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

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Araranguá, SC – Brasil/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC)*

**Luiz O. Q. Peduzzi** [luiz.peduzzi@ufsc.br]

*Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC) Campus Universitário, 88040-900 - Florianópolis, SC – Brasil*

**Resumo:** A ciência é altamente considerada na sociedade contemporânea. O *status* de ‘científico’ traz credibilidade a procedimentos e produtos. A relação intrínseca entre o empreendimento científico e o uso da razão é defendida por muitos filósofos da ciência. No entanto, tal associação é criticada por pensadores como Paul Feyerabend, que inclusive associa o pensamento racionalista ao teológico. Este argumento é discutido neste trabalho bem como as possíveis implicações deste debate na educação científica.

**Palavras-chave:** racionalidade, relativismo, Feyerabend, ensino de ciências.

### INTRODUÇÃO

Existe uma passagem que descreve um suposto diálogo entre Freud e Einstein em suas famosas correspondências (Einstein e Freud, 2001). O médico austríaco teria enviado ao físico um exemplar de uma obra recém-terminada por ele. Einstein respondera que tinha achado o livro extraordinário, apesar de não estar qualificado para julgar seu mérito científico. A resposta teria deixado Freud irritado, pois: como o físico poderia ter julgado a obra extraordinária se não podia dizer nada sobre o seu mérito científico? Para o pai da psicanálise, ou era ciência ou não era nada (Postman, 2002).

Apesar do caráter caricato da história, ela reflete o alto valor atribuído ao termo ciência pela sociedade, sobretudo nos últimos 150 anos. A excelência da ciência é presumida desde grandes personalidades como Freud até o público geral, que é convencido por campanhas publicitárias que apelam para um suposto método científico para garantir a superioridade a certas marcas. O próprio termo ciência é recente e foi popularizado somente no século XIX com a contribuição da Sociedade Britânica para o Progresso da Ciência. Segundo o *New English Dictionary* (Murray, 1884), o ano de 1864 registra a mais antiga data para o uso moderno do termo.

O grande valor atribuído a qualquer coisa que tenha o rótulo de científico na sociedade contemporânea é batizada por Postman (1994) de cientismo. Ele defende que grande parte das pessoas, de estudiosos ao público em geral, têm duas crenças que são as sementes do cientismo: as ciências naturais proporcionam um método para revelar verdades e a sociedade pode ser organizada de modo racional e humano segundo os princípios da pesquisa científica. Um dos pilares do cientismo é, para o autor, a fé de que a ciência pode servir como um abrangente sistema de crenças e de sentido para a vida, além de proporcionar uma sensação de bem estar, moralidade e até imortalidade.

Em sua obra *O futuro de uma ilusão*, Freud (2011) analisa se a humanidade poderia viver sem a autoridade moral oriunda de uma fé em Deus. Ao final, a voz da razão de Freud conclui que a humanidade deve viver sem a ilusão de Deus, podendo ou não passar melhor sem ela. Para Postman (1994), Freud estava dando substância à outra ilusão: de que no futuro os cientistas objetivamente neutros proporcionariam uma fonte de autoridade moral. Freud escrevia de acordo com a mudança de seu tempo, no qual houve uma transformação peculiar da imagem da autoridade derradeira.

No cientismo, conforme descreve Postman, existe uma desesperada esperança, um desejo que leva a uma crença ilusória de que um conjunto padronizado de procedimentos (método científico) pode proporcionar uma fonte incontestável de autoridade moral. Assim, seria constituída uma base sobre-humana para o progresso, tanto científico como tecnológico. Para Postman, o cientismo é a grande ilusão da sociedade contemporânea e uma educação baseada em suas premissas é inútil para formar cidadãos capazes de não serem subjulgados pela cultura vigente.

Neste artigo discute-se, inicialmente, que nem todas as visões do empreendimento científico se alinham com o cientismo de Postman. De acordo com o filósofo da ciência Paul K. Feyerabend (1924-1994), tal crença é oriunda das visões racionalistas de ciência. Nesta perspectiva, procura-se evidenciar como estas visões racionalistas de ciência se aproximam de uma forma secular da retórica teológica, alinhando-se a crítica de Postman ao cientismo. A seguir, sugere-se como a epistemologia relativista pode ser um importante aporte para uma educação científica que almeja formar cidadãos preparados para viver em uma sociedade com mudanças socioculturais rápidas e drásticas como a que se vive hoje, afastando-se do cientismo de Postman.

## **RACIONALIDADE, RACIONALISMO E RELATIVISMO**

No âmbito da filosofia da ciência, sob um mesmo nome, caracterizando algo, pode haver profundas divergências entre os filósofos. Por isto, faz-se necessário esclarecer o que, neste trabalho, compreende-se por racionalismo e racionalidade – que aqui são entendidos conforme a epistemologia de Feyerabend. As críticas a estas formas de pensar, no âmbito da filosofia da ciência e da educação científica, devem ser vistas à luz das ideias e conceitos deste autor. Elas não se estendem a autores que os entendem de maneiras distintas das apresentadas a seguir.

Feyerabend (2010) procurou definir a ideia da Razão ou racionalidade e a ideia da Objetividade. Quando se afirma que um procedimento é objetivo, faz-se por considerar que ele é independente das expectativas, ideias, atitudes e desejos humanos – reivindicação que muitos cientistas e intelectuais fazem acerca de seu trabalho, mesmo sendo esta ideia muito mais antiga que a própria ciência. Ser racional, no sentido material do termo, significa aceitar algumas ideias e rejeitar outras. No sentido formal significativa aceitar certo procedimento. Logo, a noção de racionalidade é ambígua, nunca explicada claramente, para Feyerabend.

Por racionalismo, o autor austríaco entende a filosofia inerente a esta abordagem teórica, que é definida por Feyerabend como a “ideia de que há regras e padrões gerais para guiar nossos assuntos, assuntos de conhecimento até” (Feyerabend, 2007, p. 289). Para ele, a crença de que algumas exigências são objetivas e independentes da situação desempenham papel importante no racionalismo.

Feyerabend entende como relativismo a compreensão de que o ponto de vista que alguma pessoa tenha mais carinho pode ser apenas mais um entre outros. Ele pode até mesmo ser desinteressante e um obstáculo para os que não compartilham de uma tradição específica. Para os racionalistas, no entanto, “só existe uma verdade e ela deve prevalecer” (Feyerabend, 2011, p. 100) – o relativismo seria temido pelos racionalistas por ele acabar com este exercício de superioridade. A definição de relativismo sugere formar pessoas que entendam que suas ideias mais queridas podem não ser tão bem sólidas como alguns acreditam. Ainda que outros pontos de vista possam ser proveitosos.

## **CRÍTICAS ÀS VISÕES RACIONALISTAS DE CIÊNCIA**

O teor bastante crítico em relação às visões racionalistas de ciência de Feyerabend é por muitas vezes entendido como um ataque ao próprio empreendimento científico. Tanto que ele chegou a ser chamado de ‘pior inimigo da ciência’ por autores de um artigo da prestigiada revista *Nature* (Theocharis e Psimopoulos, 1987). No entanto, o próprio Feyerabend deixa claro que não é contra a ciência; ele elogia seus praticantes e até indica alguns de seus procedimentos a outras

tradições como a Filosofia. Quando a ciência é vista como capaz de conviver, interagir e contribuir com velhas tradições e outras formas de conhecimento, o epistemólogo austríaco declara: “Não sou contra uma ciência entendida desta maneira. Tal ciência é uma das invenções mais maravilhosas da mente humana. Mas sou contra ideologias que usam o nome da ciência para o assassinio cultural” (Feyerabend, 2007, p. 23).

Para entender o nível das críticas à visão racionalista de ciência, o enunciado do que o próprio filósofo chama de tese de sua epistemologia é relevante: “os eventos, os procedimentos e os resultados que constituem as ciências não têm uma estrutura comum” (Feyerabend, 2007, p. 19). Ele sustenta que os filósofos suspeitam a algum tempo que não há apenas uma entidade chamada ‘ciência’ com princípios claramente definidos, mas que existe uma grande variedade de abordagens. Tal cenário se afasta da velha ideia platônica de ciência mantida em ordem por padrões racionais duradouros.

Feyerabend afirma que uma teoria de ciência que delinea padrões e uma estrutura para todo o empreendimento científico, e o faz em nome da razão e racionalidade, pode impressionar os observadores externos, mas é grosseiro para as pessoas envolvidas – os cientistas que enfrentam algum problema. Para ele, quando um filósofo estuda a história da ciência conclui que as várias formas de racionalidade produzem não apenas aberrações, mas teriam prejudicados a ciência caso tivessem sido adotadas como guia. A história da ciência, para o epistemólogo austríaco, é variada, multiforme e sutil. Ele defende que não há uma única regra, “não importa o quão ‘fundamental’ ou ‘racional’” (Feyerabend, 2007, p. 37), em que não tenha circunstâncias em que seja aconselhável ignorá-la ou mesmo adotar a postura oposta a ela. O ataque à visão racionalista de ciência é feito ao afirmar que as ideias que ele defende não são novas, mas eram triviais para cientista como Mach, Einstein e Bohr. Mas tais ideias foram corroídas pelos neopositivistas e pelos membros da “igreja do racionalismo ‘crítico’” (2007, p. 9).

Para Feyerabend está claro que uma teoria de racionalidade fixa se baseia em uma concepção demasiadamente ingênua do homem e suas circunstâncias sociais. Para ele não há um único princípio que possa ser defendido em todas as circunstâncias e estágios de desenvolvimento humano. Esta conclusão advém dos “que examinam o rico material fornecido pela história e não têm a intenção de empobrecê-lo a fim de agradar a seus baixos instintos” (Feyerabend, 2007, p. 42-43), e ao anseio por busca de segurança intelectual na forma de objetividade, verdade e precisão.

Feyerabend relata que muitos leitores afirmam que o racionalismo crítico é suficientemente liberal para acomodar muitas de suas críticas, o que o autor discorda. Ele coloca duas questões sobre o tema: É desejável viver de acordo com as regras do racionalismo crítico? É possível ter ambas as coisas, a ciência como a conhecemos e essas regras? Para o epistemólogo austríaco, a primeira questão é a mais relevante. O racionalismo crítico foi concebido ao tentar entender a revolução einsteiniana e depois estendido. Mas ao considerar sobretudo o problema da liberdade humana, as regras do racionalismo crítico são o pior procedimento possível.

Apesar de julgar a primeira questão mais relevante, Feyerabend discute mais a segunda e nega que possa coexistir a ciência, tal como a conhecemos, e as regras de um racionalismo crítico. Primeiro, pelo desenvolvimento real do conhecimento nem sempre se parte de um problema. O epistemólogo austríaco considera que o procedimento racionalista crítico é uma ilusão epistemológica, onde o conteúdo imaginado das teorias anteriores diminui até se tornar menor que o conteúdo da teoria substituinte. A ilusão do racionalismo crítico é que é responsável pela sobrevivência da exigência de conteúdo aumentado para o empreendimento científico.

Em relação as hipótese *ad hoc*, Feyerabend afirma que elas são absolutamente necessárias. São estes artifícios que criam um contato provisório entre fatos e aquelas partes da nova concepção que só serão explicadas depois do acréscimo de muito material e que dão a direção da pesquisa futura. Para o epistemólogo austríaco, a ciência é muito mais descuidada e irracional que a imagem metodológica do racionalismo crítico, a tentativa de torná-la racional acaba por eliminá-la. Ideias que hoje são consideradas base da ciência existem porque houve coisas como preconceito, presunção, paixão e porque estas coisas se opuseram à razão.

Existe uma versão aparentemente mais sofisticada do idealismo simples – que é como Feyerabend chama a crença na universalidade da racionalidade que dá origem a padrões e regras igualmente universais. Tal versão mais sofisticada, não pressupõe mais a racionalidade universal, mas enunciados válidos condicionalmente ao seu contexto, e em cada situação existe regras correspondentes à racionalidade local. Feyerabend diz que a versão aparentemente mais sofisticada do idealismo simples também não é satisfatória para a solução dos problemas da racionalidade científica. “Estes problemas não são resolvidos por uma mudança de padrões, mas ao considerarem-se os padrões em uma perspectiva inteiramente distinta” (Feyerabend, 2007, p. 310). Mesmo que exista uma possibilidade de discussão e mudança nesta versão mais sofisticada de racionalismo, ela não leva tal prática em conta e permanece restrita ao domínio abstrato de regras, padrões e lógica.

O epistemólogo austríaco defende uma explicação contextual, mas que regras contextuais não devam substituir regras absolutas. Quando um filósofo da ciência procura regras e padrões por meio da análise da tradição científica, ele encontra um problema: a ciência não é uma tradição, e sim muitas. O que leva a uma diversidade de padrões que podem ser incompatíveis. “Além disto, o procedimento faz que seja impossível, para o filósofo, dar razões para a escolha que faz da ciência, em vez do mito ou de Aristóteles” (Feyerabend, 2007, p. 311).

## UMA NOVA RELIGIÃO?

Feyerabend chama de *condição de consistência* uma regra muito apreciada por racionalistas que pregam o monismo teórico na ciência cotidiana, ou que o cientista trabalhe com certo dogmatismo para o desenvolvimento do empreendimento científico. Tal condição de consistência exige que hipóteses introduzidas pelo cientista sejam consistentes com as teorias bem estabelecidas. “A unanimidade de opiniões pode ser adequada para uma igreja rígida, para vítimas assustadas ou ambiciosas de algum mito (antigo ou moderno)” (Feyerabend, 2007, p. 60).

Feyerabend define a *condição de consistência* como muito pouco tolerante ao eliminar teorias ou hipóteses que não estejam de acordo com outra teoria mais antiga, familiar e aceita. “Se a segunda teoria tivesse surgido primeiro, a condição de consistência teria operado a seu favor” (Feyerabend, 2007, p. 52). Logo, a tal condição contribui para preservar o que é mais antigo e familiar e que as teorias não devem ser mudadas a menos que estejam em desacordo com os fatos.

Para Feyerabend, os modelos do método empírico que tratam de confirmações e testes têm como seu pressuposto que os fatos estão disponíveis independentes de considerar alternativas teóricas, além daquela testada. Tal inferência é chamada pelo epistemólogo de *princípio da autonomia*. Ele, no entanto, discorda de tal princípio, sendo os fatos e teorias muito mais intimamente ligados do que admite um racionalista. A descrição de fatos depende de alguma teoria, além disso, existem fatos que não podem ser revelados sem o auxílio de alternativas teóricas. No entanto, eles deixam de existir com a exclusão de opções com conjecturas diferentes das aceitas pela maioria. Logo, tanto os fatos como o caráter refutador decisivo dos fatos, só podem ocorrer com o auxílio de outras teorias discordantes da testada. Assim, a invenção e articulação de alternativas devem preceder a fatos refutadores.

Para aumentar o conteúdo empírico do conhecimento, a criação de opções diferentes da em discussão é essencial ao método empírico. Se forem eliminadas tais alternativas, como prega a *condição de consistência*, ter-se-ia não só desacordo com a prática científica como também com o empirismo. Excluem-se, assim, testes valiosos, diminui-se o conteúdo empírico e o número de fatos que poderiam mostrar os limites da teoria vigente. Ao esvaziar o conteúdo empírico de suas teorias, os defensores da *condição de consistência* transformam suas teorias favoritas em doutrinas metafísicas. Assim sendo, elas se tornam crenças sem contrapartida empírica, que é a mesma crítica que muitos deles fazem às tradições religiosas. Quando um racionalista apela à *condição de consistência* limita a variedade, contendo um “elemento teológico que reside, é claro, na adoração dos ‘fatos’ tão característica de quase todo o empirismo” (Feyerabend, 2007, p. 61).

O elemento teológico da adoração dos fatos pode ser encontrado em outra regra atribuída pelos racionalistas ao empreendimento científico: as teorias não devem ser inconsistentes com



experimentos, fatos e observações. “Podemos começar analisando que nenhuma teoria jamais está de acordo com todos os fatos conhecidos em seu domínio” (Feyerabend, 2007, p. 71). Quando tais desacordos são muito difíceis de contornar, a atitude, então, é simplesmente conservar a teoria e esquecer suas deficiências. Também, o procedimento que consiste em eliminar os resultados de certos cálculos e substituí-los de acordo com os dados que o cientista julga confiáveis é bastante comum, de acordo com Feyerabend.

O epistemólogo austríaco ressalta que para desenvolver teorias científicas, que ele chama de verdadeiros milagres, foi preciso atribuir as dificuldades entre a relação entre teoria e fato procedimentos como: ocultação de hipóteses *ad hoc*, aproximações *ad hoc* e outras condutas que um racionalista se recusa a enxergar. Ele entende que todas as teorias de confirmação e corroboração que exigem concordâncias entre fatos conhecidos são teorias inúteis. O empreendimento científico, tal qual conhecemos, só pode existir, segundo Feyerabend, ao admitirmos que a “ciência pode ficar de pé sobre suas próprias pernas e não precisa de ajuda de racionalistas, humanistas seculares, marxistas e movimentos religiosos semelhantes” (Feyerabend, 2007, p. 8).

A crença de que o mundo a ser descrito pela ciência não é paradoxal leva ao padrão de que nosso conhecimento deve ser autoconsistente, ou seja, teorias que contenham contradições não podem fazer parte do empreendimento científico. Este padrão é aceito sem hesitação por um filósofo racionalista, “assim como os católicos aceitaram o dogma da imaculada concepção da Virgem Maria” (Feyerabend, 2007, p. 315).

A ilusão da racionalidade torna-se notadamente forte quando as instituições científicas se contrastam com outras tradições, onde “cada organização, cada partido, cada grupo religioso tem direito de defender sua forma de vida particular e todos os padrões que contém” (2007, p. 222). Os cientistas racionalistas, no entanto, vão mais longe. Eles se consideram os defensores da Única Religião Verdadeira e que seus padrões são essenciais para chegar a esta verdade e negam autoridade às exigências de outras tradições. O chauvinismo da ciência é um problema que pode ser criado devido os “cientistas não se darem por satisfeitos em organizar seu próprio cercadinho de acordo com o que consideram ser as regras do método científico, mas querem universalizar essas regras” (Feyerabend, 2007, p. 226). Na contramão, Feyerabend cita que os chineses se deram conta disto e restauraram partes importantes de sua herança cultural, o que levou a um aperfeiçoamento da medicina como um todo.

Um dogma racionalista é o de que todas as disciplinas deveriam obedecer às leis da lógica. Conforme escreveu Popper, o que é verdadeiro na Lógica é verdadeiro no método científico e na história da ciência (Popper, 1975). Para Feyerabend, esta asserção dogmática não é nem clara nem verdadeira. Inicialmente, porque não existe uma única disciplina Lógica que subjaz todos os domínios. Os diferentes sistemas lógicos “apresentam não só diferentes interpretações de um e o mesmo volume de ‘fatos’ lógicos, mas ‘fatos’ inteiramente diferentes” (Feyerabend, 2007, p. 267).

Existem também enunciados científicos legítimos que violam regras lógicas simples. Em relação ao empreendimento científico, Feyerabend defende que não é útil uma ciência que esteja de acordo com as regras lógicas. Toda teoria científica contém inconsistências, tanto com fatos como com outras teorias e mais e mais contradições serão percebidas quanto com mais detalhes forem analisadas as teorias. “Apenas uma crença dogmática nos princípios de uma disciplina supostamente uniforme, a ‘Lógica’, nos fará desconsiderar esta situação” (Feyerabend, 2007, p. 268). Os princípios lógicos desempenharam um papel muito pequeno nos procedimentos da ciência, e a tentativa de impô-los a estorvaria seriamente.

Alguns racionalistas não têm dúvida que o conhecimento científico é melhor que o de outras tradições. Chega-se a afirmar que opiniões confiáveis são apenas aquelas que se fundamentam no conhecimento científico, que este tipo de tradição é necessário a todas as pessoas, que deva ser preferido imprescindivelmente em relação a outros e chegam a sugerir que estas outras tradições deixem de ser difundidas e defendidas. Já para o epistemólogo austríaco, a ciência não é sacrossanta, tampouco intrinsecamente melhor que outras tradições. O fato de ela existir e ter resultados admiráveis não à torna padrão de excelência. Os racionalistas sugerem que não é

necessário aos especialistas científicos examinarem tradições alternativas, pois somente as abordagens científicas podem contribuir para problemas da ciência. Para Feyerabend, esta estratégia é a mesma usada pela Igreja Católica Romana: “eles denunciam ideias incomuns e extraordinárias como superstições pagãs e negam-lhe qualquer direito de contribuir para a Única Verdadeira Religião” (Feyerabend, 2011, p. 167).

Quando tradições estão em desenvolvimento, incluindo a científica, elas podem ser vistas como artifícios temporários. Desta postura pode surgir uma filosofia pragmática, onde o participante vê sua tradição como cambiante e, talvez, absurda, mesmo que estas sejam suas ideias mais caras. Os cientistas racionalistas não entendem a ciência como algo que possa ser absurdo e talvez outras tradições tenham muito a ensinar. “Praticamente nenhuma religião apresentou-se tão-só como algo que valia a pena experimentar. A reivindicação é mais forte: a religião é a verdade, tudo o mais é erro” (Feyerabend, 2007, p. 294). Acredita-se que uma tradição é especial em relação a outras, podendo assim atuar sobre as outras, devido a ela própria ser uma tradição diferente das demais. Isto vale para os pregadores de uma religião qualquer ou para a defesa da superioridade científica pelos racionalistas, que vêm à ciência não como uma tradição a mais, mas especial em relação todas às outras. Este argumento pode ser resumido, de acordo com Feyerabend, como a crença de que “a palavra de Deus é poderosa e deve ser obedecida não porque a tradição que a transmite tenha muita força, mas porque ela é exterior a todas as tradições e fornece um modo de aperfeiçoá-las” (Feyerabend, 2007, p. 294).

Para o racionalismo, a crença de que algumas exigências são objetivas e não dependem da situação desempenha um papel muito importante. Para Feyerabend, tal credo “é uma forma secularizada da crença no poder da palavra de Deus” (2007, p. 294). Razão/prática são vistas por um racionalista como duas agências diferentes e não como duas práticas que são produtos humanos imperfeitos e cambiantes. Alguns racionalistas ainda sugerem que razão e prática não sejam dois tipos diferentes de entidade, mas partes de um único processo dialético. Eles defendem que a razão sem orientação de uma prática conduzirá ao erro e a prática é aperfeiçoada com o acréscimo da razão. Para Feyerabend, esta sugestão mantém as velhas concepções de agências de espécies diferentes. Mesmo as mais perfeitas regras e os mais perfeitos padrões não são independentes do material sobre o qual agem, são partes integrantes de uma tradição ou prática e não se saberia como usá-los se fosse diferente. A prática, mesmo que desordenada, tem suas regularidades. Logo, para Feyerabend, o “que é chamado ‘razão’ e ‘prática’ são, portanto, dois tipos diferentes de prática” (Feyerabend, 2007, p. 302).

Para alguns racionalistas, é racional fazer as coisas certas, independente da situação. É racional evitar hipóteses *ad hoc*, eliminar inconsistências, apoiar programas de pesquisa progressistas, matar os inimigos da fé, desprezar os desejos do corpo, assim por diante. “A racionalidade, a justiça, a Lei Divina são universais, independentes de disposição de ânimo, de contexto, de circunstâncias históricas e dão origem a regras e padrões igualmente universais” (Feyerabend, 2007, p. 309). Um racionalista insiste em enxergar uma razão implacável e ordenada de um lado e de outro material maleável a ser moldado. Porém, pode-se perceber o fundo teológico deste argumento, ele inferiu um criador onde quer que se perceba algum tipo de ordem. Para um racionalista “obviamente a ordem não é inerente à matéria e, assim, deve ter sido imposta do exterior” (Feyerabend, 2007, p. 303).

Os padrões se tornam medidas objetivas de excelências quando adotados pelos participantes de uma tradição, tornando-se assim ‘padrões racionais objetivos’. A racionalidade não é árbitro de tradições, sendo ela própria uma tradição. As projeções parecem objetivas porque participantes de uma tradição não a mencionam. Tais projeções são subjetivas, pois dependem da tradição escolhida: diferentes tradições levam a diferentes juízos. A busca do racionalismo por uma autoridade frente a outras tradições demonstra uma desconsideração de que “podemos construir visões de mundo baseadas em uma escolha pessoal e assim unir, para nós mesmos e para nossos amigos, o que fora separado pelo chauvinismo de grupos especiais” (Feyerabend, 2005, p. 214).

## IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

De acordo com Watanabe et al (2012) existe uma imagem estereotipada da ciência como algo produzido por pessoas diferentes e que buscam a verdade. Nesse cenário, os alunos não se identificam como alguém capaz de fazer parte do mundo científico. A falta de interesse dos estudantes pelas aulas de ciência pode ser entendida como a falta de afinidade deles com o esforço científico. Para mudar este quadro é necessário fazer com que os alunos criem laços com o empreendimento científico.

A ciência é vista, em geral, como construída por meio de um método científico, o que garantiria sua validade universal. Ela seria nesta visão neutra, independente dos valores sociais e desprovido de pressões institucionais (Gil-Pérez et. al., 2001). Tal visão de ciência é estendida para os próprios cientistas. De acordo com Haynes (2003), é possível traçar um perfil da visão acerca dos cientistas presente na mídia, cinema e literatura, buscando os principais estereótipos veiculados nas imaginações sociais. De acordo com este estudo, a imagem estereotipada do cientista inclui: o cientista nobre, herói, que faz uma grande descoberta que poderia salvar as pessoas de um mal que existe; o cientista tolo que pode ser facilmente manipulado e enganado por outros; o investigador desumano, insensível, fanático sobre seu trabalho e; o cientista indefeso, que perde o controle de sua criação.

O pesquisador é visto como um sujeito isolado e sem interesse para os problemas que afetam a vida cotidiana ou socialmente relevante. O cientista vive em um isolamento social. Haynes mostra também uma visão persistente que a sociedade tem do cientista como um pesquisador desumano e que acredita que o conhecimento é bom e que ele foi o responsável pela sua descoberta. Como ressaltam Watanabe et al (2012), a imagem estereotipada do cientista pode levar os alunos a não se identificarem como alguém capaz de fazer parte do conhecimento científico, pois a ciência é produzida, nesta visão, por "pessoas diferentes" e "capazes de descobrir a verdade".

Segundo Matthews (1995), a educação científica não pode ser separada da filosofia da ciência. Isto porque a concepção de ciência do professor pauta, conscientemente ou não, sua docência. Logo, sempre que se ensina ciência também se passa ideias sobre filosofia da ciência. A imagem da ciência construída nas aulas é oriunda das crenças acerca da natureza da ciência que professor possui, mesmo que ele não tenha consciência da presença deste caráter epistemológico em sua prática docente.

A imagem da natureza da ciência que orienta a docência de grande parte dos professores é descrita por Gil-Pérez et. al. (2001). Segundo estes autores, a maioria dos docentes tem uma visão equivocada da natureza da ciência, que expressa uma imagem ingênua que se afasta do que vem a ser a construção do conhecimento científico. Porém, tal imagem foi ao longo dos anos se consolidando até se tornar um estereótipo socialmente construído. E a própria educação científica reforça tal estereótipo, ativa ou passivamente.

Para procurar se distanciar deste cenário busca-se aqui sugestões à luz da epistemologia relativística de Feyerabend para a educação científica. Tais sugestões, por sua vez, estão em consonância com as propostas de Postman para uma escolarização útil para formar cidadãos no século XXI.

De acordo com Feyerabend, a educação geral seria mais útil e faria mais sentido se deixasse de ter como meta a doutrina racionalista. Um grande problema da educação científica racionalista é o contexto gerado quando ela é bem sucedida. Isto levaria a uma sociedade baseada em um conjunto de regras bem definidas, além de restritivas. Neste cenário o “ser humano torna-se sinônimo de obedecer essas regras, força o dissidente a uma terra de ninguém sem regras nenhuma e despoja-o assim de sua razão e de sua humanidade” (Feyerabend, 2007, p. 225).

Quando a ciência é vista como um empreendimento livre feito por seres humanos falíveis, o cidadão se sente mais a vontade para participar dela. Esta ciência vista como parte da tradição cultural e não como uma tradição especial, é muito mais próxima ao estudante. Com esta aproximação existe uma possibilidade de cooperação entre o aluno e o empreendimento científico. A democratização da ciência para Feyerabend é:

[...] a melhor educação científica que o público pode obter – uma democratização completa da ciência não está em conflito com a ciência, está em conflito com uma filosofia, com frequência denominada ‘racionalismo’, que usa uma imagem congelada da ciência para aterrorizar as pessoas não familiarizadas com a sua prática (Feyerabend, 2007, p. 21).

Deve-se evitar, segundo Feyerabend, que na educação geral os padrões especiais que definem assuntos especiais e profissões especiais sejam definidores do que se acredita ser uma pessoa bem-educada. A mudança nesta perspectiva de educação “deixa claro que há muitas maneiras de ordenar o mundo que nos cerca, que as restrições odiadas de um conjunto de padrões podem ser quebradas pela livre aceitação de padrões de espécies diferentes” (Feyerabend, 2007, p. 225).

Um debate racional é um caso especial do que Feyerabend chama de troca guiada, que se contrapõe ao que ele chama de troca aberta. No primeiro caso, os participantes adotam uma tradição bem especificada e aceitam respostas de acordo com os seus padrões. Os que ainda não adotaram tal tradição são persuadidos, educados até que o façam, para então a troca começar. A educação é separada de debates decisivos, ela ocorre antes destes debates e assegura que os adultos se comportem de modo apropriado. Os racionalistas, normalmente, não tomam a sério participantes em um debate até que tenham adotado sua tradição, ou seja, “uma sociedade baseada na racionalidade não é inteiramente livre; tem que se jogar o jogo dos intelectuais” (2007, p. 306).

A troca aberta é conduzida pelo que Feyerabend chama de filosofia pragmática: todos os participantes são respeitados e estabelecem-se ligações entre tradições diferentes. Logo, a educação deve ser um meio para se chegar a uma sociedade livre, que só ocorrerá se todas as tradições tiverem acesso igual a todas as posições de poder, como a própria educação. Uma sociedade livre não pode ser alicerçada em nenhum credo particular, “não pode ser baseada no racionalismo ou em considerações humanitárias” (Feyerabend, 2007, p. 307). Feyerabend defende que uma sociedade livre não será imposta, mas surgirá quando as pessoas estiverem engajadas em uma troca aberta.

As sugestões de Feyerabend para a educação científica estão em consonância com as de Postman (1994). O educador estadunidense sugere que todas as disciplinas sejam ensinadas com sua história. Desta forma, podem-se formar indivíduos que compreendem que o conhecimento não é uma coisa fixa, mas um estágio de desenvolvimento humano, com passado, presente e futuro. No entanto, ele reconhece as dificuldades da proposta, como a falta de materiais instrucionais e formação adequada de professores.

Especificamente em relação à educação científica, Postman faz reflexões adicionais. Ele considera que “o empreendimento científico é um dos nossos feitos mais gloriosos” (Postman, 1994, p. 198). Ele ressalta que além de ensinar ciência por meio de sua história, seria muito proveitoso também ensinar sua filosofia. Isto poderia mostrar que a ciência é um exercício de imaginação humana e algo bem diferente da tecnologia que dela decorre. Discutir explicitamente a filosofia da ciência é sair da corrente principal da educação científica, segundo Postman.

Na abordagem de filosofia da ciência sugerida por Postman haveriam considerações sobre: a linguagem da ciência, a natureza da prova científica, o papel das hipóteses, da imaginação e dos experimentos, e em especial, o valor do erro. O que o autor pretende com esta proposta é construir um ambiente em “que a ciência não é farmácia ou tecnologia ou truques de mágica, mas sim uma maneira especial de empregar a inteligência humana” (Postman, 1994, p. 199).

Ao procurar discutir sobre a finalidade primordial para a educação, Postman (2002) sugere que a escola deve compartilhar narrativas como uma razão inspiradora para a escolarização. Uma das alternativas vislumbradas pelo autor, que pode oferecer senso de continuidade, explicações do passado, clareza para o presente e esperança para o futuro é o que ele chamou de *O anjo decaído*. Segundo ele, a ciência está mais comprometida com a crônica do anjo decaído que qualquer outro sistema de crença.

Esta narrativa proposta por Postman emprega uma metáfora religiosa. Segundo ele, as narrativas mais importantes estão enraizadas em uma ideia espiritual ou metafísica, incluindo as ciências naturais. A crônica desta narrativa é acreditar que se há perfeição, ela deve ser encontrada em alguma parte, e presume-se que exista em Deus ou nos deuses. O tema principal da narrativa sugerida por Postman é que os seres humanos cometem erros e devem corrigi-los para fazer avançar o conhecimento; este é o significado da queda do anjo.

Segundo Postman, o exemplo mais requintado de como a narrativa da correção dos erros pode formar melhores cidadãos é a ciência natural. Para o autor, tanto na mentalidade popular como na escola, a ciência é entendida como uma fonte de verdade suprema. “Tal crença é, em si, um exemplo do pecado do orgulho, e nenhum cientista que se respeita admitirá sustentá-la” (Postman, 2002, p. 70). Para o autor, um dos grandes mistérios da educação é como se pode explicar a busca pela certeza que se converte rapidamente em um dogmatismo indecoroso, injustificado e não raro letal. Logo, associar a construção do conhecimento a uma atividade em que inerentemente se comete erros e que se procura corrigi-los permite afastar a educação científica da busca da certeza e da autoridade absoluta.

Uma segunda narrativa sugerida por Postman é *A lei da diversidade*. Sob um ponto de vista prático, se pode perceber como a uniformidade é inimiga da vitalidade e da criatividade. A estagnação ocorre a partir do momento em que nada diferente e novo vem de fora do sistema – Postman utiliza o exemplo dos idiomas, em especial o latim, para fortalecer seu argumento. Para o autor, “sempre que uma língua ou uma forma de arte se fixa no tempo e se torna impermeável, valendo-se somente de seus próprios recursos, é punida” (Postman, 2002, p. 80).

Para Postman, quando a diferença é tolerada o resultado é um crescimento e vigor. Logo, a uniformidade é inimiga da vitalidade e da excelência, onde ela é praticada não é possível produzir padrão algum de excelência. A diversidade, inclusive, enriquece o senso de excelência ao entender que ser diferente não significa deixar de ter excelência. A sugestão da narrativa da Lei da diversidade é demonstrar como a criatividade e vitalidade da espécie humana depende da diversidade e como se estabelecem os padrões a que as pessoas aderem. “Assim, a lei da diversidade faz de todos nós humanos inteligentes” (2002, p. 82).

As narrativas sugeridas por Postman estão de acordo com a visão relativística de Feyerabend. Ambos imaginam uma educação científica longe das amarras racionalistas e da busca pela verdade, valorizam a diversidade cultural e questionam qualquer padrão absoluto de certeza e excelência. As pessoas oriundas de uma educação científica, segundo a proposta destes dois autores, estariam mais bem preparadas para viver em uma sociedade em constantes e drásticas mudanças socioculturais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cientistas procedem de muitas maneiras. As regras e padrões não são obedecidos ou não funcionam e resultados importantes surgem da convergência de tendências separadas e por vezes conflitantes. “A ideia de que ‘o conhecimento científico é, de algum modo, especialmente positivo e isento de diferenças de opinião não passa de uma quimera” (Feyerabend, 2007, p. 324).

A ciência é socialmente aceita como tendo grande excelência. No entanto, quem goza de grande popularidade com o público não são as ciências, mas um monstro mítico que se dá o nome de ciência. Tal popularidade é alcançada ao convencer o público que as realizações as quais ele lê e lhe são mostradas como produtos do empreendimento científico provêm de uma única fonte, que são produzidos por meio de um procedimento uniforme. Também as vantagens práticas da ciência não são tão claras. Às vezes ela funciona, às vezes não. Outro mito contado é que o ‘empreendimento científico’ é uma aventura intelectual livre. Mas atitudes como o medo da espionagem industrial, o desejo de superar competidores no caminho do Nobel ou prêmio equivalente, distribuição desigual de fundos colocam restrição aos sonhadores que insistem em entender a ciência como um empreendimento livre.

Mesmo sendo limitada, a visão científica uniforme pode ser útil para as pessoas que estão fazendo ciência. Desta forma, eles podem proceder sem amarras com uma bandeira, que embora apresente um único padrão, faz com que se façam coisas muito. No entanto, é um desastre para os que veem a ciência de fora (os filósofos), “sugere a eles comprometimento religioso da mentalidade mais estreita e encoraja uma estreiteza de mentalidade por parte deles” (Feyerabend, 2007, p. 335).

Não existe uma visão de mundo científica, assim como não há um empreendimento uniforme denominado ciência. Outras tradições têm muito a ensinar. Nenhuma área pode ser entendida como unificada e perfeita. A ciência então é muito mais complexa e multifacetária que até o mais astuto metodólogo poderia imaginar. A visão racionalista de ciência, no entanto, simplifica seus atores, define um campo de pesquisa com regras universais independente do contexto, este campo recebe uma lógica própria para encontrar ordem e torna as ações mais uniformes. Acredita que o conhecimento científico, por se produzido do jeito certo, é intrinsecamente superior aos outros. Neste artigo procurou-se expor argumentos de que a educação científica alinhada com a visão racionalista pode ser pouco útil para formar cidadãos no século XXI. Ainda, que a visão relativística de ciência de Feyerabend pode contribuir neste sentido.

## REFERÊNCIAS

- EINSTEIN, A.; FREUD, S. (2001) **¿Por qué la guerra?** Editorial Minúscula. Barcelona.
- FEYERABEND, P. K. (1996) **Matando o tempo**. São Paulo: Editora da UNESP.
- \_\_\_\_\_. (2005) **A conquista da abundância**. São Leopoldo: Editora UNISINOS.
- \_\_\_\_\_. (2007) **Contra o método**. São Paulo: Editora UNESP.
- \_\_\_\_\_. (2010) **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP.
- \_\_\_\_\_. (2011) **A ciência para uma sociedade livre**. São Paulo: Editora UNESP.
- FREUD, S. (2011) **O futuro de uma ilusão**. Porto Alegre: L&PM.
- GIL-PÉREZ, D. *et al.* (2001) Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência e Educação**, v. 17, p. 125-153.
- HAYNES, R. (2003) From alchemy to artificial intelligence: stereotypes of the scientists in Western literature. **Public Understanding of Science**, v. 12, p. 243-253.
- MATTHEWS, M.R. (1995) História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214.
- MURRAY, J.A.H. *et al.* (1884) **A new English dictionary on historical principles; founded mainly on the materials collected by the Philological Society**. Oxford: at the Clarendon Press.
- POSTMAN, N. (1994) **Tecnopólio – a rendição da cultura à tecnologia**. São Paulo: Nobel.
- \_\_\_\_\_. (2002) **O fim da educação – redefinindo o valor da escola**. Rio de Janeiro: Graphia.
- POPPER, K. R. (1975) **Conhecimento objetivo**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia.
- THEOCHARIS, T.; PSIMOPOULOS, M. (1987) Where science has gone wrong. **Nature**, v. 329, n. 6140, p. 595-598.
- WATANABE, G. *et al.* (2012) The students' view about what it is a scientist. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** v. 6, n. 1, p. 359-363.

## CURSO NOVOS TALENTOS DA FÍSICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

**Willian Rubira da Silva** [willianrubira@hotmail.com.br]

**Valmir Heckler** [valmirheckler@furg.com]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física – FURG– Caixa Postal 474.*

*Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil.*

### Resumo

Neste texto apresentamos aspectos centrais da proposta e execução de um curso de extensão com carga horária de quarenta horas pelo grupo dos Novos Talentos da Física da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). O Curso abrange temáticas do ensino Médio como cinemática, mecânica clássica, ótica e conceitos de física quântica, as quais foram ofertadas nas dependências de uma escola de Ensino Médio da cidade de Rio Grande e envolveu uma visita aos laboratórios da Universidade. Expressamos neste texto, o propósito do curso, atividades, material produzido e os aspectos emergentes ao longo de sua aplicação em uma turma de alunos do Ensino Médio.

**Palavras-chave:** Curso; Tecnologias da Informação e Comunicação; ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

O Programa de Apoio a Projetos Extracurriculares: Investindo em Novos Talentos da Rede de Educação Pública para Inclusão Social e Desenvolvimento da Cultura Científica (Edital CAPES/DEB N°033/2010) visa à inclusão social e desenvolvimento da cultura científica por meio de atividades extracurriculares para alunos e professores das escolas da rede pública de educação básica.

A FURG participa desse Programa desde 2007, via ações do CEAMECIM e, em 2010, foi integrado à equipe um grupo de estudos da área do ensino de Física. As ações do projeto “A Educação Científica: O Ensino de Física a partir do contexto sociocultural e das tecnologias digitais” é proposto e desenvolvido por docentes do Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF, mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e estudantes do curso de Licenciatura em Física e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Nesse contexto o grupo ofereceu diversas oficinas e cursos até o ano de 2015, ano este em que ocorreu o curso Novos Talentos da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O grupo Novos Talentos da Física é liderado por professores e pós-graduandos em Educação em Ciências na FURG. Junto a eles se encontram diversos outros pós-graduandos em Educação em Ciências, graduandos em Física e Matemática, professores da rede pública além de um grupo de apoio envolvendo programadores e artistas. O grupo é fortemente interligado e apoiado pelo Laboratório de Matemática e Física (LEMAFI), Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Centro de Estudos Ambientais, Ciências e Matemática (CEAMECIM) e pela Secretaria de Educação a Distância (SEaD)

O grupo começou a se formar em 2010 e aceitou como desafio atender a três demandas distintas: Curso de extensão para professores, curso para alunos do ensino médio e curso para alunos do ensino fundamental.

### PRIMEIROS ANOS DE ATIVIDADES DO GRUPO

Descreveremos a seguir algumas das atividades executadas durante os anos de 2011 e 2012 pelo grupo.

A partir desse desafio de atender as três demandas e da proposta de envolver as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) o grupo começou uma pesquisa e, posteriormente, construção

de material para aplicar em um curso de férias presencial que seria oferecido juntamente para professores da rede pública e para os alunos do ensino médio.

Paralelo a isso se construiu um trabalho que utilizava a metodologia mão-na-massa (SCHROEDER, 2005) para ser oferecido em forma de oficinas a uma escola de ensino fundamental do município de Rio Grande.

O curso voltado para alunos do ensino médio e para os professores foi aplicado durante o período de férias do ano letivo de 2011 nas dependências da FURG. As inscrições foram abertas para toda a região. A partir do material produzido e aplicado no curso foi produzido um livro denominado **Caderno de Registros Novos Talentos da Física 2011: O ensino de Física a partir do contexto sociocultural e das tecnologias digitais** (HECKLE, et al, 2011).

No mesmo ano foi oferecido o curso Passeando, brincando, experimentando, observando e aprendendo: Conceitos físicos aplicados no Polo Naval de Rio Grande para crianças de 7 a 10 anos. O curso foi ofertado para crianças do 5º ano do Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (CAIC), com o intuito de desafiar e potencializar o espírito científico desses estudantes. Nesse curso os alunos de três diferentes turmas eram conduzidos às dependências do CEAMECIM uma vez por semana para se conduzir as oficinas propostas.

Ao término de ambas as propostas o grupo se reuniu para iniciar a proposta para o ano seguinte enquanto divulgava seu trabalho e aplicava oficinas que seriam recortes dos cursos oferecidos.

O grupo decidiu que o foco para o ano de 2012 seria novamente as três frentes adotadas no ano anterior. Contudo o curso para o ensino fundamental e o curso de extensão para professores da rede teriam um formato diferente.

Para o curso do ensino fundamental selecionamos uma escola pública de Rio Grande onde o grupo foi até ela ministrar as diversas oficinas produzidas. Para o curso de extensão optou-se por algo semipresencial, apoiado na plataforma Moodle, com a possibilidade de 2 encontros presenciais, assim como desenvolver um material adequado ao novo formato do curso.

Para o curso do ensino médio o formato anterior continuou: Um curso que ocorresse durante o período de férias nas escolas públicas, concentrado em 5 dias, aberto a qualquer estudante da região interessado e nas dependências da FURG. Contudo foi objetivado mudanças no material produzido no ano anterior.

A mudança no material teve dois objetivos: Atualizar e organizar as oficinas mais bem sucedidas no ano anterior e trazer novas oficinas com temas ainda não explorados. Durante essa etapa o grupo se separou em trios ou duplas e fazia o trabalho de pesquisa e construção do material. Foram desenvolvidas 6 oficinas nesse processo:

1. Modelo, Modelar e Modelagem...
2. Explorando as tecnologias para o estudo da Mecânica
3. Estudando Termodinâmica de forma lúdica
4. Tópicos de integração de Física, Química e...
5. Circuitos elétricos: interação com a prática
6. Luz, Física Moderna: aplicações e tecnológicas

Essas oficinas foram reunidas em forma de apostila utilizadas durante o curso com os estudantes.

As oficinas 1, 2, 5 e 6 foram de um dia completo, ou dois períodos, divididas em 2 ou mais momentos. As oficinas 3 e 4 foram de um período e dividiriam a quarta feira, uma pela manhã e outra pela tarde.

O curso para professores teria como material 3 dessas oficinas (1, 2 e 5) além de uma oficina sobre educação a distância voltada exclusivamente para os mesmos. O material foi adaptado para plataforma Moodle e seria oferecido de forma a durar todo o segundo semestre de 2012.



Paralelamente a isso o planejamento para o curso voltado aos alunos do ensino fundamental se deu de maneira semelhante, porém para esse ano a preocupação foi um pouco maior em adaptar as oficinas com o objetivo de formar uma apostila. O curso foi dividido da seguinte maneira:

1. Passeando e Brincado
2. Experimentando
3. Observando

A proposta do material é abordar conceitos científicos relacionados com o cotidiano dos estudantes de maneira lúdica. Assim, passear, brincar observar e experimentar são ferramentas essenciais para a proposta. Lembrando que a proposta não se encerra em si, é aberta para adaptação, assim como o desenvolvimento de outras.

## **PROPOSTAS PARA 2015**

Aqui comentaremos, em especial, quais eram as ideias e propostas para o curso em questão que seria executado em 2015.

Os anos de 2013 e 2014, apesar de não terem acontecido outras edições de nenhum dos cursos executado nos anos anteriores, foram bastante produtivos no sentido de colher frutos do material produzido e dos dados obtidos, assim como de toda a experiência adquirida ao longo do planejamento e execução dos cursos anteriores. Os livros de registros dos cursos do ensino fundamental e médio foram impressos e distribuídos em eventos, apresentações e oficinas. As oficinas elaboradas foram aplicadas em diversas outras situações e os materiais produzidos pelos alunos foram incorporados como exemplo. Esses foram anos importantes para repensar a teoria-prática e prepararmos as mudanças que viriam com a renovação do edital.

No novo curso do ensino médio, ao contrário da sua versão anterior, o foco não estava no atualizar o material, mas sim o formato do curso. Ao invés de abrir o convite para todos de qualquer escola da região e executar o curso nas comodidades da universidade, decidimos por escolher uma escola parceira e trabalhar apenas com os alunos e o espaço da mesma (com exceção da visita final ao espaço da universidade).

Dito isso, seria um curso que aconteceria em apenas um turno, de aproximadamente quatro horas, com um encontro por semana, totalizando nove encontros ao longo de três meses. Foi decidido trabalhar com os alunos da manhã no turno da tarde, quando a maioria dos encontros aconteceriam nas quintas feiras, salvo exceções.

Para as oficinas, optamos por repetir cinco das seis utilizadas no curso anterior. Contudo, apenas as oficinas “Luz, Física Moderna: aplicações tecnológicas” e “Estudando Termodinâmica de forma lúdica” se mantiveram em um formato semelhante ao do ano anterior.

## **OFICINAS**

A partir de agora resumiremos o máximo o possível a proposta de cada uma das oficinas assim como a organização de como foram aplicadas.

### **Modelos e Modelagem**

Os dois encontros dessa oficina foram um recorte de duas anteriores: “Modelo, Modelar e Modelagem...” e “Explorando as tecnologias para o estudo da Mecânica”.

A primeira foi uma evolução de uma oficina proposta em 2011. (HECKLER, et al, 2011). Foi a primeira oficina apresentada aos estudantes e possuía a seguinte apresentação:

Prezado estudante,

Estamos iniciando a oficina “Modelo, Modelar e Modelagem...”. Convidamos você a dialogar com o grupo (coletivo), questionar, expor seus pensamentos, sentimentos e ações; apoiados no material didático inicial e no diálogo investigativo frente às temáticas relacionadas à natureza das Ciências na integração de tópicos de Física e Matemática; buscando investigar, compreender e estabelecer relações integradas sobre o que é modelo, modelar e a modelagem.

A oficina está organizada com atividades que envolvem: olhar para a natureza e pensar onde acontecem os fenômenos físicos e com surgem as relações matemáticas para entender o que nos acontece; apoiados nas ferramentas das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC - problematização com questões abertas e questões que serão desenvolvidas pelo coletivo, textos, imagens, simuladores, planilha eletrônica e o diálogo constante no coletivo de estudantes e professores (HECKLER, et al, 2012).

A segunda, proposta pelos professores Charles Guidotti e Willian da Silva. Também foi uma oficina com a proposta evoluída de 2011 (HECKLER, ARAÚJO, 2011) que foi inteiramente aplicada pensando nas Tecnologias Digitais.

A oficina original (Heckler, et al, 2012) se deu em dois momentos distintos onde foi trabalhado a proposta utilizando o software Modellus e o software Tracker. Contudo, nesse ano optamos por usar apenas a parte do Tracker. Eis a apresentação:

O tracker é um software que tem como objetivo analisar o movimento de objetos a partir de vídeos filmados com qualquer aparelho e apresentar gráficos e tabelas a respeito do movimento. O software é de distribuição gratuita.

<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Vídeo tutorial: <http://www.youtube.com/watch?v=sZ6IVdYFFe0> (Heckler, 2012).

No primeiro dia da oficina, foram trabalhadas questões envolvendo modelo, modelar e modelagem. A partir de perguntas, a introdução de uma situação, diálogo, escrita, simuladores e tabelas eletrônicas objetivamos construir uma imagem um pouco epistemológica da ciência que seria resgatada ao longo de todo o curso.

No segundo dia de oficina, seguiu-se o seguinte formato:

- Resgate das ideias da oficina anterior seguido de um leve aprofundamento em modelos da mecânica.
- Um tutorial prévio para os comandos básicos do programa (o Modellus em forma de apostila, o Tracker em forma de vídeo aula).
- Alguns exemplos pré-feitos pelos organizadores da oficina e alunos de outras edições do curso para que os alunos modificassem e respondessem algumas indagações.
- Uma pequena lista de perguntas para ajudar na apropriação do software.
- Uma proposta final em que os estudantes usariam o software para modelar alguma situação de seu interesse.

Como conclusão da oficina era pedido que os estudantes, a partir da filmagem de um vídeo e da análise pelo Tracker, obtivessem um modelo matemático com o auxílio do excel.

## Estudando Termodinâmica de forma lúdica

Resumiu-se em apenas um dia e seguiu a base de sua ideia original, proposta no caderno de registros de 2012 (Heckler, et al, 2013).

A proposta era trabalhar o tema termodinâmico de forma bem diferenciada, a seguir a introdução da oficina:

Caro estudante, nesta oficina você estudará alguns conceitos de Termodinâmica de uma forma diferenciada. Está pronto para dar uma espiadinha na casa mais vigiada da Termodinâmica? (Heckler, 2012)

Esse material foi adaptado da página <http://www.ensinodefisica.net/>, intitulado Dramatização sobre conceitos-chave da Termodinâmica. A oficina girava em torno de um texto que descreveria os momentos finais do programa BBT – BIG BROTHER DA TERMODINÂMICA. Como o nome já sugere é uma paródia do programa BIG BROTHER BRASIL onde os participantes finalistas Srta. Energia Interna, Jack Trabalho e Antônio Calor teriam um minuto para justificar o motivo pelo qual merecem o prêmio de 1.000.000,00 de calorias.

O texto trás diversas relações que os participantes Tony Força, John Deslocamento, Margareth Pressão, Carlitos Temperatura, Gisele Volume, Jennifer Kelvin, Srta. Energia Interna, Jack Trabalho, Antônio Calor e Boyle Gás, Fred Isopor tiveram ao longo do programa.

Após a leitura do texto, onde os alunos e professores dividiam a leitura, os estudantes foram divididos em 2 grupos e convidados a responder 20 perguntas. Logo em seguida foi feita uma batalha naval onde, caso a equipe acertasse um pedaço do navio, deveria responder uma das perguntas certas para marcar o ponto. A equipe vencedora levaria uma caixa de bombons.

## Biodigestores: integrar “Química, Física e Biologia...”

Essa oficina foi ampliada em relação a sua equivalente anterior de que focasse bastante na pesquisa dos alunos, em um momento, e do debate deles em outro. Foi proposta por um grupo de professores de Química e Física, sendo eles Ana Laura Medeiros Salcedo, Cezar Soares Motta, Jackson Luís Martins Cacciamani, Márcia Von Firme e Valmir Heckler.

A seguir a apresentação da oficina:

Prezado estudante,  
Estamos iniciando a oficina “Tópicos de integração de Física, Química...”. Convidamos você a dialogar conosco, com o grupo (coletivo), questionar, expor seus pensamentos e ideias; apoiados no material didático inicial e no diálogo investigativo frente às temáticas relacionadas da geração de energia em um biodigestor; buscando investigar, compreender e estabelecer relações integradas de conceitos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, questões sociais, políticas e éticas referentes ao tema energia. As atividades propostas envolvem: leitura individual e coletiva, problematização com questões abertas e questões que serão desenvolvidas pelo coletivo, textos, imagens e o diálogo constante no coletivo de estudantes e professores (Heckler, 2012).

A oficina se dividiu em dois momentos distintos onde, no primeiro, foi discutido o trabalho com mídias na sala de aula, ou seja, uso dos jornais, celular, internet e semelhantes e como isso pode ser usado para incentivar a pesquisa.

No segundo momento a turma discutiu a situação problema de uma usina elétrica e da captação de biogás e, a partir disso, foi organizada em grupos e foi simulado um sobre a implantação ou não de uma usina elétrica a partir de biogás em Rio Grande. Os grupos

representavam os poderes que poderiam entrar na discussão: cientistas, políticos, cidadãos, minas e energia entre outros.

Como preparação para o fórum, os alunos foram separados em grupos e pesquisaram nas mídias disponíveis sobre o assunto. Durante o fórum os alunos deveriam defender seus diferentes pontos de vista através dos argumentos construídos pela pesquisa e diálogo.

### **Luz, Física Moderna: aplicações e tecnológicas**

Essa proposta foi construída pelo pelos professores Willian da Silva e Valmir Heckler e tinha como proposta principal trabalhar os conceitos iniciais de física quântica com a utilização de simuladores, vídeos e até trechos de livro. A seguir a apresentação da oficina:

Prezado estudante,  
 Estamos iniciando a oficina “Luz, Física Moderna e Aplicações Tecnológicas”. Convidamos você a interagir, questionar, expor seus pensamentos e ideias, apoiados no material didático inicial e no diálogo problematizador do tema; buscando investigar e compreender o que é Luz, suas relações com a Física Moderna e aplicações cotidianas.  
 O desenvolvimento das atividades envolve: questões abertas, textos, imagens, simuladores virtuais e o diálogo constante no coletivo de estudantes e professores (Heckler, 2012).

A oficina se deu em seis momentos principais que seriam:

1. Expor os conhecimentos prévios que os alunos trazem sobre a luz
2. Discutir efeitos clássicos da luz como o de refração, difração, filmes finos entre outros.
3. Discutir as primeiras evidências da dualidade onda-partícula da onda, apoiado principalmente no simulador de efeito fotoelétrico.
4. Discussão de como a luz é gerada, partindo principalmente do conceito de plasma e de temperatura, apoiado no simulador de espectro de corpo negro.
5. Discussão sobre o átomo, como a luz interage com ele e porque uma melhor compreensão da luz nos ajudou a compreender melhor o átomo, apoiado fortemente no simulador do átomo de hidrogênio.
6. Momento final onde foi discutido aplicações de todas essas teorias em tecnologias utilizadas no cotidiano do estudante.

Como comentado, a oficina se apoiou fortemente em três simuladores do site Phet Colorado que podem ser encontrados nos seguintes links:

- [phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric)
- [phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/blackbody-spectrum](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum)
- [phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/hydrogen-atom](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom)

Além de utilizar os simuladores listados, também contamos com o vídeo do Dr. Quântico - Experimento da Fenda Dupla, distribuído gratuitamente pelo Youtube (<http://www.youtube.com/watch?v=lytd7B0WRM8>). Junto a isso, foi lido um trecho do livro Alice no País do Quantum, de Robert Gilmore e do livro Crônicas da Natureza: Saboreando Curiosidades Científicas de Vicente Dumke. Para concluir, foi trabalhada a série Cosmos: Uma Odisséia do Espaço-Tempo O episódio 5, Hiding in the Light (Escondido na luz, em português). Apesar de o vídeo discutir mais sobre a teoria ondulatória da luz, o episódio reflete como algumas descobertas foram feitas e quais suas conclusões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso Novos Talentos da Física, voltado para os alunos do ensino médio, procurou aprender com seus anteriores, mas seu foco foi justamente a inovação ao sair dos prédios da universidade e propor um curso dentro da escola da rede pública. As oficinas foram escolhidas de maneira que atendessem a dois aspectos principais: trabalhar com a questão de modelo e de construção da ciência através do diálogo assim como trazer conceitos da química e biologia.

A oficina “Modelo e Modelagem” trabalha em foco a construção e utilidade de modelos científicos, culminando na construção de um modelo físico para uma maçã caindo. Já a oficina do biodigestor exige do aluno a pesquisa e construção de argumentos para defender seus pontos de vista frente aos diálogos com seus pares, tudo isso envolvendo tópicos tanto de física como de química e biologia. A oficina de termodinâmica representa uma tentativa de trazer diversos conceitos através do lúdico, trabalhando com textos parodiados e com jogos. Por último, A oficina de física moderna buscou integrar conhecimentos da Luz com outras disciplinas como química, biologia e até filosofia.

O passeio final objetivava mostrar para os alunos como é trabalhada a pesquisa científica dentro dos muros da universidade, demonstrando características como caráter multidisciplinar, envolvimento entre conhecimentos teóricos e conhecimentos técnico-práticos e as diversas áreas de pesquisa.

A escrita de nossa experiência oportuniza evidenciar que envolver os estudantes de graduação, em projeto de extensão, articulados a professores orientadores, pós-graduados constitui-se espaço de formação inicial de professores pela proposição e execução de práticas de ensino.

Envolver-se no projeto de extensão Novos Talentos da Física é uma forma ter momentos de proposição de materiais didáticos, discussões sobre as propostas de outros colegas, desenvolver as oficinas para estudantes da educação básica e professores da rede pública. Também é espaço de leituras, análises avaliativas de resultados obtidos com as metodologias e tecnologias utilizadas e assim refletir sobre a nossa prática profissional - a de ser professor na área do Ensino de Física.

Trata-se de um momento diferenciado no mundo acadêmico, ao inserir o estudante da graduação, futuro professor à experiência de organizar eventos e atividades de ensino. É forma também de incentivar a escrita, o registro das atividades em livro, como forma de publicação para possíveis aperfeiçoamentos futuros. As ações mediadas pelos mais experientes são momentos de se negociar diferentes compreensões sobre as atividades propostas e resultados obtidos no projeto.

## REFERÊNCIAS

SCHROEDER, C. (2005) Atividades experimentais de Física para crianças de 07 a 10 anos. **Textos de apoio o professor de Física**. UFRGS.

HECKLER, V.; ARAÚJO, R. R. de. (2011) **Caderno de Registros Novos Talentos da Física 2011**: O ensino de Física a partir do contexto sociocultural e das tecnologias digitais. Rio Grande: Pluscom,.

HECKLER, V.; GUIDOTTI, C. S; ARAÚJO, R. R. de. (2012) **Caderno de Registros Novos Talentos da Física 2012**: As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação contribuindo na compreensão de fenômenos físicos. Rio Grande: Pluscom.

## **ELETROMAGNETISMO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA SONORA EM ELÉTRICA EM UM SISTEMA DE SOM AUTOMOTIVO**

**Carla Beatriz Spohr** [carlaspohr@gmail.com]  
*UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa.*  
*Uruguaiana/RS*

### **Resumo**

O presente artigo promove a investigação científica como estratégia de ensino e, para a sua concretização, analisa um projeto de reaproveitamento da energia sonora gerada por um sistema de som automotivo. Com isso pode-se aumentar a autonomia da bateria utilizada na alimentação do mesmo. A partir do estudo de leis físicas – a indução eletromagnética e a piezeletricidade - apresentar-se-á uma concepção capaz de utilizar essa proposta e transformá-la em um projeto inovador para o ensino de física que, muitas vezes, fica atrelado ao texto indicado em livro didático e/ou focado na memorização de conceitos com abordagem de conteúdos distanciados da realidade do aluno. Os métodos de ensino precisam ser modificados para que o aluno responda perguntas satisfatoriamente e procure informações necessárias para sua utilização. O ensino por investigação auxilia no processo de cognição necessário para uma aprendizagem significativa, permitindo ao aluno utilizar em seu cotidiano os conhecimentos adquiridos.

**Palavras-chave:** eletromagnetismo; circuito elétrico; ensino de física.

### **INTRODUÇÃO**

Segundo Goldemberg e Lucon (2006), energia, ar e água são ingredientes essenciais à vida humana. Nas sociedades primitivas seu custo era praticamente zero. A energia, para aquecimento e atividades domésticas como cozinhar, era obtida da lenha das florestas. Aos poucos o consumo de energia foi crescendo, tanto que outras fontes se tornaram necessárias.

Freitas e Maciel (2010) assinalam que o meio ambiente tem sofrido muito com a exploração insustentável para obtenção de energia. Em tempos de degradação ambiental acelerada, cientistas, pesquisadores e políticos investem em projetos com o objetivo de reaproveitar e transformar energia. O grande desafio na produção de energia é fazê-la de modo sustentável, ou seja, ser economicamente viável, socialmente justa e ecologicamente correta.

Freitas e Maciel (2010) destacam, dentre várias fontes renováveis, a obtenção de energia elétrica por meio de ondas sonoras. Essa metodologia já é conhecida desde 1831, descrita inicialmente pelo físico britânico Michael Faraday através do fenômeno da indução eletromagnética. Além da obtenção de energia elétrica a partir da variação de campo magnético, Green Diary (2014) salienta sobre a utilização e conversão da energia das ondas sonoras em energia elétrica a partir da utilização da tecnologia pizeletrica; empresas de telecomunicação utilizam filme pizeletrico à base de cristais, que geram sinais elétricos ao serem expostos a pressão a partir de ondas sonoras, com objetivo de transferir energia para a bateria de telefone móvel.

De acordo com Baptista (2010), existe uma tendência em abordar o ensino por investigação como algo inovador, no entanto, tal estratégia começou a ser abordada desde o século XIX, quando as disciplinas de ciências passaram a integrar os currículos de vários países. Trópia (2009) defende que esse método, quando bem utilizado, suscita dois pontos: a natureza da ciência e as relações e implicações entre a ciência e a sociedade. De acordo com Oliveros e Souza (2013), além de desenvolver diversas habilidades cognitivas, utilizando o método investigativo o aluno é motivado a refletir nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

Carvalho (2004) afirma que ensinar é muito mais que transmitir conteúdo. Segundo o autor, os professores são submetidos a mudanças em suas disciplinas, por isso é imprescindível

inovar constantemente para que o ensino seja atraente, interessante e, principalmente, voltado para a construção de um conhecimento científico útil que ajude os alunos a compreender o mundo em que estão inseridos e que se modifica constantemente.

Tendo em vista as justificativas mencionadas, motivou-se uma análise dos procedimentos a serem adotados para aproveitamento da energia sonora produzida em um sistema de som automotivo. E, dessa forma, propor uma atividade de caráter investigativo, de modo que professores e alunos se sintam estimulados a buscar respostas, apropriando-se dos conceitos envolvidos no eletromagnetismo.

Para tal, partiu-se das seguintes hipóteses: a) a energia sonora gerada por um sistema de som automotivo é capaz de gerar energia elétrica; b) o som dos alto-falantes cria variação da pressão do ar e essa variação poderá produzir movimento (energia cinética) capaz de se transformar em energia elétrica; c) a energia gerada é capaz de retornar à bateria alimentadora do sistema; d) pode-se aumentar a autonomia da bateria; e) é possível motivar professores de física para que tal sistema possa ser utilizado como estratégia de caráter investigativo.

O presente artigo tem por objetivos: analisar o equipamento que possibilita transformar energia sonora em elétrica, desenvolvido na Faculdade Horizontina (FAHOR) em um Trabalho Final de Curso de Engenharia Mecânica, Marcos André Schacht, orientado pela autora do artigo (Schacht e Spohr, 2010); possibilitar estratégias de ensino por investigação através da análise do circuito elétrico construído para transformar a energia sonora em elétrica num sistema de som automotivo.

Dessa forma, espera-se que este trabalho contribua na criação, por parte dos professores, de novas estratégias de ensino que possibilitem os alunos desenvolver sua autonomia e capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas com a utilização de conceitos e teorias físicas.

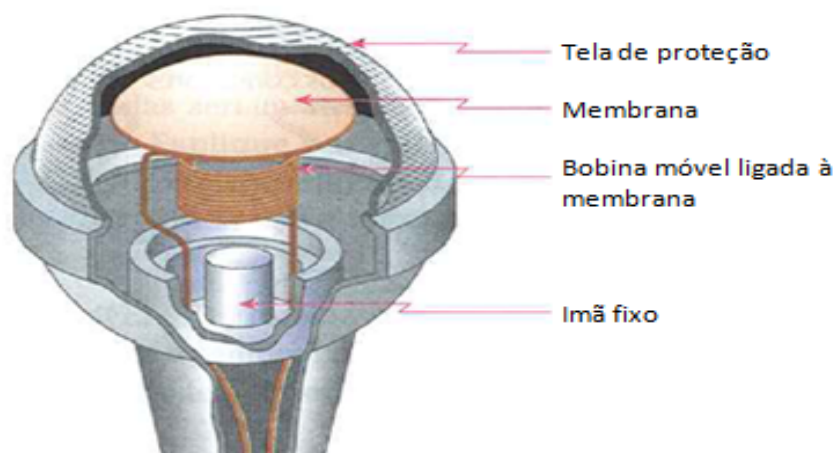
A seguir descreve-se o funcionamento dos componentes do circuito elétrico utilizado para transformar energia sonora em energia elétrica em um sistema de som automotivo, os resultados obtidos através de medições durante a utilização do circuito e na sequência, propõe-se uma série de reflexões acerca do funcionamento dos componentes do circuito elétrico construído, através de levantamento de problemas os quais deverão ser resolvidos pelos estudantes da educação básica através de suas observações e conclusões baseadas em evidências e teorias científicas.

## **O MICROFONE DE INDUÇÃO E O ALTO-FALANTE**

Segundo Júnior, Ferraro e Soares (1999), o microfone de indução é constituído por um ímã permanente fixo, envolto de uma bobina móvel e uma membrana protegida por uma tela. As ondas sonoras que chegam ao microfone fazem a membrana vibrar. Esta está ligada à bobina móvel e, conseqüentemente, também vibra. Nessas condições, a bobina movimenta-se no interior do campo magnético gerado pelo ímã fixo. Logo, a tensão elétrica é induzida na bobina móvel e obtém-se a transformação dos sons recebidos pelo microfone em variações de tensão elétrica na bobina móvel.

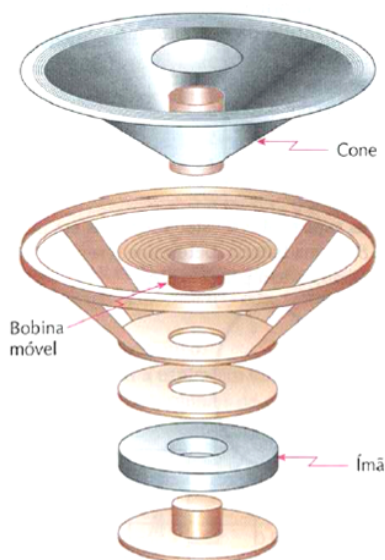
Quando o som atinge a membrana, esta vibra devido às variações da pressão que foram provocadas pelas ondas sonoras. Na sequência, a bobina começa a oscilar na mesma frequência da membrana e realiza um movimento oscilatório de vai-e-vem, aproximando-se e afastando-se do Ímã e, dessa forma, provoca uma variação do fluxo magnético. Os autores de GREEF (2005) nos dizem que essa variação cria uma f.e.m. (força eletro motriz) induzida, dando origem a uma corrente elétrica do tipo alternada e que apresenta as mesmas características do som original. A Figura 1 representa esquematicamente o microfone de indução.

Segundo Júnior, Ferraro e Soares (1999), o alto-falante converte as variações de tensão elétrica em sons. Ele é constituído por um ímã permanente fixo e de uma bobina móvel que envolve o ímã. A bobina está ligada a um cone de papelão. Segundo os autores, quando a corrente elétrica atravessa a bobina, ela fica sob ação de um campo magnético originado pelo ímã fixo; as forças magnéticas agem na bobina, movimentando-a e esse movimento implica a vibração do cone.



**Figura 01** - Microfone de Indução. Fonte: Júnior, Ferraro e Soares, 1999

A bobina móvel, da figura 02, transforma a corrente elétrica alternada, que passa pelas suas espiras, em um campo magnético. De acordo com Júnior, Ferraro e Soares (1999), este campo magnético quando tem a mesma polaridade do campo magnético do ímã permanente, faz com que a bobina seja repelida pelo conjunto magnético, e, assim, faz com que o cone do alto-falante se movimente para cima; agora, quando o campo magnético for de polaridade oposta, a bobina é atraída para o interior do conjunto magnético, e faz com que o cone se movimente para baixo. Segundo os autores, a força pela a qual a bobina é atraída ou repelida pelo conjunto magnético, é proporcional a amplitude do sinal aplicado, o comprimento do fio da bobina dentro da região linear de campo magnético (GAP) e da força do conjunto magnético. O número de vezes que a bobina se movimenta é toda em função da frequência aplicada no alto-falante. Portanto, se enviarmos um sinal de 60hz para o alto-falante, a bobina sobe e desce 60 vezes em apenas um segundo. Dessa forma, quando o sinal é de 20 KHz, ela faz isso 20.000 vezes no mesmo um segundo.



**Figura 02** - Alto-falante expandido. Fonte: Júnior, Ferraro e Soares, 1999

## MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Em um sistema sonoro é necessário que a energia elétrica emitida pelo amplificador de potência seja transformada em energia sonora pelos alto-falantes. Para que isso aconteça, conecta-se o enrolamento da bobina aos fios de saída do amplificador. Quando surgir uma corrente elétrica nesses fios, surgirá um campo magnético na bobina. Este interagirá com o campo natural do ímã permanente, o que criará uma reação de atração ou repulsão e, assim, gerará o movimento do diafragma. Essa movimentação diafragmática cria uma turbulência ritmada no ar,



consequentemente, ondas sonoras, que provocam perturbação no meio do qual se propagam, transportam energia sem deslocamento da matéria.

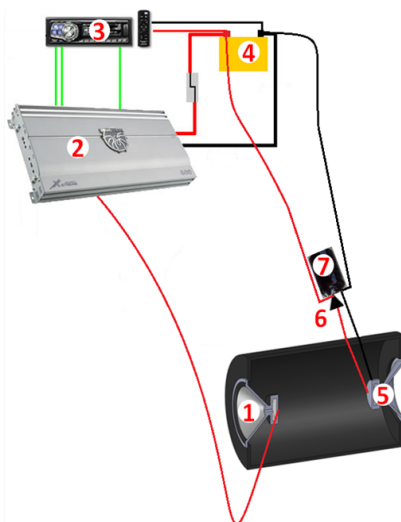
O amplificador de potência é o equipamento eletrônico que recebe o sinal enviado pela unidade principal, amplifica-o e utiliza-o para alimentar os alto-falantes, para isso utiliza a bateria do veículo como fonte de energia. Quando o amplificador é potente, a tendência é que a bateria seja drenada pelo alto consumo de energia necessária para a alimentação do sistema.

O aparelho de som automotivo é o responsável pela fonte do áudio. Esse aparelho está ligado ao amplificador de potência por meio de cabos. Utiliza a bateria como fonte de alimentação.

Segundo Bodereau e Brosset (2004) A bateria é a responsável por distribuir a energia elétrica necessária para o amplificador e o aparelho de som funcionar. O elemento básico de uma bateria é um conjunto de duas placas, de composições diferentes, mergulhadas num líquido apropriado (eletrólito) e mantidas afastadas uma da outra por um separador de material isolante, porém poroso de modo que deixa passar os íons  $\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico) e  $\text{H}_2\text{O}$  (água) e, consequentemente, a corrente elétrica.

## DESCRIÇÃO DO CIRCUITO ELÉTRICO

A partir da ideia principal do projeto, desenhou-se um sistema de som automotivo e neste sistema um alto-falante (1) ligado ao amplificador de potência (2), que por sua vez está ligado ao aparelho de som (3). Ambos os equipamentos (aparelho de som e amplificador) possuem como fonte de alimentação uma bateria de 45Ah (4). No lado oposto do alto-falante em funcionamento (1), existe um alto-falante invertido - funciona como microfone de indução (5) e recebe as vibrações sonoras e as transforma em energia elétrica. Essa energia é gerada na forma de corrente alternada e ao passar pelo diodo (6), transforma-se em corrente contínua que entra no capacitor (7), é armazenada e em seguida descarregada para a bateria (4). O circuito elétrico está representado na figura 03.



**Figura 03** – Representação esquemática do circuito elétrico. Fonte: Schacht e Spohr, 2010.

## RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DAS MEDIÇÕES

Inicia-se a partir das informações dos resultados das medições realizadas antes da associação do circuito elétrico para transformação de energia sonora em elétrica. A seguir apresentam-se os resultados das medições efetuadas a partir da ligação do circuito no equipamento.

O consumo de energia do sistema representa o quanto que o sistema está consumindo da bateria. Percebeu-se que os valores variam de acordo com o timbre da música. Nos trechos musicais com timbre mais grave, o consumo da bateria aumenta e nos timbres mais agudos o consumo é menor. Por isso, é difícil mensurar exatamente o consumo médio do sistema ao longo do tempo de

duração da bateria. Mensuraram-se então os valores em determinados intervalos da música que estava tocando, intervalos estes similares aos intervalos utilizados na medição da geração.

Foram mensurados cinco valores para o consumo dos equipamentos e os valores estão expressos no Quadro 01.

**Quadro 01** - Medições realizadas (consumo de energia pelo sistema)

Medição	Valor medição (Ah)
1	3,48
2	3,62
3	4,73
4	4,92
5	2,96
Média considerada	3,94

Nas medições da corrente consumida pelos equipamentos, a média considerada foi de 3,94Ah. A grande dispersão dos valores encontrados nas medições se deve a fatores como o timbre da música, conforme descrito anteriormente.

A geração de energia do sistema representa o ganho que se obteve com a instalação dos equipamentos geradores de energia.

Registraram-se cinco medições e os valores estão expressos no Quadro 02.

**Quadro 02** - Medições realizadas (geração de energia)

Medição	Valor medição (Ah)
1	0,13
2	0,11
3	0,10
4	0,12
5	0,08
Média considerada	0,11

Considerando que os equipamentos de som automotivo consomem em média 3,94 Ah e que a geração em média é de 0,11 Ah, no final do ciclo de autonomia da bateria, a eficiência seria de 2,8%, ou seja, 1,7 min/h (1min42s) o que representaria um ganho de 5,9 minutos (5min54s) no final do processo.

## ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Muitas são as vozes a favor do ensino de física por investigação, por se tratar de uma excelente estratégia para realizar o ensino de ciências. Oliveiros e Souza (2013) orientam que o ensino investigativo toma por base algumas etapas da pesquisa científica, tais como levantamento de problemas, observação e conclusões baseadas em evidências e teorias científicas. Campos e Nitro (1999) declaram que a intenção não é de formar cientistas e sim alunos que saibam relacionar conhecimentos e que pensem de forma “não superficial”. Sá, Maués e Munford (2008) afirmam que por meio do ensino investigativo o aluno pode desenvolver a capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias.

A seguir apresenta-se uma série de quatro sugestões de atividades, que poderão ser desenvolvidas no ensino do eletromagnetismo:

- Atividade 1: Funcionamento do microfone e do alto-falante

Problema a ser investigado: Como funciona o microfone? Tem semelhança com o funcionamento do alto-falante? Quais são as partes que constituem tais aparelhos? Como “surge” a

corrente elétrica na bobina? A bobina é fixa? O movimento da bobina está relacionado ao “surgimento” da corrente elétrica?

Conceitos físicos trabalhados: corrente elétrica, campo elétrico e campo magnético, Lei de Faraday, Lei de Lenz.

- Atividade 2: Componentes do circuito

Problema a ser investigado: O que são capacitores? Qual sua função no circuito apresentado? Está em série ou em paralelo com o circuito? Quais as diferenças entre ligações em série e em paralelo de capacitores? O que são resistores? Os fios metálicos são resistivos? Qual a diferença entre corrente contínua e corrente alternada? Qual a função do diodo no circuito apresentado?

Conceitos físicos trabalhados: Corrente elétrica contínua e alternada, condutores e isolantes, associação em série e paralelo, energia potencial elétrica, funcionamento de capacitores e diodos.

- Atividade 3: Efeito Piezelétrico

Problema a ser investigado: Em que consiste o Efeito Piezelétrico? Qual transformação de energia se evidencia neste caso? Quais são suas aplicações? Quais são as vantagens e desvantagens dessa aplicação? Surgem impactos ambientais?

Conceitos físicos trabalhados: transformação de energia, conservação de energia, Lei de Faraday, Lei de Lenz, campo magnético e elétrico.

- Atividade 4: Desenvolvimento do sistema proposto para transformação de energia sonora em energia elétrica num sistema de som automotivo

Problema a ser investigado: É possível construir o sistema proposto? Em que ele se assemelha ao efeito piezelétrico? Quais são os equipamentos necessários para a construção do sistema? É possível construir um circuito elétrico semelhante? Que melhorias poderão ser feitas, que possibilitem melhor aproveitamento em termos de transformação de energia sonora em elétrica no sistema de som automotivo?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência parte do pressuposto da existência de processos e produtos. Os processos relacionam-se à forma como conceitos são utilizados, seguidos dos novos conceitos e teorias, ou seja, os produtos. Os estudantes têm o direito de aprender estratégias para pensar cientificamente e quando participam de investigações científicas, aprendem mais sobre a ciência e dessa forma ampliam seu conhecimento conceitual. É importante ressaltar que uma investigação só faz sentido quando explicita algo que se quer conhecer e, o sujeito aprende quando está disposto a atribuir significados e tiver oportunidade de confrontar suas explicações com a dos outros. Por isso se apresenta o projeto criado para transformar energia sonora em elétrica e assim aumentar a autonomia da bateria que alimenta um sistema de som automotivo, fascínio de grande parte dos estudantes da Educação Básica. O ensino de ciências por investigação requer o protagonismo dos estudantes, que ele busque a construção do seu conhecimento a partir da reflexão crítica de suas observações, atuando de forma crítica frente aos problemas encontrados.

Dessa forma, ao analisar os objetivos inicialmente propostos, percebe-se que é possível: analisar o circuito elétrico construído para aumentar a autonomia da bateria utilizada como fonte de alimentação para um sistema de som automotivo; utilizar a estratégia do ensino por investigação científica a partir da análise de construção do sistema, o qual está embasado em conceitos de eletromagnetismo; levar os alunos a uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados aos princípios do eletromagnetismo, transformação de energia, efeito piezelétrico, entre outros envolvidos em menor evidência.

## REFERÊNCIAS

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO (ORG) – **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

- BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação:** um estudo com professores de física e química do ensino básico. Repositório da Universidade de Lisboa, 2010. <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854>>. Acesso em 15 jul. 2015.
- BODEREAU, G; BROSSET M. G. E. **Conhecendo as baterias:** Documentação MBT – Energia Autônoma. 2004. <<http://www.marine.com.br/tem/Batelco/carregadores/images/Conhecendo-as-baterias.pdf>>. Acesso em 23 jul. 2015.
- CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Didática de Ciências:** O Ensino-Aprendizagem como Investigação. São Paulo: FTD, 1999.
- FREITAS, R. MACIEL JUNIOR, V.A. Geração de energia elétrica por ondas sonoras (uma proposta de sustentabilidade). **FAZU em Revista**, Uberaba, n.7, p. 154-158, 2010.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estud. Av.** vol. 21. N. 59. São Paulo. Jan/abr. 2007. <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci\\_arttext&tlng=em](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_arttext&tlng=em)>. Acesso em 20 jul. 2015.
- GREEN DIARY. **Está acontecendo agora.** Disponível em: <http://www.greendiary.com/future-perfect-generating-electricity-sound.html>. Acesso em 23 Jul. 2015.
- GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (2005). **Alô, pronto. Desculpe, engano!** Desvendando o microfone e o alto-falante. Site oficial: [www.if.usp.br/gref](http://www.if.usp.br/gref). São Paulo, SP. Acesso: 22 Jul. 2015. p. 122 – 124.
- JÚNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da física.** 7. Ed. Ver. e ampl. São Paulo: Moderna, 1999.
- OLIVEROS, P. B.; SOUZA, C. I. O ensino por investigação na formação continuada de professores. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0872-1.pdf>> Acesso em 23 jul.2015.
- SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R.; MUNFORD, D. **Ensino de Ciências com caráter investigativo.** In: CASTRO, E. C de; MARTINS, C. M. de C; MUNFORD, D. (orgs.). Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Módulo I. Belo Horizonte : UFGM/FAE/CECIMIG, 2008. P. 83-107.
- SCHACHT, M.; SPOHR, C.B. **Transformação de energia sonora em energia elétrica num sistema de som automotivo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade Horizontina – FAHOR. Horizontina/RS, 2010.
- TRÓPIA, Guilherme. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas no século XX. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis, 2009. **Anais...** Belo Horizonte : ABRAPEC, 2009. <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/83.pdf>> Acesso em 20 Jul. 2015.

## ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DO SOFTWARES 3DS MAX, EM BUSCA DE MODELOS MENTAIS DA FÍSICA QUALITATIVA

**Marcos Rogério dos Reis** [reis.marcos@ibest.com.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, Rodovia RS 135, Km 25 | Distrito Eng. Luiz Englert | CEP: 99170-000 | Sertão/RS.*

**Renato Pires dos Santos** [fisicainteressante@gmail.com]

*Universidade Luterana do Brasil, Universidade Luterana do Brasil - Campus Central - Canoas. Av. Farroupilha, 8001 - Prédio 14 - Sala 218, São José, 92450900 - Canoas, RS – Brasil.*

### Resumo

Neste projeto objetiva-se por meio da implementação de uma sequência de estratégias pedagógicas, acrescida de simulação 3D e a implementação da Teoria da Física Qualitativa, desenvolver modelos mentais da Física Clássica em alunos do nível superior, na disciplina de Física Básica no Instituto Federal, Campus Sertão – para alunos de Física não físicos. Então se pretende desenvolver uma estratégia educacional e um ambiente que proporcione o desenvolvimento do modelo mental da Física Qualitativa do tipo “*história foto*” a “*Física Naive*” (Forbus; Gentner, 1986, p. 3) com o software Autodesk 3ds Max 2013 Student. Então, investigam-se teorias de aprendizagens e adaptam-se os conteúdos para o ensino de Física de modo modular sendo capaz de oportunizar a aprendizagem da Força da gravidade à Fórmula Internacional da Gravidade.

**Palavras Chave:** Modelos Mentais, Física Qualitativa, Gravidade.

### INTRODUÇÃO

Este projeto se propõe a dar continuidade às buscas do pesquisador sobre a aprendizagem da Física na disciplina de Física Básica no Ensino Superior, onde, no passado, buscou-se identificar uma evolução na aprendizagem - segundo conceitos da teoria dos Modelos Mentais. Em estudos anteriores é detectado (REIS, 2002, 2011, 2013a, 2013b) que no Ensino de Física, no meio rural – Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Sertão – tem a necessidade de um ensino de Física Clássica dinâmico, envolvente, com a abordagem do formalismo matemático reduzido e vinculado à realidade do aluno e ao mundo tecnológico em que vive, no meio rural.

Nesta caminhada percebe-se a necessidade de maiores estudos e investimentos na evolução desta pesquisa, aonde este projeto vem a dar continuidade ao trabalho já iniciado e propor um Projeto Instrucional - motivo que inspirou a busca da solução na Ciência Cognitiva através dos Modelos Mentais e do Ensino de Física Qualitativa em ambiente virtual 3D para oportunizar uma boa aprendizagem (POZO, 2002, p. 55) e explicações satisfatórias (Johnson-Laird, 1983, p. 10).

Para o professor atuar neste contexto, surge a necessidade de estratégias instrucionais – segundo Moreira, “No ensino, é preciso desenvolver modelos conceituais e também materiais e estratégias instrucionais que ajudem os aprendizes a construir modelos mentais adequados” (MOREIRA, 1996) - e de uma investigação ampla sobre o desenvolvimento de Modelos Mentais e Física Qualitativa. Pois somente uma seleção nos conteúdos da Física a ser ensinada não é suficiente para obter um bom resultado na aprendizagem.

Portanto, este projeto objetiva por meio da implementação de uma sequência de estratégias pedagógicas, acrescida de simulação 3D e a implementação da Teoria da Física Qualitativa, desenvolver modelos mentais da Física em alunos do nível superior, na disciplina de Física Básica no IF, Campus Sertão - , Tecnólogo em Alimentos e Bacharelado de Zootecnia e Agronomia. Onde se pretende desenvolver um ambiente que proporcione o desenvolvimento do modelo mental tipo

“*história foto*” até os mais sofisticados como o modelo mental tipo “*Física Naive*<sup>1</sup>” - que envolve desde o raciocínio qualitativo do senso comum ao raciocínio qualitativo do engenheiro e cientista em uma condição de “pré-formalismo matemático” (Forbus; Gentner, 1986, p. 3) - com o software Autodesk 3ds Max<sup>2</sup> 2013.

Na sequência serão abordadas teorias que darão sustentabilidade à execução do projeto. Em um primeiro momento, serão investigados Modelos Mentais segundo pesquisas desenvolvidas por Johnson-Laird (1983), Gentner e Stevens (1983) e demais autores contemporâneos; posteriormente serão abordados os aspectos do Conhecimento Qualitativo, em particular a Física Qualitativa segundo pesquisas sobre “representações qualitativas do raciocínio” do “**Qualitative Reasoning Group**” cujo presidente é o Kenneth D. Forbus (University Northwestern, 2013); finalmente as simulações qualitativas desenvolvidas com o software “3ds Max”, e através do Design Instrucional (YIN, 2010).

## INTRODUÇÃO AOS MODELOS MENTAIS

Na análise dos modelos científicos mecânicos utilizados nas ciências, Craik afirma que “o ser humano raciocina com modelos” (CRAIK, 1943). Afirma também que o processo do raciocínio “simula” modelos que somente existem na mente do indivíduo, obtendo resultados semelhantes ao mundo real (físico) e, com alguns dispositivos mecânicos do modelo consegue-se representar o processo físico que se deseja prever – esta simulação torna-se tanto mais útil quanto mais precisa se ela for fiel à comparação do fenômeno físico que representa. Assim, “a pesquisa de modelos mentais está fundamentalmente preocupada com a compreensão do conhecimento humano sobre o mundo” (GENTNER; STEVENS, 1983, p. 1).

O professor ao fazer suas opções de material didático e estratégias atua como orador, segundo a teoria dos modelos mentais, e induz o aluno a um roteiro, como ouvinte, e ao desenvolvimento de um modelo mental do mundo a ele apresentado - considerando a semântica do discurso e o contexto em volta do meio acadêmico, segundo Johnson-Laird (1983) na Teoria dos Modelos Mentais. Este desenvolvimento do modelo mental e suas possibilidades de mundos possíveis são resultados da existência do orador (professor) dos modelos conceituais e suas estratégias apresentadas ao aluno e do envolvimento do aluno como ouvinte.

Ao considerar os constructos mentais de Johnson-Laird (1983), considera-se o conceito de “força” como um construto físico, como um estado de um objeto e não um objeto, donde consideremos as ideias de Norman (1983),

Os modelos mentais das pessoas são deficientes em vários aspectos, talvez por incluir conceitos contraditórios, errôneos e desnecessários [...] Como professor, é nosso dever desenvolver modelos conceituais, que ajudarão o aluno a desenvolver modelos mentais adequados e apropriados. E como cientistas [...] devemos desenvolver métodos experimentais adequados e descartar as nossas crença de encontrar modelos mentais perfeitos e elegantes, mas devemos aprender a compreender as estruturas desarrumadas, superficiais, incompletas e indistintas que as pessoas realmente têm (NORMAN, 1983, p. 14).

Já Moreira (2014, p. 6) afirma que “Modelos são também fundamentais para o desenvolvimento cognitivo. Para dar conta de uma nova situação-problema o primeiro, e

<sup>1</sup> A expressão “*Naive Physics*” deriva do francês “*naïf*”, do qual não se encontra uma boa tradução. Mas trata-se de um estudo entre a Física do senso comum e a Física do Engenheiro e Cientista, uma Física qualitativa, natural e livre do formalismo científico.

<sup>2</sup> Software 3ds max 2013 fornece uma modelagem completa 3d, animação, renderização, composição e solução para jogos, filmes e artistas gráficos de movimento. 3ds max 2013 tem novas ferramentas para a geração de multidão, animação de partículas, e a perspectiva de correspondência, bem como suporte para o microsoft directx 11 shaders.

indispensável, passo é a construção de um modelo mental (Johnson-Laird, 1983) na memória de trabalho”.

Ao implementar um domínio de Física em sala de aula os alunos “os alunos, a fim de compreender o seu mundo circundante e sua fenômenos, construir representações internas - modelos mentais - que permitira-los a aprender, explicar e / ou prevê-lo” (GRECA; MOREIRA, 2000, p. 8).

Estes modelos, dos fenômenos físicos, desenvolvido pelos alunos são pessoais, muitas vezes incompletos, e desenvolvidos qualitativamente – longe de ser comparado com um modelo mental científico (Ibid.) e cujo objetivo imediato é ser útil (funcional) ao indivíduo, permitindo o aluno utiliza-lo em sua vida diária, pois:

É lá, na sala de aula, que os modelos conceituais são introduzidos. Quando os alunos recebem estas informações, eles têm diferentes possibilidades. O primeiro pode ser a tentativa de interpretá-lo de acordo com o conhecimento que eles já têm, gerando, assim, modelos híbridos. A segunda possibilidade seria a de memorizá-lo em desconectadas listas - através de representações proposicionais internos - para passar as avaliações. Uma terceira, e talvez o mais improvável, seria a construção de modelos mentais em coerência com a informação que os alunos se. (GRECA; MOREIRA, 2000, p. 8)

## INTRODUÇÃO À FÍSICA QUALITATIVA

Muitos pesquisadores renomados (GRECA; MOREIRA, 2000, p. 8) afirmam que o modelo mental desenvolvido pelo indivíduo é algo pessoal, incompleto e qualitativo. Também o classificam como “*estudantes que construíram algum tipo de modelo mental para o conceito de campo elétrico*” (MOREIRA, 1996, p. 30). Porém Forbus em suas pesquisas sobre Raciocínio Qualitativo apresenta uma classificação dos modelos mentais e de modo crescente do indivíduo ingênuo à Física Naive (FORBUS, 1984, p. 6).

No mundo físico ocorrem muitos fenômenos e transformações que o homem o interpreta como processos ao analisar o movimento, as colisões, o fluxo, a quebra, o aquecimento, o deslocamento, a pausa ou a mudança de estado. Estas e outras transformações que acontecem provoca alterações nos objetos no decorrer do tempo e são intuitivamente caracterizados como processos<sup>3</sup> (FORBUS, 1984, p. 6).

Forbus e Gentner (1986) investigam a Teoria da Física Qualitativa e em seu caso particular a Teoria dos Processos Qualitativos, onde constatam que o suporte para esta teoria está embasado em experimentos de diversas áreas – psicologia do desenvolvimento, estudos de aprendizagem, entre outras pesquisas psicológicas experimentais (Forbus; Gentner, 1986, p. 1). Quando realizado pesquisa de aprendizagem de adultos deve-se considerar que a aprendizagem através de experimentos puros são raros na vida adulta e a nível acadêmico; mas algum tipo de instrução raramente é desenvolvido. As pesquisas comprovam que grande parte da aprendizagem com crianças ocorrem através de experiências diretas e não a partir de suposições (Forbus; Gentner, 1986, p. 2).

Nota-se que os autores determinam que “a ideia de que a noção de processo é fundamental para o conhecimento humano sobre domínios físico é o principal dependente da teoria dos Processos Qualitativos” (Forbus; Gentner, 1986, p. 2).

Os autores afirmam que “o aprendizado humano dos domínios físicos pode ser analisado como uma sequência de diferentes modelos mentais” (Forbus; Gentner, 1986, p. 3) – do tipo:

<sup>3</sup> Forbus considera como processo a mudança de estado no decorrer do tempo onde em um exemplo de aquecimento de água com um dispositivo a gás, aumenta-se a temperatura de 80°C para 95°C; de 95°C para 110°C; se o recipiente está aberto temos também uma mudança de estado líquido para vapor (fenômeno físico, ebulição); se o recipiente está fechado, temos – nos processos que ocorrem – mudança de temperatura, pressão e ponto de ebulição, etc. (FORBUS, 1984, p. 6).

“**História foto**” - É o modelo mental onde as representações são “ricas em informações” e contextualmente específicas, cujas percepções dos fenômenos são capturados desenvolvendo as expectativas sobre os padrões de exemplos fenomenológicos;

“**Corpus causal**” - É o modelo mental onde se desenvolve expectativas sobre os mecanismos entre as representações que consistem de declarações simples e conectadas com as variáveis (conexão causal); seria um nível aperfeiçoado da “história foto”;

“**Física Naive**” - É o modelo mental onde os processos subjacentes formam o mecanismo do “*corpus causal*” – “As ligações locais diferentes do corpus causal são substituídos por modelos qualitativos organizados em torno da noção de processo” (Forbus; Gentner, 1986, p. 3); seria uma evolução dos dois modelos mentais anteriores;

“**Modelo dos especialistas**” - É o modelo mental desenvolvido quando consegue-se fazer representações quantitativas complexas com equivalente modelo qualitativo, tais como modelos de efeitos de diferentes misturas de “oxigênio e gasolina”; seria o indivíduo que desenvolveu a “Física Naive”, com domínio no conhecimento qualitativo e também domina o formalismo matemático.

Considerando que muitas pessoas têm modelos intuitivos de domínios físicos e que estão em desacordo com os modelos científicos, diSessa (1993, p. 105) afirma que para compreender o sentido intuitivo dos mecanismos que respondem por previsões do senso comum (expectativas, explicações e julgamentos de plausibilidade sobre fatos causais) é necessário compreender como essa totalidade de ideias intuitivas, conhecidas como “*Física Naive*”, contribuem e desenvolvem a física escolar. Fornecendo, assim, um quadro que descreve e correlacionam características, que fracamente organizam sistemas do conhecimento – tais como os elementos do conhecimento; que explicam como é que eles surgem; que identifica o nível e o tipo que existe sistematicamente; como é que o sistema como um todo evolui; e que pode ser dito sobre os mecanismos cognitivos subjacentes que são responsáveis pela interpretação normal do sistema e sua evolução (DISSA, 1993, p. 105).

## AMBIENTE VIRTUAL

O Grupo de Pesquisa em Ambientes Matemáticos de Aprendizagem com a Inclusão da Informática na Sociedade (GP @+), vinculado ao Curso de Licenciatura em Matemática e ao Programa de Pós Graduação de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA – RS), “embora trabalhando com referenciais teóricos distintos, estas áreas se inter-relacionam, ampliando as possibilidades de compreensão da relação entre o processo de ensino e aprendizagem da Matemática com as tecnologias informáticas” (Dalla Vecchia, 2008, passim). Este grupo investigando ambientes matemáticos com suporte nas mídias informáticas busca favorecimento do processo de ensino e de aprendizagem da matemática. E através dos recursos das mídias informáticas quebram a linearidade do ensino e a utilizam como um extensor da memória - dentre os meios da informática que estão sendo utilizados na investigação citam o software 3ds Max, sendo um programa de modelagem gráfica tridimensional com grande aceitação no universo dos games e cinema (Dalla Vecchia, 2008, p. 7).

Nota-se que as representações 3D - desenvolvidas por este software - possibilitam representar fenômenos físicos tais como massa, velocidade, a ação de forças como o vento, a gravidade ou o atrito em um mundo virtual que reproduz o mundo real ou um mundo fictício.

Neste projeto trabalha-se com vídeos na tentativa de elaborar “foto histórias” (Forbus; Gentner, 1986, p. 3) dentro de um contexto de estratégias de ensino. Como o software 3ds Max oportuniza, com o comando renderizar, obter um vídeo com possibilidade de escolha do ângulo da filmagem, vem a proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento de modelo mental tipo histórias foto (Forbus; Gentner, 1986, p. 3).

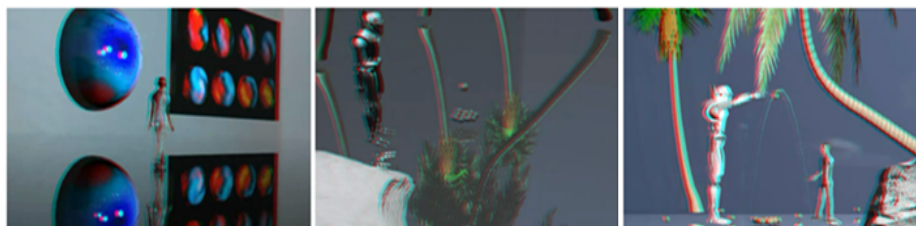
Assim, o presente trabalho aborda o uso de simulações computacionais 3D auxiliando a educação com desenvolvimento cognitivo.



## O EXPERIMENTO DIGITAL

A pesquisa inicia-se com a representação de uma experiência e a implementação de estratégias pedagógicas de Física – estudos sobre gravidade com aspectos qualitativo e posteriormente quantitativo - com acadêmicos do Curso de Zootecnia na disciplina de Física Básica no Ensino Superior, no IFRS, Campus Sertão, Sala de aula.

Esta pesquisa piloto, que investiga o entendimento da gravidade resume-se em representações através de vídeos 3D, conforme a sequência, onde se faz um apanhado de imagens extraído dos vídeos em 3D - anaglifo<sup>4</sup> - do experimento de Física (figura 1), primeiramente tem-se uma visão geral do ambiente, na sequência o experimento da queda livre simulado com um coco, e posteriormente um lançamento oblíquo com um coco.

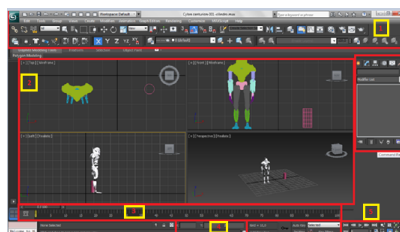


**Figura 1** - Imagens em 3D - anaglifo.

### Estratégias desenvolvidas com software 3ds Max

Com o Software 3ds Max é possível criar um mundo imaginário tipo ficção ou mesmo fazer ambiental realista com iluminação natural do Sol ou da Lua, ou com iluminação artificial; capturar estas imagens com a introdução de câmera para filmar com ângulos e posições predeterminadas.

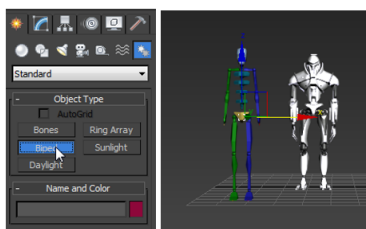
A Interface do 3ds Max na parte superior – figura 2 - tem-se o painel principal (1), com todos os comandos; na parte inferior (3) tem-se a linha de tempo neste caso, default, com 100 frames; na parte inferior central (4) têm-se as coordenadas do objeto; na parte inferior a direita (5) tem-se os comandos de animação e visualização. Esta Interface, do 3ds Max, também, é composta de quatro “*Viewport*” onde se pode ter uma vista.



**Figura 2** - Interface do software 3ds Max com personagem visível nas quatro "Viewport".

Desta quantidade de comandos disponíveis muitos são utilizados para desenvolver objetos – tais como o bípede da figura 3 – e/ou para configurar comandos avançados de modo particular e/ou generalizado, tais como forças, vento, gravidade, interações, etc. Ao ativar o comando “*biped*” através da “*Viewport*” arrasta-se o mouse ... que irá animar o personagem Cylon.

<sup>4</sup> A imagem 3D proporcionada pela TV é resultado da sobreposição de dois planos (duas imagens), neste caso diferencia-se as imagens através das cores – motivo pelo qual este sistema altera a cor original da imagem – e é visualizado com o conhecido óculos vermelho e azul, uma técnica antiga e de baixo custo.



**Figura 3** - Inserindo um "biped" no "skin" para desenvolver animações.

Limita-se a estas explicações neste documento pois foge aos objetivos deste artigo detalhar sobre o software 3ds Max.

### Desenvolvendo o Modelo Mental de Física Qualitativa tipo História Foto no 3ds Max

Forbus e Gentner (1986, p. 3) afirmam que os modelos mentais do domínio físico podem ser analisados como uma sequência de construção de modelos. Este experimento vem a proporcionar ao aluno o desenvolvimento do modelo mental tipo "história foto" com representações ricas, específicas e contextualizada sobre um tema, proporcionando a percepção dos fenômenos físicos que são capturadas a partir de exemplos fenomenológicos (Forbus; Gentner, 1986, p. 3).

Na sequência de imagens ilustra-se a narração de uma história onde um personagem - aluno – está caminhando ao acaso adentrando em um prédio abandonado e depara-se com um ambiente tecnológico habitado pelo personagem Cylon com quem desenvolve um dialogo a respeito do local em que o estudante está... finaliza-se o diálogo com o cálculo da gravidade; análise de erros de aproximação em virtude da medida do tempo; e da gravidade local segundo fórmula<sup>5</sup> internacional da gravidade (1).

$$g_{\phi} = 9,780318 \left( 1 + 0,0053024 \sin^2 \phi - 0,0000058 \sin^2 2\phi \right) - 3,086 \times 10^{-6} h \quad (1)$$



**Figura 4** – Vídeo 3D<sup>6</sup>, queda livre de um coco e da influência da altitude no valor da gravidade.

Assim este conjunto de cenários, descrevendo fenômenos, analisando variáveis e desenvolvendo vocabulários de processos que possibilita o entendimento do mecanismo e dos domínios (Forbus; Gentner, 1986, p. 2).

Enquanto a aceleração da gravidade é apresentada aos alunos como um valor constante de  $10\text{m/s}^2$ ,  $9,8\text{m/s}^2$  ou  $9,81\text{m/s}^2$  (dependendo do autor do livro), deve-se estar explícito o fato que este número não é constante devido, à sua variação da latitude e altitude, bem como da morfologia local das rochas, conforme citado em Maroja *et al.* (2005), explicando, também, sua origem, segundo a História das Ciências.

Esta simulação irá considerar como variável somente o aspecto altitude ( $h$ ) na fórmula (1); quanto à latitude será fornecido link externo<sup>7</sup> (Web) para obter informações. Na sequência de aula foi desenvolvido o experimento da Queda Livre, Pêndulo Simples e Gravidade Local em laboratório de Física. Também foi realizado uma análise qualitativa detalhada a respeito do Pendulo

<sup>5</sup> Adaptado da Fórmula Internacional da Gravidade de 1980 (ANTUNES, 2014) e da equação da anomalia de Bouguer - adaptado da expressão em mGal ( $10^{-3} \text{Gal} = 10^{-5} \text{m/s}^2$ ) (BOMFIM; MOLINA, 2009, P. 21).

<sup>6</sup> Disponível em "https://youtu.be/4TGxNt4PwUg".

<sup>7</sup> Para definir valores de longitude online, uma busca rápida nos portais de busca nos apresentarão o portal do iTouchMap, Gravity, entre outros.

Simplem conforme a figura 5, considerando *força resultante* ( $F_r$ ), *aceleração* ( $a$ ), *tempo* ( $t$ ), *espaço percorrido* ( $S$ ), *massa* ( $m$ ) e *comprimento* ( $L$ ) do barbante do pendulo.

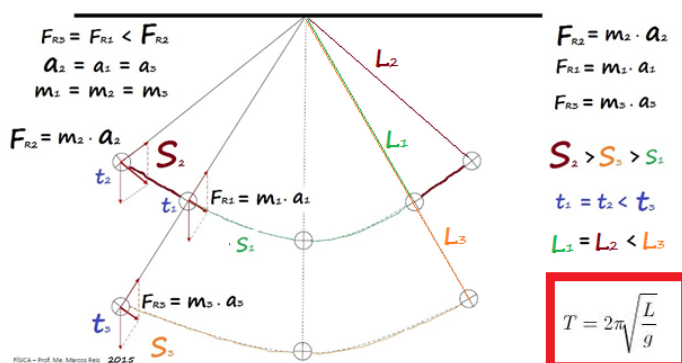


Figura 5 - Análise do Pendulo Simples.

No ambiente 3D o personagem “aluno” dialogando com o personagem “Cylon” comenta que no Rio de Janeiro (latitude 22°54’10”) tem o mesmo tempo que em Porto alegre (latitude 30°01’59”) – conforme demonstrado na figura 6.



Figura 6 - Ambiente 3D, Queda Livre.

Deste modo ocorre uma descrença por parte do aluno em relação a teoria do “Cylon”, este afirma que o valor da gravidade depende da latitude em que o indivíduo se encontra para realizar o experimento... E também da altura que o objeto se encontra com relação ao nível do mar. Então, “Cylon” convence que o dispositivo de medida de tempo possui pouca precisão.

Portanto, considerando a Fórmula Internacional da Gravidade (fórmula 1) verifica-se através de cálculos, no Excel (figura 8) - para a queda de 6 metros de altura de um objeto e desprezando a resistência do ar - que:

$$g_{\phi} = 9,780318 \left( 1 + 0,0053024 \sin^2 \phi - 0,0000058 \sin^2 2\phi \right) - 3,086 \times 10^{-6} h \quad (1)$$

CIDADE	latitude	graus	min	seg	Latitude	Altitude (m)	GRAVIDADE
Porto Alegre	30° 01' 59"	30	1	59	30,03305556		9,830359519
Cambará do Sul	29° 02' 52"	29	2	52	29,04777778		9,805571006
Rio de Janeiro	22° 54' 10"	22	54	10	22,90277778		9,812671310

Figura 8 - Tabela com Cidade, Latitude e Gravidade local.

Exemplo de cálculo da gravidade local para Porto Alegre:

$$g = 9,780318 \cdot [1 + 0,0053024 \cdot \sin^2(30,03305556) - 0,0000058 \cdot \sin^2(2 \cdot 30,03305556)] - 3,086 \cdot 10^{-6} \cdot 10$$

Logo, desenvolvido um modelo mental qualitativo sobre a ação da força da gravidade, o mesmo realizará pesquisas orientadas, online, sobre a força da gravidade em todo globo terrestre, também fara um reconhecimento dentro do ambiente virtual 3D.

## ANÁLISE DE RESULTADOS

### Análise Geral

Este experimento encontra-se em implementação com continuidade no segundo semestre de 2015, onde, até o momento obteve-se resultados parciais, que ocorreram durante as aulas do Curso de Tecnólogo em Alimentos, com 14 alunos e do Bacharelado em Zootecnia, com 47 alunos - no primeiro semestre de 2015, nos turnos noturno e diurno, respectivamente.

No primeiro momento ocorreram oito (08) aulas/horas - Tecnólogo em Alimentos - cujo objetivo principal foi desenvolver a sequência de estratégias educacionais e dimensionar o tempo necessário para tal; também fez-se o teste com o desenvolvimento de Mapas Conceituais e o método de avaliação quantitativo sugerido.

Em um segundo momento ocorreram doze (12) aulas/horas - Bacharelado em Zootecnia – com o objetivo de repetir os testes com o desenvolvimento de Mapas Conceituais e sua avaliação quantitativa; também foi desenvolvido – pelos alunos – questionário com questões que abordaram o conteúdo de modo qualitativo e destes obteve-se um parecer (quantitativo) do comportamento dos alunos quanto ao desenvolvimento de um modelo mental qualitativo do conteúdo de Física sugerido.

Pode-se dizer que nos dois casos foram desenvolvidos Mapas Conceituais através de folhas (A4) e caneta, pois a implementação do software Cmap Tool tornou-se inviável devido ao pequeno número de aulas e a grande quantidade de alunos – superior a capacidade do Laboratório de informática, de 30 alunos, que exigiria mais aulas para implementar.

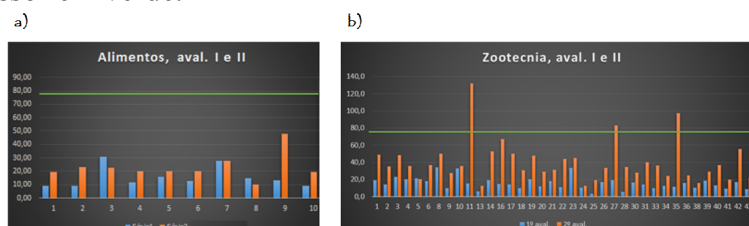
Também percebe-se a baixa qualidade no desenvolvimento dos Mapas Conceituais devido o desconhecimento de tal ferramenta e a falta de habilidade, mesmo sendo introduzido tal conhecimento em sala de aula, através de apostila impressa e online, e vídeo sobre o tema do Youtube – como já citado em diversos artigos e pesquisas sobre modelos mentais e mapas conceituais, tal como Greca e Moreira (2000, p. 8).

Quanto ao experimento, considera-se que 100% do Mapa Conceitual desenvolvido pelo professor possui 146 pontos (50% = 73pts) e o questionário dois (II) tem 34 pontos quando 100% correto (50% = 17pts.).

Apresenta-se, então, os apontamentos de modo geral sobre o experimento:

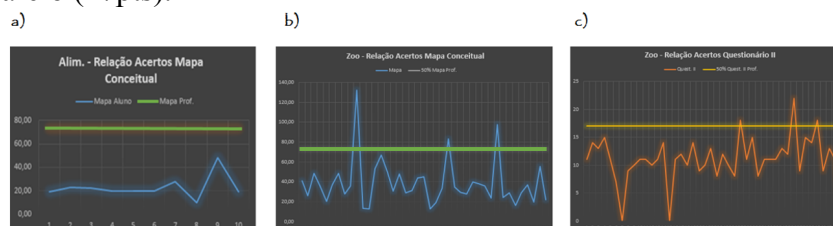
- Percebe-se, então, que muito poucos alunos conseguiram atingir valores superior a 50% de pontos do Mapa Conceitual e do Questionário II, conforme Gráficos 1, 2 e 3.
- Nota-se, no gráfico 02 (a) que todos os alunos, de Alimentos, tiveram pontuação muito inferior à 50% do Mapa Conceitual do Professor (17pts.);

**Gráfico 01** – Avaliação, em pontos, dos alunos de Alimentos (a) e Zootecnia (b), considerando Mapa Conceitual I em azul; Mapa Conceitual II em laranja, respectivamente e 50% do Mapa Conceitual do professor em verde.



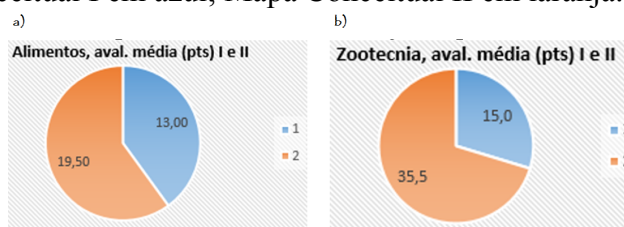
- Nota-se, no gráfico 02 (b) que alguns dos alunos (ao todo três - 03), de Zootecnia, atingiram pontuação superior a 50% do Mapa Conceitual do Professor (73pts.).

**Gráfico 02** – Média das avaliação (em pontos) dos alunos de Alimentos (a) e Zootecnia (b, c), considerando o Mapa Conceitual II em azul; o Questionário II em laranja; 50% da pontuação do Mapa Conceitual do Professor em verde (73pts); e 50% da pontuação do Questionário II do Professor em amarelo (17pts).



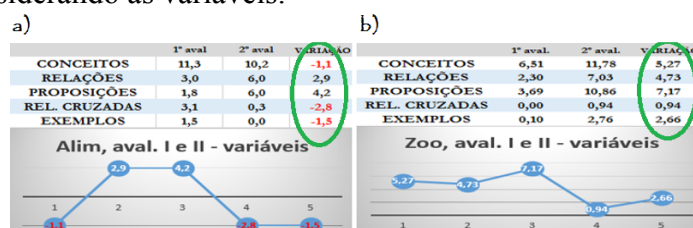
- Nota-se, no gráfico 03, que a média de acertos da Turma de Alimentos e a média de acertos da Turma de Zootecnia tiveram um crescimento no desenvolvimento do Mapa Conceitual - comparando o primeiro e o segundo;
- Nota-se, no gráfico 03, que a Turma de Zootecnia teve um crescimento muito significativo no desenvolvimento dos Mapas Conceituais; Pode-se dizer que quase triplicou a quantidade de pontos obtidos na média dos alunos, com relação ao primeiro mapa conceitual;

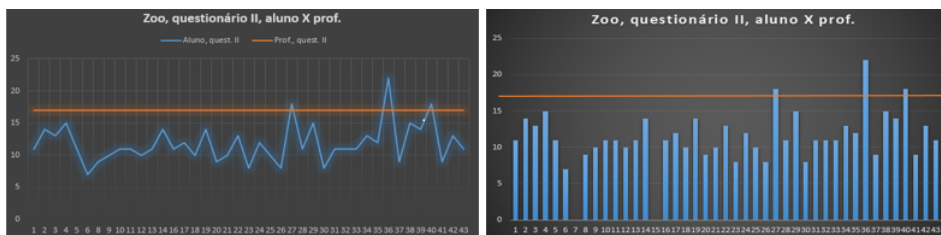
**Gráfico 03** – Média das avaliação, em pontos, dos alunos de Alimentos (a) e Zootecnia (b), considerando Mapa Conceitual I em azul; Mapa Conceitual II em laranja.



- Nota-se, no gráfico 04 (a), que a Turma de Alimentos teve uma enorme variação, tanto positiva quanto negativa nas variáveis (conceitos, relações, proposições, relações cruzadas e exemplos);
- Nota-se, também no gráfico 04 (b), que a Turma de Zootecnia obteve crescimento em todas as variáveis no segundo mapa conceitual;
- Apesar de ter um crescimento significativo, a Turma está muito longe de atingir os pontos máximos estipulado pelo Professor, figura 9;
- Considera-se positivo o experimento em virtude de ter testado o sistema de avaliação qualitativo e dimensionado a quantidade de horas aulas necessárias para desenvolver tal estratégia pedagógicas para o desenvolvimento de Modelos Mentais Qualitativos;
- Observa-se que um aumento sensível nas horas/aulas e com atividades diurnas (Zootecnia), repercutiu um bom resultado, comparando com a Turma de Alimentos; percebe-se a necessidade de um acréscimo de horas/aulas (16h/a) para turma de Bacharelado em Agronomia, no segundo semestre.

**Gráfico 04** – Média das avaliação I e II, em pontos, dos alunos de Alimentos (a) e Zootecnia (b), respectivamente - considerando as variáveis.



**Gráfico 05** – Questionário II, considerando pontos para desenvolvimento de Modelo Mental Qualitativo.

- Nota-se, no gráfico 05, que a Turma de Zootecnia, apesar do crescimento nas variáveis do Questionário II, não teve um resultado significativo pois somente três alunos ultrapassaram os 50% dos pontos;
- Percebe-se nas respostas do questionário II, que na questão 5, muitos alunos tiveram 100% de acerto ou muito próximo;

ALUNO	AValiação	total	correto	MÉDIA
GABARITO	Conceito	30	30	30
	Relações	15	15	15
	Proposições	51	51	51
	Relações Cruzadas	5	5	50
	Exemplos	0	0	0
	TOTAL			
	Percentual	100,0	Conceito	E+

ALUNO	AValiação	total	correto	MÉDIA
STEFANIA	Conceito	13	10	11,5
	Relações	6	5	5,5
	Proposições	9	6	7,5
	Relações Cruzadas	0	0	0
	Exemplos	0	0	0
	TOTAL			
	Percentual	14,0	Conceito	I

**Figura 9** – Avaliação quantitativa, Mapa Conceitual do Professor e da aluna “Stefania”.

- Percebe-se que os alunos superaram o excesso de informações cotidianas que traziam dentro destas as informações específicas sobre o domínio da gravidade; onde, souberam identificar os fenômenos como, também, entender seu mecanismo a ponto de identificar as variáveis (força, massa, “peso”, aceleração, velocidade, deslocamento, tempo e “período”);
- Esta questão (05) é formada por situações onde o aluno raciocina “*se... algo acontece... então*”, exigindo uma breve simulação mental sobre as variáveis associadas ao domínio da gravidade – buscando identificar as conexões causal entre as variáveis;
- Nota-se que grande maioria desenvolveu as noções necessárias identificando os mecanismos e as variáveis, tal como no Modelo Mental Corpus Causal previsto por Forbus e Gentner (1986, p. 3);
- Esta questão (05) obteve a média de acertos de 71,4% (figura 10 d), justificando o entendimento dos mecanismos envolvidos no domínio da gravidade – Modelo Mental Corpus Causal.
- A questão 06 (figura 10 b, d) é formada por situações onde o aluno raciocina “*se... algo acontece... e... algo acontece... então*”, exigindo simulações mais complexas sobre as variáveis já identificadas;
- Nota-se que grande maioria não desenvolveu as noções necessárias para identificar os processos subjacentes e mais complexos que os mecanismos associados ao domínio da gravidade;
- Observa-se grande dificuldade de realizar simulações qualitativas mais complexas a observar o baixo índice de acertos e comprovadamente o percentual de acertos abaixo de 50%;
- Deste modo não foi identificado uma noção organizada dos modelos qualitativos e tampouco a noção de processos – como pode ser identificado nas questões que seguem (07 e 08);
- Na questão 7 e 8 temos o baixo índice de acerto (média) de 2,0pts. num total de 19,0pts. (figura 10 b, d);

- Este resultado está associado ao fato do aluno ter que raciocinar, na questão 7, sobre uma simulação complexa associado a cálculos qualitativos, não obtendo êxito;
- Questionou-se (q. 7) sobre o resultado dos processos sobre diferentes variáveis, e os alunos não conseguiram desenvolver tal raciocínio;
- Na questão 8 faz-se uma análise sobre o experimento do Pêndulo Simples, onde o aluno deveria ter um modelo mental qualitativo complexo desenvolvido para elaborar tal resultado;
- Considerando o baixo índice de acertos das questões 7 e 8 pode-se descartar a possibilidade dos alunos terem obtido êxito em responder tal questão;
- Assim, pode-se afirmar de modo geral que os alunos não desenvolveram o modelo mental da Física Naive;

a)	b)	c)	d)
MEDIA - Quest. II	MEDIA - Quest. II (05)	Gabarito q. 05	Varição q. 05 (%)
11,0	5,0	7,0	71,4
Gabarito	MEDIA - Quest. II (06)	Gabarito q. 06	Varição q. 06 (%)
34,0	4,0	9,0	44,4
	MEDIA - Quest. II (07 e 08)	Gabarito q. 07 e 08	Varição q. 07 e 08 (%)
	2,0	19,0	10,5

**Figura 10** – Média de acertos do Questionário II e Gabarito do Questionário II (a); Média de acertos das questão 5, 6, 7 e 8 (b); Gabarito das Questões (c); Percentual de acerto dos “alunos X gabarito” (d) - respectivamente, Turma de Zootecnia

**Estudo de Caso**

- Na figura 11 (Quest. II) a aluna “Stefânia” apresenta índices de acerto que superam os 50% em todos aspectos e também muito acima da média da Turma;
- Nota-se, na figura 11 (Quest. II, q. 5) que o índice de acerto superam os 85%, tornando obvio o seu entendimento do Modelo Mental tipo Foto História e do Modelo Mental Corpus Causal;
- Percebe-se que na questão 7 e 8, com 57,9% (11pts. De 19pts.) de acerto teve um bom índice para justificar um princípio de entendimento da “Física Naive” – pois, demonstrou conhecer as variáveis, o mecanismo associado ao domínio da Física, os processos envolvidos, fazer simulações mentais simples e desenvolvendo um modelo mental qualitativo organizado em torno dos processos envolvidos;
- Percebe-se que na questão 8 (figura 11) com 70% de acerto (7pts. de 10pts.) que a aluna teve um índice de aprendizagem significativo segundo Johnson-Laird (1983, p. 10) conseguiu desenvolver “explicações satisfatórias” para a questão do pendulo simples;

STEFANIA		N.	NOME	Quest. II	Quest. II (05)	Quest. II (06)	Quest. II (07 e 08)
Varição q. 05 (%)	85,7	36	STEFANIA	22	6	5	11
Varição q. 06 (%)	55,6						
Varição q. 07 e 08 (%)	57,9						



**Figura 11** – Percentual de acerto do Questionário II, da aluna (Stefânia) e acerto por questões; questão 7 e 8 (11pts. de 19pts.), sendo o melhor aluno (22pts. de 34pts.)- Turma de Zootecnia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de avaliação qualitativo através de mapas conceituais foi muito prático, eficaz e oportuno para análise de desenvolvimento do conhecimento dos alunos. Evidenciando o acréscimo de conhecimento pelos alunos, pode-se verificar se o aluno teve um crescimento no número de conceitos, relações, proposições, relações cruzadas e exemplos; se estes estão corretos ou não; e conceitua-lo quanto ao seu desempenho (Insuficiente, suficiente e Excelente).

Pode-se afirmar que esta metodologia adaptada para a avaliação qualitativa é muito simples e prática a observar a simplicidade em avaliar comparado a outras pesquisas, tais como o “Quadro de Qualidade dos Mapas MC1” a Dissertação de Lopes (2014, p. 151-158) e outros exemplos disponíveis na Internet.

O contato com a Turma de Tecnólogos em Alimentos oportunizou a análise anterior e também evidenciou a necessidade de muito mais horas/aula para o desenvolvimento da estratégia sugerida bem como a familiarização com os Mapas Conceituais. Motivo pelo qual no segundo semestre de 2015 pretende-se aumentar significativamente o número de horas/aula para os Bel. Em Agronomia.

O contato com a Turma de Zootecnia proporcionou a evidência do sistema de avaliação quantitativo dos Mapas Conceituais, identificando um acréscimo de conhecimento significativo; e também proporcionou a implementação dos questionários para identificar a existência de um Modelo Mental do tipo Foto História ao Modelo Mental do tipo Física Naive.

O Modelo Mental Foto História e o Modelo Mental do Corpus Causal parece estar explícito nas questões respondidas pelos alunos de Zootecnia, de modo generalizado. Já o Modelo Mental Física Naive parece estar presente em um caso de uma aluna que obteve bons resultados em todas as questões do Questionário II.

A utilização do vídeo 3D foi muito eficaz em envolver os alunos na situação problema sobre gravidade e gravimetria, oportunizando inúmeros questionamentos; porém percebe-se que o vídeo 3D é animador e foi desenvolvido para abordar todo o tema em discussão. Motivo pelo qual na Turma de Agronomia será apresentado ao término das aulas.

A investigação revelou que, de modo geral, as estratégias de ensino foram responsáveis por melhorias significativas na predisposição dos alunos em aprender física e promover o entendimento e/ou desenvolvimento de modelos mentais, mesmo estando longe de desenvolver o Modelo Mental do Tipo Especialista nos alunos de Física que não são físicos.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Carlos. **Gravimetria**. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Disponível em <[http://enggeografica.fc.ul.pt/ficheiros/apoio\\_aulas/Gravimetria-CAntunes2012.pdf](http://enggeografica.fc.ul.pt/ficheiros/apoio_aulas/Gravimetria-CAntunes2012.pdf)>. Acessado em 10 de fevereiro de 2014.

BOMFIM, Everton Pereira; Molina, Eder Cassola. Análise da Variação dos Elementos do Campo de Gravidade na Região do Aquífero Guarani a Partir dos Dados GRACE. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 27, n. 1, 2009.

CRAIK, Kenneth James Williams. *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1943.

DALLA VECCHIA, Rodrigo. Grupo de Pesquisa em Ambientes-Matemáticos de Aprendizagem com Inclusão da Informática na Sociedade (GP @+): Possibilidades para a educação Matemática. **2º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEMAT**. 2008.

DISESSA, Andrea A. Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, v. 10, n. 2-3, p. 105-225, 1993.



- ERROBIDART, Nádya Cristina Guimarães, et al. Modelos mentais e representações utilizadas por estudantes do ensino médio para explicar ondas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 12, n. 3, p. 440-457, 2013.
- FORBUS, Kenneth D. **Qualitative Process Theory**. Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, p. 98, 1984.
- FORBUS, Kenneth D.; Gentner Dedre. Qualitative Mental Models: Simulations or Memories? The Eleventh International Workshop on Qualitative Reasoning. **Proceedings...** Cortona, Italy, 1997.
- FORBUS, Kenneth D.; Gentner, Dedre. Learning Physical Domains: Towards a Theoretical Framework. In Michalski, R., Carbonell, J. and Mitchell, T. (Eds.), **Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach**, Volume 2. Tioga press. 1986.
- GENTNER, Dendre; STEVENS, Albert L. **Mental Models**. Editors Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey. 1983.
- GRECA Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. Mental models, conceptual models, and modelling. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 1, 1- 11, 2000.
- JOHNSON-LAIRD, Philip N. **Mental Models**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1983.
- LOPES, Ricardo Rodrigo Silva. **Conceitos de Eletricidade e Suas Aplicações Tecnológicas: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa**. Dissertação (Mestrado). Ensino de Física. Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. Disponível em: [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_8114\\_Ricardo%20R.%20S.%20Lopes.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_8114_Ricardo%20R.%20S.%20Lopes.pdf). Acesso em julho de 2015.
- MAROJA, Armando M.; Viturino, Manoel F. C.; Pereira, Jefferson S. Medida da Aceleração da Gravidade. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.
- MOREIRA, Marco Antonio. Modelos Mentais. **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996.
- MOREIRA, Marco Antonio. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 2, 2014.
- NORMAN, Donal A. Some Observations on Mental Models (University of California, San Diego). In: GENTNER, Dendre; STEVENS, Albert L. **Mental Models**. Lawrence Erlbaum Associates. P. 7-14. 1983.
- POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- REIS, Marcos Rogério dos. **O uso de Recursos Computacionais Hipermídia na Compreensão de Conceitos da Física Moderna no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado). Ciência da Computação. UFSC, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0684.pdf>>. Acesso em 10 de novembro de 2011.
- REIS, Marcos Rogério dos. Utilização de um Modelo Pedagógico Digital para a Formação de Modelo Mental, em ensino de Física Moderna em Moderna Curso Técnico. Píxel-Bit. **Revista de Medios y Educación**. Nº 43. p. 25-36. 2013a.
- REIS. Marcos Rogério dos. A Teoria dos Modelos Mentais e a Aprendizagem da Física Quântica. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência – IX ENPEC. **Anais...** Águas de Lindóia, SP – 10 à 14 de Novembro de 2013b.
- REIS. Marcos Rogério dos. Apresentação de uma Arquitetura Pedagógica para a Formação de Modelo Mental e Conceitual, em Física Moderna no Ensino Médio. XVII Reunión Nacional de Educación en la Física. **Anais...** Villa Giardino, Córdoba, Argentina, 2011.

University Northwestern. **Qualitative Reasoning Group**. Disponível em  
<<http://www.qrg.northwestern.edu/>>. Acesso em 2 de dezembro de 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 4º ed., 2010, tradução do original de 2009, Case Study Research: Design and Method, Sage Publications of London.

## ENSINO DE FÍSICA MODERNA NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM AMBIENTES INFORMAIS: O USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS

**Leonel Cardoso** [Leonel4800@gmail.com]

**Samuel Costa** [Samuel.costa@sf.ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina –IFSC- Caixa Postal, 61  
Cidade Alta, 88900-000, Araranguá, SC-Brasil, Curso de Licenciatura em Física  
Projeto desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência PIBID*

### Resumo

Esse artigo tem como objetivo estimular a utilização de espaços informais na educação científica e tecnológica através de uma proposta de atividade no ambiente virtual, utilizando o *software* livre IMZ (Interferômetro Mach-Zehnder). Acredita-se que os espaços informais propiciam aos alunos um maior nível de descontração, e isto faz com que estes se encontrem mais equilibrados em seu lado emotivo, cognitivo e sensorial. Deste modo, tornam-se capazes de maiores abstrações e têm maior flexibilidade para reconstruir seus conhecimentos. Esses ambientes também oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências das escolas como a falta de laboratórios de Física, ou conjuntos experimentais destinados à Física Moderna. Também é comentada a importância da pesquisa na formação docente, bem como, a necessidade de interação do licenciando com os alunos e outros professores durante a sua formação.

**Palavras-chave:** Formação docente; Simulações computacionais; Ambientes informais de educação; Física moderna; Ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos nossa sociedade se beneficiou das constantes evoluções ocorridas no âmbito científico e tecnológico. De modo a repercutir diretamente nos aspectos básicos da vida dos indivíduos (alimentação, saúde, lazer), dessa forma, conhecimentos e valores que antes não tinham tanta importância, ou nem existiam, passaram a ser imprescindíveis para o completo exercício da cidadania. Com relação a isso, consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) o seguinte registro:

É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada (Brasil, 2000, p. 23).

Assim, a educação também precisa ser modificada, pois se hoje vivemos em uma sociedade com alicerce científico e tecnológico, obrigatoriamente a educação precisa também ter como base a cultura científica. Haja vista, que o exercício pleno de uma cidadania responsável, consistente e consciente só é possível caso os indivíduos compreendam o mundo que os cerca, e o resultado de suas ações para o meio em que vivem.

A escola, nesse aspecto, tem grande importância, mas é fundamental compreender, que a aprendizagem se dá ao longo da vida dos indivíduos, portanto, nos mais diversos lugares. Assim sendo, os ambientes fora da escola, podem contribuir com as suas peculiaridades, para uma educação mais ampla, atualizada, engajada e acessível.

Vieira (2005) em um artigo para a revista *Ciência e Cultura*, a respeito de um melhor aproveitamento dos espaços informais na educação, salienta que:

Os museus e centros de ciências estimulam a curiosidade dos visitantes. Esses espaços oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular o aprendizado. É importante, no entanto, uma análise mais profunda desses espaços e dos conteúdos neles presentes para um melhor aproveitamento escolar (Vieira et.al., 2005, p.1).

Pode-se afirmar que o ensino de ciências é um processo contínuo e complexo, não cessa com a conclusão do ensino médio, ou superior, e muito menos fica limitado dentro dos muros da escola. A educação em ciências deve começar desde os primeiros anos de vida, e precisa ser contemplada tanto em ambientes formais, quanto em ambientes informais. Augusto e Amaral (2014) destacam que o ensino de ciências deve ter início nos primeiros anos da escolarização, pois o aprendizado científico se dá por aproximações consecutivas pela reconstrução do conhecimento ao longo da vida escolar. Com isso, não se espera que os estudantes formem conceitos científicos sólidos já nas séries iniciais, mas que tenham um primeiro contato positivo com a disciplina e comecem a estabelecer algumas noções importantes.

Partilha-se nesse trabalho as ideias de Gaston Bachelard (1990), filósofo que relacionou a razão e a imaginação, afirmando serem essas as forças que dão sentido a ciência e a arte, sendo o pensamento criativo a pedra filosofal para a evolução da sociedade. E a ciência um bem a ser partilhado entre todos. Portanto, acredita-se aqui ser necessário romper com a hierarquia inconscientemente implantada na cabeça de muitos pesquisadores e cientistas que colocam a ciência (razão) acima da poética (imaginação).

Vale lembrar ainda, que ao relacionar os saberes dos ambientes informais, aos saber já consagrado dos ambientes formais, foge-se da mera repetição de conteúdos, e adicionam-se valores aos pressupostos científicos, fazendo com que o próprio aluno atribua mais sentido aos conteúdos estudados.

Martins (2002) afirma que os ambientes informais estão se tornando cada vez mais necessários e influentes no ensino de Ciências. Uma vez que, nesses ambientes o educando se encontra mais equilibrado em seu lado emotivo, cognitivo, e sensorial. Sendo capaz de maiores abstrações e tendo maior flexibilidade para reconstruir seus conhecimentos.

Assim sendo, mesmo em sala de aula, os ambientes informais precisam ser valorizados (FREIRE, 2001). Cabe, portanto, ao professor promover atividades estratégicas no sentido de desenvolver o interesse dos alunos por outras fontes de informação (não formais). Ora, sendo assim, a formação docente, também, precisa valorizar os espaços de divulgação informais. Para que no futuro, o professor consiga explorar as potencialidades destes meios com seus alunos.

Atualmente pode-se afirmar que entre os diversos ambientes informais de educação, sem dúvidas, um dos que mais vem ganhando espaço nas salas de aula é o ambiente virtual de aprendizagem. Isso está relacionado ao fato, de haver grande aceitação e intimidade dos alunos com o meio virtual, e as tecnologias que o amparam. Junto a isso, muito vem sendo discutido sobre a melhor maneira de inserir os conteúdos de Física Moderna no ensino médio. Também é notável não haver um consenso entre os autores de livro didáticos quanto a esta problemática (Dominguini, 2012).

Ostermann e Cavalcanti (2001) propõem uma abordagem completamente diferente da atual, com relação ao tema Física Moderna no Ensino Médio. Afirmam que ao abordar a dualidade onda-partícula deve-se dar ênfase ao caráter ondulatório, e nesse momento deixar de lado o aspecto corpuscular e histórico da Física Quântica e Física Clássica, pois de outra maneira acabaria reforçando as noções que o aluno já traz consigo, constituindo um obstáculo para o desenvolvimento de uma legítima “visão quântica do mundo”. Portanto, os autores propõem dar ênfase aos aspectos

ondulatórios (interferência, difração e polarização). Essa mesma tese foi defendida por Heisenberg em 1981, no livro Física e Filosofia.

Partindo deste princípio, é necessário o estudo aprofundado de uma nova metodologia de ensino. Pois a Física Moderna poderia ser inserida naturalmente no tópico “Matéria e Radiação”, tornando assim a aprendizagem muito mais significativa, e fomentando discussões epistemológicas e ontológicas, discussões essas que atualmente estão presentes no Brasil e no exterior (Ostermann & Cavalcanti, 2001).

Ostermann e Cavalcanti (2001) ainda afirmam que esta mudança curricular pode ser amparada pelo uso do *software* livre “IMZ” (Interferômetro Mach Zehnder), por exemplo, pois esse facilitaria a aceitação e compreensão das ideias que possibilitam o princípio básico da computação quântica. Por meio do Interferômetro Mach Zehnder conceitos como dualidade onda-partícula, superposição de estados, e até mesmo, não-localidade podem ser abordados mais facilmente.

Acredita-se que a utilização do IMZ como recurso didático, possibilitaria o ensino e aprendizado de diversos conteúdos da Física do século XX no Ensino Médio, vale destacar ainda, que a Física do século XX nem sempre é vista como um conhecimento acessível aos alunos do Ensino Médio. No entanto, muitos temas atuais que despertam a atenção dos alunos não podem ser abordados pelo viés da física clássica.

Nesse sentido, faz-se a seguir uma pequena proposta de atividade, sendo necessário ressaltar, que essa proposta se trata apenas de uma pequena parcela do potencial educativo do *software* livre IMZ. O objetivo dessa sugestão é de incentivar o uso do ambiente virtual de aprendizagem, bem como, difundir e apoiar a metodologia proposta por Ostermann e Cavalcanti (2001) quanto à inserção da Física Moderna no Ensino Médio.

## PROPOSTA DE ATIVIDADE

Embora existam estudos que verificaram que o computador apresenta algumas desvantagens ao ser utilizado como recurso didático, entre as quais a mais notável é a facilidade de distração (Sancovschi, 2015). Existem outros inúmeros estudos (e.g. Dotta, 2011; Klering, 2011; Martins, 2002; Haetinger, 2005) apontando que quando trabalhados de maneira adequada, o ambiente virtual torna-se um grande aliado para a aprendizagem, haja vista, que fortalece as relações sociais através dos seguintes itens:

interação; afetividade; tolerância; confiança; respeito; solidariedade ou condutas altruístas; compromisso; sinceridade/honestidade; motivação (interesse, disposição); envolvimento com o grupo; identidade; adaptabilidade/flexibilidade; correspondência ou reciprocidade; atitude ou autonomia; espírito colaborativo e cooperativo; apreciação das diferenças e aceitação do(s) outro(s); capacidade crítica e reflexiva; habilidades comunicativas e de diálogo; relações heterárquicas; compartilhamento de ideias, pontos de vistas, habilidades e competências; objetivos, metas, escala de valores e/ou interesses comuns (ainda que momentâneos); interdependência; liderança situacional (variável conforme a personificação dos ideais comuns); respeito às decisões tomadas em grupo; negociação constante. (Haetinger, p.42, 2005).

Partindo do pressuposto, que “o conhecimento é adquirido sempre na convivência” (Maturana, p.123, 2001) a aprendizagem é fundamentalmente social (Henshel, 1998). Assim, propõe-se um estudo do *software* livre, Interferômetro Mach Zehnder, à luz da socialização no ambiente virtual, através das redes sociais, aliadas à pesquisa/discussão/construção de vídeos e textos de divulgação científica, sobre os conceitos envolvidos no tema.

Considera-se o projeto importante no sentido de aproximar as ciências exatas das relações humanas, através da linguagem e das diferentes formas de representar a compreensão de algum conceito científico e/ou técnico.

A atividade tem como objetivo, proporcionar um meio de estudo além da fronteira de sala de aula, e não somente com o professor, mas através das trocas entre os colegas de diferentes modalidades de ensino, sendo assim, multidisciplinar. E junto a isso, estimular a pesquisa na área do conhecimento que o estudante tem maior interesse, em diferentes momentos, não apenas em sala de aula, e nem somente em temas solicitados pelos professores, mas também sobre temas de curiosidade e interesse dos estudantes, despertando assim a criticidade e contribuindo para a educação científico-tecnológica do estudante.

Para atingir esse objetivo são propostas quatro atividades, em todas são propostos momentos para discussão e socialização, podendo, estes, ser realizados fora do período letivo, através das redes sociais, e/ou posteriormente em sala de aula.

A sequência didática se inicia com a leitura e discussão pelos alunos, do apêndice VI da tese de mestrado de Telichevesky (2015). Nele são apresentadas duas formas de observar o mundo (pelo olhar da física clássica, e pelo olhar da física moderna). O texto discute também os principais conceitos necessários para a compreensão do Interferômetro Mach-Zehnder. Esse texto poderá ser utilizado com o intuito de estruturar as próximas discussões e, de certa forma, desmistificar a “Física Quântica”, que muitas vezes é relacionada a teorias pseudocientíficas.

A próxima etapa é apresentar os alunos ao *software* IMZ, e dividi-los em pequenos grupos, onde cada grupo é orientado a realizar uma pesquisa e coleta de material, referente a uma pequena parte dos conceitos físicos que regem o funcionamento do Interferômetro Mach Zehnder (reflexão, transmissão, luz monocromática, fóton, interferência, polaróide, semi-espelho, deslocamento de fase, probabilidade, superposição de estados, não-localidade, dualidade onda-partícula).

A terceira etapa da atividade consiste na efetiva manipulação do *software* IMZ pelos alunos. Nessa etapa, os alunos devem trabalhar em grupos, e identificar no *software*, cada um dos conceitos anteriormente pesquisados e socializados, pelos mesmos. Sendo orientados, quando necessário, pelo professor.

Para a última atividade do projeto, cada estudante deverá escolher, conforme seu interesse, um assunto dentro do tema Física Quântica, e, por fim, elaborar um texto, ou vídeo, com base nas leituras realizadas. Vale ressaltar, que um dos recursos tecnológicos com grande aceitação entre os alunos são as vídeo aulas. No contexto escolar os vídeos podem ser utilizados de diversas formas, seja para a motivação, ou para ilustração de conceitos e experiências, como para demonstrar fenômenos que não são facilmente observáveis, ou como fonte de informação (Corrêa & Chambel, 2004). Embora não seja costumeiro o uso deste recurso no processo ensino-aprendizagem, podem-se notar vários benefícios do mesmo neste contexto, como por exemplo, a possibilidade de assisti-lo novamente e o de ser diferente de uma aula tradicional (Pereira & Barros, 2010). Além disso, o vídeo pode favorecer a aproximação do ambiente escolar do cotidiano, das linguagens e dos códigos da sociedade urbana.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

É uma pena, que encontremos poucos professores pesquisadores atuando no ensino fundamental e médio, e esse acaba sendo um ponto crucial para a falta de inovação nas práticas pedagógicas em sala de aula. Outro ponto muito preocupante é o fato de que, em alguns casos, observa-se, inclusive, preconceito com a área da pesquisa. Sendo comum, encontrar professores que não veem utilidade na realização de projetos nesse âmbito, e não creem que esta pode resolver os problemas enfrentados, pelos mesmos, em seu dia-a-dia nas salas de aula.

Para inovar em educação, é estritamente necessário existir uma formação adequada de professores. E o que dizer, então, sobre a contratação em caráter temporário de “professores” que muitas vezes nem se quer são formados, ou são formados em outra área que não a de sua atuação? E mais, muito do que se vê hoje em instituições de formação docente, não se trata de “formação”, e

sim, trata-se de certificação. Sem haver preocupação se o saber ensinado está ligado à construção social.

As universidades, e outros centros de formação de professores, precisam conduzir seus currículos de forma que haja interação com o meio, com a sociedade. Para que o licenciando, durante a sua formação, interaja com crianças, interaja com outros professores, e realize pesquisa neste meio. Entenda-se meio, como qualquer espaço de divulgação científica, não necessariamente a sala de aula, como também no âmbito informal.

Por fim, acredita-se que os espaços informais de aprendizagem contam com um enorme potencial a ser desbravado, seja pela capacidade que tem de motivar os alunos, na valorização de seus conhecimentos prévios, ou no desenvolvimento da criatividade, mas, sobretudo, pelo despertar do espírito científico.

## REFERÊNCIAS

AUGUSTO, T. G. S.; AMARAL, I. M. Concepções de Professoras das Séries Iniciais, em Formação em Serviço, sobre a Prática Pedagógica em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19(1), p. 163-176, 2014.

BACHELARD, G. (1990) **A Terra e os devaneios do repouso**. Martins Fontes, São Paulo.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2000.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M.C.O. (2005) Ensino não-formal no campo das ciências através dos quadrinhos. **Ciência e Cultura [online]**. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252005000400019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 30/07/15.

CORREIA, N.; CHAMBEL, T. (2004). Integração multimídia em meios e ambientes aumentados nos contextos. **Educativos e Culturais: Arte e Ciências**, 2.

DOMINGUINI, L. O (2010a) Conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM. **Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em educação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGEUNESC)**. Criciúma.

\_\_\_\_\_.(2010b) Análise das propostas de ensino de física moderna por meio dos livros didáticos do programa nacional do livro do ensino médio. IN: **Anais do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa.

\_\_\_\_\_. (2012a) Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.34, n.1, São Paulo.

\_\_\_\_\_. (2012b) Novas abordagens do conteúdo física moderna no ensino médio do Brasil. **IX ANPED-Sul: Seminário de pesquisa em educação da região sul**. Caxias do Sul.

DOTTA, S (2011) Uso de uma Mídia Social como Ambiente Virtual de Aprendizagem. **Anais do XXII SBIE - XVII WIE, Universidade Federal do ABC Centro de Matemática, Computação e Cognição**, Aracaju.

FREIRE, P. (2001) **Pedagogia dos sonhos possíveis**. Editora UNESP, São Paulo.

HAETINGER, D. (2005) Comunidades virtuais: convívio, colaboração e aprendizagem no ciberespaço. **Monografia (Especialização em Informática na Educação) - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS**, Porto Alegre.

KLERING, L. R.; SCHROEDER, C.S. (2011) Desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem à luz do Enfoque Sistêmico. **Tecnologias de Administração e Contabilidade (TAC)**, 1 (2) (2011), pp. 42–54, Curitiba.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. (2009) Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. IN: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. Florianópolis.

MARTINS, P. R. (2004) Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil: Perspectivas e Desafios. **Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, Indaiatuba.

MARTINS, I.P. (2002) Educação e Educação em Ciências. **Universidade de Aveiro. Departamento de Didática e Tecnologia Educativa**, Aveiro (Portugal).

MATURANA, H. R. (2001) **Cognição, ciência e vida cotidiana**. UFMG, Belo Horizonte.

OSTERMAN, F.; CAVALCANTI, C. J. H.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. (2003) Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias**, Vol.8 N° 3, Ourense (Espanha).

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. (2010). Análise de produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 32(4).

SANCOVSCHI, B.; KASTRUP, V. (2015) Computador-internet nas Práticas de Estudo Contemporâneas: uma Pesquisa com Estudantes de Psicologia. **PSICOLOGIA: CIÊNCIA E PROFISSÃO**, v. 35, n. 1, p. 83-95, Rio de Janeiro.

SOUZA, R. R. (2000) Aprendizagem colaborativa em comunidades virtuais. **Dissertação de mestrado, UFSC/PPGEP**, Florianópolis.

\_\_\_\_\_. Download do software IMZ Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~fernanda/>> Acesso em: 29/07/2015.

TERRAZAN, E. A.(1992) A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214.

\_\_\_\_\_. (1994) Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média. **Tese de doutorado. Faculdade de Educação. USP**. São Paulo.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. (2005) Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura [online]**. vol.57 N°4, São Paulo. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n4/a14v57n4.pdf>>. Acesso em: 30/07/15.



## ESTUDANDO ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

**Cláudia Beatriz Dahmer** [claudinha\_dahmer-75@hotmail.com]

**Rosemar Ayres dos Santos** [roseayres07@gmail.com]

Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, 97900-000, Cerro Largo - RS, Brasil

**Madalena Schmidt Scheid** [madalenascheid@gmail.com]

Professora de Ciências da Prefeitura Municipal de Cerro Largo, 97900-000, Cerro Largo – RS  
Brasil

### Resumo

Com o objetivo de pensar mudanças para a educação, principalmente no que se refere a avaliação da aprendizagem, bem como a configuração curricular predominante nas escolas, o presente trabalho discute a experiência adquirida a partir de uma aula prática abordando o conceitos da área da astronomia: “Estrelas, Constelações e Galáxia”, desenvolvida em duas turmas de 6º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública, do município de Cerro Largo, RS. Falar em avaliação, ou formas de avaliar a aprendizagem dos estudantes é algo com o qual os docentes se deparam diariamente, sendo essa uma das mais difíceis tarefas do professor, uma vez que as formas tradicionais de fazê-lo nem sempre estão nos trazendo resultados positivos, visto que as avaliações nem sempre mostram a realidade em relação a aprendizagem dos estudante. Cabe salientar que trazer maneiras diferentes de ensinar e avaliar para sala de aula é de suma importância, pois traz novas possibilidades de aprendizagem. Nesta perspectiva, duas possibilidades de trabalhar com o ensino de astronomia foram implementadas na aula aqui relatada, vídeos, onde, principalmente na astronomia o estudante consegue visualizar o movimento que cada um dos objetos estudados na área faz, facilitando assim aprendizagem e a compreensão de como acontece, pois a astronomia está presente na vida dos educandos. E, um jogo didático, conhecido como bingo, que foi elaborado a partir de perguntas feitas sobre conceitos trabalhados em aula, o que proporcionou um clima de curiosidade e participação por parte das turmas.

**Palavras chave:** Avaliação; Astronomia; Aprendizagem.

### INTRODUÇÃO

Motivar os estudantes a estudar é algo que se torna cada dia mais complexo. Pois mesmo na presença de um número bastante grande de ferramentas denominadas inovadoras, tais como: introdução a informática, interação via internet, e até mesmo o uso cada vez maior de multimídias, etc. (FIALHO, 2009), educador ainda continua encontrando uma enorme dificuldade para render a atenção dos estudantes na aula.

Ensinar usando apenas um quadro e giz é algo que já não esta mais dando certo nas escolas, visto que para os estudantes isso é algo que esta “fora da realidade deles”, expressão essa que sinaliza que estes não querem mais aula desta forma denominada tradicional, de forma unilateral de ensino. Deste modo, fazem-se necessárias novas maneiras de trazer o estudante para a sala de aula, com vontade de aprender.

Neste caminho, avaliar a aprendizagem dos estudantes também é algo que está se tornando cada dia mais complexo, sendo necessária a utilização de diversas metodologias para buscarmos atender as necessidades de todos. Assim, o trabalho por nós desenvolvido, foi através de duas metodologias de ensino diferentes, o uso de vídeos e de um jogo didático. Optamos por trabalhar com vídeo, pois com esse além do estudante escutar a conceitualização ele visualiza imagens relacionadas a cada um dos conceitos vinculados ao mundo vivido. E, Como forma de revisão e também para analisar nível de entendimento dos conceitos, optamos por fazê-lo através de um jogo didático conhecido como “Bingo”, onde a professora fazia as perguntas e os estudantes tinham de

respondê-las e assinalar no seu cartão quando tinha a mesma. Deste modo, proporcionando um clima de desafio nos estudantes, fez com que tivessem uma maior participação e colaboração em aula.

Deste modo, o desenvolvimento da prática pedagógica objetivou um melhor entendimento por parte dos estudantes dos conceitos de astronomia trabalhados.

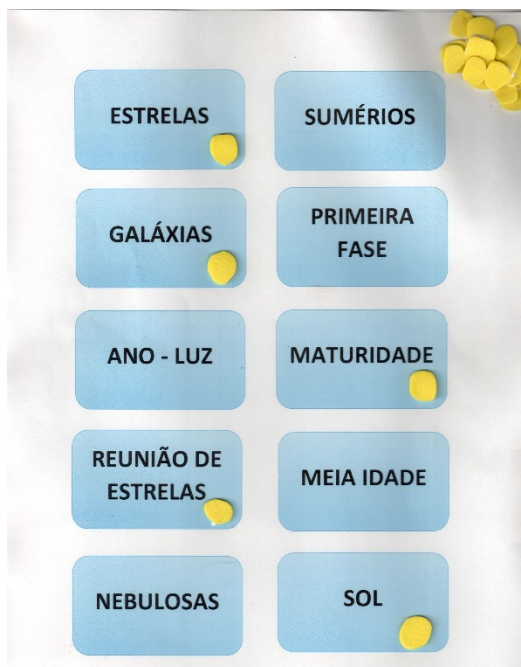
## METODOLOGIA

A prática pedagógica foi implementada em duas turmas de sexto ano do Ensino Fundamental, de uma Escola Municipal, localizada no município de Cerro Largo na região noroeste do Rio Grande do Sul.

Nesta, trabalhamos com vídeos e jogo didático. Primeiramente, assistimos a dois vídeos concomitantemente, com a discussão relativa aos conceitos presentes nestes, como: estrelas, galáxias, constelações – abordando ainda termos como ano-luz, fases e formação das estrelas – entre outros. Durante a apresentação e discussão dos vídeos, os estudantes fizeram apontamentos durante os períodos destinados a este fim, onde anotavam a respeito do que mais havia chamado sua atenção, onde cada um utilizava a própria linguagem para explicar os fenômenos presentes nos vídeos e discutidos, ou seja, desenvolvendo, assim, a sua própria explicação acerca dos conteúdos.

No segundo momento desenvolvemos a atividade do jogo didático, popularmente conhecido como “Jogo do Bingo”.

Para tal, utilizamos: folhas A4, cartolina e folhas de EVA. Para a montagem do jogo procedemos fazendo retângulos de cinco por dez centímetro na folha de cartolina colamos nas folhas A4, em cada folha colocamos oito desses retângulos. Em cada retângulo constava uma resposta. O EVA foi cortado em quadrados de um por um centímetro e esse foi usado para marcar cada uma das respostas que já haviam sido citada. Assim cada estudante recebeu uma folha com as perguntas e alguns retângulos.



**Figura 1** - Imagem do jogo montado. Fonte própria

As perguntas que foram feitas no decorrer deste jogo foram todas de respostas simples, mas para o qual era necessário que o tivesse prestado atenção para saber qual era.

As perguntas feitas foram:

✓ Quais são as fases das estrelas? (Sendo nesta questão aceitas três respostas):

1-) Nascimento

2-) Meia-idade

3-) Morte das estrelas

- ✓ A partir do que as estrelas nascem? Resposta: Nebulosas
- ✓ Qual é a estrela mais próxima da Terra? Resposta: Sol
- ✓ Uma grande acumulação de estrelas é o que? Resposta: Uma galáxia
- ✓ Quem usava as estrelas para se orientar em suas viagens? Resposta: Os Sumérios
- ✓ O nascimento é que fase na formação das estrelas? Resposta: 1ª fase
- ✓ Como é o nome da unidade de medida usada para medir a distância da Terra até

qualquer outra estrela? Resposta: Ano-luz

✓ O que é uma galáxia? Resposta: Reunião de estrelas, planetas, asteroides, gases e poeira interestelar

✓ Quanto tempo a luz do Sol precisa para chegar até a Terra? Resposta: 8 minutos e 20 segundos.

O jogo acabaria quando alguém conseguisse marcar todas as respostas.

Para garantir uma maior participação da turma, combinamos de antemão que quem conseguisse marcar todas as respostas por primeiro ganharia cinco pontos. Para quem respondesse as perguntas, também tinha uma pontuação, e essa era dois pontos, porém só os ganhava se erguesse a mão e esse fosse autorizado a responde-la, evitando assim a dispersão dos estudantes.

A avaliação da aprendizagem foi realizada em uma aula posterior, através de uma escrita em forma de relato no Diário de Bordo. Para esse, cada um teve que escrever o que mais lhe chamou a atenção nessa aula, quais foram os seus aprendizados e o que essa acrescentou em suas vidas.

## RESULTADO E ANÁLISE

Nessa aula implementada nas duas turmas de 6º ano, onde buscamos alternativas ao modo tradicionalista, tanto de ensinar como avaliar, consideramos que os resultados foram positivos, o que nos mostrou que vale a pena buscarmos trabalhar de maneiras diferentes.

Usar vídeos como complementação para explicação dos conceitos é forma que atrai muito os estudantes, uma vez que eles associam aquelas imagens vistas ali, com os conceitos anteriormente estudados. E, observamos que ao fazermos as pausas para que eles pudessem escrever sobre o que tinha sido falado no vídeo, as perguntas que estudantes faziam estavam na grande maioria das vezes relacionadas as imagens vistas no vídeo, daí vem a importância do uso de vídeos e/ou imagens no processo de ensino e aprendizagem. Pois é a partir dessa relação, associação de conceito e imagem que eles formulam os seus próprios conceitos.

Porém para poder fazer o uso dos mesmos é necessário que haja um bom planejamento, fato evidenciado por Santos e Kloss:

[...] e o vídeo são recursos de aprendizagem, que bem utilizados tornam-se grandes aliados no processo educativo. O vídeo é muito útil para o professor, pois dá chance de complementar as informações, sendo que ele não elimina o papel do professor, ao contrário, ajuda a desenvolver suas tarefas principais, que é a de obter uma visão de conjunto e educar para uma visão mais crítica[...] (SANTOS; KLOSS, 2010, p. 10).

Assim, consideramos que o professor precisa ter cuidado para que ele não deixe de exercer seu papel como professor, porque a partir do momento que é usado apenas o vídeo como sendo o método de explicação dos conceitos, esse deixará de ser um material de apoio e passará a ser o professor virtual na explicação do conteúdo.

O mesmo cuidado que é necessário ter quando trabalhamos com jogos didáticos. Porém nesse, o cuidado que devemos ter não está direcionado a questão de substituir o papel do professor, mas sim, em ir em busca de algum jogo didático que venha acrescentar algo para a jornada escolar do estudante, pois caso contrário transforma-se em mera brincadeiras, sem um fim pedagógico.

Precisando ainda cuidar para que os jogos didáticos levados para a sala de aula não sejam utilizados como a única metodologia de ensino, e sob hipótese algumas podem substituir uma explicação de conceito, mas sim deve ser usado como uma forma de apoio, de verificar se os estudantes demonstram o entendimento do que foi trabalhado com o jogo. Pois “[...] jogando, o indivíduo se depara com o desejo de vencer que provoca uma sensação agradável, pois as competições e os desafios são situações que mechem com nossos impulsos [...]” (FIALHO, p. 12299).

Assim, consideramos que, como todo jogo, há certa competição, mas o objetivo era a participação de todos, o que foi alcançado, todos esperando por sua vez de responder. Também objetivávamos que desenvolvessem senso de coleguismo, companheirismo e comunicação.

Aprender a se comunicar com os colegas, trabalhar em grupos e até fazer competições são pontos e estratégias que deveriam ser mais trabalhadas, principalmente na infância, ou seja, nas séries iniciais, uma vez que essa é a maior e a melhor chance que se tem para trabalhar esse tipo de convivência, que atualmente as crianças não trazem mais de casa, por ser na maioria das vezes filhos únicos.



**Figura 2** - Estudantes participando do jogo didático.

Relativo a avaliação, entendemos ser importante que deixemos um pouco de lado a forma de tradicional de fazer provas e passemos a fazer avaliações de forma diferente. Porque não podemos julgar o estudante com apenas uma avaliação, precisa-se analisar o quanto ele evoluiu, se esse se dedica, estuda e participa. Pois, muitas vezes, aquele estudante que faz tudo, que se dedica para fazer as tarefas propostas não consegue passar por talvez estar passando por algum tipo de problema familiar, por exemplo. Também, não há garantias que o estudante que tirou notas excelentes, realmente tenha alcançado a aprendizagem que aparenta ter.

[...] nos dias de hoje, a avaliação da aprendizagem não é algo meramente técnico. Envolve autoestima, respeito à vivência e cultura própria do indivíduo, filosofia de vida, sentimentos e posicionamento político. Embora essas dimensões não sejam perceptíveis a todos os professores, observa-se, por exemplo, que um professor que usa o erro do aluno como ponto inicial para compreender o raciocínio desse educando e rever sua prática docente, e, se necessário, reformulá-la, possui uma posição bem diversa daquele que apenas atribui zero àquela questão e continua dando suas aulas da mesma maneira [...] (MEDEL, 2005, p. 01).

No entanto, não estamos dizendo que não podem ser aplicadas provas. Porém quando as fizemos devemos melhorar nosso modo de dar aula e mudar as estratégias se necessário nos pontos em que os estudantes estão errando, ver o porque eles estão errando tal coisa e usar isso para

melhorar a aula, esclarecendo de forma diferenciada os conceitos não compreendidos. Evitando dessa forma que outros estudantes venham a ter os mesmos problemas.

## CONCLUSÃO

Ser professor hoje não deixa de ser um desafio, pois estamos sempre ensinando e ao mesmo tempo aprendendo, devido há tamanha informação que esta disponível e que todos tem acesso.

Precisamos repensar nossa forma de ensinar, porque da forma como novas tecnologias são concebidas precisamos nos adaptar a elas, mudando por isso a forma como ministramos a aula, precisando ainda reaprender a ensinar os estudantes. E mesmo estando sempre evoluindo com a tecnologia, sem deixar de lado o afeto, o carinho e contato direto com os estudantes.

Foi nessa perspectiva de ir em busca de avanços tecnológicos em sala de aula que se teve a ideia de fazer essa aula trabalhando com vídeos e jogos didáticos. Essa aula nos acrescentou muito como profissionais.

Vimos que trabalhar com vídeos pode ser uma ótima escolha para fazer uma complementação da aula, pois nesse, eles escutam o conceito e seu significado e ao mesmo tempo observam imagens associadas ao mesmo, sendo essa uma possibilidade de melhor aprendizagem, e como já mencionado, notamos que os estudantes tem um aprendizado melhor quando podem associar imagens ao conceito.

Quanto ao jogo didático trabalhado, também obtivemos bons resultados, pois serviu como uma revisão dos conceitos já estudados e ao mesmo tempo uma forma de perceber se e como os conceitos discutidos tinham sido compreendido pelos estudantes, conseguindo, dessa forma, buscar sanar suas dúvidas.

Já o diário de bordo como possibilidade avaliativa foge do denominada avaliação tradicional. Sendo o estudante, nesse avaliado conforme o que ele aprendeu, e não pelo que o educador imagina que ele tenha aprendido. Uma vez que nas provas que vem se fazendo, o educador joga algumas questões e o aluno que as consegue resolver é considerado como entendido do conteúdo, sendo que aquele não estudou tanto o que o educador pediu na prova não iria conseguir fazê-la, e isso não acontece nessa configuração de avaliação, pois ali estão livres para escrever o que aprenderam, desde que o façam em forma de relato.

Concluimos, portanto, que ministrar aulas diferentes é muito bom, tanto para o educador quanto para os estudantes. Para o educador, porque com uma aula desse tipo ele precisa evoluir, ir em busca de metodologias e estratégias para desenvolver em sala de aula e ter a atenção dos estudantes. E para estudantes é importante, pois não é tão cansativo quanto uma aula onde só o educador fala, uma vez que nessa ele pode interagir dando sua opinião, manifestando seus conhecimentos. Sem contar que uma aula deste tipo desenvolve, principalmente no estudante, várias competências, como participação, convivência em grupo, entre outros.

## REFÊRENCIA

DOS SANTOS, Paulo Ricardo; KLOSS, Sheila (2010). **A criança e a mídia: a importância do uso do vídeo em escolas de Joaçaba – SC**. XI Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sul. Novo Hamburgo. v.1, nº 2, p. 10.

FARIA, Elaine Turk, O professor e as novas tecnologias, in ENRICONE, Délcia (Org.). **Ser Professor**. 4 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 57-72.

FIALHO, Neusa Nogueira. **Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino**. P. 12298 - 12306.

FRANCA, Gisela Wajskop, **O papel do jogo na educação das crianças**.

MEDEL, Cássia Ravena Mulin de Assis, **A Avaliação da Aprendizagem nos dias de Hoje** (paragrafo 01).

## **PARA ESTUDO DE COLISÕES ELÁSTICA E PERFEITAMENTE INELÁSTICA ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES: ESTUDO MODIFICAÇÕES NA ESTRUTURA COGNITIVA DO ESTUDANTES**

**Jeferson Fernando de Souza Wolff** [jefersonwolff@charqueadas.ifsul.edu.br]

*Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – IFSul  
General Balbão, 81, Centro, Charqueadas, RS – Brasil  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA –  
Avenida Farroupilha, 8001, São José – Canoas, RS – Brasil.*

**Agostinho Serrano de Andrade Neto** [asandraden@gmail.com]

*Universidade Luterana do Brasil – ULBRA –  
Avenida Farroupilha, 8001, São José – Canoas, RS – Brasil.*

### **Resumo**

Qual a modificação na estrutura cognitiva de estudantes que utilizam simulações computacionais para o estudo de Física? Neste trabalho será apresentado os resultados das contribuições das simulações para aprendizagem Significativa dos conceitos de colisão, referente à altura de retorno após uma colisão elástica e perfeitamente inelástica com solo. Como aporte teórico foi utilizado a combinação da teoria da Mediação Cognitiva (TMC) com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Os dados analisados foram obtidos através de entrevistas com estudantes da disciplina de Física I, realizadas antes e após a utilização de simulações de colisões. Os dados foram obtidos pela análise dos gestos realizado pelos estudantes enquanto explicavam, associados ao conteúdo do seu discurso. Os resultados indicam que as representações mentais de conceitos associados ao estudo de colisões sofreram uma notável evolução, culminando em aprendizagem significativa, quando utilizam drivers hiperculturais.

**Palavras chave:** mediação cognitiva, drivers, colisões, simulações.

### **INTRODUÇÃO**

O ensino de física tradicionalmente é praticado por meio da utilização de expressões matemáticas, leis e princípios, com o uso de situações-problema em grande parte desvinculados do cotidiano do estudante. O resultado deste tipo de modelo de ensino infelizmente acaba, em geral, sendo um aprendizado mecânico.

Por outro lado, temos um mundo com avanços tecnológicos e com utilização de imagem de informação, o que tem provocado amplo debate sobre a inserção destas tecnologias no ensino (RAMPINELLI; FERRACIOLI, 2006).

Nessa perspectiva, é natural que se tragam para o debate do ensino os possíveis impactos cognitivos que a utilização de novas tecnologias e os modos de inserção destas ferramentas acarretam no processo de ensino e aprendizagem. Para tanto, no presente trabalho, traz-se o debate da inserção de simulações computacionais no ensino de Física, onde o delineamento deste trabalho passa pela investigação das mudanças que podem ocorrer na estrutura cognitiva, com a utilização de simulações computacionais para o ensino de colisões unidimensionais.

Para isso, utilizou-se como aporte teórico a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), que considera que a mediação digital pode trazer ganhos cognitivos mensuráveis e a Teoria da Aprendizagem Significativa, a fim de identificar as modificações em termos na estrutura cognitiva do estudante.

A pesquisa realizada consistiu na aplicação de um questionário inicial com questões relacionadas com o estudo de colisões e, em seguida, na realização de uma entrevista filmada, em que esse conjunto se constitui no que se denomina de coleta de dados inicial. Na sequência, os

estudantes realizaram duas simulações, sendo uma de análise de colisões para queda de objetos e a outra simulação de colisões na horizontal. Após, novamente os estudantes responderam um questionário, sendo entrevistados logo em seguida, em que esse conjunto de dados é denominado de coleta de dados posterior. Os dados coletados foram analisados principalmente a partir das entrevistas, que foram filmadas para posterior análise.

Os resultados apresentados aqui são um extrato de uma pesquisa de doutorado, onde investigou-se a influência das simulações de colisões em grupo de estudantes de Física I da Universidade Luterana do Brasil. Aqui apresentaremos os resultados as modificações ocorridas com os estudantes após a utilização das simulações, somente para a altura de retorno, para a colisão elástica e colisão perfeitamente inelástica.

## TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA

A Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) oferece explicações da forma como ocorre o processamento da informação pelo cérebro, sob a ótica do uso, do processamento extracerebral. Uma das aplicações especiais da TMC é a compreensão das mudanças individuais ou coletivas associadas à introdução das novas tecnologias, como ferramentas externas ao pensamento dos indivíduos.

Campello de Souza (2004, 2006) e Campello de Souza e Roazzi (2012) buscam descrever, na TMC, o crescimento da capacidade cognitiva que ocorre devido ao contato com mecanismos externos, como os objetos e o ambiente no que o autor denomina mediação *psicofísica*, a interação em grupo na mediação *social*, os sistemas simbólicos e artefatos culturais na mediação *cultural* e o computador e a internet na mediação *hipercultural*. A TMC analisa a cognição em termos da mediação e relação entre os processos intra e extracerebrais. A aquisição do conhecimento acerca de objetos ocorre através da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas no ambiente que fornecem capacidade de processamento adicional aos seus cérebros.

Há necessidade da existência de uma combinação entre mecanismos externos capazes de processamento de informação e mecanismos mentais internos, que permitem o seu uso, melhoram o desempenho cognitivo. Os sistemas externos abrangem desde componentes do mundo material até complexas estruturas socioculturais, incluindo também instrumentos e ferramentas diversos, tais como simulações computacionais. Já os mecanismos mentais internos são essencialmente representações mentais ativas, que contêm invariantes operatórios – segundo teorizado por Vergnaud – agregando conceitos, esquemas e competências, que funcionam como verdadeiros “*drivers*” de dispositivo. De acordo com a TMC, a aprendizagem ocorre quando o aluno, após mediação com algum elemento externo (psicofísico, social, cultural ou hipercultural), desenvolve representações e *drivers* que são originários da mediação supracitada.

A TMC considera os *drivers* como “máquinas virtuais” que por si só são utilizadas como novas competências capazes de instrumentalizar o aprendiz com a capacidade de resolver novas situações que, antes, não era capaz de resolver de forma autônoma. Os *drivers* possuem papel fundamental no contexto da mediação do pensamento humano como os mecanismos externos que vão muito além de simples conexão.

Os mecanismos extracerebrais relacionados ao processamento de informações constituem-se uma vantagem cognitiva, que servem não apenas de coprocessadores de informações auxiliares ao cérebro, mas também auxiliar na interação com objetos cognoscíveis. Estes mecanismos deverão estar relacionados diretamente com *drivers* já existentes, já que a incorporação do objeto trará modificação ou formação de novos *drivers*. Assim, a cognição humana pode ser considerada como um conjunto de mecanismos internos e externos de processamento de informação, que juntos formam um sistema complexo e organizado. Um ponto importante a ser ressaltado é que os mecanismos internos de mediação poderão utilizar os mecanismos externos, mesmo quando estes não estejam presentes. Nessa pesquisa, a simulação é mecanismo externo, e os mecanismos internos são as competências necessárias que o estudante deve possuir para realizar as simulações. Como

hipótese, considera-se que os *drivers* do estudante sofrem modificações e que os alunos utilizam estes *drivers* para resolver problemas de colisões, mesmo quando o computador não está presente.

## TEORIA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel considera a aprendizagem significativa primordialmente cognitivista, resultado do armazenamento de informações na mente de quem aprende de forma organizada. Acredita que a interação entre o material a ser aprendido e a estrutura cognitiva de quem aprende, quando ocorre aprendizagem significativa, modifica-se de definitivamente.

A Aprendizagem Significativa considera a interação do novo conhecimento com os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz; esta interação é, pois, *não-litera*l e *não-arbitrária*. “Não-litera” quer dizer a mesma coisa que substantiva, não ao “pé da letra”; enquanto “não-arbitrária” significa que a interação não ocorre com qualquer conhecimento prévio, mas com determinado conhecimento existente e relevante na estrutura cognitiva do aprendiz.

Ausubel (1968) define o conhecimento existente na estrutura cognitiva como *subsunçor* ou, pelo termo menos usual, ideia-âncora. Pode-se dizer que aprendizagem significativa é quando o novo conhecimento consegue se “ancorar” nos *subsunçores* existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Conforme Moreira (2010), as novas ideias, as novas proposições e os novos conceitos poderão ser aprendidos quando interagirem com outras ideias, outras proposições e outros conceitos, que sejam relevantes e que estejam claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, e que sejam, assim, um ancoradouro a esses novos conhecimentos.

Desse modo, considera-se que aprendizagem significativa é todo processo de aquisição de conhecimento que resulte em mudança na estrutura cognitiva de quem aprende, cujo *subsunçor* é modificado.

Grande parte dos conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante possui uma relação com uma ou mais imagens mentais que poderão representar um objeto, uma situação, uma relação matemática, uma proposição e, por isso, a sua identificação torna-se importante para o conhecimento dos *subsunçores*. Aqui, considera-se que as imagens mentais de objetos ou situações fazem parte do *subsunçores* dos estudantes, e, para que o novo conhecimento seja aprendido significativamente, deve-se levar em conta a utilização destas imagens mentais na resolução de situações-problema, ao relacionar o novo conhecimento com as imagens existentes em sua estrutura cognitiva.

## DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA E METODOLOGIA

O objetivo deste artigo é de apresentar resultados parciais de uma pesquisa de doutorado, quanto às alterações dos *drivers* após a utilização de uma simulação computacional de colisões e a relação com aprendizagem significativa. Para essa análise, levou-se em consideração as expressões verbais e gestuais, relacionando como forma de expressar os mecanismos internos e externos de mediação cognitiva, a fim de verificar as alterações nos *drivers* dos estudantes. Estas alterações nos *drivers* também foi relacionada a uma possível aprendizagem significativa.

Os participantes desta pesquisa foram estudantes de três turmas de Física I. As atividades desenvolvidas com esses estudantes constaram de um pré-teste, uma simulação com a utilização de um guia de simulação e um pós-teste. Os estudantes participantes foram entrevistados na semana seguinte a realização do pré-teste e ao pós-teste.

A entrevista foi gravada após a execução dos testes, onde cada estudante, individualmente, relata como havia resolvidos o teste, de forma detalhada (*Report Aloud*). Durante a entrevista, o estudante foi estimulado a explicar suas imagens mentais utilizadas e a origem destas imagens, que podiam ser oriundas da simulação utilizada ou de momentos da vida do estudante. Esta entrevista foi a nossa principal fonte de dados, tanto para análise dos discurso dos estudantes, como para análise dos gestos produzidos por estes durante as entrevistas. Para isso, alicerçamo-nos nos trabalhos desenvolvidos por Stephens e Clement (2008, 2010), cujos autores fornecem, de forma



resumida, uma visão parcial das imagens mentais, relacionadas com realização de gestos que o entrevistado possa estar utilizando. Nos trabalhos de Clement (1994, 2000, 2008) é considerado que o relatório verbal de imagens estáticas e dinâmicas, movimento das mãos, gestos descritivos e auto projeção são indicativos de imagens mentais. Com essa forma de coleta de dados tínhamos em mãos diversas formas para verificar as modificações dos *drivers* após utilização da simulação e as possíveis modificações nos *subsunçores* dos estudantes. Os *drivers* estão, conforme nossa hipótese metodológica, relacionados às imagens mentais identificadas e o conteúdo do discurso relacionado à uma possível aprendizagem significativa.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados para duas situações, onde os estudantes deveriam responder com relação a colisão elástica com solo e perfeitamente inelástica.

### Colisão elástica com solo



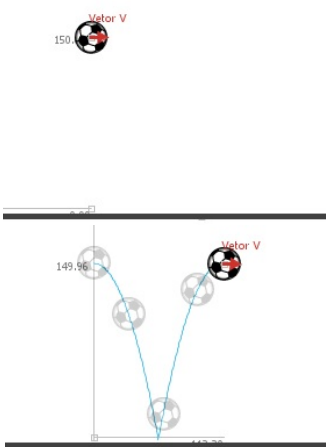
Para a colisão elástica com o solo, esperava-se como resposta que altura de retorno fosse igual ao ponto de onde a bola foi abandonada.

Verificou-se que 80% dos estudantes, após a utilização da simulação passaram a utilizar *drivers* de origem hipercultural, onde 60% tiveram aprendizagem significativa conceitualmente correta, sendo que 13% dos estudantes mantiveram a mesma resposta conceitualmente correta apresentada na primeira entrevista. Logo, temos 80% dos estudantes que passam a utilizar *drivers* de origem hipercultural, onde 73% respondem corretamente após utilização da simulação. A seguir, como exemplo será apresentado as respostas do estudante A4 nas duas entrevista, ilustrando a situação que modifica o *driver*, que inicialmente é psicofísico, passando a utilizar *driver* hipercultural tendo aprendizagem significativa.

A seguir temos parte da transcrição do estudante A4 no pré-teste e pós-teste.

Pré-teste	Pós-teste
<p>P: E com relação a altura dessa bolinha a medida que ela vai quicando o que vai acontecendo?</p> <p>A4: Ah, <i>vai diminuindo também</i>. Como eu pensei que foi solta e não jogada, daí ela vai diminuindo a cada movimento ela diminui.</p>	<p>P: Tá. Para velocidade tu fizeste algum tipo de representação mental?</p> <p>A4: Só a representação gráfica <i>que nem do laboratório que agente viu</i>. Que a bola <i>fica subindo e descendo sem parar</i>. Que a principio mantém sempre a mesma distância do trajeto.</p> <p>P: Quando tu movimentava a mão nesse sentido tu tá lembrando?</p> <p>A4: Dos gráficos.</p> <p>P: E o que aconteceu com a altura da bola?</p> <p>A4: <i>A altura permanece constante por não ter a perda de velocidade na colisão, então ela mantém a altura máxima sempre a mesma</i>.</p>

Na sequência de imagens abaixo temos na Figura 1 os gestos realizados pelo estudante A4 enquanto explicava altura de retorno em uma colisão elástica com solo; na segunda Figura temos os gestos realizados pelo estudante A4 no pós-teste, indicando que altura de retorno será a mesma, conforme pode-se verificar comparando a primeira e a terceira imagem da Figura 2; na terceira figura, representação da simulação para colisão elástica, indicando que altura de retorno será a mesma, após a colisão.

Pré-teste	Pós-teste	Simulação
		
<p><b>Figura 1</b> - Indicação da altura retorno inferior.</p>	<p><b>Figura 2</b> - Movimento de retorno sendo o mesmo de onde foi abandonado.</p>	<p><b>Figura 3</b> - Sequência de imagens da simulação, para a colisão elástica com o solo.</p>

Conforme as respostas apresentadas pelo estudante A4 no pré-teste os *drivers* possuem características psicofísicas em que foram adquiridos provavelmente pela mediação de mecanismo externos de uma bola colidindo com solo, onde a altura de retorno em situação corriqueiras de nosso cotidiano sempre são inferiores em relação a altura em que foi abandonado. Em sua resposta considera “ela vai diminuindo a cada movimento ela diminui” e os gestos realizados, apresentado na figura 1, indicam redução de altura após a colisão, isso fica claro ao compararmos a primeira e a terceira imagem, onde movimentava a mão direita não retorna na mesma altura.

Na entrevista pós-teste o estudante A4 utiliza mecanismos externos de mediação que possuem características de *driver* hiperculturais. Isso ficou evidente quando menciona “só na representação gráfica, quem nem no laboratório”. A representação gráfica que ele se refere deve-se ao desenho da trajetória que permanece após o movimento da bolinha (figura 3), e o laboratório se refere a aula da simulação. Analisando a fala “Só a representação gráfica que nem do laboratório que agente viu” consideramos que as imagens mentais utilizadas pelo estudante A4 durante a sua resposta são da simulação. Além disso, passa a considerar que a altura de retorno seria igual altura em que a bola foi abandonada “A altura permanece constante por não ter a perda de velocidade na colisão, então ela mantém a altura máxima sempre a mesma”, o que evidencia a modificação na estrutura cognitiva, tendo uma aprendizagem significativa. Além disso, podemos verificar na figura 2, que os gestos realizados pelo estudante retornam na mesma altura, semelhante a figura 3, enquanto que na figura 1 os gestos indicam redução de altura. Estes gestos são indicativos da modificação do conceito que inicialmente utilizava na primeira entrevista, o que fortalece a identificação da Aprendizagem Significativa.

Assim os *drivers* que inicialmente eram de uma bola psicofísica que colidia com solo e retornava a uma altura inferior, passaram para a utilização de mecanismos externos da simulação com características hiperculturais em que após a colisão retorna na mesma altura. Essa mudança nos *drivers* modificou inclusive os gestos realizados pelo estudante. A utilização de *driver* hipercultural está relacionada com Aprendizagem Significativa dos conceitos de colisão.

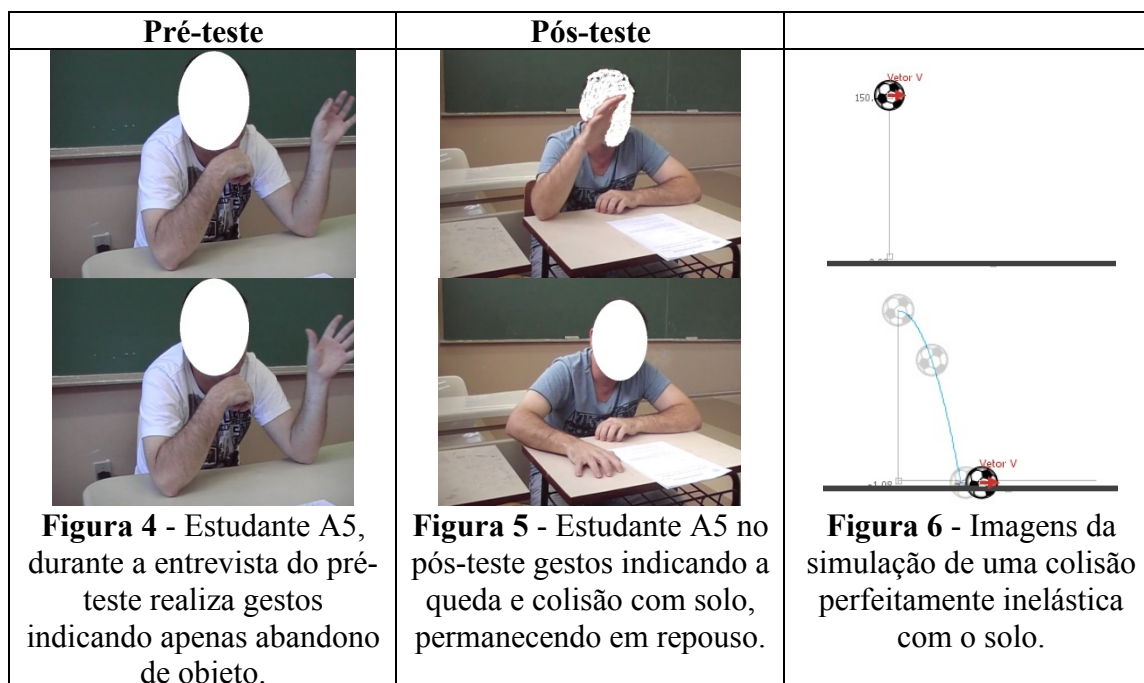
### Colisão perfeitamente inelástica com solo

Para colisão perfeitamente inelástica com solo, esperava-se que o estudante considerasse que o objeto permanecesse no solo, sem deslocamento algum na vertical.

Comparando as respostas fornecidas pelos estudantes no pré-teste e pós-teste, tem-se que 33% dos estudantes passam a utilizar *drivers* de origem hiperculturais, sendo que 13% apresentam

Aprendizagem Significativa correta e 20% já respondiam corretamente. Dessa forma, apesar de um número reduzido de instantes que utilizam *drivers* hiperculturais, todos que utilizaram ou tiveram Aprendizagem Significativa correta ou já respondiam corretamente. Como exemplo para essa situação, será apresentada as respostas do estudante A5. Inicialmente é apresentada parte da transcrição do estudante A5 do pré-teste e do pós-teste, logo em seguida temos as figuras 4 e 5 referentes aos gestos realizados pelos estudantes A5 no pré-teste e no pós-teste e a figura 6 referente a simulação.

Pré-teste	Pós-teste
<p>P: E se a colisão fosse perfeitamente inelástica?</p> <p>A5: Pois é cara, eu tô com inelástica, somente com essa visão a princípio. Não estou conseguindo associar perfeitamente inelástica com essas situações aqui, da esfera, da pessoa jogando.</p>	<p>P: Se a colisão fosse perfeitamente inelástica?</p> <p>A5: Também ia acontecer isso, <b>a energia cinética ia variar ela ia ficar, perfeitamente inelástica, ela ia grudada como uma coisa, bate no solo e já ia ficar ali.</b></p>



Iniciamos analisando as resposta fornecida pelo estudante A5 durante o pré-teste, não conseguimos identificar *drivers* relacionado com o movimento do corpo que colide de forma perfeitamente inelástica. Ele afirma “não estou conseguindo associar perfeitamente inelástica com essas situações aqui, da esfera, da pessoa jogando”. O gesto que o estudante A5 realizada durante a entrevista do pré-teste é de apenas quem está abandonando o objeto, conforme podemos verificar na figura 4.

Ao analisarmos a resposta do estudante A5 no pós-teste é importante recuperamos algumas passagens que deixam claro que ele estava utilizando a simulação. Um dos momentos é quando o estudante A5 diz “Segundo aquela simulação que a gente fez no laboratório, tem diferença em simular uma coisa e com o real.” Mais a frente “Sempre, segundo a simulação, no dia-a-dia a gente sabe que não é.” Com isso consideramos que os *drivers* utilizados pelos estudante A5 em sua resposta no pós-teste são hiperculturais em que os mecanismos externo que está sendo utilizado pelo estudante é a simulação.

Comparando as respostas nos dois testes verificamos que o estudante A5, que inicialmente não respondeu, no pós-teste passa a utilizar imagens mentais de mecanismos externos da simulação, responde de forma correta realizando gestos (figura 5) que são semelhantes ao que ocorre na

simulação (figura 6), uma modificação dos conceitos utilizados, caracterizando Aprendizagem Significativa enquanto utiliza *drivers* de origem hiperculturais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após uma análise global das respostas apresentadas pelos estudantes, têm-se pelo menos dois resultados: primeiro que a utilização de *drivers* hiperculturais está mais relacionada com situações que estão mais distantes do cotidiano, como é caso da colisão elástica, em que não é corriqueiro a observação da colisão de um objeto com solo retornando na mesma altura em que foi abandonado. Para essa situação o índice de utilização de *drivers* hiperculturais relacionado com a simulação chegou a 80% dos estudantes, enquanto que na situação de uma colisão perfeitamente inelástica, que está mais próxima de uma situação corriqueira de um objeto que cai e permanece parado no solo, o índice de utilização do *drivers* hipercultural cai para apenas 33% dos estudantes.

O outro resultado indica que quando os estudantes passam a utilizar *drivers* de origem hipercultural provavelmente terão Aprendizagem Significativa, conceitualmente correta, caso a resposta apresentada pelos estudantes já não fosse correta. Isso foi verificado para as duas situações discutidas nesse trabalho, para colisão elástica com solo temos que 80% dos estudantes utilizam *drivers* de origem hipercultural sendo que destes 60% tem Aprendizagem Significativa correta e 13% já respondiam corretamente, ou seja, praticamente todos os estudantes passaram a responder corretamente para colisão elástica com solo, quando utilizam *drivers* hipercultural. Para colisão perfeitamente inelástica com solo, apesar do índice de utilização de *drivers* de origem hipercultural ser reduzido, todos os estudantes que utilizaram *drivers* hipercultural tiveram Aprendizagem significativa ou já respondiam corretamente.

Outro ponto importante em que devemos considerar são gestos realizados pelos estudantes. Este passam a realizar gestos no pós-teste que são muito semelhantes ao movimento apresentado na simulação, sendo este um forte indicio para identificar que os *drivers* que estão utilizando.

As representações fornecidas pelas simulações modificam ou até criam *drivers* que passam a ser utilizados mesmo sem a presença da simulação. Os *drivers* adquiridos ou modificados estão substancialmente associados à capacidade melhorada do estudante em utilizar os conceitos principalmente que estão mais distantes do cotidiano.

Em suma, a utilização de simulações computacionais em ensino de Física oferece perspectivas de melhoria da visualização e compreensão do fenômeno, em especial aqueles mais distantes do cotidiano, uma vez que os *drivers* referentes à simulação, adquiridos após a utilização dela, são utilizadas na solução de (novos) problemas. Os *drivers* adquiridos com a simulação melhoram o desempenho e ampliam a capacidade cognitiva do estudante, já que libera memória de trabalho, libera carga cognitiva, permite domínio progressivo dos conceitos.

## REFERÊNCIAS

- CAMPELLO DE SOUZA, B.; ROAZZI, A. **A Teoria da Mediação Cognitiva: os Impactos Cognitivos da Hipercultura e da Mediação Digital**. Recife: Programa de Pós-graduação em Psicologia/Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado em Psicologia Cognitiva, 281 p., 2004.
- CAMPELLO DE SOUZA, B. A Teoria da Mediação Cognitiva. In: A. Spinillo; L. Meira. (Org.). **Psicologia Cognitiva: cultura, desenvolvimento e aprendizagem**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006, p.147-169.
- CAMPELLO DE SOUZA, B.; SILVA, A. S. ; SILVA, A. M. ; ROAZZI, A. ; CARRILHO, S. L. S. . Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 007, 2012, p. 10.1016.
- CLEMENT, John J. (Ed.). **Creative model construction in scientists and students: the role of imagery, analogy, and mental stimulation**. Amherst: Springer, 2008.

CLEMENT, John J. **Analysis of clinical interviews: Foundations and model viability**. New Jersey : Lawrence Erlbaum, , 2000, p.341-385.

CLEMENT, John. Imagistic simulation and physical intuition in expert problem solving. In: **Proceedings of the 16th annual conference of the Cognitive Science Society**. Amherst, 1994, p. 201-206.

GRIMELLINI-TOMASINI, N; PECORI-BALANDI, B; PACCA, J. L. A. e VILLANI, A. Understanding conservation laws in mechanics: students' conceptual change in learning about collisions. **Science Education**, v.77, n.2, 1993, p.169-189.

## EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA A ABORDAGEM DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO

**Marília Campolino Peterle Farias** [mariliatcf@hotmail.com]

**Glenda Cledes** [clemesglenda@gmail.com]

**Samuel Costa** [samuel.costa@sf.ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina –IFSC- Caixa Postal, 61  
Aeroporto, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil, Curso de Licenciatura em Física*

*Trabalho desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência  
PIBID*

### Resumo

O professor de física enfrenta muitos obstáculos dentro de sala de aula no processo ensino-aprendizagem, sendo um deles a maneira de tornar os conteúdos abordados interessantes, de forma a despertar o interesse dos alunos. Contribui para essa situação o fato de muitas vezes os assuntos serem abstratos, longe da realidade, gerando a dificuldade em superar essa situação. Atualmente, muitas pesquisas têm surgido como formas de acessar a pré-disposição do aluno em aprender, proporcionando maior interesse pelas aulas. Sendo assim, um dos principais meios de fazer com que o aluno se interesse pelo que está sendo trabalhado é fazendo-o relacionar o assunto com o cotidiano, principalmente por meio da utilização de experimentos. Assim sendo, esse trabalho tem como objetivo sugerir experimentos sobre o tema óptica geométrica para que os professores da educação básica possam utilizar nas aulas de física. Foram sugeridos dois experimentos, intitulados de “Como o arco-íris é formado” e “Onde está a moeda?”, que podem ser utilizados em momentos diferentes das aulas, ou seja, como organizador prévio, utilizado no início da abordagem do tema, ou como um mecanismo que busque a reconciliação integrativa, sendo utilizado ao longo da aula.

**Palavras-chave:** Ensino de física; Aulas experimentais; Óptica.

### INTRODUÇÃO

Muitas vezes é possível verificar uma desmotivação por parte dos alunos em relação ao ensino de física realizado nas escolas. Os motivos que contribuem para essa desmotivação são vários, porém um dos principais pode estar no fato de alguns professores primarem por aulas baseadas na instrução programada, onde todos os alunos são "treinados" a pensar da mesma forma (MOREIRA, 2009). Isso pode fazer com que os alunos, muitas vezes, percam o interesse, não querendo buscar mais sobre aquele tema, além do aprendido em sala. Apesar de uma aula baseada no quadro e giz ter sua importância, é muito importante que se busque metodologias de ensino diversificadas, que facilite que os alunos se aproximem do fenômeno na qual está sendo apresentado.

Nesse contexto, um dos objetivos do professor de ciências deve ser o de fazer com que o aluno possa refletir e questionar sobre o novo conhecimento, diferente das décadas anteriores, em que os alunos apenas seguiam o roteiro mecanicamente. A escola possui a responsabilidade de formar cidadãos conscientes, críticos e ativos na sociedade (BEVILACQUA & COUTINHO-SILVA, 2007).

Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007) destacam ainda que o aluno que não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano não foi capaz de compreender a teoria. No entanto, para que o saber científico seja relacionado aos conhecimentos cotidianos pelo estudante é preciso que a ciência esteja ao seu alcance e o conhecimento tenha significado, possibilitando e facilitando a compreensão da realidade que o cerca.

O ensino de Ciências praticado nas escolas tem sido criticado por não apresentar alternativas à aula expositiva do professor e devido à atitude passiva dos alunos (MONTEIRO *et al*, 2009). Para

modificar essa situação, conforme destacam Augusto e Amaral (2014), o ensino de ciências deve ter início nos primeiros anos da escolarização, pois o aprendizado científico se dá por aproximações consecutivas pela reconstrução do conhecimento ao longo da vida escolar. Com isso, não se espera que os estudantes formem conceitos científicos sólidos já nas séries iniciais, mas que tenham um primeiro contato positivo com a disciplina e comecem a estabelecer algumas noções importantes.

No ensino de ciências é importante que o professor utilize as diversas estratégias metodológicas adequadas com os seus estudantes, de modo que, pode dar ao aluno a motivação para aprender a disciplina. De acordo com Araújo e Abib (2003),

a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes.

Uma das formas de estimular o aluno a refletir é a utilização de experimentos na qual pode permitir uma relação entre a prática e a teoria, além de oportunizar que o aluno construa e reconstrua o conhecimento. De acordo com Rosa e Rosa (2012) o estudante pode formar seu conhecimento científico através das hipóteses que surgem e que é confrontada com os conhecimentos cotidianos, a partir da realização de experimentos.

Para Reginaldo, Sheid e Güllich (2012) o professor deve ter bem claro em sua prática pedagógica a importância dos experimentos durante as aulas de ciências, pois, conforme Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007) salientam a utilização dos experimentos em Ciências é um meio de fazer o aluno estabelecer uma dinâmica entre teoria e prática.

Porém, para a eficiência dessa metodologia nas aulas de ciências é necessário que o professor conheça e analise as diversas finalidades das abordagens das atividades experimentais (OLIVEIRA, 2010), cabendo à análise de quais experimentos são cabíveis de trabalhar com os discentes e quais objetivos possuem esta atividade.

Dentre as contribuições dos experimentos nas aulas de ciências, Oliveira (2010) destaca: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, a iniciativa pessoal e tomada de decisão; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; aprender a analisar dados; propor hipóteses para o fenômeno; aprender conceitos científicos; detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação e; compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidades manipulativas. Além disso, Lima, Siqueira e Costa (2014) afirmam que por meio de aulas experimentais o aluno tem a oportunidade de ter um significado próprio para o conteúdo que está sendo estudado.

De acordo Marandino (2009) as aulas experimentais também contribuem para a aproximação do ensino de Ciências com as características do trabalho científico, e ainda, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento mental dos estudantes. Isso ocorre pelo fato das experimentações serem situações de confronto entre as hipóteses dos alunos e as evidências experimentais.

Marandino (2009) ressalta ainda que a experimentação didática difere da científica sem extinguir completamente os elementos característicos do mundo científico, mas mantendo traços do contexto de produção, os quais são recontextualizados no ambiente escolar.

As aulas práticas ou experimentais são atividades que permitem que os estudantes tenham um contato com fenômenos abordados no ensino de Ciências, seja pela manipulação de materiais e equipamentos, ou pela observação de organismos. Essa modalidade didática, quando utilizada de forma adequada, permite despertar e manter a atenção dos alunos, envolver os estudantes em investigações científicas, garantir a compreensão de conceitos básicos, oportunizar aos alunos a resoluções de problemas e desenvolver habilidades (KRASILCHIK, 2010, apud LIMA, SIQUEIRA e COSTA, 2014, p.486).

Considerando a importância de relacionar o conhecimento científico com o cotidiano, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel pode facilitar essa situação. No entanto, quando um aluno aprende de forma significativa, não significa que nunca mais irá esquecer o conteúdo, mas que irá relembrar com facilidade assim que revisar o que aprendeu. Para Ausubel, existem dois fatores muito importantes na construção de um novo conhecimento, a pré-disposição do aluno em aprender e o conceito antigo, que o estudante irá interligar com o que está aprendendo, internalizando o novo conteúdo. Assim, “para aprender de maneira significativa o aprendiz deve querer relacionar o novo conteúdo de maneira não-literal e não-arbitrária ao seu conhecimento prévio” (MOREIRA, 1997, p.10)

Na Teoria da Aprendizagem Significativa o aluno aprende realizando conexões entre o antigo e o novo: quando aprende um novo conceito, ele ligará ao antigo, relacionando-os e construindo uma espécie de “teia mental”, uma espécie de organização do pensamento.

Nessa teoria de aprendizagem não existe exatamente o que chamamos de “erro”. Ausubel denomina as conexões errôneas que os alunos fazem de Concepções Alternativas. Uma espécie de modelo que o aluno cria para tentar explicar o que vê de forma simples, sem necessariamente ser a explicação cientificamente aceita do fenômeno. Quando há uma concepção alternativa, um conceito aprendido de forma errada, é muito difícil destruí-la para construir um novo conceito que seja cientificamente aceito. Para Ausubel esta concepção é muito importante, pois através dela podemos saber de onde partir e criar um material que, em potencial, proporcione uma aula significativa para o aluno. Um material potencialmente significativo é aquele que usa de organizadores prévios de pensamento, levando em consideração as concepções alternativas dos alunos chegando à construção do novo conceito. De acordo com Moreira (1997), “o material potencialmente significativo é aquele que é relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não-literal.” (LARA & SOUZA, 2009)

Com isso, deve-se frisar que em aulas experimentais, é importante que o aluno faça parte da construção do conhecimento, não só observando o professor fazer, mas também podendo agir durante a aula. Esse passo é importante para o surgimento de dúvidas na exploração da aula experimental e prática, fazendo com que se instigue em buscar soluções e desenvolva o interesse por fenômenos científicos, e, conseqüentemente, pelas aulas de ciências.

As aulas demonstrativas [assim como as experimentais] são um importante recurso, entretanto, é preciso a participação do aluno e não apenas tê-lo como observador passivo. A atividade prática demonstrativa implica a idéia da existência de verdades definidas e formuladas em leis já comprovadas, isto é, de uma ciência de realidade imutável. Por outro lado, a atividade prática, como resolução de problemas e comprovação de hipóteses, pode trazer uma concepção de ciências diferente, como interpretação da realidade, de maneira que as teorias e hipóteses são consideradas explicações provisórias. Nesse caso, estabelece-se maior contato do aluno com experimento, com atitude científica (Abou Saab & Godoy, 2008)

Muitos professores podem até dizer que os experimentos não acontecem em suas aulas por falta de um laboratório nas dependências da escola, por exemplo, mas hoje se sabe que é possível realizar uma aula experimental com todos os alunos participando até mesmo dentro da sala de aula, com materiais simples e de fácil acesso. De acordo com Santos e Castilho (2010) os professores muitas vezes imaginam a necessidade de trabalhar em um laboratório com materiais sofisticados para realização de aulas práticas, acreditando que seja impossível experimentação apenas com os recursos disponíveis. É preciso buscar alternativas para estas situações, como o uso de experimentos dentro ou fora de sala de aula, engajando os alunos na confecção dos dispositivos.

O presente trabalho tem como objetivo sugerir experimentos e formas de utilizá-los por professores da educação básica nas aulas de física. Para tanto, os experimentos sugeridos nesse trabalho abordam o tema óptica geométrica, que geralmente é tratado no ensino médio no momento



da abordagem da unidade de óptica. Apesar do caráter muitas vezes abstrato os alunos estão cercados por física, incluindo a óptica geométrica, em praticamente todos os momentos de sua vida. Porém, muitas vezes os alunos não conseguem perceber essa situação, o que pode gerar a desmotivação em entender a óptica geométrica.

É comum se ouvir falar na história do pote de ouro no fim do arco-íris, que afirma que caso se alcance o final do referido fenômeno óptico será encontrado um pote cheio de ouro que proporcionará a riqueza. Ou ainda, muitos dos discentes já devem ter se perguntado o porquê de uma estrela piscar no céu noturno. A partir desses fatos é percebido que a óptica geométrica está presente no cotidiano dos alunos, apesar dos conceitos relacionados a ela ser abstrato.

Provavelmente, histórias e fatos como os relatados despertam a curiosidade do aluno, podendo ser uma espécie de âncora para o aprendizado de conceitos físicos. Assim, para que o aluno se motive com o conteúdo, o professor pode lançar mão de perguntas curiosas que estão relacionados ao cotidiano dos alunos. A pergunta e a sua resposta poderá ser o tema principal que conduzirá a aula, ou seja, por meio desse mecanismo o professor introduzirá novos conceitos e ao final de determinado período, os alunos podem construir a resposta para a pergunta principal.

As respostas, por exemplo, para as indagações acima podem ser um bom tema para as aulas de física, pois permite que os alunos tenham que aprender o que é luz e como ela se comporta, também consiga diferenciar reflexão, refração e absorção antes que entendam os fenômenos do arco-íris e o fato de as estrelas brilharem. Entretanto, é necessário que a definição desses conceitos esteja em uma linguagem clara para o aluno e que sejam utilizadas metodologias que facilitem a aproximação com a estrutura cognitiva dos estudantes, como por exemplo, a utilização de experimento.

### **EXPERIMENTO 1: “COMO O ARCO-ÍRIS É FORMADO?”**

O professor pode utilizar esta aula como organizador prévio, que segundo a teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, serve para preparar a mente do aluno para a aula subsequente (MOREIRA, 1999). Dessa forma, o professor pode utilizar o experimento em um primeiro momento da aula para despertar o interesse do aluno pelo tema abordado. O estudante participando do experimento, vendo os resultados do seu próprio trabalho e criando as próprias hipóteses para os resultados, pode construir e reconstruir seus conhecimentos, aliando aos fenômenos do cotidiano. Desse modo, o experimento sugerido poderá ser utilizado na prática docente, visando aprimorar a discussão sobre a possibilidade de uma aula experimental no ensino, onde os alunos atuam como construtores do próprio conhecimento.

Esse experimento pode ser utilizado no ensino médio ou fundamental, dependendo da profundidade em que o professor dará a explicação de luz. Na ocasião da abordagem da óptica geométrica no ensino fundamental o professor pode tratar de assuntos como o resultado da mistura das cores, ou seja, a luz branca. Em óptica se aprende que a luz que se recebe do sol diariamente não é amarela, como alguns alunos podem achar, e sim branca e que esta luz produz todas as cores do arco-íris.

No experimento 1, denominado de “Como o arco-íris é formado”, está sendo proposta uma aula de física para o ensino médio, onde os temas frequência, comprimento de onda e refração podem ser abordados, por exemplo. Sendo assim, a pergunta inicial para a utilização desse experimento pode ser “Como o arco-íris se forma?”. Para a realização desse experimento em aula, é importante que o professor entenda alguns conceitos, conforme descritos abaixo.

Quando a luz do sol chega às moléculas de água que ficam na atmosfera, sofre um desvio e muda sua velocidade, surgindo o arco-íris. Para entender o espectro eletromagnético, é importante compreender que no vácuo, todas as ondas (visíveis e não visíveis) se propagam com a mesma rapidez, porém em frequências diferentes. O espectro que parte de ondas com frequências baixas até ondas de alta frequência, como as de rádio até os raios gama, passa pelo comprimento visível ao olho humano – que compõem menos de 1% do espectro – as cores. Estas diferenças nas frequências mudam o comprimento de onda.

Cada tipo de onda tem uma frequência específica, sendo essa uma característica da mesma. A frequência está presente nos movimentos dessas ondas e representa o quanto uma onda oscila em um período de tempo específico, ou seja, o tempo que a onda demora a completar um ciclo. As frequências diferentes significam também comprimentos de onda diferentes e são inversamente proporcionais, se um comprimento de onda é grande, a frequência é baixa.

Então, quando não está no vácuo e sim em meios não-homogêneos, o raio de luz sofre desvio no momento em que troca de meio, o que se define como refração. Pode-se saber o quanto um raio de luz desviará de acordo com o índice de refração, pois cada meio tem um índice de refração diferente, como o ar e água, por exemplo. Neles a luz viaja com velocidades diferentes. Isso fica claro ao se colocar um lápis dentro de um copo com água até a metade e observar a refração pelo lado do copo, sendo esse o princípio da formação do arco-íris.

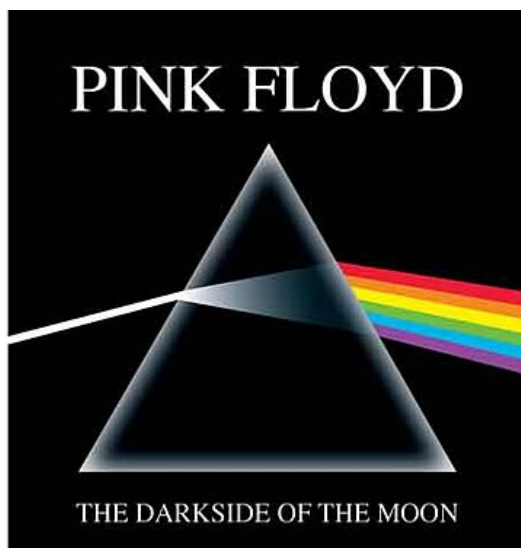
Para a realização desse experimento é importante que os alunos sejam divididos em pequenos grupos, para que assim, seja possível a construção de seu próprio arco-íris. Aconselha-se utilizar experimentos no início da aula, instigando os alunos a querer saber o que acontece e só então expor o conteúdo, sempre se referindo ao experimento. Isso faz com que os alunos busquem respostas para o experimento que realizaram. Apesar do nome desse experimento ser “Como o arco-íris é formado”, é interessante que não se coloque esse nome no roteiro, para que os alunos façam suas observações e cheguem à conclusão do que aconteceu com a luz branca no decorrer das atividades. Ao seguir o roteiro, o aluno fará anotações antes e depois do experimento, esse exercício servirá de apoio à observação da evolução conceitual do aluno e da construção do novo conceito, pois estará explicando o que vê e o que entende, podendo comparar o antes e o depois. Abaixo é apresentado o roteiro do experimento.

### *Roteiro do experimento*

1. Organizar os alunos em grupos de 3 ou 4, para que não comprometa a realização da atividade.
2. Dispor para cada grupo os seguintes materiais:
  - Espaço para anotações e respostas (papel, caneta);
  - Espelho pequeno;
  - Recipiente que caiba o espelho (colocaremos apenas parte dele inclinado na borda do recipiente);
  - Fonte de luz (lanterna ou janela)
  - Água.
3. No primeiro momento serão observadas as figuras 01 e 02 e discutido o que se consegue absorver nelas e qual a sua relação entre as mesmas.



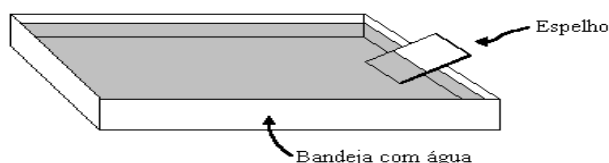
**Figura 01** – Formação de um Arco-Íris. Fonte: <http://pt.forwallpaper.com/wallpaper/rainbow-mitchell-oregon-usa-272860.html>.



**Figura 02** – Capa do CD *PinkFloyd*. Fonte: <http://www.entertainmentearth.com/prodinfo.asp?number=CPPFFM100>.

4. Cada grupo deverá anotar as discussões sobre as figuras, como o que significa cada uma, se elas explicam fenômenos físicos e qual a relação entre elas, caso exista.

5. Cada grupo encherá seu recipiente com água e posicionará o espelho inclinado na borda, com parte para fora da água, de acordo com a figura 03:



**Figura 03** – Esquema do recipiente com água com o espelho posicionado de forma inclinada na borda.

6. A fonte de luz servirá para fazer o fenômeno acontecer quando os raios atingirem o espelho. Se usarmos uma lanterna, ficará mais fácil mirar, mas se os grupos estiverem usando luz solar, pediremos para que se aproximem da janela e façam com que os raios cheguem até o espelho na parte submersa.

7. Os alunos deverão observar a reflexão dos raios e o que aconteceu com eles durante o trajeto, discutindo entre si.

8. Em seguida, os alunos deverão responder as seguintes questões do roteiro:

- a) O que acontece com a reflexão da luz e por quê?
- b) Porque precisamos de água neste experimento?
- c) As cores aparecem se não usarmos a água? Por quê?
- d) O que seria o papel da lanterna e do recipiente com água na criação de um arco íris que você vê na rua?
- e) Qual a relação da água e do arco-íris com a capa do CD do Pink Floyd?

9. Depois de anotarem suas respostas, os alunos deverão esperar todos terminarem para então discutirem as hipóteses levantadas.

10. Após a exposição do conteúdo o professor deverá retomar as respostas dadas para as questões e observar as mudanças conceituais nas respostas.

Algumas respostas para as questões propostas roteiro do experimento são sugeridas abaixo.

A luz do sol ou da lanterna chega até a água antes de refletir, pode ser obtido o arco-íris, pelo fato de água estar no caminho do raio de luz. Caso a água não estivesse no caminho, não se obteria o arco-íris, pois se teria uma reflexão normal. Porém, na situação ocorrida no experimento ocorre a refração, permitindo visualizar o arco-íris.

É importante lembrar que dentro da óptica geométrica se está tratando de raios de luz, não da luz isoladamente como partícula ou onda. Dentro dos três princípios da óptica geométrica (independência dos raios luminosos, reversibilidade dos raios e propagação retilínea dos raios) se pode mostrar como cada lei funciona no experimento. Cada raio de luz que tocará o espelho seguirá seu trajeto independentemente, com a reversibilidade dos raios é possível colocar a fonte de luz no ponto 1 e ver o arco-íris no ponto 2, e logo depois colocar a fonte no ponto 2 para ver o arco-íris ser projetado no ponto 1, e, por fim, podemos ver claramente a refração que acontece quando o raio luminoso toca a água, mostrando a luz viajando em um meio não-homogêneo, e demonstrando o princípio de propagação retilínea dos raios.

O arco íris que se vê na rua segue o mesmo princípio, sendo as moléculas de água da atmosfera e a luz do sol que o produzem. Uma dica é também salientar que o fato de o pôr-do-sol ser vermelho ou meio laranja usa o mesmo fenômeno da refração da luz, a maioria das moléculas em uma posição que reflete a luz do sol que já está baixo, faz com que a luz refrate num ângulo que deixe o céu avermelhado, pois muda o seu comprimento de onda.

Quando se olhar as imagens novamente, pode-se perceber que a capa do CD do *Pink Floyd* pôde ser inserida nesse eixo didático pelo fato de seguir exatamente o mesmo princípio. O raio de luz precisa passar por um prisma para espalhar as cores, sendo ele uma pirâmide de vidro ou gotas de água.

Em um experimento simples como esse, o aluno tem a possibilidade de executar as atividades, além de observar. Assim, o discente se sentirá curioso pelo que viu e pelo que fez acontecer com a reflexão dos raios solares. E com esse experimento, o professor pode abranger tópicos como: luz, espectro eletromagnético, frequência, comprimento de onda, reflexão, refração, além de muitos sub-tópicos da óptica.

## **EXPERIMENTO 2: “ONDE ESTÁ A MOEDA?”**

Com este experimento é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos que podem ser utilizados antes da exposição do conceito de refração. Ausubel afirma que o conhecimento prévio é preexistente na estrutura cognitiva de quem aprende que neste caso são os estudantes (MOREIRA, 1999). Essa premissa é muito importante para que ocorra a aprendizagem significativa, uma vez que é necessário que o novo conteúdo se relacione com os conceitos pré-existentes do aluno, ou seja, o estudante terá um desenvolvimento conceitual se as novas informações estiverem claras e que possam modificar a estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 1999).

Os materiais utilizados para realizar este experimento são: uma moeda, água e dois copos coloridos descartáveis. O professor pode substituir o copo por uma xícara ou outro recipiente, mas que não seja transparente.

Para os procedimentos da atividade experimental se deve colocar uma moeda no fundo do copo descartável (Fig. 04a) e então a pessoa deve se afastar até que a moeda pare de ser vista pela borda do recipiente (Fig.04b). A seguir, outra pessoa deve colocar água no copo, mas com cuidado, pois a água deve ser colocada devagar no copo de modo que não mexa a moeda do lugar.



**Figura 04** – Experimento para demonstrar o conceito de refração.

Com esse experimento poderá ser observado que à medida que se vai colocando a água no copo é possível ver a moeda, mesmo ela não tendo saído do lugar onde a colocamos. Assim, esse experimento pode auxiliar na compreensão do que seria a refração e assim, ajudar o aluno a conseguir responder a pergunta-tema da aula, “Onde está a moeda?”. O docente pode estimular os alunos a pensarem como esse experimento pode se relacionar com a luz das estrelas, por exemplo.

As estrelas estão sempre emitindo a mesma luz, mas o seu piscar é provocado pela refração que ocorre sempre quando a luz sai do vácuo e chega à atmosfera terrestre. Isso pode ser relacionado com o experimento de forma que a luz sai do ar e chega à água e então sofre o desvio, e assim é possível ver a moeda. A luz que sai do ar e entra na água representa a luz saindo do vácuo e chegando à atmosfera.

Ao final do experimento o professor pode fazer questionamentos aos alunos, como, por exemplo: O que acontece ao colocar água no copo? E por que isso ocorre?

A explicação sugerida para essas perguntas é que o fato de só se conseguir ver a moeda depois de colocar a água, ocorre quando o raio de luz muda de um meio para o outro, que nesse caso passa do ar para a água, nesse momento o raio sofre desvio, permitindo assim a visualização da moeda.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve por objetivo dar uma contribuição para uma aula de Ciências no tocante ao uso de experimentos, de modo que sirva de incentivo ao ensino prático para a formação dos alunos. Iniciativas simples como os experimentos sugeridos, podem despertar o interesse dos estudantes em aprender o novo conteúdo, que poderia ser considerado desmotivante.

Com essa discussão, foi possível perceber que um dos problemas enfrentados hoje pelo professor em sala de aula é conseguir chamar a atenção dos alunos de forma que se interesse pelo conteúdo e se instigue a procurar mais, movido pela curiosidade sobre os fenômenos científicos que, muitas vezes, convive diariamente, mas não sabe. Mesmo com acesso aos experimentos e demonstrações fáceis e de recursos encontrados em casa ou na própria escola, pois não se precisa ir muito longe para observar fenômenos, muitos professores tendem a dizer que a falta de um laboratório é um motivo para não fugir da rotina escolar.

Deve-se lembrar de que o aluno muitas vezes sabe que existem recursos didáticos diferenciados para a abordagem dos conteúdos, cabendo ao professor o desafio de instigar o aluno a querer ir atrás dos novos conhecimentos e aprender um pouco mais, ou rever o que teve em sala de aula. O docente deverá encontrar um equilíbrio entre modalidades didáticas diferentes, buscando um meio de que o aluno interaja, relacione e construa seu próprio conhecimento.

Com as propostas aqui apresentadas se espera que os professores possam utilizá-las em seu fazer pedagógico, podendo modificar os experimentos ou até mesmo o tema proposto. A real intenção é de que por meio de uma pergunta curiosa e que chame a atenção dos alunos, seja possível aprender o novo conhecimento científico por meio dos experimentos.

As pessoas praticam mais a cidadania quando agem de forma crítica. Ensinar Ciência não se trata apenas de expor conhecimentos, mas de criar o hábito de questionar tudo, e até ela mesma e assim desta forma, o aluno possa se tornar um cidadão crítico.

## REFERÊNCIAS

- ABOU SAAB, L. A.; GODOY, M. T.; **Experimentação nas Aulas de Biologia e a Apropriação do Saber**; Paraná, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/446-4.pdf>> Acesso em 2 de mai. 2015.
- ARAUJO, M. S. T. ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 2003, vol.25, n.2, pp. 176-194. ISSN 1806-9126.
- AUGUSTO, T. G. S.; AMARAL, I. M. Concepções de Professoras das Séries Iniciais, em Formação em Serviço, sobre a Prática Pedagógica em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19(1), p. 163-176, 2014.
- BEVILACQUA, G. D. COUTINHO-SILVA, R. O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação. **Ciências & Cognição**, v.10, p. 84-92, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v10/m317138.pdf>>. Acesso em 15 de mai. 2015
- ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. Burgos, España. **Anais...** MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente, 1997. Actas del.. pp. 19-44. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>> Acesso em 2 de mai. 2015.
- LARA, A. E., SOUZA, C. M. S. G.; O Processo de Construção e de Uso de um Material Potencialmente Significativo visando a Aprendizagem Significativa em Tópicos de Colisões: Apresentações de Slides e um Ambiente Virtual de Aprendizagem, **Experiências em Ensino de Ciências – V4(2)**, pp.61-82, 2009. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID82/v4\\_n2\\_a2009.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID82/v4_n2_a2009.pdf)>. Acesso em 2 de mai. 2015.
- LIMA, J. H. G.; SIQUEIRA, A. P. P.; COSTA, S. A utilização de aulas práticas no ensino de Ciências: um desafio para os professores. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 2, 2013, p.486-495.
- MARANDINO, M.; SELLES. S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- MONTEIRO, M. et al. Proposta de Atividade para Abordagem do conceito e Entropia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2: p. 367-378, ago. 2009.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 1ª edição, Porto Alegre, 2009
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- OLIVEIRA, J. R. S.; Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de Ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, p.139-153, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31/28>> Acesso em 10 de mai. 2015.
- REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C.; O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9, 2012.
- ROSA, Á. B.; ROSA, C. T.W. Aulas experimentais na perspectiva construtiva: proposta de organização do roteiro para aulas de Física. **Física na Escola**, v.13, n. 1, 2012.
- SANTOS, J. F.; CASTILHO, W. S. O Laboratório De Física Nas Escolas Publicas De Ensino Médio De Palmas – Tocantins; Anais Eletrônicos - 1ª Jornada De Iniciação Científica E Extensão

Do IFTO, 2010. Disponível em < <http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/14-O-LABORAT%C3%93RIO-DE.pdf>> Acesso em 2 de mai. 2015

## INVESTIGAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO LIVRO PARADIDÁTICO ALICE NO PAÍS DO QUANTUM

**Caroline Machado** [mc.carol@gmail.com]

*Escola Estadual de Ensino Médio Mestre Santa Bárbara.*

*Rua Ettore Giovanni Perizzolo, n° 463, 95700-000, Bento Gonçalves, RS - Brasil.*

**Paulo Vinícius Rebeque** [paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.*

*Campus Bento Gonçalves, 95700-000, Bento Gonçalves, RS - Brasil.*

### Resumo

O ensino da Física no Ensino Médio tem se restringido ao ensino tradicional, sistema no qual os educadores explicam os conteúdos, apresentam exemplos e entregam uma lista de exercícios para que os alunos a resolvam. Com objetivo de repensar criticamente o modelo de currículo e didático de Física no Ensino Médio, relatamos neste trabalho uma abordagem diferenciada para desenvolver tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio utilizando o livro paradidático *Alice no País do Quantum*. Nossa pesquisa consistiu em investigar potencialidades da inserção de tópicos de FMC em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do município de Bento Gonçalves. Para a elaboração da metodologia de ensino, realizamos um levantamento do perfil dos alunos, principalmente no que diz respeito ao contato com tópicos de FMC na escola ou em outros ambientes. Na sequência, tomando o livro paradidático como referência, realizamos com a turma atividades individuais (perguntas em um questionário) e em grupo (elaboração e apresentação de seminários). Nossos resultados indicam que há uma grande dificuldade na abordagem da FMC no Ensino Médio, muito em função da Mecânica Clássica ser o conteúdo com maior foco nesse nível de ensino. Outro ponto importante diz respeito à rotina do livro didático em sala de aula, tal prática provoca certa resistência na proposta de utilização do livro paradidático. Nesse contexto, destacamos que propor atividades diferenciadas em sala de aula pode contribuir para o interesse dos alunos, bem como criar uma dinâmica de aula aberta e participativa.

**Palavras-chave:** livro paradidático; Física Moderna e Contemporânea; Ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) abordam, entre tantos assuntos, a questão da reestruturação curricular da Física nas Escolas e o objetivo do ensino dessa disciplina da seguinte maneira: “É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 2000, p. 23).

Não obstante, aparentemente, ano após ano, as escolas estão replicando seus currículos sem a devida reflexão do “para que” ensinar um ou outro conteúdo, sem vislumbrar o objetivo do ensino de Física. Da mesma maneira, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM+) abordam a necessidade de pensar o currículo a partir do “para que” ensinar Física:

[...] quando se toma como referência o “para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante (BRASIL, 2002, p. 61).



É evidente a necessidade de uma reflexão pelos docentes atuantes e também futuros docentes de Física sobre o currículo a ser adotado nas escolas, bem com o modelo tradicional das aulas de Física. Ademais, devido ao tempo insuficiente para se lecionar a quantidade de conteúdos previstos na grade curricular dessa disciplina, a escolha do conteúdo a ser abordado e sua metodologia de ensino é de grande importância. Nesse sentido é preciso ter em mente que não há um manual ou formulário, tampouco um padrão correto a ser seguido. Como bem questiona o PCNEM+, é necessário refletirmos sobre que tipo de cidadãos queremos formar:

E como identificar quais competências são essenciais para a compreensão em Física? De novo, não projetando o que um futuro engenheiro ou profissional em telecomunicações precisarão saber, mas tomando como referência um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico, complexo e em transformação (BRASIL, 2002, p. 62).

Com o objetivo de desenvolver em sala de aula conteúdos de Física que dificilmente são estudados no Ensino Médio, além de utilizar metodologias de ensino que fogem à tradicional aula expositiva de conteúdos e resolução de exercícios, nosso trabalho investigou as potencialidades de inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio a partir da abordagem do livro paradidático *Alice no País do Quantum*.

Nossa motivação para este trabalho surgiu da necessidade, bastante citada pelas pesquisas em Ensino de Física, de se pensar criticamente o modelo curricular e didático do Ensino Médio:

O modelo curricular e didático que é base dessa escola de Ensino Médio, por se pautar fundamentalmente na fragmentação, na repetição de conteúdos, de conceitos e saberes, negligencia a própria forma humana de produção do conhecimento, ignora as características do desenvolvimento humano e as concepções interacionistas de aprendizagem (AZEVEDO e REIS, 2014, p. 25).

Por isso, CARVALHO *et. al.* (2010) reforça a ideia de que formar alunos no Ensino Médio preparados somente para realizarem uma seleção de vestibular já não tem sido agregador para a sociedade atual, faz-se necessário a formação de um aluno-cidadão, capaz de tomar decisões conscientes de suas responsabilidades. Segundo a autora:

No momento em que vivemos, mais do que nunca é necessário preparar os estudantes para reconhecer informações, discriminar e selecionar aquelas que são relevantes para sua vida, perceber como certos acontecimentos têm relações e interagem com seu cotidiano, ser capaz de analisar e tomar decisões sobre assuntos que possam afetá-los de algum modo (CARVALHO *et. al.*, 2010, p. 2).

Assim sendo, o ensino de Física deixa de ser a mera apresentação de conceitos e fórmulas e passa a ser um processo em que os estudantes se engajam na construção de seus conhecimentos, investigando situações, coletando dados, levantando hipóteses, debatendo em busca de padrões que possam gerar uma explicação.

## **POR QUE INSERIR FMC NO ENSINO MÉDIO?**

A inserção de FMC no Ensino Médio consolidou-se nos últimos anos como uma forte tendência de renovação curricular na área de Pesquisa de Ensino de Física. Atualmente, está cada vez mais presente a discussão sobre a necessidade da introdução desses conteúdos no ensino médio. Segundo Terrazan (1992):

A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola do 2º grau (TERRAZAN, 1992, p. 210).

O aprendizado da FMC está se mostrando imprescindível em diversos pontos de um currículo escolar, visto que nos currículos atuais, os alunos não têm contato com nenhum conceito físico posterior ao ano de 1900. Por isso a necessidade de inserir FMC nos currículos escolares, não apenas por curiosidade, mas como uma Física que surge para explicar fenômenos que a Física Clássica não explica.

Terrazan e Strieder (1997) afirmam que os currículos das escolas brasileiras permanecem sem alterações, seguindo o modelo tradicional de educação e não passando de meras listas de conteúdos. Quanto à elaboração do plano pedagógico docente, o autor defende que se constituem em cópia de índices dos livros didáticos, restando ao professor apenas executá-los mecanicamente em sala de aula.

Há aproximadamente duas décadas, pesquisas vem sendo realizadas na área de inserção de FMC no Ensino Médio, estando já consolidadas e conferindo legitimidade ao tratamento desta questão. Por isso acreditamos que o que deve ser discutido atualmente é como se deve inserir a FMC e não mais por que fazê-lo.

## O LIVRO PARADIDÁTICO

Os Livros Paradidáticos são livros apresentados em forma temática que têm a intenção de ensinar, porém, de forma lúdica, apoiados em textos que envolvem os temas a serem explorados. Segundo Souza (2013) esses livros passaram a ser difundidos no Brasil a partir da década de 70.

Diferentemente dos livros didáticos convencionais, os livros paradidáticos não seguem uma seriação ou sequência de conteúdos, conforme recomenda o currículo oficial. Normalmente são adotados no processo de ensino e aprendizagem como fonte de pesquisa e de apoio às atividades educacionais.

A leitura e interpretação do livro *Alice no País do Quantum* não proporciona apenas a inserção da FMC, mas também estimula os alunos a descobrirem ou redescobrirem o hábito da leitura que há muito vem sendo esquecido. Afinal, "... não se pode ignorar a crise de leitura no mundo contemporâneo, que atinge de forma dramática as salas de aula, nas escolas de ensino médio e também no nível universitário. O livro didático, muitas vezes, constitui a única forma de literatura presente na escola" (Souza, 2005, p. 2).

Assis e Teixeira (2003), por exemplo, defendem a inserção de textos alternativos para tratar de conceitos abstratos como a FMC, e ressaltam a necessidade da criação do hábito da leitura entre os alunos do ensino médio. De acordo as autoras:

Considera-se ainda que a criação do hábito de leitura nas escolas é fundamental, tanto para um aprimoramento das atividades pedagógicas utilizadas pelo professor, como para a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos científicos (ASSIS e TEIXEIRA, 2003, p. 3).

Além disso, as autoras também entendem que a utilização do livro paradidático torna o ensino mais leve e divertido, sendo que a estrutura dos textos não é linear, diferenciando-se dos livros didáticos costumeiramente utilizados em sala de aula. Esses textos estabelecem relações entre

vários assuntos, de forma desfragmentada, tornando possível a interdisciplinaridade, uma vez que permite a articulação de conteúdos de outras disciplinas.

Para Assis e Teixeira (2003):

Dessa forma, em virtude dessa abordagem interdisciplinar, a leitura pode viabilizar a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como corroborar para uma visão mais abrangente do mundo, contribuindo assim para a formação de um aluno em condições de refletir sobre atitudes relacionadas à cidadania, incorporando uma postura mais dinâmica e comprometida com a sua realidade (ASSIS e TEIXEIRA, 2003, p. 3).

Esse tipo de leitura possibilita ainda uma formação emancipatória, em que o estudante pode ser instrumentalizado e interagir reflexivamente e criticamente na sociedade. Afinal, é dever da educação possibilitar ao aluno a autonomia para aprender, sendo que nas etapas posteriores à escola, os mesmos terão desafios em que precisarão buscar soluções e promover o aprendizado sem que necessariamente haja um mediador.

## METODOLOGIA DE PESQUISA

Nossa pesquisa foi desenvolvida por meio do contato direto e dinâmico com ambiente de coleta de dados, característica básica que configura a pesquisa qualitativa (Lüdke e André, 2007). Os dados foram coletados, por meio de observações diretas, questionários respondidos pelos alunos, gravações de áudio e anotações em um diário de campo, durante a realização das aulas de tópicos FMC com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do município de Bento Gonçalves. Os dados foram analisados seguindo os procedimentos característicos da análise de conteúdo que, segundo Bardin (2007), deve ser organizada em torno de três polos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos.

Para a elaboração da metodologia de ensino, realizamos uma pesquisa para levantar o perfil dos alunos da instituição, entender se estão na idade adequada com a série, se participam de algum curso pré-vestibular e, em especial, se já tiveram contato com tópicos de FMC em outros ambientes.

De modo geral, dividimos os trabalhos realizados em sala de aula em duas etapas, uma individual e outra em grupo. A primeira consistiu na leitura dos três primeiros capítulos do livro paradidático *Alice no País do Quantum*, a saber: 1. No País do Quantum, 2. O Banco Heisenberg e 3. O Instituto de Mecânica do livro. Posteriormente aplicamos um questionário que envolvia perguntas sobre os principais tópicos de FMC abordados ao longo dos capítulos (ver tabela 1). Já na segunda etapa, a turma se dividiu em grupos com o objetivo de organizarem um seminário sobre os seguintes tópicos: O Princípio da exclusão de Pauli, O Princípio da Incerteza de Heisenberg, Dualidade onda-partícula e Superposição de estados (o gato de Schrödinger).

Quanto à primeira etapa, foi dado o período de 30 dias para os alunos fazerem a leitura dos capítulos. Na sequência o questionário foi entregue aos alunos, sendo dado um prazo de 15 dias para a entrega das respostas. Destacamos que nesta etapa, os alunos não haviam tido nenhum contato com os conceitos de FMC nas aulas de Física da escola. Dessa forma o questionário foi respondido com base na consulta do livro e/ou outras fontes.

Durante o desenvolvimento das atividades, a professora se colocou à disposição para os alunos tirarem dúvidas, pedir auxílio e conversar sobre os conceitos de FMC. Quanto ao seminário, cada grupo teve liberdade para organizar sua apresentação por meio de slides, vídeos, simulações ou outra ferramenta que julgasse necessária.

**Tabela 1** - questionário aplicado aos alunos<sup>1</sup>.

<b>Citações do Livro</b>	<b>Questões</b>
[...] <i>Alice percebeu que nenhum dos vagões levava mais do que dois elétrons.</i>	<b>01.</b> A qual princípio da Mecânica Quântica esta frase está se referindo? Explique.
<i>Mas quanto mais devagar se movia, mais se expandia para os lados e mais difuso ia ficando. Naquele momento, apesar de não se mover rapidamente, ele estava tão indefinido e tão fora de foco que Alice não conseguia vê-lo com mais clareza do que antes.</i>	<b>02.</b> A qual princípio da Mecânica Quântica esta frase está se referindo? Explique.
<i>Bem, não é assim que fazemos aqui em Quantum. Aqui não podemos controlar onde cada tijolo vai, apenas a probabilidade de que irá para um lugar ou outro. Isto quer dizer que quando há poucos tijolos, eles podem cair em quase todos os lugares e então não parecem ter nenhum tipo de padrão. Quando seu número aumenta, porém, você descobre que só há tijolos onde há alguma possibilidade de que eles estejam lá; e onde a probabilidade é maior, é onde haverá mais tijolos.</i>	<b>03.</b> Discuta esta passagem do texto relacionando-a com o experimento da dupla fenda realizado com elétrons.
[...] <i>Ah, isso é diferente! Claro, se eu vejo você passando por uma porta, você então passará por essa porta, mas se eu não a vir, é bem possível que você tenha passado por qualquer uma das portas.</i> [...] <i>Não precisa se preocupar com onde você vai parar. A interferência cuida disso!</i>	<b>04.</b> Relacione as ideias contidas nestas duas frases com o processo de medição realizado para se descobrir por qual fenda passa um elétron no experimento da dupla fenda.
[...] <i>Como eu já disse, gosto das coisas claras, com a causa sendo seguida pelo efeito, com tudo muito claro e previsível. Para dizer a verdade, muitas coisas que acontecem aqui não fazem o menor sentido para mim.</i>	<b>05. a)</b> Qual característica da Mecânica Clássica está sendo apresentada nesta passagem do texto? Relacione com o instante em que o Mecânico Clássico realiza sua jogada na mesa de bilhar? <b>b)</b> Que aspecto característico da detecção de partículas na Mecânica Quântica pode ser explicado pela forma como o Mecânico Quântico realiza sua jogada?

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos a seguir uma análise das respostas dos alunos ao questionário e, na sequência, comentários sobre as apresentações do seminário pelos grupos.

Quanto às questões 01 e 02, concluímos que dos 23 dos alunos que responderam ao questionário, 16 conseguiram identificar que a primeira questão se referia ao Princípio de exclusão de Pauli, enquanto que a segunda questão se referia ao Princípio da incerteza de Heisenberg. Já os outros 7 alunos inverteram a resposta, isto é: associaram a primeira questão como o Princípio da incerteza de Heisenberg e a segunda questão com o Princípio de exclusão de Pauli.

Apresentamos na tabela abaixo algumas respostas às duas primeiras questões:

<sup>1</sup> Este questionário foi o mesmo utilizado pelo professor da disciplina de Física Moderna e Contemporânea I do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. O professor autorizou a utilização do questionário para a presente pesquisa.

**Tabela 2** - Algumas respostas dos questionários quanto às duas primeiras questões.

	Alunos	Respostas
Questão 01	Aluno 14	Esta frase está se referindo a exclusão de Pauli, que impede que haja mais do que dois elétrons no mesmo estado.
	Aluno 18	Refere-se ao princípio de Pauli, que proíbe que elétrons façam a mesma coisa ao mesmo tempo, o que inclui ocupar o mesmo espaço, ou seja, um orbital deve possuir no máximo dois elétrons, cheios e completos, de spin contrários, um para cima e outro para baixo.
	Aluno 25	Elétrons são absolutamente idênticos e obedecem ao princípio da exclusão de Pauli, que impede que haja mais do que um elétron no mesmo estado (ou dois, quando você inclui as diferentes direções possíveis para o spin).
Questão 02	Aluno 14	Princípio da incerteza de Heisenberg; nenhuma partícula pode ter valores bem definidos para posição e velocidade ao mesmo tempo.
	Aluno 20	Esta frase faz referência ao princípio de incerteza de Heisenberg, onde seu criador diz que: nenhum corpo ou partícula pode ter sua velocidade e posição exatamente definidos.
	Aluno 28	Refere-se ao princípio da incerteza de Heisenberg, onde diz que nenhuma partícula pode ter valores bem definidos para a posição e velocidade ao mesmo tempo, uma partícula não pode permanecer estacionária em uma determinada posição, já que esta tem uma velocidade bem definida sua velocidade possui valor de zero.

Na questão 03 encontramos explicações sobre a distribuição de probabilidade, mas sem relacioná-la com o experimento da fenda dupla (o que de fato pedia a questão). Essas respostas nos indicam que os alunos conseguiram definir de maneira satisfatória a ideia de distribuição de probabilidades, no entanto não apresentaram a relação com o experimento da fenda dupla. Tal padrão nas respostas dos alunos pode ser compreendido pelo fato desses conteúdos não terem sido trabalhados nas aulas de Física até então. Nesse sentido, as respostas dos alunos são de grande importância para o professor conduzir suas próximas aulas sobre os tópicos de FMC III.

Já na questão 04, vários alunos responderam de modo similar ao aluno 10:

**Aluno 10:** Partículas que podem tomar diferentes direções existem como uma soma de amplitude. Cada direção possível contribui com uma amplitude para o comportamento da partícula ou elétron e todas as amplitudes existem juntas. As distintas amplitudes podem interferir, combinando-se e concentrando-se em regiões que aumentam a probabilidade de se encontrarem elétrons ali. Em outros locais, podem se cancelar para diminuir a probabilidade de encontrar partículas. A interferência é, classicamente, uma propriedade de onda. Elas ocorrem quando amplitudes de diferentes fontes se encontram e combinam-se somando em alguns lugares e subtraindo ou cancelando em outros. A interferência requer distribuições extensas e sobrepostas. Na Física Clássica, partículas ocupam uma determinada posição e não produzem interferência.

Encontramos na maior parte das respostas uma preocupação dos alunos em transcrever passagens explicativas do livro sobre o fenômeno, mas poucos foram os alunos que se arriscaram, ainda que de forma equivocada, a comentar sobre o processo de medição realizado para se descobrir por qual fenda passa o elétron e suas implicações.

Na última questão do questionário, observamos uma maior dificuldade dos alunos em responderem os itens a) e b) dessa questão. Na primeira alternativa alguns alunos responderam equivocadamente o princípio da interferência, embora tenham descrito corretamente o fenômeno da mecânica clássica. Já na segunda alternativa, sete alunos não conseguiram responder. Porém, os que

responderam conseguiram descrever satisfatoriamente o método da tacada do Mecânico Quântico, bem como relacionar adequadamente os conceitos de interferência e distribuição de probabilidade.

Uma avaliação geral do questionário indica bons resultados não somente quanto a apontarmos respostas corretas ou não, mas principalmente no que se refere à condução das aulas sobre tópicos de FMC como um todo; isto é, o questionário pode orientar o professor na preparação das aulas e de atividades diferenciadas sobre o tema.

Quanto aos seminários apresentados pelos alunos, adotamos uma dinâmica aberta, na qual professor e alunos podiam fazer perguntas ao longo das apresentações. Tendo em vista que assuntos como o princípio da exclusão, o princípio da incerteza, a dualidade onda-partícula ou superposição de estados são complexos e dificilmente abordados em aula de Ensino Médio, optamos por fugir da rotina de aulas expositivas e proporcionar uma participação ativa dos alunos, colocando em debate os tópicos de FMC dos seminários.

De modo geral, além do tópico central de cada seminário, os grupos exploraram fatos da vida e obra dos cientistas citados ao longo do livro, utilizaram vídeos e figuras. Notamos ao longo das apresentações certas dificuldades dos alunos na explicação e na compreensão dos tópicos centrais de cada seminário. No entanto, a dinâmica adotada nas apresentações nos possibilitou realizar algumas intervenções na tentativa de responder as dúvidas dos alunos. Por fim, destacamos que os grupos demonstraram criatividade e empenho ao procurarem diversos materiais didáticos como recurso para as apresentações, o que despertou o interesse da turma como um todo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho teve o objetivo desenvolver uma metodologia diferenciada em sala de aula na inserção de tópicos de FMC no Ensino Médio, rompendo com o modelo tradicional de Ensino de Física, por meio da utilização do livro paradidático *Alice no País do Quantum*. Destacamos que a FMC no Ensino Médio já é defendida a muito tempo por pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Física. Por outro lado, poucos trabalhos que investigam as potencialidades do uso do livro paradidático na sala de aula são encontrados na literatura.

Nossos resultados indicam que há uma grande dificuldade na abordagem da FMC no Ensino Médio, muito em função da Mecânica Clássica ser o conteúdo com maior foco nesse nível de ensino. Outro ponto importante diz respeito à rotina do livro didático em sala de aula, tal prática provoca certa resistência na proposta de utilização do livro paradidático. Nesse sentido, ministrar aulas expositivas sobre FMC seguindo rigorosamente o livro didático pode não despertar o interesse dos alunos quanto ao estudo de FMC. Desenvolver atividades que fogem ao modelo de aula expositiva, por outro lado, pode estimular os alunos e proporcionar um ambiente participativo.

Sendo assim, ressaltamos que a dinâmica envolvida na abordagem de conteúdos de tópicos de FMC, bem como a utilização do livro paradidático, proporcionou aulas dinâmicas com a participação ativa dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de Física. In: IV ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Bauru/SP - UNESP, 2003.
- AZEVEDO, J. C.; REIS, J. T. (org.). **O ensino médio e os desafios da experiência: Movimento da prática**. São Paulo: Fundação Santillana – Moderna, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª Edição, Lisboa: Edições 70, 2007.
- BRASIL, Ministério da Educação **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM+)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: Coleção ideias em ação**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A., Métodos de coleta de dados. In: **\_\_ Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 10ª reimpressão, São Paulo: EPU, 2007, cap. 3, p. 25-32, 38-44.

SOUZA, J. P. Uma introdução dos livros paradidáticos no ensino de Matemática. In: VI CIEM - Congresso Internacional de Ensino de Matemática. **Atas...** Canoas/RS - ULBRA (2013)

TERRAZZAN, E. A. A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

TERRAZZAN, E. A.; STRIEDER, D. M. Planejamentos Didáticos: Uma Agenda de Investigação para o Ensino de Física Moderna na Escola Média. In: XII SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Atas...** Belo Horizonte/MG - UFMG/CECIMIG/FAE, 1997.

## INVESTIGAÇÃO SOBRE A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKY<sup>1</sup>

**Caroline Schmechel Schiavon** [carol\_schmechel@hotmail.com]

**Paola Gay dos Santos** [paolagaydossantos@gmail.com]

**Isadora da Silva Espindola** [isahespindola@bol.com.br]

*Instituto de Física e Matemática – UFPel – Caixa Postal, 354.*

*Campus Capão do Leão, 96001-970, Pelotas, RS – Brasil.*

**Álvaro Leonardi Ayala Filho** [ayalafilho@gmail.com]

*Depto. de Física – UFPel– Caixa Postal, 354.*

*Campus Capão do Leão, 96001-970, Pelotas, RS – Brasil.*

### Resumo

A atividade denominada Oficinas de Física é realizada por alunos dos cursos de Licenciatura em Física e Licenciatura em Matemática integrantes do Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal de Pelotas, grupo PET-Física. A atividade engloba os caracteres de ensino, pesquisa e extensão e consiste na apresentação de uma série de experimentos construídos com materiais de baixo custo para alunos do ensino médio da cidade de Pelotas e região. Neste trabalho apresentamos a pesquisa desenvolvida pelo grupo com o objetivo de investigar o impacto da atividade no processo de formação de conceitos de Termodinâmica por alunos de ensino médio de uma escola da cidade de Pelotas. A pesquisa é desenvolvida no referencial teórico da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. A análise genética da formação de conceitos é investigada através do uso de mapas conceituais elaborados pelos estudantes após a apresentação dos experimentos. Os resultados indicam que os conceitos se formam por um processo de nucleação e que os experimentos promovem o início do processo de construção do conceito, mas não são suficientes para que sejam construídas relações suficientemente genéricas que englobem os principais conceitos da teoria.

**Palavras-chave:** Conceitos Espontâneos Conceitos Científicos.

### INTRODUÇÃO

A atividade “Oficinas de Física” é desenvolvida pelo Grupo PET Física do Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal de Pelotas. Tem como base a apresentação de experimentos construídos com material de baixo custo, com o objetivo de apresentar conceitos de Física para alunos do ensino médio da rede Pública da região de Pelotas-RS. Os experimentos são construídos, planejados e apresentados por graduandos dos cursos de Licenciatura em Física e Licenciatura em Matemática que fazem parte do grupo. De forma geral, as Oficinas têm o objetivo oferecer uma atividade diferenciada das tradicionais aulas de quadro e giz. O grupo observa que o conteúdo programático exigido pelas escolas é muito longo. Com isso os professores acabam apresentando o conteúdo de Física apenas como um conjunto de cálculos áridos dissociados à realidade dos alunos, o que acaba não fazendo sentido algum para eles. De forma geral, a atividade pretende dialogar com o projeto pedagógico do curso, propiciando a ampliação e diferenciação da formação do professor. Nos cursos de formação de professores em Física, o primeiro contato dos graduandos com a escola usualmente ocorre apenas nas disciplinas de estágio, que estão, geralmente, nas etapas finais do curso. Esta situação em que o professor em formação tem contato tardio com a escola contribui para que este primeiro contato seja frustrante para os graduandos que não sabem como lidar com situações rotineiras do cotidiano escolar. Acompanhar a escola desde

---

<sup>1</sup>Trabalho desenvolvido como parte do programa de atividades do grupo PET Física UFPel do Programa de Educação Tutorial MEC/SESu.



cedo auxilia na construção de um olhar crítico do professor em formação para com a sala de aula e a escola em geral.

Esta atividade contempla a integração da tríade - pesquisa, ensino, extensão - proposta pelo Programa de Educação Tutorial. O caráter de ensino é contemplado a partir preparação dos graduandos para a apresentação dos experimentos e pela oportunidade de vivenciar situações de exercícios docentes, o que enriquece a formação dos futuros professores. O caráter de extensão é contemplado pela interação com as escolas da rede pública, nas quais o projeto oferece uma atividade diferenciada aos estudantes de ensino médio, com o propósito de auxiliar na construção dos conceitos abordados. O aspecto de pesquisa foi desenvolvido através de um trabalho de investigação que busca compreender em que medida a apresentação de experimentos contribui na construção e na articulação dos conceitos científicos de Física, investigando os benefícios e os limites dessa prática pedagógica. Neste trabalho, apresentamos um relato dessa pesquisa.

A pesquisa foi realizada à luz da teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. Investigamos como os conceitos espontâneos dos alunos estão relacionados com as respostas que eles buscam para explicar situações físicas específicas. Na apresentação dos experimentos desenvolvemos uma prática dialógica explorando e explicitando o uso dos conceitos espontâneos utilizados pelos estudantes. Neste processo, busca-se conduzir o raciocínio do estudante até provocar a contradição entre as diferentes explicações propostas por eles. Espera-se que o procedimento de explicitar as contradições leve a tomada de consciência sobre o uso dos conceitos espontâneos, contribuindo para a construção dos conceitos científicos.

O tema escolhido pelo grupo para ser abordado na Oficina de Física e desenvolver a pesquisa foi Termodinâmica. Foi dada ênfase no conceito de Calor, por ser um conceito explorado nos currículos escolares e por estar presente nas descrições espontâneas de problemas termodinâmicos. Acreditamos que, ao provocar a contraposição entre o conceito espontâneo e o científico, estimulamos a tomada de consciência sobre o uso e articulação dos conceitos espontâneos. Esse processo cria as condições para a construção do conceito científico, incluindo sua articulação lógica em uma rede com outros conceitos.

Pesquisas realizadas por Gaspar (2015) mostram a validade do uso da teoria Histórico-Cultural de Vygotsky para o entendimento do ensino-aprendizagem na sala de aula. Além disso apresentam resultados satisfatórios relacionados ao uso da apresentação de experimentos como meio auxiliador na construção dos conceitos. Gravações e testes mostram que a experimentação gera nos alunos um interesse pela Física e que, após a apresentação, os estudantes melhoram seu vocabulário científico.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Como já salientamos, esse trabalho de pesquisa foi desenvolvido no referencial da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky (2009). Nessa perspectiva, a construção de um conceito é mais que um hábito mental, é um completo ato de pensamento. Essa construção compreende a generalização e a interconexão deste conceito com outros, sendo que a apropriação de um conjunto de conceitos está ligada ao processo de aquisição de uma linguagem.

Vygotsky (2009) propõe uma diferenciação ente dois tipos de conceitos, os conceitos espontâneos e os conceitos científicos. Os conceitos espontâneos são aqueles ligados diretamente ao cotidiano do sujeito, a situações vivenciadas e ao senso comum. Possuem um baixo grau de sistematização, generalização e relações com outros conceitos. Estão vinculados a situações vividas fora da formalidade escolar e caracterizam-se pela ausência de um sistema. A presença de contradições nas afirmações feitas pelo sujeito caracteriza esse tipo de conceito.

Os conceitos científicos são aqueles construídos a partir de situações formais, como, por exemplo, na sala de aula. Seguem um caminho particular de desenvolvimento, se estabelecem na presença de um sistema, tem seu significado estabelecido por uma rede conceitual com outros conceitos através de interconexões de generalidade e hierarquia. A articulação dos conceitos científicos se dá de forma voluntária e consciente.

A relação dos conceitos científicos com a experiência pessoal da criança é diferente da relação dos conceitos espontâneos. Eles surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança. As motivações internas, que levam a criança a formar conceitos científicos, também são inteiramente distintas daquelas que levam o pensamento infantil à formação dos conceitos espontâneos. Outras tarefas surgem diante do pensamento da criança no processo de assimilação dos conceitos na escola, mesmo quando o pensamento está entregue a si mesmo.

[...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos e vice versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos conceitos científicos (Vygotsky, 2009, p. 263).

Um interessante exemplo a ser tratado é o conceito de calor. No conceito da Termodinâmica Calor é definido como processo de transferência de energia de um corpo de temperatura mais elevada para outro com temperatura menos elevada. O conceito espontâneo “Calor” pressupõe que um corpo pode possuir “Calor” e que a existência de “Calor” é ligada a sensações térmicas associadas a altas temperaturas. No contexto espontâneo, existe também o conceito de “frio”, associado a sensações térmicas ligadas a baixas temperaturas. Porém, do ponto de vista científico, as sensações de “calor” e “frio” estão associadas à troca de energia através da pele entre o corpo humano e o meio ambiente.

Do ponto de vista do desenvolvimento dos conceitos, Vygotsky (2002) afirma que a construção tanto dos conceitos científicos quanto dos conceitos espontâneos não são mais que diferentes aspectos da construção de uma linguagem, justamente nos seus aspectos semânticos, ou seja, de significado. A construção do conceito científico passa, necessariamente, pelo “uso mais consciente e arbitrário da palavra como instrumento de pensamento e expressão do conceito” Vygotsky (2002). A tomada de consciência no uso da linguagem é um aspecto fundamental na construção do conceito científico.

## **METODOLOGIA**

A escolha do referencial teórico tem um duplo desdobramento metodológico sobre a atividade realizada: na forma de apresentação da oficina e na coleta de dados para acompanhar a construção dos conceitos pelos estudantes. Segundo Vygotsky (2002), para entender a construção do conceito não podemos analisar objetos e sim processos. Devemos então acompanhar o desenvolvimento do conceito, pois todo processo psicológico sofre mudanças no decorrer de sua construção. Dessa forma, é necessário que seja feita uma análise genética da formação do conceito.

Para contemplar o primeiro aspecto, escolhemos os experimentos e definimos a sua ordem e estratégia de apresentação de tal forma a provocar e explicitar a contradição no uso dos conceitos espontâneos por parte dos estudantes. A exploração da contradição é uma opção metodológica que tem o propósito de promover a tomada de consciência do uso do conceito espontâneo e explorar a sua limitação para explicar de forma coerente situações do cotidiano. As Oficinas são apresentadas sempre de forma dialógica, procurando incentivar a participação e o envolvimento do estudante, o que caracteriza uma atividade diferenciada das aulas tradicionais. Fazer com que explicitem suas ideias e concepções sobre os fenômenos físicos é o foco central da apresentação. Acostumados apenas a escutar o que os professores têm a dizer, tal tarefa não é simples e exige que os estudantes saiam de sua "zona de conforto". As apresentações se valem de situações cotidianas.

As oficinas aconteceram em três encontros com alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola estadual da região de Pelotas. Os estudantes foram convidados a participar pela direção da escola, 20 estudantes participaram de todas as atividades e da pesquisa. Foi realizado um

encontro por semana, no segundo semestre de 2014. A atividade foi desenvolvida na qualidade de um projeto de extensão da Universidade Federal de Pelotas e os estudantes que participaram de todos os encontros receberam um certificado de participação.

Com relação a tomada de dados, buscamos acompanhar a evolução conceitual de três formas distintas: pela realização de um pré-teste antes da primeira oficina e um pós-teste após a terceira oficina; pela construção por parte dos estudantes de mapas conceituais em quatro momentos distintos: no início da primeira aula e no final de cada uma das três aulas, totalizando quatro mapas a serem examinados; a terceira fonte de dados foi o conjunto de documentos escritos onde cada ministrante relatou a manifestação dos estudantes perante a apresentação e aos questionamentos realizados.

O uso de mapas conceituais permite avaliar a evolução das relações entre conceitos estabelecidas pelos estudantes. MOREIRA (2003) designa mapas conceituais como diagramas hierárquicos que apresentam relações de subordinação entre conceitos. São instrumentos de avaliação da evolução da aprendizagem, que podem ser usados como representação da estrutura cognitiva do aprendiz. O sentido de os alunos construírem mapas conceituais é obter informações sobre o tipo de estrutura que eles estabelecem entre os conceitos. Ainda como opção metodológica, incluímos o conceito de Calor como elemento central do mapa para termos esse conceito como referência para a construção de outros conceitos da Termodinâmica. Lembrando que nas apresentações o conceito de calor também centralizou a discussão e análise dos experimentos. Essa dupla opção metodológica reflete termos assumindo a centralidade do conceito de calor. Na construção de um mapa com conceito central, o entendimento deste conceito é fundamental para a aprendizagem do tema geral. No início do primeiro encontro, após a elaboração do primeiro mapa, os estudantes responderam a um teste estruturado composto de 6 questões referentes aos temas que seriam tratados nos três encontros. Vale ressaltar que os alunos já haviam estudado Termodinâmica no início do ano letivo.

Após a realização dos testes, os estudantes se dividiram em grupos de, em média, 6 pessoas e iniciou-se a apresentação dos experimentos. Os grupos fizeram um rodízio assistindo cada um dos experimentos, no final das apresentações foi feita uma recapitulação geral, que consiste numa conversa com os alunos sobre os conceitos tratados em cada um dos experimentos. No final da primeira apresentação, devolvemos o mapa que construíram no início da aula e pedimos que eles construíssem um novo mapa sem rasurar o antigo. A tabela a seguir apresenta os conceitos tratados em cada experimento na primeira aula.

**Quadro 01** – Experimentos apresentados na primeira Oficina.

<p>SENSAÇÕES: TEMPERATURA DAS ÁGUAS</p>	<p>Em uma bacia é colocada água com gelo. Em outra, água em temperatura elevada e em uma terceira água com temperatura ambiente. Dois voluntários vendados. Um coloca a mão na bacia de água com gelo, o outro na bacia de água a temperatura acima da temperatura ambiente. Após, as mãos dos estudantes são colocadas na mesma bacia com a água a temperatura ambiente e é perguntado sobre a temperatura da água. O estudante que estava com a mão na água com baixa temperatura afirma que a água está com temperatura acima da temperatura ambiente. O que estava com a mão na água de temperatura elevada afirma que a água está em temperatura mais baixa que a ambiente. A partir desta contraposição</p>
---	---

	diferenciamos temperatura e sensações
BALÃO COM ÁGUA E BALÃO COM AR: CONDUÇÃO DE ENERGIA	Os estudantes são questionados sobre o que acontecerá quando um balão com ar e um balão com água são colocados sobre uma chama. Os estudantes são questionados sobre diferença entre as situações e o que leva o balão com água a não estourar.
SENSAÇÕES: PEDRA/METAL/MADEIRA	É solicitado que os estudantes coloquem suas mãos sobre três materiais, pedra metal e madeira, e comparem as temperaturas dos materiais. Os estudantes costumam afirmar que o metal e a pedra têm uma temperatura menor que a madeira. Compara-se essas afirmações com a noção de equilíbrio térmico.
GELO ENROLADO NO COBERTOR: ISOLANTE TÉRMICO	Um cubo de gelo é enrolado em um “cobertor” outro é deixado exposto. Os estudantes são questionados sobre qual dos cubos derreterá antes. Grande parte deles afirma que o gelo que está enrolado derreterá antes. Compara-se essas afirmações com a noção de isolante térmico.

Nos quadros 2 e 3 são descritos os resumos da forma de apresentação dos experimentos no segundo e terceiro encontro, respectivamente.

**Quadro 02** – Experimentos apresentados na segunda Oficina.

TERMÔMETRO: DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS	Um termômetro de mercúrio é colocado em água com baixa temperatura, o mesmo processo é feito com água a temperatura elevada. Os alunos são questionados sobre o funcionamento físico do termômetro. São discutidos os conceitos de temperatura e dilatação de líquidos.
GELO SOBRE O ISOPOR E GELO SOBRE A PEDRA: EQUILÍBRIO TÉRMICO/TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA	Um cubo de gelo é colocado sobre uma folha de isopor, outro sobre uma pedra. Questiona-se qual cubo derreterá primeiro. Ao verificar que o gelo sobre a pedra derrete primeiro, coloca-se o estudante em contradição com as respostas dadas no experimento sobre sensações. É discutido então, o equilíbrio térmico e a condução de energia por matérias distintos.
PARAFINAS NOS ARAMES: CONDUÇÃO DE ENERGIA	Em dois arames de materiais distintos são colocadas rodela de parafina. Uma extremidade de cada arame é colocada em contato com a chama de uma vela. Neste experimento trata-se a condução de energia por diferentes materiais.
TERMÔMETRO PARADO:	Em uma pequena caixa de isopor com gelo e

TRANSIÇÃO DE FASE	água em estado líquido, um termômetro é colocado em contato com a água. Questiona-se os estudantes sobre a mudança de fase. Em outro reservatório é colocado um termômetro dentro de um cubo de gelo. É mostrado que a temperatura da água não varia na mudança de fase.
-------------------	--

**Quadro 03** – Experimentos apresentados na terceira Oficina.

A ÁGUA QUE SOBE NA GARRAFA: PRESSÃO	Em um recipiente transparente com líquido colorido no seu interior é colocada uma vela. Após ser acesa, a vela é coberta por uma garrafa de vidro. Com a queima de oxigênio a vela apaga e a água que está no fundo do recipiente "sobe na garrafa". Discute-se a relação de temperatura e pressão.
A ÁGUA QUE SOBE NO CANUDO: PRESSÃO	Um recipiente transparente com tampa é colocado um líquido colorido. Na tampa é feito um furo para a passagem de um canudo também transparente. Todas as aberturas são vedadas, exceto a extremidade do canudo. Ao encostar as mãos no recipiente o líquido sobe pelo canudo. Discute-se a relação de temperatura e pressão.
BALÃO QUE ENTRA NA GARRAFA: PRESSÃO	A temperatura de uma garrafa de vidro é elevada acima da temperatura ambiente usando-se água fervente. Após esvaziar a garrafa, é colocado um balão no gargalo. Quando a temperatura diminui o balão “entra” para dentro da garrafa. Discute-se a relação de temperatura e pressão.
GARRAFA AMASSADA: PRESSÃO	Uma garrafa de plástico é preenchida com água a temperatura próxima de 100° C, posteriormente é esvaziada, fechada e resfriada. Neste momento garrafa se amassa devido a diferença de pressão. Discute-se a relação de temperatura e pressão

Após cada Oficina os professores em formação fizeram apontamentos sobre as concepções que os alunos manifestavam e as evoluções que puderam notar.

A título de ilustração, destacamos uma situação de construção da contradição em um contexto de transferência de energia. Quando um estudante toca em uma pedra e, na sequência, em um isopor, afirma que a pedra está a uma temperatura menor que a do isopor. O experimentador, na sequência, dispõe um cubo de gelo sobre a pedra e um cubo de gelo sobre o isopor. A observação mostra que o gelo que está sobre a pedra derrete antes. Instigados, os estudantes afirmam que a pedra está a uma temperatura maior que o isopor. Comparando as situações os estudantes são levados à contradição.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como discutido acima, os dados foram coletados a partir de três procedimentos: a realização de pré e pós-testes, a confecção de mapas conceituais e o relato sobre as manifestações dos

estudantes realizados pelos apresentadores dos experimentos.

Os testes foram compostos de 6 questões de múltipla escolha sendo que os itens que compõem as respostas de cada questão reproduzem diferentes concepções espontâneas sobre o tema e um deles apresenta a concepção científica. O quadro 04 mostra a percentagem de respostas corretas apresentadas pelos estudantes nos pré e pós-testes.

**Quadro 04** – Percentagem de acertos dos alunos no pré-teste e no pós-teste.

QUESTÃO	TEMA	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
1	Conceito de Calor	10%	75%
2	Conceito Calor	50%	55%
3	Equilíbrio térmico	35%	40%
4	Mudança de fase	25%	20%
5	Temperatura e Energia interna	30%	55%
6	Pressão	25%	55%

Podemos observar que nas questões 1 e 2 que tratam diretamente do conceito de Calor, os estudantes apresentaram uma evolução significativa nas percentagens de acertos. Examinado as respostas escolhidas, é possível verificar que no pré-teste da questão 1, 45% dos alunos associam calor a qualquer corpo e 40% relacionam a corpos “quentes”, já no pós-teste apenas 5% dos alunos associam a cada uma destas alternativas. No pré-teste da questão 2, 50% dos alunos assinala que para se admitir a existência de calor basta apenas um corpo e 50% assinala que são necessários dois corpos, já no pós-teste apenas 30% assinala que apenas um corpo é suficiente. Os resultados dos pós-testes indicam que, após a apresentação das oficinas, os estudantes passam a associar Calor ao processo de transferência de energia e que para que esse processo ocorra são necessários pelo menos dois corpos.

A questão 3 explora a relação entre as sensações de “quente” e “frio” e o equilíbrio térmico, dispondo em um ambiente objetos formados de materiais como metal, madeira e tecidos e questionando sobre a temperatura desses objetos. No pré-teste 35% dos alunos assinalam que a temperatura dos materiais de metal é inferior a temperatura dos objetos de madeira, 30% assinalam que a temperatura de todos os objetos é a mesma e 30% assinalam que a temperatura dos objetos de tecido é maior que a temperatura dos objetos de madeira, 5% assinalam que os objetos não possuem temperatura. No pós-teste 40% respondem de acordo com a noção científica de equilíbrio térmico.

Na questão 4 os estudantes praticamente mantiveram o mesmo número de acertos. 45% responderam que no processo de transformação de gelo para água no estado líquido, a temperatura irá aumentar. Ou seja, os alunos não se desvincularam da concepção espontânea e não construíram o conceito científico de que na mudança de fase a temperatura da água se mantém constante.

A questão 5 explora a relação da temperatura com a energia interna. No pré-teste a alternativa que o maior número de alunos assinalou, 35%, afirma que quando um termômetro é sujeito a uma temperatura maior que a sua, a temperatura aumenta e a sua energia interna se mantém constante. É interessante ressaltar que 25% dos alunos responderam que a temperatura e a energia interna do termômetro se mantem constante, o que se modifica é apenas a coluna de líquido. No pós-teste apenas 10% dos alunos escolheram esta alternativa e tivemos uma melhora significativa na quantidade de acertos.

A questão 6 explora a relação de pressão com temperatura e os resultados mostram uma evolução significativa no número de respostas corretas.

Os resultados descritos acima mostram que houve um aumento significativo de respostas corretas apresentadas pelos estudantes entre o pré e o pós-teste. No entanto, os testes nos permitem avaliar a capacidade dos estudantes de categorizar se uma afirmação é embasada no senso comum ou em uma concepção científica do problema, estes resultados não nos permitem avaliar em que medida os estudantes desenvolveram os conceitos tratados. Ou seja, não é possível acompanhar a dinâmica do processo de construção do conceito, como propõe o método genético de Vygotsky (2002). Procurando acompanhar essa dinâmica, analisamos os mapas conceituais. Na análise dos

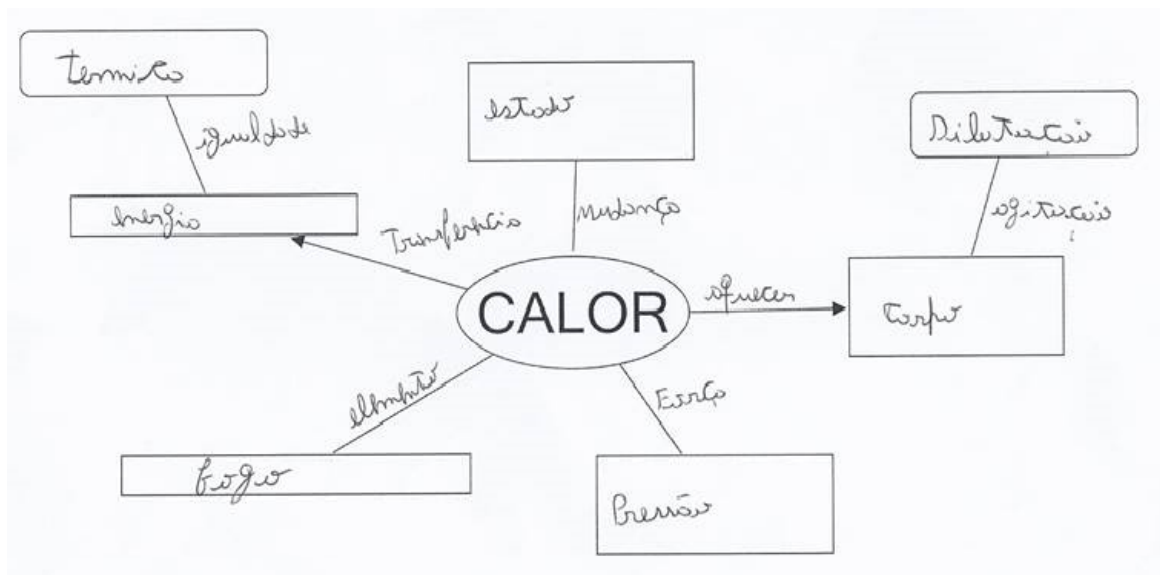
dados, procuramos verificar os termos utilizados e as associações realizadas em cada mapa, buscando evidenciar elementos que pudessem caracterizar relações entre conceitos estabelecidas pelos estudantes.

Para embasar a interpretação dos mapas conceituais retomamos o referencial teórico e exploramos o paralelo proposto por Vygotsky entre o desenvolvimento dos conceitos científicos e a aprendizagem de uma língua estrangeira. No processo de aprendizagem de uma língua estrangeira, podemos nos valer de um conjunto de significados e de relações gramaticais da língua materna que admitem tradução direta para a língua estrangeira. Este conjunto serve de suporte a um entendimento inicial da língua estrangeira e será utilizado posteriormente para a construção de outros significados e outras relações gramaticais que já não aceitem mais um paralelo direto com a língua materna. Assim, a assimilação de uma língua estrangeira não passa “por um novo tratamento do mundo material”, mas está embasado em um sistema de linguagem (língua materna) “que está entre a [nova] língua a ser assimilada e o mundo dos objetos” (Vygotsky, 2002, p. 269). Da mesma forma, a construção dos conceitos científicos não se dá unicamente com referência ao mundo dos objetos que, no nosso caso, são os experimentos apresentados. A construção dos conceitos se dá sobre um tecido conceitual já existente, que são os conceitos espontâneos. No entanto, como os conceitos espontâneos não se articulam em um sistema e seu uso não é controlado conscientemente, é necessário inicialmente explicitar a contradição e incentivar a tomada de consciência, para que esses conceitos se tornem disponíveis para uma reelaboração. Dessa reelaboração devem surgir os conceitos científicos. Acompanhando as palavras de Vygotsky:

A formação de conceitos [científicos] requer atos de pensamento inteiramente diversos, vinculados ao livre movimento do sistema de conceitos, à generalização de generalizações antes constituídas, e uma operação mais consciente e mais arbitrária com conceitos anteriores. (Vygotsky 2002, p.269)

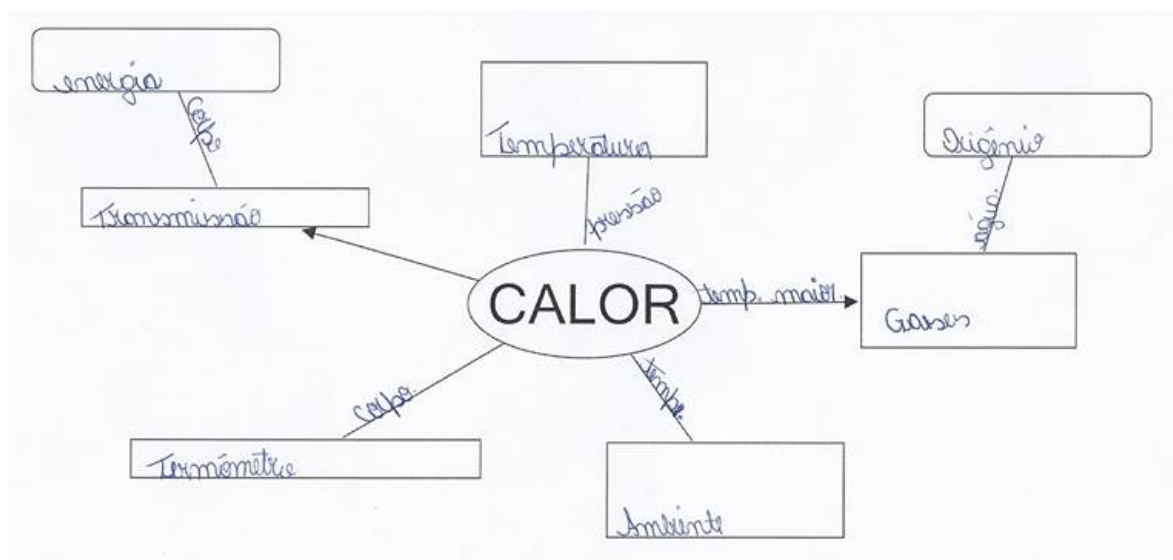
O que esperamos com a avaliação dos mapas é acompanhar o processo dinâmico de construção dos conceitos em seu andamento e não o seu resultado final. Usando as palavras de Vygotsky, buscamos delinear os “brotos” e não os “frutos maduros” da construção dos conceitos. Considerando que os conceitos científicos se estabelecem em um sistema, em uma rede de significados, então esperamos que esses “brotos” se apresentem como relações iniciais entre conceitos explicitadas nos mapas. Tais relações, que poderão ser vistas abaixo nos mapas conceituais, chamaremos de nucleação de conceitos. Essas relações também aparecem em frases pronunciadas pelos estudantes e que foram capturadas nos registros realizados pelos apresentadores.

Passamos a análise dos mapas. Devido a limitação de espaço, vamos apresentar a análise realizada da evolução dos mapas, mas disponibilizaremos aqui apenas o último mapa composto pelos estudantes. Para avaliação dos mapas, foi realizada uma divisão dos mesmos em três categorias. A categoria 1, denominada “Linguagem Cotidiana”, engloba os estudantes cujos mapas, apresentam termos científicos ou não, não evidenciam relações entre termos que possam representar relações entre conceitos. A porcentagem de mapas designados para esta categoria é 42,85%. O mapa apresentado na figura 01 é representativo dessa categoria. O mapa apresenta termos científicos (energia, transferência), mas também termos da linguagem do senso comum (fogo, aquecer) e as relações estabelecidas não permitem evidenciar nucleações de conceitos.



**Figura 01** – Mapa representando a categoria “Linguagem Cotidiana”.

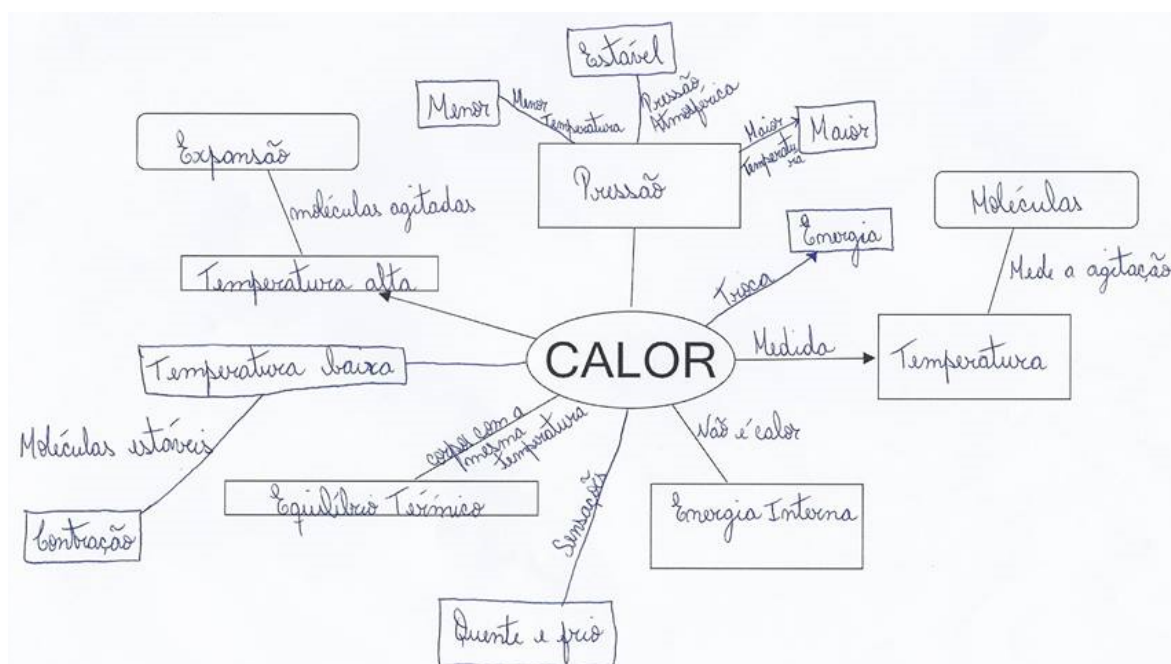
A categoria 2, denominada “Captura de Linguagem”, contempla os mapas que evidenciam o uso de termos científicos, mas as relações entre os termos não são explicitadas ou são explicitadas relações espontâneas. No mapa 02, é evidente o uso de termos científicos, mas as relações entre os conceitos não são apresentadas. A única relação estabelecida é de “Calor” com “temperatura maior”, que é uma relação característica dos conceitos espontâneos em Termodinâmica. O estudante faz uso de termos científicos, mas as relações apresentadas não reproduzem relações entre os conceitos. A nucleação de conceitos não é evidente.



**Figura 02** – Mapa representando a categoria “Captura de Linguagem”.

A categoria 3, chamada “Articulação científica parcial” é composta pelos mapas que apresentam o uso de termos científicos e apresentam também relações entre os termos que são consistentes com as correspondentes relações entre os conceitos estudados. Os estudantes desta categoria apresentam uma nucleação significativa de conceitos, situações onde o sujeito consegue articular o conceito com outros conceitos formando um núcleo de relações locais. 19,04% dos estudantes foram designados a esta categoria. Como exemplo, o mapa abaixo apresenta as características que chamamos de nucleação, indicando que certas relações conceituais foram estabelecidas. É importante notar que um determinado núcleo pode não ser consistente com outro núcleo que apresente relações de senso comum.





**Figura 03** – Mapa representando a categoria “Articulação Científica Parcial”.

O mapa apresenta vários processos de nucleação. A associação de corpos com mesma temperatura a equilíbrio térmico caracteriza um núcleo. A associação de temperatura ao grau de agitação das moléculas forma um outro núcleo. A associação de calor com troca de energia forma um terceiro núcleo. Esses três núcleos coexistem com uma contradição, a noção de temperatura como medida de calor, que aparece na relação estabelecida do calor com temperatura.

A existência de uma contradição no mapa indica que as relações estabelecidas não atingiram um nível de generalização que permita que todos os conceitos sejam englobados em um único sistema geral de explicação. Tal sistema, ao ser construído, eliminaria a contradição apresentada. Assim, dizemos que houve uma nucleação “local”, mas que a construção dos conceitos ainda é parcial, pois não foi atingido um nível de generalização que unifique todos os conceitos.

A partir dos apontamentos feitos pelos graduandos que apresentaram os experimentos, pode-se observar que os estudantes conseguem prever os resultados dos experimentos, mas não conseguem explicitar o porquê da ocorrência do fenômeno. Outro resultado significativo foi a coleta de evidências quanto a convivência entre afirmações consistentes com o conhecimento científico e afirmações do senso comum. Por exemplo, no início das oficinas, os estudantes relacionam Calor diretamente com temperatura alta e afirmam que quanto maior a temperatura de um corpo mais Calor esse corpo possui. Após o primeiro encontro, a maioria dos estudantes estabelece a relação de Calor com transferência de energia, mas continuam caracterizando um corpo como possuidor de Calor. Um terceiro dado significativo é o constante vínculo das afirmações realizadas pelos estudantes com os experimentos apresentados. Por exemplo, as afirmações nucleadas cientificamente corretas, como aquelas apresentadas no mapa conceitual da figura 03, sempre são associadas a experimentos específicos. A referência empírica das afirmações evidencia o caráter limitado das generalizações realizadas. Tal resultado indica uma limitação do método de ensino vinculado apenas a experimentos.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, apresentamos os resultados de uma pesquisa realizada com um grupo de estudantes do ensino médio sobre a construção dos conceitos científicos em Termodinâmica foi utilizada uma metodologia de apresentação de experimentos elaborada a partir do referencial da Teoria Histórico cultural de Vygotsky. A escolha desse referencial tem implicações teóricas e

metodológicas sobre o trabalho. Do ponto de vista teórico, existe uma caracterização específica que diferencia os conceitos espontâneos dos conceitos científicos. O referencial indica também que a construção dos conceitos científicos se dá a partir de uma reelaboração dos conceitos espontâneos e que essa reelaboração passa pela tomada de consciência e o uso voluntário e arbitrário dos conceitos.

Do ponto de vista metodológico, as implicações são de dois tipos. Primeiro, na apresentação dos experimentos e discussão dos conceitos envolvidos, busca-se explicitar os conceitos espontâneos e evidenciar os aspectos contraditórios desses. Com esse procedimento, tem-se o objetivo de promover a tomada de consciência sobre os conceitos espontâneos, criando as condições de possibilidade de elaboração dos conceitos científicos e de seu uso voluntário. A segunda implicação metodológica está vinculada a escolha dos instrumentos para a avaliação do desenvolvimento conceitual, pois a avaliação deve evidenciar a dinâmica associada à gênese do conceito. Nessa perspectiva, combinamos a realização de pré e pós testes com a elaboração de mapas conceituais em diversas etapas de realização de nossa atividade.

Os resultados indicam que houve melhora nos índices de acertos dos testes, evidenciando que os estudantes melhoraram na sua capacidade de diferenciar afirmações embasadas nas relações espontâneas de senso comum de relações embasadas em conceitos científicos. No entanto, esses testes não são capazes de acompanhar o processo de gênese do conceito. O uso de mapas conceituais foi tomado como estratégia metodológica para enfrentar essa limitação.

A partir da análise dos mapas, percebemos que a maioria dos estudantes, mesmo apresentando melhora nos resultados dos testes, não é capaz de estabelecer por contra própria as relações entre os conceitos. Neste trabalho 81% dos estudantes usaram termos científicos em seus mapas, mas não estabelecem relações entre esses termos que evidenciem o estabelecimento das correspondentes relações conceituais. Por outro lado, 19% dos estudantes apresentaram um processo que chamamos de nucleação de conceitos. Considerando que os conceitos científicos se estabelecem em redes que compõem um sistema, interpretamos os resultados dos mapas supondo um processo onde relações específicas iniciais são estabelecidas entre conceitos “próximos”. Essas relações agrupam dois ou mais conceitos e o significado inicial do conceito é estabelecido somente por essas relações. No entanto, a presença de contradições evidencia que as relações estabelecidas não possuem um nível de generalidade tal que englobe todos dos conceitos discutidos nos experimentos. As conexões entre conceitos possuem um caráter “local”. Chamamos esse processo de nucleação de conceitos. A nucleação de conceitos é evidente nestes mapas e também no discurso dos estudantes durante a sequência de apresentações dos experimentos. Neste estágio, relações conceituais cientificamente corretas são compartilhadas com relações espontâneas sem que as contradições sejam perceptíveis pelos sujeitos.

De forma geral, podemos afirmar que, no final das atividades, os sujeitos, mesmo tendo sido apresentados a um mesmo conjunto de experimentos e discussões, mostram diferentes estágios de desenvolvimento dos conceitos. Essa diferença só é possível de ser discriminada por um processo que leve em conta a dinâmica da gênese do conceito. Além disso, está claro também que a metodologia de ensino embasada em demonstrações experimentais é capaz de iniciar o processo de formação de conceitos, mas não é capaz de levá-lo a termo. O contato com a experiência permite que relações entre conceitos sejam estabelecidas, mas o nível de generalidade alcançado é limitado, pois as relações de alto nível de generalidade são necessariamente abstratas e não poderão ser estabelecidas tendo como referência única a experiência. Assim, torna-se necessário que se estabeleçam metodologias de ensino que se iniciem sim com a experiência, mas que, em estágios posteriores, sejam capazes de estabelecer relações eminentemente teóricas e abstratas não vinculadas diretamente ao mundo empírico.

## REFERÊNCIAS

GASPAR, A. & MONTEIRO, I. C. C (2005). Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, Brasil – V.10, n. 2, p. 227-254.

MOREIRA, M. A. (2003). **Mapas Conceituais como recurso instrucional e curricular em ciências**. In: MOREIRA, M. A. (Ed.) *A Aprendizagem Significativa: Fundamentação Teórica e Estratégias Facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS, p. 33-76.

VYGOTSKY, L. S. (2002). **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes.

VYGOTSKY, L. S. (2009). **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes.

## MEDIDAS DE PEQUENOS INTERVALOS DE TEMPO COM ARDUINO E AUDACITY

**Guilherme Dionisio** [138396@upf.br]

**Luiz Eduardo S. Spalding** [spalding@upf.br]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – UPF – Caixa Postal 611.*

*Campus de Passo Fundo, 99001-970, Passo Fundo, RS – Brasil.*

### Resumo

Este trabalho apresenta uma alternativa para medir intervalos de tempo na faixa de microsegundos utilizando o Arduino Uno e o Audacity. A motivação surgiu a partir de uma dúvida sobre a capacidade de fazer leituras de tensões e correntes alternadas de 60 Hz com a plataforma Arduino. O método usado e os resultados podem servir de inspiração para outras aplicações nas quais as medidas de tempo em experimentos de Física são necessárias.

**Palavras-chave:** aquisição de dados; Arduino; Audacity; corrente alternada; medidas de tempo.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, sugestões de sistemas de aquisição de dados de baixo custo têm surgido na literatura contribuindo como alternativas para aulas experimentais de Física. Em 2001, Aguiar propôs o uso da porta de jogos do PC como alternativa às portas serial e paralela e a linguagem de programação LOGO para comunicação entre sensores e o computador. Posteriormente, ainda fazendo uso da porta de jogos como interface de comunicação, Figueira (2004) utilizou macros do Excel para leitura e armazenamento de dados, agora fazendo uso da linguagem VisualBasic. Aos poucos outras entradas do PC acabaram sendo usadas em atividades experimentais. O microfone, por exemplo, foi usado por Barbeta (2000) para a medida da velocidade de propagação do som no ar, enquanto que Magno (2004) fez leituras de tensão elétrica adaptando a entrada de microfone como um osciloscópio. Atualmente, as pesquisas na área apontam para alternativas como a porta USB e a placa Arduino, haja vista a evolução dos computadores e padrões de *hardware*. Foi buscando alternativas para ensinar eletricidade que encontramos uma dúvida sobre a medida de tempo de um ciclo completo de uma forma de onda de corrente elétrica em 60 Hz. Esta dúvida nos levou ao Audacity e ao Arduino e esperamos que as informações que selecionamos de nossa pesquisa e apresentamos a seguir possam ser úteis aos professores e alunos de Física.

### O ARDUINO

Em 2005, o Arduino surgiu como alternativa de baixo custo para trabalhar com projetos de computação por iniciantes na área. A facilidade de uso e programação o tornou hoje uma excelente ferramenta não só para execução de pequenos projetos educacionais. Ele também é utilizado por desenvolvedores de sistemas embarcados e fabricantes interessados na prototipagem de seus próprios projetos. Segundo o *site* da Plataforma Arduino<sup>1</sup>:

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. O Arduino pode sentir o estado do ambiente que o cerca por meio da recepção de sinais de sensores e pode interagir com os seus arredores, controlando luzes, motores e outros atuadores.

---

<sup>1</sup> <http://playground.arduino.cc/Portugues/HomePage>

A filosofia do projeto é simples: não se preocupar com a busca ou construção de componentes como sensores ou quaisquer elementos necessários para o projeto; nem desperdiçar tempo com soldas ou linhas de programação; e sim, concentrar os esforços no projeto em si ao qual se pretende executar. Dessa forma, ao pensar um projeto, deve-se encontrar praticamente tudo que é preciso pronto para usar: sensores, módulos para controle de motores e comunicação, *display*, etc., assim como o código para a comunicação destes sensores com o *hardware*. Desta maneira, pessoas com pouco conhecimento em eletrônica e programação de computadores são capazes de colocar em prática as suas ideias.

Outra característica interessante do projeto Arduino é a licença *Creative Commons*. Assim, o *hardware*, o *software* e as bibliotecas são de código aberto, podendo ser reproduzidos, alterados e compartilhados com menos restrições do que aqueles com direitos comerciais. Isto aliado à *internet* com sua alta velocidade na troca de informação só tem feito aumentar a comunidade em torno da ferramenta.

Por estas razões não é difícil compreender o porquê do uso do Arduino (e outras plataformas similares) na educação dando continuidade a linha de trabalho de Seymour Papert, quando em 1967 com o lançamento da linguagem LOGO, defendeu o uso da programação de computadores como ferramenta auxiliar na construção do conhecimento e no desenvolvimento cognitivo.

## O AUDACITY

Assim como o Arduino surge como uma ferramenta de apoio ao ensino (mais comumente nos experimentos de Física) o mesmo ocorre com o *software* Audacity. Ele aproveita o *hardware* do computador como a tela e a sua placa de som. A entrada do microfone captura as informações de grandezas físicas utilizadas nos experimentos e estas informações são apresentadas na tela do computador. A possibilidade de que a entrada do microfone pode capturar formas de ondas de tensões e correntes elétricas e não apenas som é explorada neste experimento de Física que apresentamos a seguir.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Têm surgido, desde a popularização do Arduino, diversos trabalhos utilizando-o na aquisição de dados em experimentos de Física. São exemplos os trabalhos de Souza (2011) com o estudo do oscilador amortecido e a transferência radiativa de calor e Cavalcante (2011) no estudo da descarga de capacitores. Entretanto, uma questão relevante a qualquer experimento de física é a medida de intervalos de tempo e os quão pequenos eles podem ser será determinante na precisão dos resultados. Dionisio (2007, p. 290), para medição direta da aceleração da gravidade propôs usar o relógio interno do processador para determinar o tempo médio de execução do algoritmo de aquisição. Cavalcante (2008) propõe para o mesmo estudo usar a entrada de microfone do PC para medida de tempos da ordem de milissegundos obtendo boa precisão na análise do espectro a partir de algum *software* de áudio. As duas soluções são distintas, porém ambas eficientes. A primeira utilizada os recursos do próprio *hardware*, enquanto a segunda faz a medida externamente com análise por *software* como se fizesse uso de um osciloscópio.

Considerando que a insegurança em relação a uma medida de tempo da ordem de microssegundos foi a motivação para esta pesquisa, buscamos formas de realizá-la com a qualidade suficiente utilizando estes dois métodos a seguir:

### Medidas de tempo com Arduino

A linguagem de programação Arduino é baseada em C/C++. Nela existem duas funções para medir tempo: *millis()* e *micros()*. A função *millis()* retorna o tempo em milissegundos desde que a placa iniciou a execução do programa. A função *micros()* é semelhante à anterior, porém retorna o tempo em microssegundos. Mas existe uma ressalva a ser feita. Em placas de 8 MHz, esta função

tem resolução de 8  $\mu$ s; e em placas de 16 MHz (Duemilanove e Nano), 4  $\mu$ s. Assim, de acordo com a documentação do projeto Arduino, as placas são capazes de medir intervalos de tempos satisfatórios para uma gama enorme de experimentos em laboratórios didáticos. Contudo, é importante salientar que, apesar da placa ter tais resoluções de tempo, a execução do código consome recursos e outros fatores devem ser levados em consideração na implementação de um programa.

Um exemplo de uso da função *micros()* é a seguinte:

```
microsegundos = micros();
faz_alguma_coisa();
duracao = micros() - microsegundos;
```

No final, a variável “duracao” guarda um valor que representa o tempo total de execução da função “faz\_alguma\_coisa()” mais o tempo da execução do cálculo “duracao = micros() – microsegundos”.

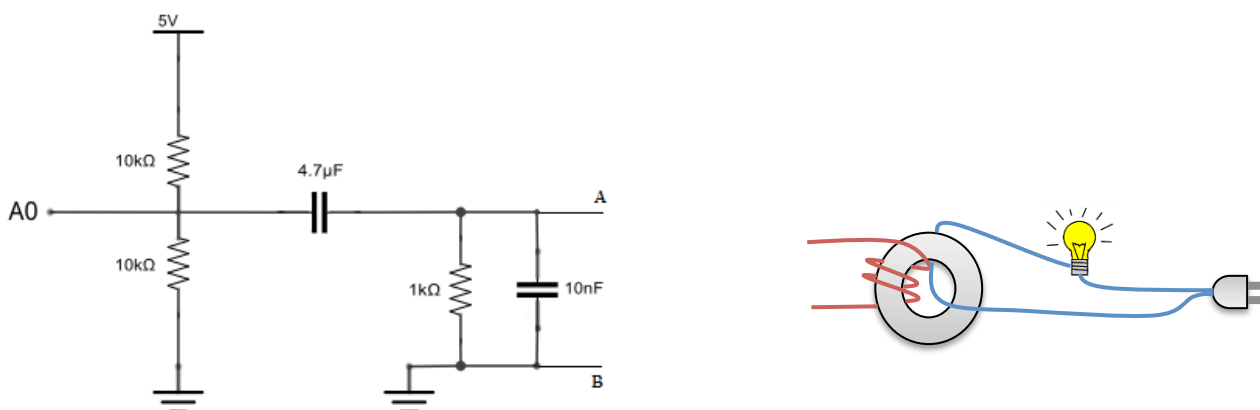
Em nosso experimento a função “faz\_alguma\_coisa()” faz a leitura de 64 amostras de um sinal elétrico de 60 Hz, ou seja, as 64 amostras devem ser lidas num intervalo de tempo de 16,67 milissegundos. Para guardar estes 64 valores lidos nós utilizamos uma variável na forma de matriz de uma coluna e 64 linhas chamada DADO [i], sendo que i varia de 0 a 63.

```
microsegundos = micros();
for (int i=0; i<64; i++)
{
    valor = analogRead(A0);
    DADO[i] = valor;
}
duracao = micros() - microsegundos;
```

DADO [i] é um conjunto de 64 valores obtidos pela porta A0 do Arduino. A dificuldade é fazer coincidir estas 64 leituras com os 16,67 milissegundos o que significa capturar 64 valores de uma forma de onda completa de uma corrente elétrica de 60 Hz com o circuito da Figura 1. Na nossa primeira tentativa percebemos que a nossa conversão era mais rápida, ou seja, capturamos os 64 valores de uma forma de onda senoidal de uma corrente elétrica de uma lâmpada incandescente e o valor da variável duracao foi de 7,288 milissegundos. O arredondamento de  $(1/60,00)$  Hz = 16,6666ms para 16,67 ms e 7,288 ms será utilizado para termos em ambos os valores 4 algarismos significativos. Como a conversão foi muito rápida, é necessário inserir um atraso entre cada conversão. Este atraso é realizado pela função *delayMicroseconds (x)* que é inserida na posição após a linha *DADO[i] = valor;*, resultando na sequência de instruções abaixo:

```
microsegundos = micros();
for (int i=0; i<64; i++)
{
    valor = analogRead(A0);
    DADO[i] = valor;
    delayMicroseconds (x);
}
duracao = micros() - microsegundos;
```

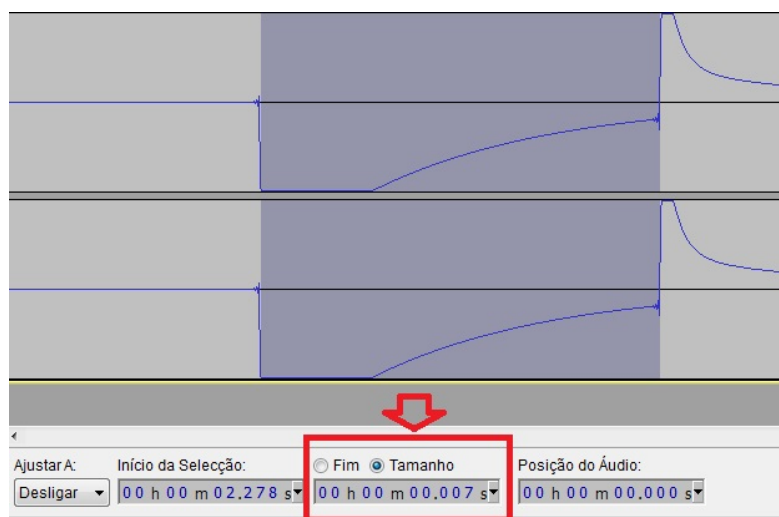
O valor de x é calculado dividindo-se o tempo que sobra  $(16,67 - 7,288)$  ms por 64 amostras, resultando em  $x = 146,6 \mu$ s, mas, como a resolução é de 4 $\mu$ s, pode-se escolher um número entre duas opções mais próximas: 144 ou 148. Os programadores experientes sabem fazer este cálculo de forma precisa, usando as informações do valor do *clock* e do número de *clock* que cada instrução utiliza, mas este não é o caso da maioria dos estudantes e professores de física.



**Figura 1** – À direita: circuito de ligação do toróide com o Arduino. À esquerda: circuito formado pelo toróide e uma lâmpada de 100W. Os terminais do secundário são ligados aos pontos A e B.

### Medidas de tempo no Audacity

O *software* Audacity possui um “medidor de tamanho” do intervalo que é selecionado com o *mouse* (Figura 2). Após a captura do sinal podemos medir o intervalo que nos interessa, selecionando uma área entre o início e o fim deste intervalo. Na barra de rolagem do medidor de tamanho há a opção de medir milissegundos. É esta a opção que deve ser selecionada neste experimento com corrente elétrica.



**Figura 2** – Parte da tela do *software* Audacity indicando a posição do medidor do tamanho, em milissegundos, da área selecionada na parte superior. No caso a medida indicada é de 0,007 segundos, o que significa 7 ms.

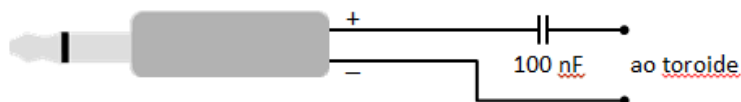
Conhecendo estas duas opções de medir tempo, basta aplicá-las em nosso problema para verificar se ambas podem ser úteis nesta ou em outras aplicações. Vejamos os resultados obtidos.

### RESULTADOS

Vamos apresentar alguns resultados, que foram sendo obtidos na mesma sequência de nossas dúvidas. No início, testamos nosso sensor de corrente com o *software* Audacity. O sensor de corrente é um toróide de ferro silício para medidas de corrente de até 100 Ampères (referência: 100/0,2 A) com o secundário ligado em paralelo a um capacitor de 10 nF/100 V e um resistor de 4,7 kΩ/0,25 Watts.

Ao ligar a lâmpada mostrada na Figura 1 na fonte de tensão alternada, a corrente elétrica que percorre o fio produz no toróide um campo magnético variável. A variação do fluxo magnético no

toroide induz uma corrente elétrica alternada no enrolamento secundário (o primário é o condutor ligado à lâmpada). Uma das pontas do secundário é ligada ao ponto de referência do cabo ligado ao conector do microfone do computador. A outra ponta do secundário é ligada a um capacitor de 100 nF/100 V que, por sua vez é ligado ao conector central do microfone (que pode ser uma das duas entradas, se for microfone estéreo). A Figura 3 mostra esta ligação.



**Figura 3** – O capacitor separa a bateria do computador (que alimentaria o microfone externo) do circuito do toroide.

Desse modo, a variação da tensão elétrica nos terminais do toroide pode ser visualizada na tela do Audacity, como mostra a Figura 4, abaixo. É necessário o ajuste do nível de sinal do microfone para que a forma de onda apareça corretamente na tela.



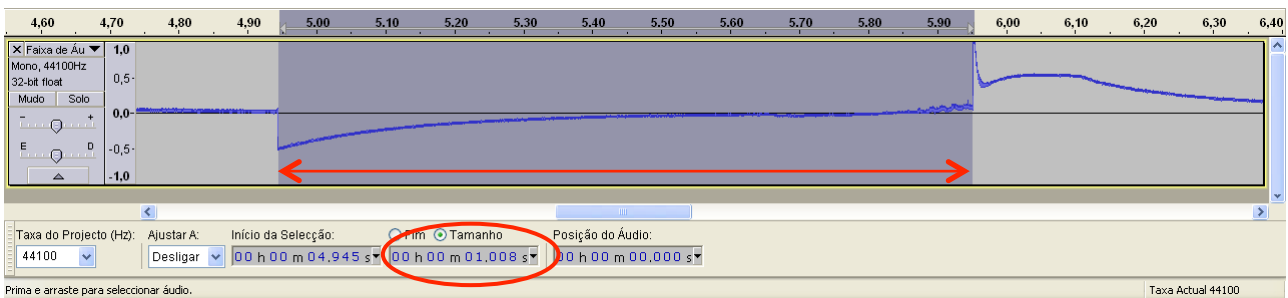
**Figura 4** – Forma de onda da corrente elétrica de uma lâmpada incandescente de 100 W ligada a uma tomada elétrica de 220 V e 60 Hz. Observe que o valor do tamanho da seleção na parte do desenho que foi marcada com um quadro é de 17 ms, próximo dos 16,67 ms esperados.

Com este experimento foi possível testar a medida do tempo de um ciclo completo de uma senoide produzida pela corrente elétrica de 60 Hz. Além disto, testamos também o nosso sensor de corrente e os ajustes do Audacity. Entretanto, também tínhamos o objetivo de utilizar o Arduino e sua interface com a planilha Excel. Para saber o tempo de execução de um conjunto de instruções que o Arduino iria utilizar, utilizamos o Audacity para medir este tempo e posteriormente utilizamos a função *micros()*. Para isto, programamos o Arduino para que gerasse um pulso de um segundo na porta digital D2.

```
digitalWrite(D2, HIGH);
delay(1000); // esta função espera mil milissegundos, ou seja 1 segundo
digitalWrite(D2, LOW);
```

O resultado na tela do Audacity está mostrado na Figura 5.



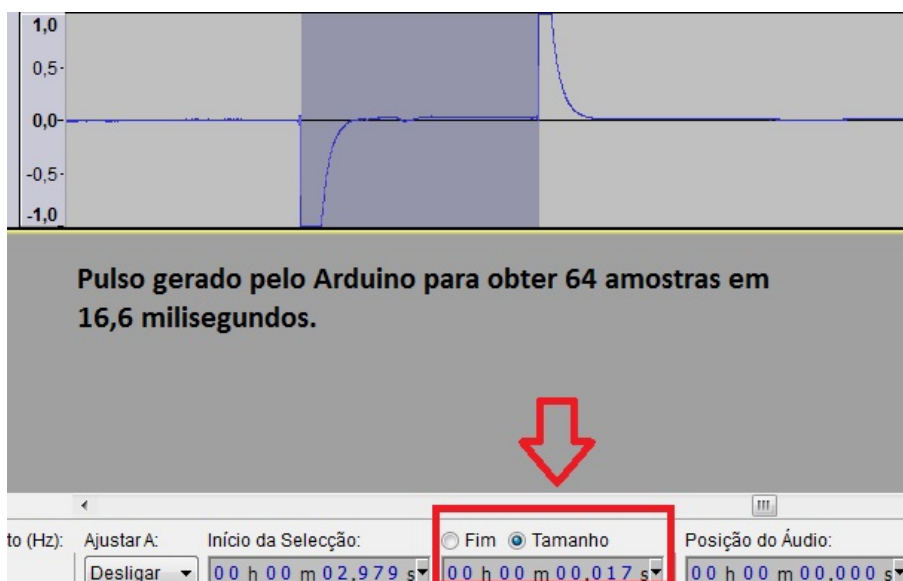


**Figura 5** – Destaque na elipse do intervalo de tempo de execução da rotina, mostrando 1 segundo e 8 milissegundos. Estes 8 milissegundos a mais pode ser um erro na seleção com o mouse ou o tempo de execução da última linha do rotina.

Para obter este resultado, o plugue da Figura 3 foi desligado do toroide e ligado aos pinos D2 e GND do Arduino. O pulso de um segundo gerado pelo Arduino aparece na tela do Audacity como, primeiramente, uma queda de zero para um valor negativo e depois de zero para um valor positivo. Este pulso gerado pelo Arduino seria visto de forma diferente em um osciloscópio que está preparado para mostrar valores em tensão contínua, o que não ocorre com a placa de som de um computador. Nesta, a entrada do microfone possui um capacitor de desacoplamento do microfone que fica na parte interna da placa de som (não confundir com o outro capacitor externo). Esta também é a explicação de se observar a tensão na tela do Audacity caindo quando a tensão em D2 sobe de zero para + 5 Volts.

No último resultado, juntamos as capacidades dos dois recursos e verificamos que a opção de escolher um *delay* de 148  $\mu$ s resultou na medida de 17 ms com o Audacity (Figura 6), usando a rotina abaixo com o pulso em D2.

```
digitalWrite(D2, HIGH);
for (int i=0; i<64; i++)
{
  valor = analogRead(A0);
  DADO[i] = valor;
  delayMicroseconds (148);
}
digitalWrite(D2, LOW);
```



**Figura 6** – O pulso de subida em D2 antes do início das 64 leituras e o pulso de descida de D2 após a conclusão das leituras. O tempo total foi de aproximadamente 17 ms.

Para finalizar os resultados, medimos o tempo pela variável “duracao”, usando a rotina abaixo, e obtivemos o valor de 16,624 ms, valor bastante próximo dos 16,67 ms esperados. O Arduino possui uma forma de visualizar a variável se for solicitada a impressão da mesma na porta serial, usando a instrução “Serial.print(duracao);”.

```

microsegundos = micros();
for (int i=0; i<64; i++)
{
    valor = analogRead(A0);
    DADO[i] = valor;
    delayMicroseconds (148);
}
duracao = micros() - microsegundos;
Serial.print(duracao);

```

## CONCLUSÃO

Sabe-se que a frequência da rede elétrica é 60 Hz, assim, cada ciclo tem período  $T$  de aproximadamente 16,67 ms. Então, para obter graficamente a curva de variação da tensão e verificar a característica alternada da corrente, é necessário fazer  $n$  leituras da tensão elétrica no período  $T$ , sendo o intervalo entre leituras  $\Delta t = T/n$ . Entretanto, se o período do ciclo já é bastante pequeno e, quanto maior o número de leituras, menor será o intervalo de tempo  $\Delta t$ , coube questionar a capacidade da placa Arduino de fazer leituras em intervalos de tempo tão pequenos.

A proposta de aquisição de dados no experimento descrito é obter pelo menos 64 medidas por ciclo e assim traçar a curva de variação de tensão. Isto significa que é preciso que o intervalo de tempo entre medidas seja pouco maior do que 260  $\mu$ s. De acordo com a documentação do Arduino, é possível fazer cerca de 10.000 leituras por segundo na porta analógica, ou seja, uma leitura a cada 100  $\mu$ s. Contudo, decidimos procurar uma forma alternativa para comprovar a capacidade da placa e, assim, a validade das medidas e do nosso experimento.

Abordamos o problema de duas maneiras. A primeira foi medir o tempo de execução da rotina de leitura usando as funções próprias da linguagem do Arduino: *millis()* e *micros()*. Entretanto, se a dúvida é quanto à capacidade da placa em fazer leituras com precisão, usá-las para fazer a medida do tempo torna o teste, num primeiro momento, inconclusivo. Então, fizemos a medida “externa” adaptando a entrada do microfone do PC como osciloscópio, seguindo a sugestão de Cavalcante (2008). Com esta técnica, além dos resultados apresentados, também foi possível verificar que apenas para executar a função *analogRead()*, que faz a leitura das entradas analógicas, a placa leva 113  $\mu$ s. Logo, este teste aponta a limitação da placa para leitura de intervalos de tempos pequenos. Lembrando que além de ler, a rotina deverá ou armazenar ou escrever o valor de saída, logo o intervalo de execução da rotina aumenta, pois todo comando executado consome recursos do processador, implicando diretamente no tempo de execução do programa.

Após os testes de tempo de execução de um programa com a placa Arduino, foi possível verificar que é possível medir intervalos de tempo suficientemente pequenos para a aplicação proposta. Estes intervalos de tempo são da ordem de 100  $\mu$ s, estando de acordo com a documentação da placa. Também fica ressaltada a importância do código escrito para a aplicação, lembrando sempre que o tempo de execução está relacionado com as funções usadas na programação. Assim, se o tempo de execução for relevante é preciso otimizá-lo.

A medida externa usando a entrada de microfone como osciloscópio se mostrou uma forma eficiente de verificação da capacidade de leitura e escrita da placa Arduino. Havendo a equiparação dos resultados com as saídas das funções de programação, assim como com a documentação disponível, este estudo trouxe confiança aos autores em relação ao uso da placa para medidas de pequenos intervalos de tempo.

Uma informação que ficou para ser apresentada agora é que a escolha de 64 amostras se deve ao fato de que na sequência da pesquisa que está em curso estamos fazendo o cálculo da

transformada discreta de Fourier (DFT) utilizando uma planilha de cálculo (no caso, o Excel). Isto é necessário para mostrarmos aos alunos de engenharia o problema causado pelas harmônicas múltiplas de 60 Hz que se proliferaram na rede elétrica pelo uso mais frequente de fontes chaveadas, pouco comuns há vinte anos em nossas residências.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E.; LAUDARES, F.. Aquisição de dados usando Logo e a porta de jogos do PC. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-380, Dez. 2001.

BARBETA, Vagner B.; MARZZULLI, Cláudia R. Experimento didático para determinação da velocidade de propagação do som no ar, assistido por computador. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 447-455, Dez. 2000.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Física com Arduino para iniciantes. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 4503, Dez. 2011.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; BONIZZIA, Amanda; GOMES, Leandro Cesar Pereira. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2501.1-2501.6, 2008.

DIONISIO, Guilherme; MAGNO, Wictor C.. *Photogate* de baixo custo com a porta de jogos do PC. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 287-293, 2007.

FIGUEIRA, Jalves S.; VEIT, Eliane A.. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 203-211, 2004.

MAGNO, Wictor C. *et al.* Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 117-123, 2004.

SOUZA, Anderson R. de *et al.* A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 01-05, Mar. 2011.

Documentação oficial do Arduino. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>

## PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE O SISTEMA SOLAR

**Cristine Inês Brauwers** [crisbrauwers@hotmail.com]

**Daniel Gustavo Benvenuti** [daniel.benvenuti@hotmail.com]

*Projeto de Extensão em Astronomia – UNIVATES - RS*

**Werner Heitinger** [werner@univates.br]

*Centro de Ciência Exatas e Tecnológicas - UNIVATES – Rua Avelino Tallini, 171, Bairro*

*Universitário, CEP 95900-000, Lajeado, RS – Brasil.*

**Eliana Fernandes Borragini** [eliana.borragini@caxias.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Caxias do Sul*

*R. Avelino Antônio de Souza, 1730 - Nossa Sra. de Fátima, CEP 95043-700, Caxias do Sul, RS-  
Brasil*

### Resumo

O projeto de extensão “Desvendando o céu: Astronomia no Vale do Taquari” tem como objetivo principal contribuir para a disseminação do Ensino de Astronomia, principalmente por meio de cursos e oficinas. A atividade mais procurada é a oficina que aborda as dimensões do Sistema Solar, portanto, este trabalho apresenta uma análise das ilustrações de estudantes do ensino fundamental e médio, representando a constituição e a estrutura do Sistema Solar. A análise desse material evidenciou que: os estudantes não distinguem com clareza quais astros pertencem ao sistema solar e quais não; quanto aos tamanhos, percebem que há diferenças de tamanho entre os planetas e o sol, mas não as proporções corretas; representam os planetas geralmente alinhados, representação que não corresponde às posições orbitais reais.

**Palavras-chave:** ensino de Astronomia, representações do Sistema Solar, extensão.

### INTRODUÇÃO

O projeto de Extensão “Desvendando o céu – Astronomia no Vale do Taquari” vem sendo desenvolvido no Centro Universitário Univates desde 2009, originalmente com o objetivo de contribuir com a formação e a prática profissional dos professores para a inserção de temas de Astronomia nos diferentes níveis curriculares da Educação Básica. As ações realizadas envolvem sessões de observação do céu com telescópio, com binóculos e a olho nu, visando estimular os participantes a terem gosto pela ciência e divulgar a cultura científica e o conhecimento contemporâneo na área da Astronomia.

Inicialmente o projeto oferecia semestralmente um curso de extensão de 40 horas, que abordava os mais diversos temas da área da Astronomia, como técnicas de observação noturna, localização espacial, sistema solar, entre outros. Era especialmente voltado para a abordagem escolar, mas também eram discutidas curiosidades gerais da área e eram realizadas sessões noturnas dirigidas no observatório da Instituição.

Buscando ampliar a inserção nas escolas, foram feitas algumas reformulações, tornando o curso oferecido pelo projeto de extensão mais acessível e com menor duração. Assim, a partir de 2012, passou-se a oferecer oficinas de curta duração com o objetivo de ilustrar, complementar e aprofundar temas desenvolvidos nas escolas, abordados em livros didáticos e citados em documentos oficiais como os PCNs e Planos Curriculares. Permanecem sendo oferecidas as sessões de observação noturna para turmas escolares e também para a comunidade em geral.

Os temas abordados nas oficinas geralmente são pré-definidos. Foram escolhidos pela equipe de trabalho por serem os mais solicitados por professores que procuram as ações do projeto, geralmente para complementar assuntos que estão sendo abordados em aula. Consideramos que a grande procura das escolas pelas atividades de ensino não-formal oferecidas no âmbito da extensão

é motivada principalmente pela carência de materiais adequados e às vezes por falta de formação sobre o tema, debate já assinalado pelas pesquisas da área (LEITE e HOUSOUME, 2007; LANGHI e NARDI, 2010). As atividades são realizadas nas instalações da UNIVATES, mas quando necessário, pode ser ministrada nas dependências escolares.

As temáticas das oficinas oferecidas são: “Fenômenos do dia a dia” que realiza atividades ilustrativas dos movimentos terrestres, simulando os fenômenos que ocorrem no nosso planeta, em especial o dia e a noite e as variações na sua duração em diversas regiões do planeta; “Movimentos planetários e Leis de Kepler” que é direcionada em especial a alunos do Ensino Médio, por tratar de assuntos pertinentes ao currículo escolar deste nível, em especial as Leis de Kepler; “Histórias das principais constelações”, voltada a alunos das Séries Iniciais, por envolver a contação de lendas e o desenho das principais constelações do Hemisfério Sul; e “As Dimensões do Sistema Solar” que consiste em uma abordagem tridimensional do Sistema Solar, fazendo o uso de escalas para distâncias e tamanhos dos astros. Esta última é a que forneceu o material de estudo deste trabalho, pelos desenhos produzidos no início da oficina pelos alunos participantes.

## OBJETO DE ESTUDO – A OFICINA SOBRE O SISTEMA SOLAR

No decorrer do ano de 2014, a oficina que teve maior procura das escolas foi a intitulada “Dimensões do Sistema Solar”, por este motivo materiais produzidos pelos estudantes que participaram desta oficina são o objeto de investigação neste trabalho. Antes da explanação sobre o sistema solar ser realizada, é solicitado que cada participante faça um desenho que represente os astros e os objetos celestes que fazem parte do nosso sistema solar, posicionando-os nos lugares ou distâncias conforme imagina que estejam distribuídos.

Em seguida as atividades se iniciam, em sala de aula, com a apresentação das principais características dos astros que compõem o nosso Sistema Solar. A cada novo astro, é apresentado o material de apoio que permitirá estabelecer um crivo analítico entre as dimensões dos planetas e as distâncias entre eles. A evolução das atividades ocorrem em ambiente externo, quando se faz um mapeamento horizontal das distâncias relativas entre os planetas e o Sol em escala, além de comparar os diferentes tempos de translação em torno do Sol.

A prática é baseada na atividade “A Terra como um grão de pimenta” que faz uso de um grão de pimenta para representar a Terra, e a partir deste, estabelece uma mesma escala para comparar as dimensões dos outros astros que fazem parte do sistema solar e das distâncias entre eles. Esta escala pode ser visualizada na Figura 1 e as distâncias utilizadas na realização da atividade externa na Tabela 1.

Foram alvo do estudo 35 desenhos produzidos por alunos de uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental e de uma turma de 2º ano do Ensino Médio. Foi solicitado aos estudantes que representassem os astros que acreditavam compor o Sistema Solar, bem como a localização dos mesmos. O intuito é qualificar a abordagem das oficinas, identificando quais são as dificuldades mais recorrentes para explorar esses aspectos junto aos estudantes da educação básica.



**Figura 1** - Mostra de todas as sementes que são utilizadas na realização da atividade.

**Quadro 1** - Escala das distâncias utilizadas na realização prática.

<b>Distância</b>	<b>km (aprox.)</b>	<b>m (aprox.)</b>
Sol a Mercúrio	58.000.000	10
Mercúrio a Vênus	50.000.000	8
Vênus a Terra	41.000.000	7
Terra a Marte	78.000.000	13
Marte a Júpiter	550.000.000	92
Júpiter a Saturno	649 000 000	108
Saturno a Urano	1.443.000.000	240
Urano a Netuno	1.627.000.000	271
Total	4.496.000.000	749

## FUNDAMENTAÇÃO

A Astronomia é um assunto que atrai as pessoas das mais diversas idades e níveis de escolaridade, além ser conteúdo obrigatório proposto em diversos documentos oficiais. O PCN 1997 traz o indicativo de que temas envolvendo Astronomia devem ser trabalhados desde o ensino fundamental, período durante o qual esta tarefa é desempenhada pelas disciplinas de ciências e geografia. Já no ensino médio o aprofundamento deve ocorrer nas disciplinas de Física, Química, Matemática, História e Geografia. Os parâmetros curriculares nacionais do ensino médio (PCN+ 2002) apontam que a Física deve “promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem, assumindo um papel que explique a queda dos corpos, o movimento da lua e das estrelas no céu, o arco-íris (...) Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução e os fenômenos que nela ocorrem e os astros que o compõe”. Além de diversos outros apontamentos no sentido de favorecer a aprendizagem significativa tanto no desenvolvimento pessoal quanto no profissional.

Embora os temas de Astronomia sejam mencionados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM; BRASIL, 1997), trabalhos como o de ELIAS et al (2005) e FARIA et al (2008), apontam que a inclusão dos tópicos de Astronomia não vem ocorrendo na maioria dos currículos escolares, justificando parte da dificuldade encontrada pelos alunos em representar o Sistema Solar com suas características.

Esta deficiência ocorre também devido a concepções equivocadas dos professores, como mencionado por Leite e Housoume (2007), quando afirmam que os professores apresentam muitas dificuldades em trabalhar com temas de Astronomia, devido à carência de formação específica nos espaços de formação inicial.

Outras pesquisas têm apontado problemas em livros didáticos (LANGHI; NARDI, 2007), mostrando órbitas de excentricidade exagerada, planetas alinhados em uma mesma direção e muitas vezes não observadas as proporções de distâncias e de volumes.

Conforme ELIAS (2011) situações como essas levam a pensar em diversas modificações a serem feitas na área, pois o que se vê, é que os temas de Astronomia, são apreciados nas escolas, porém são trabalhados de forma a não favorecer a construção de um conhecimento adequado sobre o assunto.

É importante destacar a pertinência de analisar até que ponto as ações desenvolvidas no âmbito do ensino não-formal contribuem para a evolução da aprendizagem de temas científicos pelos estudantes, por diferentes razões. Uma delas é a necessidade de desencadear um processo dialético de reflexão-ação, levando à constante adequação das ações propostas. Outra razão é que a extensão é um espaço de articulação e construção de aprendizagens, na perspectiva assinalada por

Síveres (2010).

Diante deste cenário, é necessário pensar em ações no âmbito do ensino não-formal, como espaços educativos importantes de divulgação científica, que apoiem metodologias que prezam pela aprendizagem significativa. Estes espaços, como propõem LANGUI e NARDI (2009), devem ser coletivos, propiciando que o indivíduo possa vivenciar ambientes que lhe permitam a troca de informações e a construção de aprendizagens significativas. O estudo aqui apresentado busca subsídios para qualificar as atividades oferecidas pelo projeto de extensão Desvendando o céu: Astronomia no Vale do Taquari.

## METODOLOGIA DE TRABALHO E RESULTADOS ENCONTRADOS

Para a análise, como dito acima, foram consideradas 35 ilustrações, 15 produzidas por estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e 20 produzidas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

Para um diagnóstico satisfatório, as ilustrações foram categorizadas em 4 concepções principais divididas, considerando características de existência ou não do item em destaque (estrelas, planetas, escalas, demais astros). Posteriormente estas são divididas em sub-concepções, detalhando a interpretação das ideias apresentadas nas ilustrações.

Na análise do quadro 2 é possível identificar uma das concepções destacadas por Leite e Hosoume (2007), para a qual as estrelas estão presentes tanto no meio do Sistema Solar quanto em volta, indicando que os estudantes não distinguem as diversas distâncias dos astros, até a Terra, em especial as estrelas. Bem como não distinguem a influência da perspectiva na percepção dos tamanhos dos objetos, Representando o sol e os planetas em tamanho muito maior que o restante das estrelas.

**Quadro 2** - Categorização das ilustrações referentes a existência de estrelas no Sistema Solar.

CATEGORIAS	Fundamental (%)		Médio (%)	
	Atribui várias estrelas ao Sistema Solar	12	80	13
Apresenta somente o Sol	3	20	7	35
Total	15	100	20	100

Na análise do quadro 3, é possível identificar que aproximadamente a metade dos alunos, tanto do ensino fundamental quanto do médio, apresenta a ideia de alinhamento proposta nos livros didáticos, embora no ensino médio seja pouco menos da metade. Pelo nível de ensino, se esperaria que houvesse uma porcentagem significativamente menor de estudantes que mantivessem a ideia de alinhamento.

**Quadro 3:** Categorização das ilustrações referentes ao alinhamento dos planetas no Sistema Solar.

CATEGORIAS	Fundamental (%)		Médio (%)	
	Apresenta os planetas na mesma linha	8	53,33	9
Apresenta os planetas em direções diversas	7	46,67	11	55
Total	15	100	20	100

**Quadro 4:** Categorização das ilustrações referentes à percepção das diferenças de tamanhos dos planetas no Sistema Solar.

CATEGORIAS	Fundamental (%)		Médio (%)	
	Observa escala de tamanho	8	53,33	6
Não observa escala de tamanho	7	46,67	14	70
Total	15	100	20	100

Observando o quadro 4, percebe-se que mais de 50% dos alunos do Ensino Fundamental se preocupa em representar as diferenças de tamanhos dos planetas, demonstrando a noção de escala, ainda que não necessariamente exata. Surpreendentemente apenas 30% dos estudantes de ensino médio demonstrou ter esta noção ou preocupação, evidenciando que, embora estejam em um nível de ensino no qual já tiveram contato com imagens dos planetas em livros, na internet ou durante sua formação escolar, além de provavelmente terem vivenciado diversas situações de medidas de volume, comparações de tamanhos e escalas, nas disciplinas de ciências, geografia, física e matemática, entre outras, não são capazes de utilizar este conhecimento ou noção na representação de objetos reais. Esta dificuldade converge com os apontamentos de OLIVEIRA (2009) que destaca deficiências na apresentação da importância e do significado do uso de escalas em livros didáticos das mais diferentes disciplinas, em especial da Geografia. Converte com MELO (2006), ao mostrar que em diversos livros de Matemática, o assunto de escalas e proporções é abordado de forma desconectada de outras áreas, bem como do mundo dos estudantes.

A análise do quadro 5 mostra que a porcentagem de alunos do Ensino Fundamental que percebe diversos componentes do nosso sistema solar, como satélites e asteroides, é maior que a porcentagem do Ensino Médio.

Mostra também que uma porcentagem maior de alunos do ensino médio adiciona objetos externos ao sistema solar, como buracos negros ou outras estrelas. Aqui fica a dúvida se o motivo é saber que existem outros corpos celestes, sem conseguir situá-los, ou se todos sabem da existência destes corpos, porém os estudantes de nível fundamental conseguiram distinguir melhor quais fazem parte do sistema solar e quais não fazem.

**Tabela 5 -** Categorização das ilustrações referentes aos componentes do Sistema Solar

CATEGORIAS	Fundamental (%)		Médio (%)	
	Apresenta só Planetas do Sistema Solar	5	33,33	13
Apresenta os Planetas do Sistema Solar + Lua, Asteroides, Meteoritos e outros	9	60	3	15
Apresenta itens do Sistema Solar, fora do Sistema Solar e outros	1	6,67	4	20
Total	15	100	20	100

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A abordagem em formato de oficinas mostrou-se ideal para os propósitos educacionais do projeto. Percebeu-se que uma metodologia que envolve o lúdico, aliada ao emprego de materiais concretos e à livre participação dos alunos, resulta em maior atração pelo processo educativo e numa ampliação do contato dos alunos com novos conceitos.

Os resultados nos mostram que, mesmo existindo uma diferença muito grande no grau de escolaridade, o nível de concepções é muito similar entre os dois níveis. Uma constatação encontrada é de que os alunos do nível fundamental apresentam desenhos mais articulados às concepções cientificamente aceitas. Isso pode ser explicado pelo fato de que no Ensino



Fundamental a Astronomia é abordada em alguma medida. Já no Ensino Médio raramente os alunos têm contato com o tema. Mas mostra também que carece de significado e de impacto a forma como convencionalmente o tema vem sendo tratado.

Uma possibilidade decorrente remete ao interesse na formação continuada do professor do ensino fundamental, que tem aumentado significativamente, conforme IACHEL (2009), contribuindo para a qualificação do ensino neste nível e para que o professor tenha maior segurança em abordar tópicos da Astronomia neste nível. Outra possibilidade é a de que no Ensino Médio, como a carga de conteúdos é maior e o tempo muitas vezes é menor, o assunto não é abordado ou é abordado muito superficialmente.

Para Langui (2011) ações desenvolvidas na área de ensino de Astronomia, provocam mudanças efetivas não apenas na prática docente, mas também nos programas e currículos escolares oficiais nacionais, com relação à inserção da Astronomia na educação.

Estes resultados mostram a necessidade de intensificar as atividades que permitem consolidar a compreensão do aluno sobre nosso lugar no universo, mas também permite identificar a necessidade de investir tanto na formação inicial dos novos professores, quanto na formação continuada dos professores em exercício, contribuindo para a melhoria do ensino das ciências em geral.

## REFERÊNCIAS

**A Terra como um grão de pimenta.** Disponível em :

<http://www.planetario.ufrgs.br/aterracomoumgraodepimenta.html>

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, 2002

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais ciências naturais.** Brasília, 1997.

IACHEL, G. ; SCALVI, Rosa Maria Fernandes ; NARDI, R. . Um estudo exploratório para o ensino de Astronomia na formação continuada de professores. In: **VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis. Anais do VII Enpec. Belo Horizonte: Abrapec, 2009.

LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 2, pp. 373-399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Ensaio**, v.12, n.02, pp. 205-224, mai-ago/2010

LEITE, C.; HOUSOME, Y.. Os professores de ciências e suas formas de pensar Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia –RELEA**, Limeira, v. 4, p. 47–68, 2007.

SIVERES, L. A extensão como um princípio de aprendizagem. **Revista Diálogos: Universidade do Século XXI: a contribuição da extensão na busca da aprendizagem.** Brasília, vol. 10, p. 8-17, 2008. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RDL/article/viewFile/1946/1266> Acesso em 01 de Abril de 2015 .

## UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES NO ENSINO MÉDIO ORIENTADO PELAS APRENDIZAGENS MAA E TAS

**Alessandra de Souza Teixeira** [alessandrasouzateixeira@gmail.com]

**Elis Regina Macedo** [eregina.objetiva@hotmail.com]

**Sirlei Maria de Jesus Souza** [sirleimaria.j.souza@gmail.com]

**Humberto Luz Oliveira** [hloliveira@gmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.*

*Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil.*

### Resumo

O presente trabalho descreve uma proposta para o ensino da teoria cinética dos gases que surgiu de uma atividade realizada na disciplina Gravitação, Termodinâmica e Fluidos (GTF) da quinta fase do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. A atividade foi um incentivo para a aplicação da Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), especificamente a metodologia de aprendizagem baseada em problemas. Elaborou-se um projeto de ensino que aborda o tema teoria cinética dos gases para a disciplina de física do ensino médio, propondo um espaço de aprendizagem utilizando experimentos de baixo custo e uma atividade lúdica para avaliação, que é feita de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel. Como resultado deste projeto de ensino, espera-se que a socialização do conhecimento e participação em atividades práticas e dinâmicas de grupo contribua para a formação do indivíduo, despertando o interesse por trabalhos na forma colaborativa.

**Palavras-chave:** Metodologia de Aprendizagem Ativa; aprendizagem baseada em problemas; Teoria da Aprendizagem Significativa; teoria cinética dos gases; ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

Por volta da década de 1950 existiam algumas escolas com materiais destinados aos trabalhos dos alunos e salas adequadas ao funcionamento de laboratórios didáticos, tendo um roteiro pronto a ser seguido que os conduziam do começo ao fim, caracterizando uma aprendizagem mecânica. Foram criados vários programas na segunda metade do século XX, nos Estados Unidos e posteriormente no Brasil, para modificar o formato do ensino de física nas escolas. O PSSC [Physical Science Study Committee] (1956), o Projeto de Ensino de Física (PEF), Física Auto-Instrutiva (FAI), Projeto Brasileiro para o Ensino de Física (PBEF) e o Projeto Harvard (1962-1970) são exemplos de projetos desenvolvidos com esta finalidade (Pena, 2012).

No início do século XX existia uma movimentação entorno de uma nova teoria pedagógica, conhecida como escola nova deweyana (Cunha, 2001). Tal teoria discutia a mudança de comportamento do professor e do aluno que utilizava um roteiro orientado que identificava a aprendizagem mecanicista dos alunos pelo antigo método, onde o aluno ocupa o papel de expectador e se for “um bom aluno” repetirá fielmente o que foi depositado pelo professor.

Nesta nova proposta de ensino contextualizado de forma pragmática, o estudante é autor do seu próprio conhecimento através de experimentos e pesquisas sendo direcionado por um professor, não sendo tratado como tábua rasa e incentivado a ser agente capaz na construção do seu desenvolvimento intelectual, onde certamente surgirão significativas mudanças na constituição do ser em sua totalidade.

A aplicação da aprendizagem ativa e aprendizagem significativa tão comentada e defendida por diversas áreas de incentivo à educação e pesquisa, pode ser aplicada no formato da realidade acadêmica e escolar nos respectivos moldes atuais. Nesse trabalho se dará enfoque à apresentação da teoria cinética dos gases como proposta de aula para o ensino médio, um incentivo para o uso da

metodologia ativa de aprendizagem no contexto acadêmico e escolar, conduzido segundo o modelo de escopo do plano de projeto (Moura & Barbosa, 2013).

A ideia central deste projeto é valorizar cada vez mais o trabalho realizado de forma colaborativa, pois a troca de informação contribuirá entre os sujeitos durante o processo de aprendizagem, já que ninguém é capaz, incapaz ou pouco inteligente em todas as áreas do conhecimento. Com esta proposta pedagógica ficará mais fácil dos aprendizes perceberem qual é o mais capacitado para direcionar uma determinada tarefa, assim é oportunizado um desenvolvimento criativo entre a equipe e através desta ação é construída uma aprendizagem significativa.

A física é tratada como se não fosse uma ciência vivenciada por todos desde sua existência, e exemplifica-se nesse projeto o caso da pressão uma situação em que todas as pessoas experimentam diariamente. O ar exerce uma força devido à sua coluna de altura de aproximadamente 8 km o que produz uma pressão<sup>1</sup> de aproximadamente 10 toneladas por m<sup>2</sup>. Mas essa pressão não é percebida, pois todos estão acostumados a ela. A física não está presente apenas em nosso planeta, mas por toda parte da galáxia, mesmo onde o homem não imagine existir matéria, inteligência ou fluidos.

Destaca-se neste trabalho dois experimentos utilizados para abordar a teoria cinética dos gases. O primeiro é de uma latinha de refrigerante sendo esmagada pela pressão atmosférica e o segundo experimento é um dispositivo que simula o comportamento dos gases, ambos construídos com materiais de baixo custo. Com tais experimentos é possível fazer a abordagem de conceitos como velocidade, colisões, número de moléculas, pressão, volume e temperatura de gases ideais. A avaliação é conduzida durante todo o momento da aula antes e depois do material apresentado.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Teoria da Aprendizagem Significativa

A proposta deste projeto é a de buscar interagir com a estrutura cognitiva dos alunos, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa. O foco principal da aprendizagem significativa, segundo David Ausubel, é descobrir o que o aprendiz já sabe a respeito de determinado tema e procurar uma forma de interação entre novos conhecimentos e as ideias prévias que o sujeito possui (Moreira, 2006). Esta nova interação, que é proposta pela aprendizagem significativa, se dá de maneira não-literal em que o educando não reproduz tudo aquilo que aprendeu, mas atribui significados de acordo com sua estrutura cognitiva e produz novos conhecimentos; e não-arbitrária, pois a interação não é com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento especificamente relevante já existente para o sujeito que aprende.

Existem duas condições para ocorrer a aprendizagem significativa: necessita-se de material potencialmente significativo e pré-disposição em aprender. O material potencialmente significativo é um material a ser aprendido que se relaciona à estrutura cognitiva do aluno, devendo ter significado lógico e não deve ser aleatório. A pré-disposição em aprender envolve a natureza da estrutura cognitiva do aluno com a qual o novo material possa ter interação com ela.

As ideias prévias que o sujeito possui recebem o nome de subsunçores. Quando o indivíduo não possui subsunçores em relação à um determinado tema, Ausubel sugere a utilização de organizadores prévios (Moreira, 2006). Os organizadores prévios servem de ponte cognitiva entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber. O organizador é um material mais geral e inclusivo e não pode conter informações sobre o próprio material de aprendizagem.

A estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados, que se caracteriza por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação

---

<sup>1</sup> Neste caso está se referindo a 10 toneladas (10.000 kg) de ar em cima de uma área de 1 m<sup>2</sup>. Como pressão é força pela área, a força do ar é representada pelo peso do ar (massa x aceleração gravitacional) que é igual a 100.000 N. A pressão que o ar exerce é de 100.000 N/m<sup>2</sup>, ou 100.000 Pa, aproximadamente uma pressão de 1 atm. A ênfase dada aqui é da quantidade de toneladas que cada pessoa "carrega" em cima de si.

integradora. A *diferenciação progressiva* é o processo de atribuição de novos significados a um subsunçor, de modo a diferenciar os subsunçores. Um único subsunçor poderá se relacionar com diversos conhecimentos novos, fazendo parte de uma ideia geral. Mas para isso é preciso ter feito também uma *reconciliação integradora*, que consiste em eliminar diferenças aparentes e resolver inconsistências, ou seja, saber diferenciar os subsunçores e os novos conhecimentos relacionados a eles. Ausubel recomenda o uso dos princípios da *organização sequencial* e da *consolidação* para facilitar a aprendizagem significativa. O aluno pode organizar seus subsunçores hierarquicamente de acordo com os significados que se atribuem a eles. Esta etapa é o que se chama de *organização sequencial*. Uma outra consequência é a de o estudante dominar os conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. Como fazer isso? É importante propor exercícios, resoluções de situações-problema, diferenciações, para que seja possível dominar os conhecimentos prévios e ocorrer então, a *consolidação* (Moreira, 2002).

A avaliação da aprendizagem significativa implica propor situações novas, onde o aluno produz conhecimento, requerendo máxima transformação do conhecimento adquirido, afinal, a aprendizagem não é de forma literal. Porém, se o aluno não é acostumado a enfrentar situações novas não é adequado propô-las no momento da avaliação, mas, progressivamente ao longo do processo instrucional. É necessário procurar evidências da aprendizagem significativa, ao invés de determinar se ocorreu ou não, evitando assim uma simulação da aprendizagem significativa.

### **Metodologia de Aprendizagem Ativa**

Além da aprendizagem significativa, este trabalho é orientado pela metodologia de aprendizagem ativa. O ensino por meio de projetos e o ensino por meio de solução de problemas são exemplos da metodologia de aprendizagem ativa. A aprendizagem ativa busca uma forma de vencer a concepção até então estabelecida de que os estudantes sejam passivos ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Em pleno século XXI não faz mais sentido o aluno se comportar da mesma forma que um aluno do século XX ou até do século XIX. Com as novas tecnologias e a transformação do mundo, é necessário que os alunos mudem a forma de aprender, não sendo mais passivos e que desenvolvam competências necessárias para sua formação.

As principais características da aprendizagem ativa são a de estimular a participação do aluno em diversas atividades; respeitar a liberdade de escolha levando em consideração os múltiplos interesses e objetivos; valorizar a contextualização do conhecimento; incentivar as atividades em grupo; promover a utilização de diversos recursos culturais, científicos, tecnológicos que podem ser providenciados pelos próprios alunos e promover a competência de socialização do conhecimento nas atividades desenvolvidas.

A aprendizagem ativa às vezes pode ser entendida de forma imprecisa. Pode-se imaginar que o aluno esteja “ativamente” ouvindo em uma aula expositiva. Entretanto, pesquisas da ciência cognitiva sugerem que os alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir, para ter uma aprendizagem efetiva (Meyers & Jones, 1993 *apud* Barbosa & Moura, 2013).

Aprendizagem ativa ocorre de fato quando o aluno aprende por si o assunto, interagindo com ele, mas também socializando com seus colegas e professor. O professor atua como orientador, ou seja, facilitador do processo de aprendizagem e não como a única fonte de conhecimento. Dessa forma, o aluno não apenas retém o conhecimento, mas também é capaz de fazê-lo e ensiná-lo.

A aprendizagem baseada em problemas (ABProb) é fundamentada em uma situação problema para o aprendizado. Ela consiste em etapas para a organização do estudo, desde o entendimento inicial do problema até a avaliação do trabalho desenvolvido. O estudo torna-se mais prazeroso quando o assunto é de interesse do aluno ou escolhido pelo próprio. A aprendizagem baseada em problemas valoriza o conhecimento prévio dos alunos e principalmente, promove a aplicação do conhecimento em diversos contextos, baseando-se na análise de problemas reais.

## METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido em cinco etapas: 1 - identificação dos conceitos principais; 2 - pesquisa e leitura; 3 - elaboração do escopo; 4 - elaboração do plano de ação e 5 - execução do plano de controle e avaliação.

### 1 - Identificação dos conceitos principais

A fim de identificar os principais conceitos envolvidos na teoria cinética dos gases, foi feita a elaboração de um mapa conceitual (Figura 01) para nortear a aula, revisando-os em livros de física tais como *Física de olho no mundo do trabalho* (Alvarenga & Máximo, 2003), *Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica* (Halliday, Resnick & Walker, 2009) e *Física Conceitual* (Hewitt, 2011).

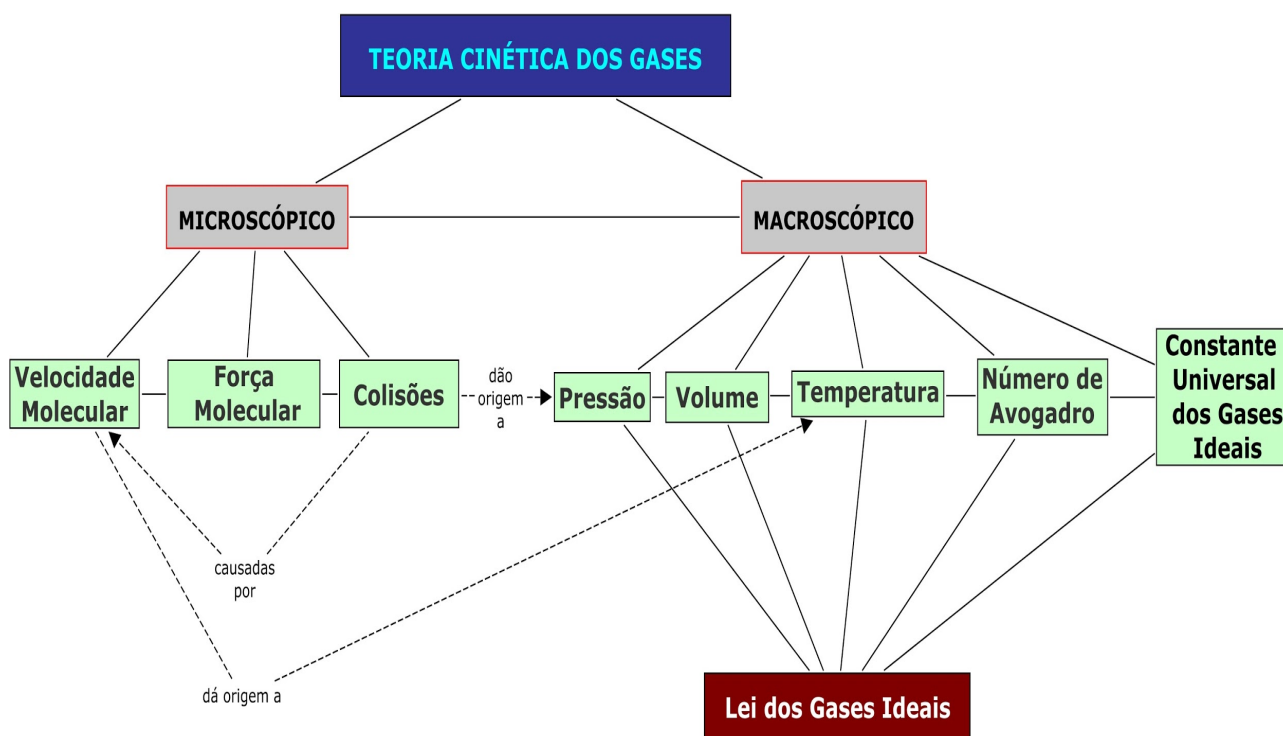


Figura 01 - Conceitos principais de teoria cinética dos gases.

### 2 - Pesquisa e leitura

Na proposta de ensino utilizando a aprendizagem ativa, faz parte do processo de construção do conhecimento que o sujeito seja autor ou desenvolva o seu próprio material. Para que ocorra tal evidência no processo de aprendizagem é fundamental que o sujeito pesquise e selecione o material após uma leitura cuidadosa. A fim de preencher essa etapa da metodologia ativa, realizou-se uma pesquisa em artigos publicados em periódicos na área de ensino de física. Foram selecionados dois artigos envolvendo o tema teoria cinética dos gases, contendo uma proposta de produto educacional para o professor utilizar em sala de aula. Os artigos encontram-se no quadro 01.

#### Quadro 01 - Artigos encontrados em periódicos na área de ensino de Física.

Periódico	Ano	Autores	Título
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2004	Fernando Lang da Silveira Yan Levin	Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição?
Caderno Catarinense de Ensino de Física	1994	P. M. Azevedo <i>et al</i>	Demonstração em teoria cinética

### 3 - Elaboração do escopo

O escopo expressa o que se pretende realizar, é o primeiro passo para a construção do projeto. Os elementos do escopo são: a situação geradora que define um problema que dá origem ao projeto, a justificativa que é o diagnóstico da situação geradora, os objetivos (geral e específicos) do projeto, os resultados esperados com a realização do projeto que estão relacionados com os objetivos específicos do mesmo, e a abrangência que constitui o público alvo e a área de atuação.

### 4 - Elaboração do plano de ação

O plano de ação foi desenvolvido segundo a metodologia de Moura & Barbosa (2010) denominada Estrutura de Desdobramento do Trabalho (EDT). Basicamente a EDT é uma estrutura hierárquica na qual o projeto é dividido em atividades cada vez menores e mais simples até chegar no nível mais baixo que consiste na realização de pequenas tarefas. O objetivo da EDT é quebrar ou desdobrar grandes atividades em atividades menores e mais simples de modo a obter a especificação de um conjunto de tarefas, necessárias para a execução de um projeto.

No plano de ação, as seguintes tarefas foram realizadas:

a) *construção e aplicação de um pré-teste*: o pré-teste foi construído com base em questões conceituais extraídas do livro *Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica* (Halliday, Resnick & Walker, 2009) e do artigo *Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição?* (Silveira & Levin, 2004) - apresentado no quadro 01;

b) *escolha de organizadores prévios*: foi utilizado como organizador prévio uma situação-problema de como um vagão-tanque de aço (Figura 02) pode ter sido esmagado da noite para o dia, levantando-se a seguinte questão: será que um monstro de ficção científica pisou no vagão durante a noite? Tal situação-problema foi adaptada do livro *Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica* (Halliday, Resnick & Walker, 2009);



**Figura 02** - Vagão-tanque esmagado pela pressão atmosférica. Fonte: *Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica* (Halliday, Resnick & Walker, 2009)

Em seguida foram selecionados dois experimentos de fácil construção. O primeiro foi encontrado no livro *Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental* (Gaspar, 2005) e o segundo, no artigo *Demonstração em teoria cinética* (Marques et al, 1994) - quadro 01. O primeiro experimento, que é o de uma latinha de refrigerante sendo esmagada pela pressão atmosférica (Figura 03) é utilizado para introduzir a questão foco do trabalho “Como o ar pode deformar os objetos?”, sendo uma representação do vagão-tanque esmagado da situação-problema.



**Figura 03** - Montagem do experimento 1. Fonte: autores deste trabalho.

O segundo experimento (Figura 04) é um dispositivo montado com um alto-falante, um transformador, uma garrafa PET, isopor e esferas de pedal de bicicleta, que consiste na transformação de energia elétrica (pelo transformador) para a energia sonora (através do alto-falante), que por sua vez, é transferida para movimentar as partículas dentro da garrafa PET, neste caso, simulando a movimentação das moléculas do gás;



**Figura 04** - Experimento 2 – esquerda: esferas de bicicleta em movimento (alto-falante ligado); direita: montagem do experimento. Fonte: autores deste trabalho.

c) *planejamento da aula*: para a preparação da aula, foram construídos slides com imagens, animações e outras ilustrações para a aula expositiva dialogada, abordando todos os conceitos identificados no mapa conceitual (Figura 01). Como a teoria cinética dos gases é uma ideia mais

geral e inclusiva que a lei dos gases ideais, esta foi introduzida primeiro. Porém, na maioria dos livros didáticos de física a teoria cinética dos gases acaba sendo inserida no final do capítulo, e os casos particulares da lei dos gases ideais como os processos isotérmico, isobárico e isovolumétrico são introduzidos primeiro no mesmo capítulo;

d) *construção de uma página na internet educacional*: o objetivo da página é disponibilizar materiais e atividades sobre termodinâmica. Além da teoria cinética dos gases, também são abordados outros tópicos da termodinâmica, pois a página foi criada junto à outro grupo da disciplina de GTF.



**Figura 05** - Página na internet sobre termodinâmica. Pode ser acessada em: (<http://processostermodina.wix.com/termodinamica>).

## 5 - Execução do plano de controle e avaliação

A execução do projeto foi realizada junto à turma na disciplina de Gravitação, Termodinâmica e Fluidos. As apresentações foram feitas em formas sequenciais, ou seja, são quatro temas que abrangem a termodinâmica distribuídos em quatro grupos, iniciando pela Lei Zero da Termodinâmica, em seguida a Primeira Lei da Termodinâmica, a Teoria Cinética dos Gases (o tema do presente trabalho) e a Segunda Lei da Termodinâmica.

As alternativas utilizadas para avaliar os resultados do projeto foram a aplicação de um pré-teste antes do material apresentado. Além do pré-teste, foi realizada uma dinâmica de grupo chamada “bingo” após a apresentação da aula expositiva e exercícios, para avaliar os conceitos discutidos sobre a teoria cinética dos gases.

O bingo é uma adaptação do bingo tradicional que, ao invés de números nas cartelas, são colocadas apenas as respostas das perguntas feitas pelo professor. Foram preparadas 10 perguntas (enumeradas) com antecedência e distribuídas as cartelas de acordo com o número de grupos de alunos. As cartelas devem conter apenas as respostas, com todas elas corretas. Ao começar o jogo, as perguntas são lidas em voz alta e os grupos devem verificar se a resposta está em sua cartela, e se estiver, a resposta é marcada com um grão; ganha aquele que primeiro preencher a cartela toda. No final, as respostas foram discutidas com a turma.

A maioria das perguntas escolhidas para o bingo foram conceituais e algumas foram objetivas. Havia perguntas simples desde “o que é um gás ideal”, até perguntas mais complexas



que envolvem análise de imagens e raciocínio. As perguntas foram retiradas dos livros *Física Conceitual* (Hewitt, 2011) e *Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica* (Halliday, Resnick & Walker, 2009).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A primeira questão do pré-teste procurou saber o que irá ocorrer com os volumes de dois balões ligados às extremidades de uma mangueira com um grampo impedindo a passagem do ar, em que o volume de um balão era menor que o outro (Silveira & Levin, 2004). Com base na análise das respostas, as concepções apresentadas pelos alunos é de que o ar flui do balão maior para o menor, até que ambos estabeleçam o equilíbrio. Os alunos desprezaram o efeito da pressão do ar no interior dos balões sendo que, no balão menor a pressão é maior, pois o ar está confinado em um espaço menor logo, a frequência das colisões das moléculas é maior fazendo com que a pressão do ar também seja maior.

A segunda questão foi deixada em branco pela maioria dos alunos, pois era baseada na análise de um diagrama p-V a volume constante. A pergunta era sobre o sinal do trabalho realizado pelo gás quando este se movia para regiões diferentes do gráfico. Apenas um dos grupos respondeu corretamente a questão, aquele que abrangeu a primeira lei da termodinâmica, pois o grupo já estava familiarizado com o conceito de trabalho realizado por um gás. Isto indica que para a abordagem de conceitos de teoria cinética dos gases é importante a introdução de conceitos da primeira lei da termodinâmica.

A última questão do pré-teste “o super-homem conseguiria tomar água com canudinho na Lua?” não apresentou respostas equivocadas, todos os grupos responderam que *não*, discutindo o fato de a Lua não possuir pressão atmosférica. Foi a questão que mais provocou interesse nos alunos, que faziam perguntas sobre a possibilidade de outros super-heróis conseguirem tomar água com canudinho na Lua.

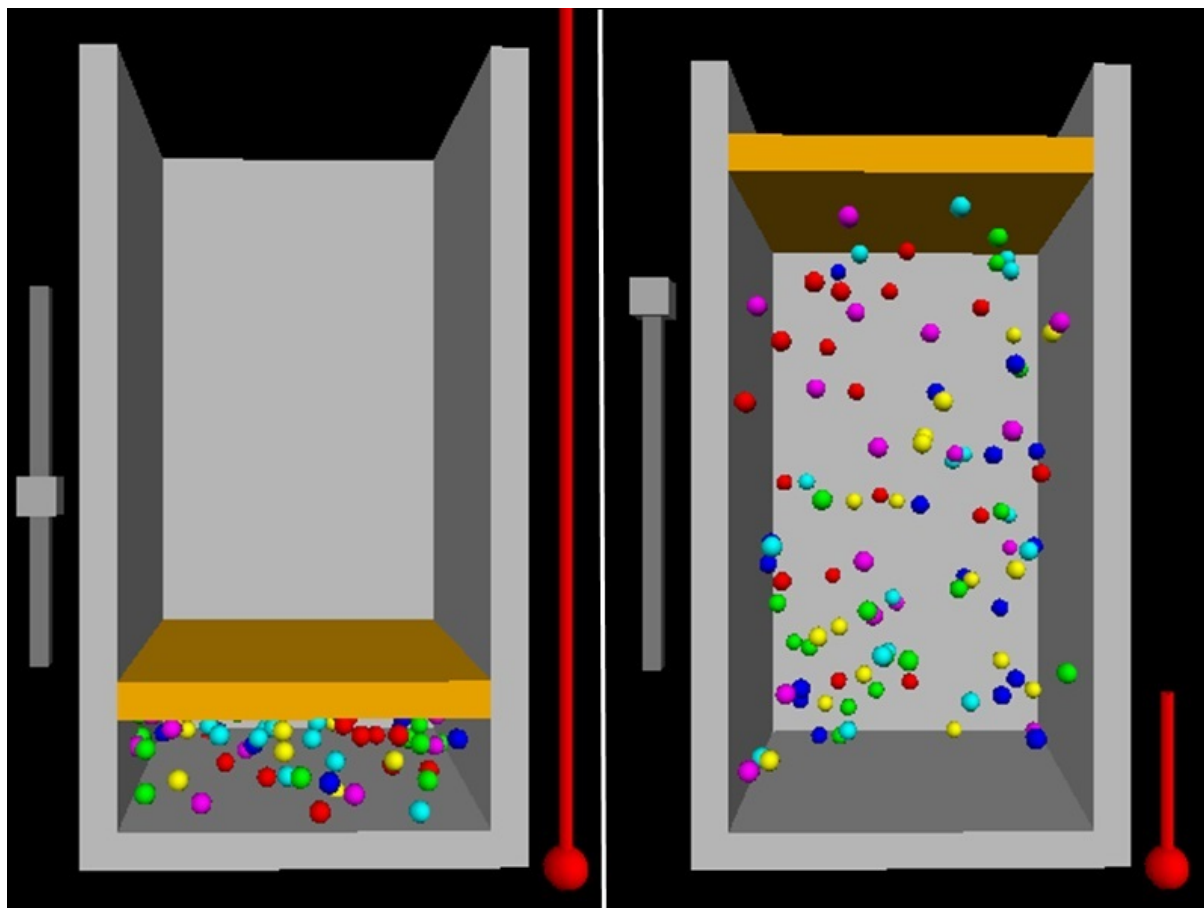
O pré-teste apenas forneceu uma visão grosseira a respeito do conhecimento prévio dos alunos. De fato, percebeu-se que é necessário buscar mais alternativas para alcançar a estrutura cognitiva prévia, pois o pouco tempo disponibilizado para a aplicação das atividades não permitiu buscar tais alternativas.

Durante os dois experimentos os alunos interagiram e fizeram questionamentos a respeito dos mesmos. Na aula expositiva também teve interação e discussões a respeito de questões conceituais. Durante os exercícios resolvidos no quadro, os alunos se mostraram céticos em relação à algumas respostas encontradas, já que a maioria dos exercícios são exemplos de situações ideais.

Uma das principais dificuldades durante o projeto foi a execução do experimento que demonstra o movimento das moléculas de gás, pois não ocorreu de forma satisfatória em termos da sua construção. O objetivo do experimento é o de provocar a movimentação das moléculas através da vibração do alto-falante (acoplado ao transformador), para que ocorra a expansão do gás e que este mova um êmbolo (de isopor) para cima. Porém, esse fato não foi observado, pois a potência do alto-falante era insuficiente para mover as moléculas com mais rapidez e movimentar o êmbolo. Entretanto, o experimento serviu para demonstrar qualitativamente o comportamento de duas diferentes massas, representadas por bolinhas de isopor e esferas de aço.

Como o resultado do experimento não foi o esperado, utilizou-se um objeto de aprendizagem aplicando a linguagem de programação Python para representar o movimento de um êmbolo causado pela agitação das moléculas de um gás, ilustrando o conceito de velocidade média quadrática. O aplicativo utilizado (Figura 06) foi elaborado pelos professores Ruth Chabay e Bruce Sherwood, que pode ser acessado em

(<http://matterandinteractions.org/Content/Materials/programs1.html>).



**Figura 06** - Vídeo-captura de tela para mostrar a simulação e animação de um modelo de gás ideal colisional com 100 partículas de esferas rígidas (duras e indeformáveis). Esquerda: velocidade média alta (temperatura alta); direita: velocidade média baixa (temperatura baixa).

O resultado do bingo foi parcialmente satisfatório. Foi o esperado em relação à interação entre os grupos, gerando vários questionamentos e comentários, além de sugestões de respostas para as perguntas. Porém, algumas respostas os alunos não conseguiam identificar para determinadas perguntas, evidenciando dificuldades na compreensão de alguns conceitos.

Os possíveis fatores de risco para o projeto podem ser a falta de conexão entre alguns conceitos, como os da primeira lei da termodinâmica e lei zero. Os alunos podem não conseguir assimilar os conceitos novos com os já existentes, faltando a disponibilidade de um tempo maior para a aplicação da aula para trabalhar os conceitos gradualmente.

Desde os primeiros momentos ficou claro o quanto os grupos da disciplina precisavam interagir durante as escolhas dos temas e organização dos conceitos, pois algumas grandezas físicas faziam parte do material de dois grupos ou mais. Na prática observou-se pequenos ajustes a serem feitos, contando que determinados grupos poderiam ter se aprofundado mais em determinados conceitos.

Outro fator audacioso, em especial para o grupo do presente artigo, foi durante a pesquisa e montagem do material optar por colocar em prática dois enfoques teóricos diferentes, em suas diferentes propostas para um novo modelo de educação, encontrar a dose certa para cada uma delas e o momento preciso de evidenciar a sua apropriação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da proposta de um projeto de ensino baseado na aprendizagem significativa e aprendizagem ativa proporcionou, em maior ou menor instância, interações entre todos os grupos participantes. Esta atividade realizada na disciplina de Gravitação, Termodinâmica e Fluidos da quinta fase do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física, se

mostrou inédita em toda a história do curso, pois é uma disciplina de física aplicada e em sua ementa não consta a preparação e aplicação de uma aula de física, como foi a proposta deste trabalho.

As perspectivas deste trabalho vão além da aplicação no ambiente acadêmico. A ideia é levar o material desenvolvido para uma escola de educação básica da rede estadual de ensino. Espera-se que o material possa ser apresentado à uma turma de ensino médio, pelas suas próprias idealizadoras, no formato de seminários supervisionados pelo professor da escola. O objetivo é obter novos dados com a proposta de avaliação segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, buscando indícios de evolução conceitual dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. F. & MOURA, D. G. (2013) Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, V. 39, n. 2. <[http://www.senac.br/media/42471/os\\_boletim\\_web\\_4.pdf](http://www.senac.br/media/42471/os_boletim_web_4.pdf)> Acesso em 19 mai. 2015.
- CHABAY, R. & SHERWOOD, B. Matter & Interactions. Disponível em <<http://matterandinteractions.org/>> Acesso em 28 jul. 2015.
- CUNHA, M. V. (2001) John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. **Revista Brasileira de Educação**. Maio/Jun/Jul/Ago, n. 17.
- GASPAR, A. (2005). **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. (2009). **Fundamentos de Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC.
- HEWITT, P. G. (2011). **Física Conceitual**. 11ª Ed. Porto Alegre: Bookman.
- MARQUES, P. M. A. et al. (1994) Demonstração em Teoria Cinética. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, V. 11, n. 2, p.100-104.
- MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. (2003). **Física de olho no mundo do trabalho**. São Paulo: Scipione.
- MOREIRA, M. A. (2002) O que é afinal aprendizagem significativa? In: AULA INAUGURAL DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS, Cuiabá: Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso.
- MOREIRA, M. A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- MOURA, D.G. & BARBOSA, E.F. (2008). **Trabalhando com Projetos – Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais**. Petrópolis: Editora Vozes.
- MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F.; BARBOSA, A. F. (2009) A gestão flexível como fator de sucesso em projetos educacionais. **B. Téc. Senac: a R. Educ. Prof.**, Rio de Janeiro, V. 35, n.1, jan./abr. <<http://www.senac.br/BTS/351/artigo-05.pdf>> Acesso em 12 jun. 2015.
- PENA, F. L. A. (2012) Sobre a presença do Projeto Harvard no sistema educacional brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, V. 34, n. 1. <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341701.pdf>> Acesso em 23 jun. 2015.
- SILVEIRA, F. L. & LEVIN, Y. (2004) Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 21, n. 3. <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6420/5936>> Acesso em 22 mai. 2015.

## **TRANSMISSÃO E ABSORÇÃO DO ESPECTRO SOLAR EM COBERTURAS PLÁSTICAS E A INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE<sup>1</sup>**

**Ivo Mai** [ivo.mai@ibiruba.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS. Bairro Esperança, 98200-000, Ibirubá, RS – Brasil.*

**Igor Sartori** [igor.sartori@ibiruba.ifrs.edu.br]

*Acadêmico em Agronomia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS Ibirubá. Campus Ibirubá, 98200-000, Ibirubá, RS – Brasil.*

**Eduardo Matos Montezano** [eduardo.montezano@ibiruba.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS – Caixa Postal, 15051. Bairro Esperança, 98200-000, Ibirubá, RS – Brasil.*

### **Resumo**

O presente artigo é resultado do estudo sobre a transmissão seletiva da radiação solar em telas de sombreamento e filmes plásticos de proteção na produção de mudas de alface e a sua influência no crescimento das plantas, promovendo estudos interdisciplinares de Física e Olericultura. Os experimentos estão sendo desenvolvidos no campo didático e experimental do setor de horticultura do IFRS, Câmpus Ibirubá, em túneis baixos cobertos com diferentes tipos de filmes plásticos e telas de sombreamento, normalmente usados para proteger as plantas de eventos climáticos desfavoráveis e influência direta do sol. A semeadura da alface é realizada em bandejas multicelulares e conduzida no interior destas coberturas até o tamanho ideal para o transplante. Para avaliar a influência da absorção e transmissão dos diferentes comprimentos de onda no desenvolvimento da alface, foram medidos a irradiação solar transmitida através das películas de proteção, a medida da altura de plantas, massa fresca e seca da parte aérea e raízes das mudas produzidas. Os dados a respeito da radiação incidente foram medidos com um espectrorradiômetro, a quantidade de massa medida com balança de precisão e a secagem em estufa. Os resultados das medidas de transmissão da radiação solar mostram diferenças significativas, especialmente em filmes plásticos e talas pretas com malhas menores. Entre os filmes a seletividade da transmissão é maior naquelas com algum tipo de pigmentação. E estas mostram diferenças significativas especialmente no desenvolvimento aéreo e radicular das plantas, ou seja, sua arquitetura e características.

**Palavras-chave:** radiação solar, absorção e transmissão da luz, olericultura, alface.

### **INTRODUÇÃO**

É sabido que a radiação solar é indispensável para a germinação e a realização da fotossíntese pelas plantas e o nível da radiação é determinante na quantidade de massa produzida. Segundo dados publicados em bibliografias diversas, em condições climáticas favoráveis há maior produção de massa verde pela fotossíntese em regiões próximas da linha do equador do que regiões próximas dos polos geográficos.

O estudo sobre o cultivo de mudas de alface sob condições de controle da radiação solar incidente, além de dar significado à Física para alunos dos cursos de Agronomia e Técnico em Agropecuária, permite investigar as propriedades dos filmes plásticos e telas de sombreamento agrícolas promovendo a integração das disciplinas da área técnica com a Física aplicada.

Além disso, a importância da pesquisa na formação profissional com espírito investigativo, a abordagem interdisciplinar no processo ensino e aprendizagem, a metodologia da pesquisa desempenha papel de facilitadora nesse processo e a produção de novos conhecimentos.

---

<sup>1</sup> Apoio: Instituto Federal Rio Grande do Sul, Câmpus Ibirubá (IFRS).

Diversas publicações mostram que as atividades humanas nos últimos anos influenciaram nas mudanças climáticas, e o uso de produtos tecnológicos, dentre elas as proteções artificiais alterar significativamente a produção dos alimentos. O aumento da gama de ofertas de filmes plásticos e telas de sombreamento com poucas informações sobre suas propriedades, características e aplicações podem levar ao uso incorreto e interferir nos resultados da produção tanto em quantidade como em qualidade. O conhecimento sobre tais produtos tecnológicos é de fundamental importância para o uso correto, adequado e racional, além de desenvolver o senso crítico dos técnicos e agrônomos. Em fim, o presente estudo é uma tentativa de investigar sobre a influência das propriedades de absorção e transmissão de diferentes comprimentos de onda da luz solar por películas de proteção usadas na horticultura como na produção de mudas de alface.

O conhecimento que temos atualmente sobre a interação das ondas do espectro eletromagnético com a matéria pode produzir diversos efeitos, dentre eles estão os fenômenos ondulatórios da reflexão e a transmissão das radiações eletromagnéticas. E segundo a Física quântica, a luz também pode apresentar comportamento corpuscular através de fótons. Neste caso pode ocorrer a absorção da energia dos fótons por moléculas que constituem a matéria. Este fenômeno quântico pode produzir alterações no meio como o movimento dos átomos e moléculas que podem ser de translação, rotação, estiramento das ligações moleculares ou deformações angulares. Ondas eletromagnéticas são capazes de serem absorvidas por molécula quando a frequência incidida coincide com a frequência daquele modo vibracional.

Alguns tipos de ondas, com maior frequência, possuem energia igual ou superior ao valor da energia de ligação, e nesses casos há a ruptura da ligação, separando as moléculas (tratando-se assim de uma transformação química). Esses fenômenos podem provocar alterações nas estruturas biológicas, que podem ser benéficas como é o caso da realização da fotossíntese pelas plantas.

Segundo Lincoln Taiz e Eduardo Zeiger no livro *Fisiologia Vegetal* mostram que a clorofila tipo a, que predomina em plantas de cor verde como a alface, absorve fótons que correspondem ao ultravioleta A, violeta, e azul com pico de máxima absorção no azul de comprimento de onda próximo de 420 nm. Também absorve luz que correspondem as cores laranja e vermelho com pico no vermelho com comprimento de onda próximo de 680 nm.

E a interferência humana no cultivo de alimentos com sistemas de proteção artificial como telas de sombreamento e filmes plásticos, geralmente com o objetivo de proteger as plantações de condições climáticas desfavoráveis, pode interferir no fenômeno da fotossíntese. Essas telas e filmes podem impedir a transmissão de certas frequências de radiações que podem influenciar no crescimento das plantas. Tais interferências podem ser benéficas ou prejudiciais, podem favorecer a produtividade ou não, produzir alimentos de melhor qualidade ou não. Buscar a solução de dúvidas e problemas dessa natureza é o objetivo central do presente estudo.

## **METODOLOGIA**

O experimento foi realizado no setor de horticultura do IFRS- Câmpus Ibirubá, durante o período de 15 de maio a 12 de junho de 2015. É constituído de tuneis baixos instalado através de arcos de aço galvanizado, verticalmente um em relação ao outro. Cada túnel baixo, de aproximadamente 1 metro de comprimento por 80 cm de largura, abrigou o floating (espécie de mesa de cultivo onde permanece a lâmina de água e a bandeja após a semeadura da alface). Nessa piscina são colocadas as bandejas de polipropileno expandido (isopor), deixando uma lâmina fixa de solução nutritiva (aproximadamente de seis centímetros) suficiente para o desenvolvimento do sistema radicular das mudas, mantendo o substrato úmido e permitindo a absorção dos nutrientes. Na construção do túnel baixo, o solo foi coberto com uma lona transparente e o floating construído de ripas de madeira. As dimensões médias dos floatings eram de 75 cm x 40 cm x 10 cm, com uma capacidade de 30 litros de água. A piscina era formada com a colocação de um filme plástico transparente de 150 micras de espessura. A distância de um túnel baixo ao outro é de 50 centímetros.

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, em nove tratamentos (parcelas) e a cada tratamento um arranjo de quatro repetições, instaladas aleatoriamente. Para cada túnel baixo foi instalado o floating com a lâmina d'água e a colocação da bandeja de 200 células após semeadura. As bandejas foram divididas em quatro blocos de 50 células cada uma, caracterizando quatro repetições no tratamento.



**Figura 01** – a) Estufas experimentais com bandejas para produção de mudas e sistema flutuante de irrigação; b) Bandeja com mudas de alface no ponto de transplante.

Quando as mudas atingiram o ponto de transplante, aproximadamente com 4 a 5 folhas verdadeiras, foram coletadas 10 plantas representativas de cada repetição para posterior medida da sua altura, massa verde e massa seca. Ao todo no experimento foram nove tratamentos, diferindo apenas a cobertura com filme plástico ou tela de sombreamento dos túneis baixos. As coberturas de proteção foram utilizadas cinco telas de sombreamento e quatro filmes plásticos de uso agrícola, todas com características técnicas diferentes. Os mesmos foram cedidos pela empresa Nortene Plásticos Ltda, parceira na realização do projeto. Cada um dos mesmos era identificado por uma sigla comercial da própria empresa, sendo: telas de sombreamento (5010C; 50200P; 5010P; 5020CO e 5017), e filmes plásticos (7025; 7055; 7020 e 7060) com suas características técnicas descritas no quadro 1.

**Quadro 01** - Ficha técnica das telas de sombreamento e filmes plásticos informadas pelo fabricante.

Classe	Código	Número	Ficha técnica
TELA	5010C	1	Tela tecida de monofilamento de polietileno de alta densidade com estabilizantes usada como antigranizo. Branca cristal com 8% de sombreamento.
	50200P	2	Tela tecida de monofilamento de polietileno de alta densidade com estabilizantes e negro defumo com 50% de sombreamento.
	5010P	3	Tela tecida de monofilamento de polietileno de alta densidade com estabilizantes e negro de fumo e usada como antigranizo. Preta com 18% de sombreamento.
	5020CO	4	Tela preta multiuso confeccionada com polietileno de alta densidade virgem com 30% de sombreamento.
	5017	5	Tela tecida de monofilamento de polietileno de alta densidade com pigmento dióxido de titânio de cor branca com estabilizantes UV com 14% de sombreamento. Indicada para laterais de estufas.
FILME	7025	6	Filme de polietileno de baixa densidade com aditivo UVE dióxido de titânio. De cor leitosa que reflete cerca de 50% da luz incidente sendo indicado para cultivo de plantas que necessitam de ambiente mais sombreado.
	7055	7	Filme de polietileno de baixa densidade com aditivo UV e aditivo difusor de luz. A transmissão da luz é maior ou igual a 85% e difusão de 40%.

7020	8	Filme de polietileno de baixa densidade com aditivo UV e considerado como um difusor de luz de 25% de difusão. Permite mais de 90% de transmissão de luz.
7060	9	Filme difusor térmico com aditivos que diminuem a temperatura diurna que difunde 72% de luz e com transmissão de 83% com proteção de raios UVA e UVB.

Fonte: <http://www.nortene.com.br/>

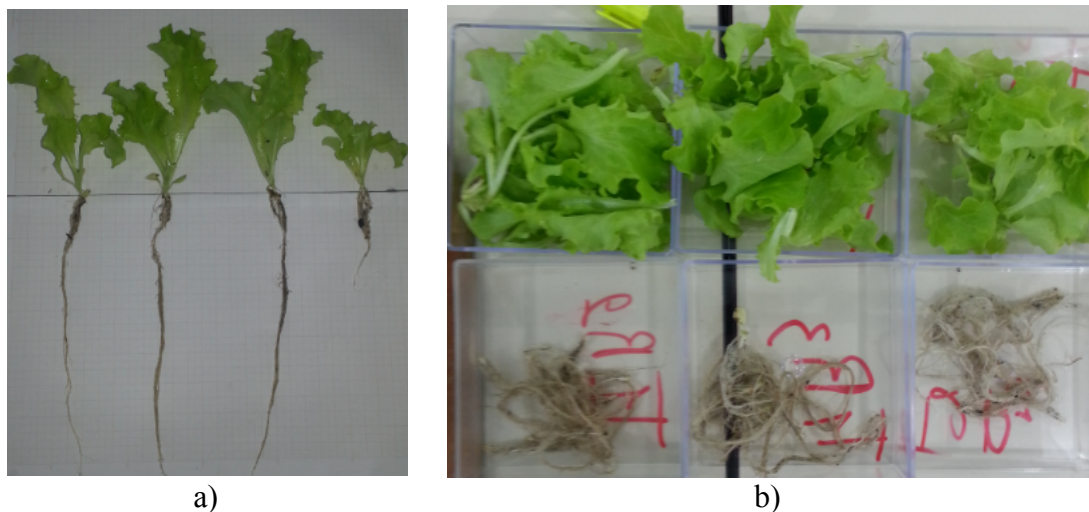
A sementeira foi realizada dia 15 de maio com sementes peletizadas de alface (*Lactuca sativa*) da cultivar Veneranda. Inicialmente, para realizar a sementeira, foi utilizada uma bandeja comercial de poliestireno expandido (isopor) com 200 células. O substrato utilizado foi uma mistura de 50% de vermiculita e 50% de substrato comercial (material a base de casca de pinus). Em cada célula semeou-se apenas uma semente e em seguida foram colocadas no *floating*.

Após a sementeira, deu-se início à medição das variáveis a serem avaliadas: o comportamento do espectro da radiação solar; e a posterior colheita das mudas, avaliando altura de plantas, massa verde da parte aérea e das raízes e massa seca da parte aérea e das raízes.

Para medir a transparência e a bloqueio da radiação solar, dados que foram usados para analisar o comportamento físico das coberturas, utilizamos o espectrorradiômetro equipado com computador e software. As medições foram realizadas três vezes por semana, sempre entre às 12 horas e 13 horas. As medidas foram obtidas com o sensor posicionado, a dez centímetros das coberturas no interior da estufa, e direcionado para o Sol, ou seja, de maneira que os raios solares incidissem perpendicularmente com o sensor.

Para a análise estatística, os dados foram copiados para a planilha eletrônica e calculando a média das três medidas diárias para cada um dos comprimentos de onda coletados. No final, calculou-se a média geral agrupadas de acordo com a divisão do espectro solar medido, ou seja, UVC, UVB, UVA, violeta, azul, verde, amarelo, laranja, vermelho e infravermelho próximo conforme consta nas tabelas dos quadros 2 e 3.

Procedimento para obtenção da altura, massa fresca e massa seca.



**Figura 02** – a) Procedimento de medida de altura das plantas; b) Medida da massa fresca das raízes e parte aérea.

No final da fase de produção de mudas, quando essas atingiram de 4 a 5 folhas verdadeiras, fez-se a coleta aleatória de dez plantas de alface de cada amostra de cinquenta mudas do experimento para obter os dados de: altura de plantas com auxílio de papel milimetrado como mostra a figura 02 a; para medir a média da massa fresca da parte aérea e raiz foram separadas e levadas para uma balança de precisão, figura 02b; Para a medida da massa seca da parte aérea e raiz, levou-se as mesmas para uma estufa a temperatura de 60 °C, durante três dias, até apresentarem massa constante e posterior medida na balança de precisão.

## ANÁLISE DE DADOS

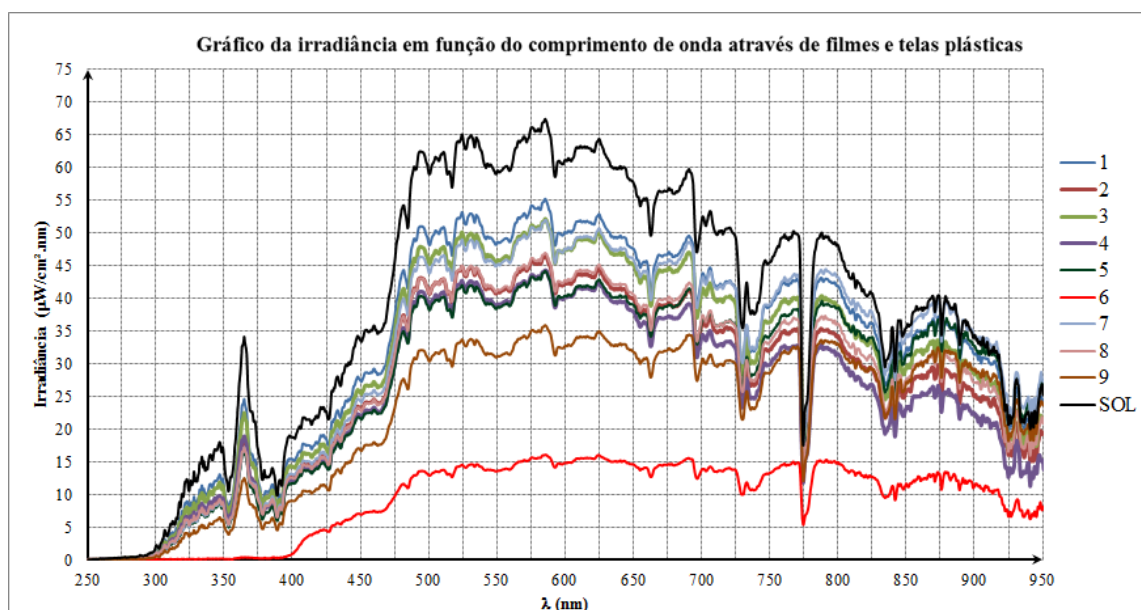
Um dos objetivos da pesquisa foi medir a transmissão e absorção da radiação solar através de filmes plásticos e telas de proteção usadas na horticultura. Os dados foram obtidos com o uso do espectrorradiômetro já especificado, e o somatório da irradiância de cada faixa do espectro eletromagnético do ultravioleta A, B, C, a faixa do visível subdividido em cada uma de suas cores e do infravermelho próximo são apresentados no quadro 1.

**Quadro 02** – Radiação solar transmitida pelos filmes e telas usadas na horticultura.

Espectro	$\lambda$ (nm)	Irradiância transmitida ( $\mu\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{nm}$ )									SOL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
UVC	250-280	9,9	7,0	7,8	5,9	6,0	1,5	7,9	7,6	3,5	12,8
UVB	280-320	158,6	110,8	137,1	112,8	99,8	5,6	107,8	112,2	68,7	219,2
UVA	320-380	1407,4	1041,8	1278,9	1084,1	946,4	24,2	994,6	1005,7	705,8	1953,9
VIOLETA	380-450	2311,2	1925,3	2139,2	1833,9	1780,9	438,1	1995,2	1902,6	1380,7	2827,5
AZUL	450-490	2590,0	2185,2	2419,3	2076,8	2044,0	674,0	2320,9	2174,9	1610,7	3171,7
VERDE	490-580	8151,6	6883,6	7678,0	6561,8	6476,3	2261,8	7538,0	6918,1	5203,8	9974,1
AMARELO	580-600	973,0	821,4	920,2	782,7	779,7	284,1	917,6	829,6	633,5	1188,8
LARANJA	600-620	1790,2	1509,4	1696,2	1437,9	1446,6	535,9	1706,1	1529,1	1176,5	2182,5
VERMELHO	620-700	6675,8	5590,6	6332,4	5314,9	5505,0	2062,9	6474,0	5704,3	4525,8	8083,3
IV Prox.	700-950	14.315	11.671	13.231	10.574	13.507	4.968	14.967	12.313	11.602	16.214
<b>SOMA</b>		<b>38382</b>	<b>31.746</b>	<b>35.840</b>	<b>29.785</b>	<b>32.591</b>	<b>11.256</b>	<b>37.029</b>	<b>32.498</b>	<b>26.911</b>	<b>45.827</b>

Tomando como referência a incidência da radiação solar pode-se observar que existem diferenças significativas na transmissão da radiação solar quando comparamos as telas com os filmes, entre diferentes telas e filmes.

Percebe-se este comportamento com maior clareza no gráfico da figura 1.



**Figura 03** – Gráfico da irradiância solar e a transmissão em filmes plásticos e talas em função do comprimento de onda.



Percebe-se claramente que ocorre uma transmissão da radiação solar, em maior ou menor grau por todos os materiais, e de modo geral as telas de sombreamento e os filmes transparentes apresentam uma transparência maior. Enquanto os materiais que bloqueiam a maior parte da radiação são; o filme plástico 6 de cor leitoso denso, em que ocorre absorção quase total nos comprimentos de onda de 250 nm a 400 nm, que corresponde ao ultravioleta, mas também ao longo de todo espectro. Também observa-se uma grande porcentagem de absorção do filme 9, indicado como difusor térmico e protetor de ultravioleta, confirmando as informações do fabricante. O filme 9 também absorve ou reflete a maior porcentagem da radiações ultravioleta e visível.

Esses dados podem ser vistos mais claramente no quadro 2 apresentado a seguir.

**Quadro 03 – Obstrução da radiação pelas diferentes faixas do espectro solar (%).**

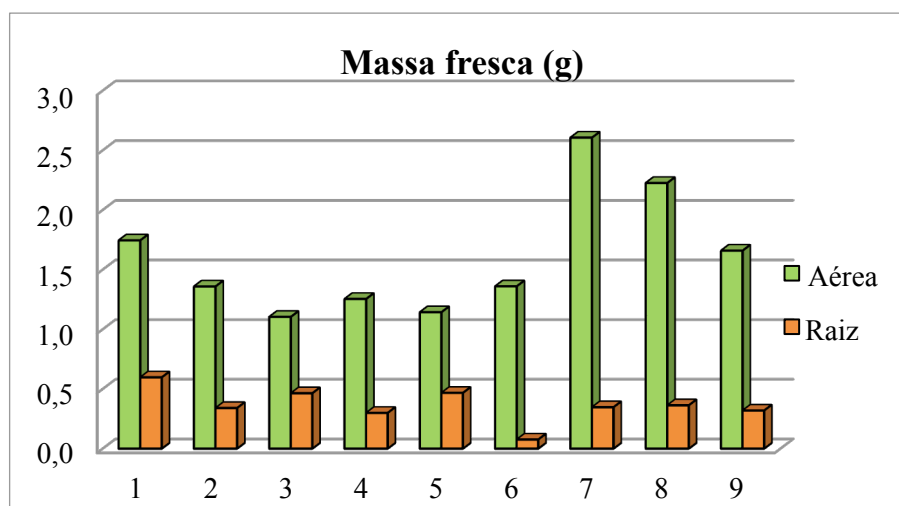
<b>Espectro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
UVC	22,5	44,9	39,1	53,9	53,4	88,5	38,5	40,3	72,5
UVB	27,6	49,5	37,5	48,5	54,5	97,4	50,8	48,8	68,7
UVA	28,0	46,7	34,5	44,5	51,6	98,8	49,1	48,5	63,9
VIOLETA	18,3	31,9	24,3	35,1	37,0	84,5	29,4	32,7	51,2
AZUL	18,3	31,1	23,7	34,5	35,6	78,8	26,8	31,4	49,2
VERDE	18,3	31,0	23,0	34,2	35,1	77,3	24,4	30,6	47,8
AMARELO	18,2	30,9	22,6	34,2	34,4	76,1	22,8	30,2	46,7
LARANJA	18,0	30,8	22,3	34,1	33,7	75,4	21,8	29,9	46,1
VERMELHO	17,4	30,8	21,7	34,2	31,9	74,5	19,9	29,4	44,0
IV Prox.	11,7	28,0	18,4	34,8	16,7	69,4	7,7	24,1	28,4
<b>MÉDIA (%)</b>	<b>16,2</b>	<b>30,7</b>	<b>21,8</b>	<b>35,0</b>	<b>28,9</b>	<b>75,4</b>	<b>19,2</b>	<b>29,1</b>	<b>41,3</b>

Observa-se que a maior porcentagem de absorção global do espectro medido ocorre pelo filme 6 com 75,4% de absorção, seguido pelo filme 9 com 41,3%, e a tela 4, considerando os dados da tabela apresentada no quadro 1.

Porém, nota-se que em todos os testes ocorre maior absorção na faixa da radiação ultravioleta e diminui à medida que aumenta o comprimento de onda. A maior bloqueio da radiação infravermelha ocorre nas telas 1, 3 e 5, enquanto os filmes plásticos que apresentam o menor transmissão são os de número 7 e 8.

Outra observação importante é que ocorre absorção discreta somente no caso do filme plástico 6 de cor branca leitosa que absorve quase a totalidade da radiação ultravioleta. O filme plástico 6 também apresenta comportamento diferenciado quando comparado com os demais por apresentar uma obstrução a passagem da luz nas faixas do ultravioleta e visível e menor obstrução para a passagem do infravermelho, o que explica suas propriedades térmicas conforme informações do fabricante. Nos demais casos a absorção é contínua, ou seja, ocorre a obstrução diferenciada quando comparadas entre si, mas de forma contínua ao longo de todo espectro medido, isto é, ocorre a transmissão praticamente uniforme ao longo de todo espectro.

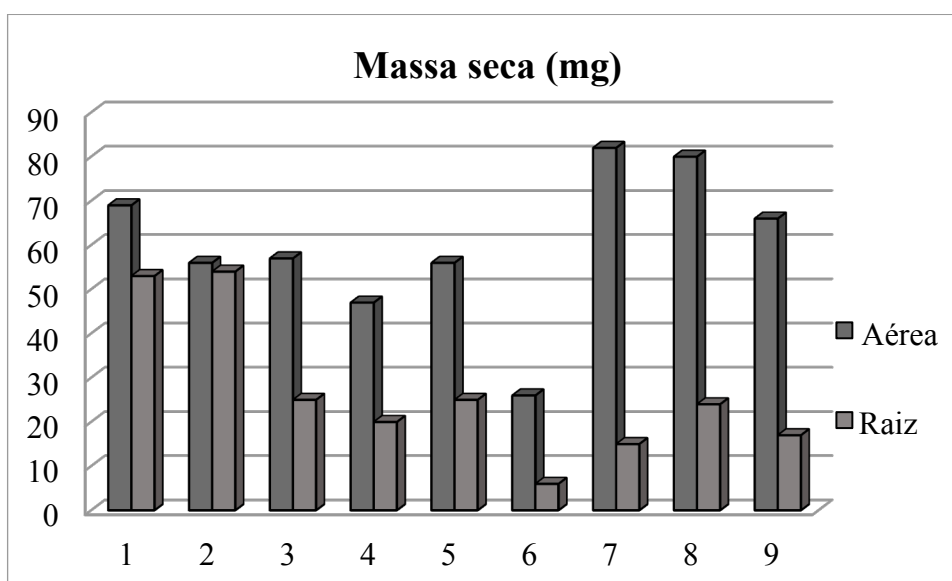
Os gráficos abaixo mostram o resultado das médias de massa fresca da parte aérea e das raízes para cada grupo de 200 plantas.



**Figura 04** – Gráfico da massa fresca medida em gramas protegidas com telas de sombreamento 1 a 5 e filmes plásticos 6 a 9.

Observa-se que houve um bom desenvolvimento das mudas, tanto da parte aérea com das raízes, quando protegidas por tela de sombreamento 1 e filmes plásticos 7, 8 e 9. Enquanto a amostra protegida pelo filme plástico 6, de cor leitoso denso, ocorreu desenvolvimento razoável da parte aérea, porém, as raízes de tamanho inadequado para o transplante. Ou seja, é um filme inadequado para este fim, pois há perfilhamento das plantas devido a iluminação.

Os resultados da massa seca produzida são mostrados no gráfico da figura 5.



**Figura 05** – Gráfico da massa seca medida em miligramas protegidas com telas de sombreamento 1 a 5 e filmes plásticos 6 a 9.

O gráfico mostra as telas de sombreamento 1 e 2 proporcionaram um excelente equilíbrio no desenvolvimento tanto da parte aérea como das raízes, enquanto que o filme plástico 6 houve o pior desenvolvimento tanto da parte aérea como das raízes. Os filmes plásticos 7 a 9 mostraram que a parte aérea teve um excelente desenvolvimento com raízes de tamanho equivalente produzidas pelas amostras protegidas pelas telas de sombreamento 3 a 5.

Estes dados evidenciam a relação entre a radiação solar absorvida pelas plantas e o efeito da fotossíntese, e assim aos profissionais fazer avaliações sobre escolhas de películas de proteção mais adequadas para a produção de mudas alface.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos durante a pesquisa permitem estabelecer relações entre o tipo de tela ou filme plástico com a transmissão das diversas faixas de comprimento de onda da radiação incidente. A transmissão da luz é afetada tanto pela constituição química e pigmentação dos filmes e telas como pela sua espessura e o tipo de malha das telas de sombreamento.

Os filmes plástico seis de cor leitosa que produz o maior sombreamento acima de setenta e cinco por cento, reduzindo a incidência da radiação ultravioleta para níveis insignificantes. O filme plástico de número nove também se comporta de forma diferenciada quando comparado com os demais. Ele absorve maior porcentagem de radiação nos comprimentos de onda que corresponde ao ultravioleta e luz visível, mas menor obstrução nos comprimentos de onda que corresponde ao infravermelho, comprovando suas propriedades térmicas.

Os demais filmes se comportam de forma semelhante, obstruindo maior porcentagem de radiações de menor comprimento de onda como ultravioleta luz violeta e azul. À medida que aumenta o comprimento de onda das radiações ocorre menor obstrução à sua passagem pelos filmes plásticos e telas de sombreamento. Nestes casos não ocorre obstrução discreta da luz mas praticamente contínua.

Quanto à relação entre a transmissão e obstrução da passagem das radiações pelas películas com a produção de mudas de alface, fica evidente que filmes com alto poder de obstrução influencia na produção de mudas de alface estioladas, ou seja, mudas com a parte aérea alta e frágil e com o sistema radicular pouco desenvolvida. Também se podem observar diferenças significativas na estrutura física, massa fresca e seca das mudas entre as diferentes amostras. Mas devido a complexidade dos dados, as variáveis analisadas ainda não são suficientes para estabelecer relações seguras.

Portanto, muitas dúvidas ainda persistem mostrando a necessidade da continuação dos estudos sobre o tema. Mesmo que os estudos ainda estão na sua fase inicial já se podem estabelecer conclusões sobre a interação da luz com diferentes materiais plásticos, comprovando a importância da experimentação, de observações e aprofundamento de estudos o que dá maior segurança na escolha de materiais adequados na produção de mudas de alface.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nascimento, Warley Marcos. **Germinação de Sementes de Alface**. Circular Técnica; Embrapa. Brasília, DF, Dezembro de 2002. Embrapa. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie\\_documentos/publicacoes2002/ct\\_29.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2002/ct_29.pdf)>.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia: Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). **Fundamentos de Sensoreamento remoto**. Elisabete Carina de Moraes. São José dos Campos, 2002.
- BUFALO, J.; AMARO, A. C. E.; ARAÚJO, H. S.; CORSATO, J. M.; ONO, E. O.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D. **Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 3, p. 931-940, maio/jun. 2012.
- NORTENE. **Ficha técnica de produtos**. Encontrado em: <http://www.nortene.com.br/>. Acessado em 30/07/2015.
- TAIZ, Lincoln e ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém [et al]. 4ª edição. Editora Artmed, Porto Alegre. 2010.
- TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. **Física moderna**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

## UMA PROPOSTA DE ESTUDO SOBRE A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA HIPERCULTURAL: A TMC COMO APORTE TEÓRICO

**Maria Sônia Silva de Oliveira Veloso** [soniaufr@gmail.com]

*Dep. de Física da Universidade Federal de Roraima –UFRR.*

*Campus Paricarana. 69310-000 Boa Vista / RR- Brasil.*

*PPGECIM da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.*

**Robson Trevisan** [robsontrevi@gmail.com]

**Graciela Meggiolaro** [gracipmdalmolin@gmail.com]

**Agostinho Serrano** [asandraden@gmail.com]

*PPGECIM da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.*

*Av. Farroupilha, 8001 São José-92425-900 Canoas/RS – Brasil.*

### Resumo

Tendo como objetivo a apresentação de uma proposta de estudo, este trabalho busca apontar a relevância da discussão da natureza da luz, ou seja, a dualidade onda-partícula no ensino de física, especificamente no Ensino Médio, sugerindo a utilização de uma ferramenta hipercultural (simulação computacional) direcionada ao efeito fotoelétrico, disponível no PhET. Dessa forma, planejou-se uma revisão literária com procedimentos qualitativos que fundamentam esta pesquisa, como também na necessidade da inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de física. Apresenta-se também uma breve historicidade do conceito da natureza da luz, isto é, concepções da luz como onda ou como partícula ao longo dos séculos. Em seguida, apontam-se algumas abordagens destes conceitos em sala de aula. Emergindo, portanto, a proposta de ensino no foco do Ensino Médio e sugestão de utilização voltada a simulação computacional, sob o aporte teórico da TMC, utilizada como meio de análise no desenvolvimento e evolução do ensino e aprendizagem do aluno no domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna.

**Palavras-chave:** Dualidade onda-partícula; Efeito Foto Elétrico; TMC; Ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

Ensino e aprendizagem são dois conceitos que possuem ligações bastante profundas. Fazer com que esses dois conceitos representem possibilidades de evolução ou, até mesmo, vertentes de uma mesma aula são tarefas que no ensino de física vem se observando.

Além disso, os conteúdos estudados atualmente na sala de aula não acompanham o avanço científico eminente. Os professores seguem os assuntos apresentados nos livros didáticos, mas ao se depararem com tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) não o inserem em seus planos de aula. Tal impasse resulta em um retardo no desenvolvimento científico, devido ao ensino da física estar focado em conteúdos clássicos, não propondo uma mescla moderna e contemporânea.

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, contemplando a atualização curricular, coloca na Seção IV, nos Art. 35 e Art. 36, como objetivos para o Ensino Médio: o destaque à educação tecnológica básica; a compreensão do significado da ciência; o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; e ainda salienta:

Art. 36, § 1º. Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que, ao final do Ensino Médio, o educando demonstre domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna (LDBEN, 1996, p. 12).

Nesse sentido, torna-se necessária a elaboração de planejamentos de maneira crítica e comprometida com a atualização dos temas estudados no Ensino Médio (EM) a fim de que ocorra

uma melhoria significativa nesta etapa essencial da vida escolar. Portanto, é indispensável investir na introdução de tópicos de FMC que sejam ligados ao dia a dia dos educandos, possibilitando que a nova geração conheça e se aproprie de conceitos científicos atualizados, para que assim compreendam os avanços tecnológicos.

Ou seja, surge nas escolas a necessidade de desenvolverem com os alunos os conceitos e processos da ciência, através da chamada “alfabetização científica”, com a utilidade de se discutir nas aulas de ciência a ciência do conhecimento e a natureza da ciência, sendo necessário para a formação do cidadão e para a sua compreensão do mundo (BROCKINGTON, 2005).

Sendo assim, o professor, utilizando das suas estratégias de ensino, considerando o papel da tecnologia, propiciará ao sujeito o contato com as potencialidades em relação ao desenvolvimento da humanidade, estabelecendo vínculos com o cotidiano, pois os conhecimentos da FMC, sendo compreendidos, possibilitarão aos alunos a interpretação de fenômenos complexos. Logo, este trabalho tem como objetivo apontar a relevância da discussão da natureza da luz, ou seja, a dualidade onda-partícula na educação, por se tratar de um conceito que está ligado entre a ruptura da Física Clássica e Física Moderna. Segundo Silva (2005, p.8):

A inserção de novas tecnologias no ensino, mais especificamente a utilização do microcomputador como uma ferramenta no laboratório didático de Física pode contribuir no desenvolvimento de tópicos de Física, como a Física Moderna e Contemporânea, mostrar ao aluno a importância da Física no cotidiano, e ainda prepará-lo para um eficaz uso de novas tecnologias na sua vida extra-classe.

O computador ajuda o aluno na construção dos conceitos físicos, cuja assimilação através de um trabalho em sala de aula, sem nenhum recurso, se tornaria inviável. Com essa ferramenta, por exemplo, é possível que o aluno colete e analise dados, construindo e interpretando gráficos.

Tendo em vista a escassez de trabalhos voltados aos conceitos da FMC no ensino médio, pretendemos contribuir apresentando uma proposta para a discussão do comportamento dual da luz através de uma simulação computacional referente ao efeito fotoelétrico, disponível no PhET. Cujos objetivos destacam a discussão dos conceitos de luz, comportamento ondulatório e corpuscular, proporcionando ao aluno conseguir descrever e visualizar um arranjo experimental do efeito fotoelétrico.

Dessa forma, abordamos, primeiramente, neste artigo, uma breve historicidade do conceito da natureza da luz, ou seja, concepções da luz como onda ou como partícula ao longo dos séculos. Na sequência, vemos como esses conceitos são abordados na educação, nossa proposta de ensino e, por fim, a discussão da TMC como meio de análise através da verificação sobre o desenvolvimento e a evolução do ensino e aprendizagem do aluno.

## **REVISÃO HISTÓRICA FOCADA NA DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA**

As primeiras concepções sobre a luz estão relacionadas às concepções filosóficas em que a luz era composta por partículas que saíam dos corpos materiais, ou eram modificações do meio material entre o objeto e o observador.

No século XVII, foram rediscutidas com grandes progressos através de Christiaan Huygens, René Descartes, Roberto Hooke e Isaac Newton, os fenômenos luminosos, na tentativa de explicarem corretamente a natureza da luz. Salvetti (2008) descreve a discussão que ocorreu entre Christian Huygens, que considerava a luz formada por ondas, e Newton, por corpúsculos, para se entender a natureza da luz. No entanto, entre as duas teorias, outra controvérsia se efetivava em relação à explicação da velocidade da luz ao passar do vácuo para os corpos. Newton defendia que a velocidade aumentava e Huygens acreditava que deveria ser menor em meios mais densos. Como não existiam aparelhos que pudessem verificar essas discordâncias, as concepções de Newton prevaleceram devido ao seu prestígio na época.

Os avanços que se sucederam sobre a respeito do modelo ondulatório, com as contribuições de Thomas Young, Augustin Fresnel, Jean Foucault, James Clerk Maxwell e Heinrich Hertz, reavivaram esse modelo. No início do século XIX, Young discutiu a natureza da luz, realizando uma experiência muito significativa para a ciência: a experiência da fenda dupla, corroborando a teoria ondulatória da luz. Com estudos, Maxwell concluiu que a natureza da luz era eletromagnética e não necessitava de um meio para a sua propagação. O modelo ondulatório foi aperfeiçoado e se tornou o modelo de onda de Maxwell.

Os pesquisadores, já com argumentos suficientes e comprovados, acreditavam que a natureza da luz tinha chegado a um resultado satisfatório, no qual a luz era de natureza ondulatória e possuía as propriedades de reflexão, refração, difração, interferência e polarização. Assim, através desses conjuntos de propriedades, a luz passou a ser entendida como uma onda eletromagnética, sendo formada por campos elétricos e magnéticos perpendiculares entre si, podendo se propagar mesmo na ausência de matéria (SALVETTI, 2008).

Porém, quando a comunidade científica passou a questionar sobre o mundo microscópico por se tratar de medidas muito pequenas, a discussão sobre a natureza da luz voltou à tona. E a teoria corpuscular veio à tona nas explicações de Max Planck, Albert Einstein, Robert Millikan, Niels Bohr, Arthur Compton, Werner Heisenberg e Louis de Broglie, visto que a luz se comporta como partículas de energia.

No final do século XIX, “o problema básico era a compreensão da distribuição de comprimentos de onda observada na radiação emitida por um corpo ideal, chamado corpo negro[1]” (SERWAY e JEWETT JR, 2007, p. 1095). O dilema estava na busca de uma explicação para a emissão de luz por um corpo aquecido.

Ribeiro Filho (2002) descreve que Planck, com o seu problema da radiação do corpo negro, provou depender a radiação térmica da temperatura das paredes e não da sua natureza, seu problema estava entre a radiação (a luz emitida) e a matéria (o corpo metálico), pois apresentavam resultados desconhecidos. “Apesar de tal dilema, ele tinha se convencido de que a emissão e absorção de radiação só poderiam verificar-se sob a forma de feixes energéticos ou porções discretas (ou grãos) de energia” (RIBEIRO FILHO, 2002, p.309). No entanto, como sua teoria não era compatível com as ideias da época, ele precisou afirmar que a luz era emitida de forma descontínua em pacotes *de quanta de luz* (hipótese introduzida por Einstein), na qual cada pacote possuía energias definidas correspondentes aos múltiplos de determinadas frequências.

Einstein, com a explicação sobre o efeito fotoelétrico, propôs o conceito de *quantum* de luz, mas a academia aceitou o efeito fotoelétrico[2], não tendo concordado com o *quantum* de luz, sendo que esse conceito sofreu resistência para ser aceito, pois eles acreditavam, até o momento, apenas no comportamento ondulatório da luz, comprovado pelas equações de Maxwell.

Sendo que “A luz, ao interagir com os elétrons, mostrou uma estrutura quantizada ou granulada em fótons. Essa estrutura quantizada não estava prevista pelas ondas eletromagnéticas ou pelas equações do eletromagnetismo de Maxwell [...]” (SALVETTI, 2008, p.127).

As partículas e fótons têm o mesmo significado e não possuem massa e nem carga, não sendo atraídos ou repelidos por objetos eletrizados. “Coletivamente os fótons parecem se comportar como ondas e como tais explicamos os fenômenos ondulatórios. Individualmente, cada fóton se comporta como uma partícula com energia, velocidade de propagação e uma certa localização no espaço, de modo que pode colidir com um elétron” (SALVETTI, 2008, p. 131).

Em 1923, Arthur Compton mostra uma visão quântica da troca de momento e de energia entre um fóton individual de raios X e um elétron, através de duas situações: no modelo clássico, no qual o elétron é empurrado ao longo da direção de propagação dos raios X e incidente pela pressão de radiação; e no modelo quântico, no qual o elétron é espalhado por um ângulo  $\phi$  em relação a essa direção, como se fosse uma colisão do tipo da colisão de bolas de bilhar.

Essa mudança do comprimento de onda, à medida que os fótons são espalhados por ângulos diferentes, veio para comprovar que na teoria ondulatória da luz existiam falhas em explicar o espalhamento dos raios X por elétrons (SERWAY, JEWETT JR, 2007). Com isso, as duas

concepções sobre os aspectos ondulatórios e corpusculares eram aceitáveis, passando a descrever a natureza da luz como dual.

Em 1923-1924, Louis de Broglie propôs que partículas ou corpos minúsculos também seriam ondas de matéria, isto é, o comportamento dual também se aplicaria à matéria (WEBER e RICCI, 2006). Ou seja, a radiação pode revelar um duplo caráter: não pode ser descrita puramente nem pelos fenômenos ondulatórios e nem pela teoria corpuscular. Isso, porque nem a teoria ondulatória e nem a corpuscular explicam sozinhas os aspectos e comportamentos da radiação observados na natureza, pois em determinadas circunstâncias a luz se comporta como onda e em outras como partículas.

A luz [...], como movimento ondulatório, apresenta propriedades corpusculares quando interage com a matéria, como no efeito fotoelétrico ou no espalhamento Compton, enquanto os elétrons, que usualmente imaginamos como partículas, apresentam propriedades ondulatórias de interferência e de difração. Todos os fenômenos – elétrons, átomos, luz, som, etc. – têm ambas as características, de partículas e de onda (TIPLER, 1978, p.983).

Encontramos a ação da luz localizada com a matéria como forma de partícula no desbotamento de um jornal ou num tecido exposto ao sol, pois a energia luminosa atinge a matéria na forma de pequenos pacotes de energia (GREF, 1998). Observamos o modelo de partícula quando ocorrem as seguintes situações, segundo Ribeiro Filho (2002):

- a. De emissão: existe a emissão espontânea quando um sistema atômico tende espontaneamente a passar para um estado de energia mais baixa emitindo um fóton. E, a emissão estimulada, quando um sistema atômico recebe um fóton no qual interage com o sistema sendo conduzido para um estado de energia mais baixo, implicando que existem dois fótons onde havia apenas um.
- b. De absorção: é quando um fóton interage com um átomo fazendo com que o elétron passe de um nível energético mais elevado, de tal maneira que o fóton desaparece e o sistema atômico atingirá um estado de energia mais elevado.

Com a evolução das ideias e das pesquisas, surge uma indagação sobre a posição dessa partícula, partindo-se, então, para as ideias de Heisenberg sobre as relações de incertezas. Essas consideram que não era possível atribuir, ao mesmo tempo, uma posição e uma velocidade definida a uma partícula, pois não há como descrever simultaneamente a luz como uma onda eletromagnética e como fótons (OMNÈS, 1996).

Não se pode dizer, simultaneamente, que a luz é uma onda eletromagnética e é composta de fótons. Bohr complementa essa ideia de Heisenberg com o Princípio de Complementaridade sobre a sua interpretação ao considerar que “são *complementares*, e quero dizer com isso que cada uma delas é em si mesma correta, sem contradição interna, mas que é impossível conjugá-las” (apud OMNÈS, 1996, p.179).

Com essas discussões, podemos perceber que a natureza da luz é bem-sucedida e inventada pelo homem para a descrição da natureza. Reportamo-nos a pensar que a construção científica é uma construção humana e complexa, sendo um emaranhado de ideias e fatos históricos. A luz possui uma grande contribuição de filósofos e estudiosos de diferentes épocas, os quais procuravam descrever e explicar o fenômeno que estavam observando, conforme as concepções ao seu alcance.

## DISCUSSÃO DO COMPORTAMENTO DUAL ONDA-PARTÍCULA NO ENSINO

Desde o ano de 2002, a Sociedade Brasileira de Física tem motivado os interessados a publicarem artigos sobre a FMC. Em 2003, organizaram uma série de livros direcionados aos professores de física referente à abordagem da FMC, com o objetivo de desenvolver o ensino de física e a física nos anos de 2005 a 2015. Porém, a intenção de introduzir a FMC está longe de ser concretizada, e ainda permanece no imaginário dos professores (SALES, VASCONCELOS, CASTRO FILHO, PEQUENO, 2009).

Com a preocupação da inserção da Física Moderna no ensino médio, em uma escola da rede pública de São Paulo, Brockington (2005) organizou uma sequência didática na qual apresentou aos estudantes a dualidade onda-partícula. Iniciou discutindo os conceitos clássicos de ondas, partículas e eletromagnetismo, conceitos esses relacionados à Física Clássica, criando, assim, condições para introduzir o conceito de dualidade onda-partícula, apresentando a Física Quântica, fazendo com que o aluno percebesse diferenças epistemológicas e filosóficas entre os modelos.

Garcia e Silva (2009) realizaram uma pesquisa sobre a proposta de ensino referente à inserção da FMC no ensino médio, analisando produções a partir de 2002. Organizando em áreas como: a Teoria da Relatividade, Mecânica Quântica, Física de Partículas e Supercondutividade, verificando que a metodologia estava voltada à utilização da História e Filosofia da Ciência. Também verificaram que existe um número significativo de trabalhos voltados à Teoria da Relatividade e apenas um trabalho na área de partículas e supercondutividade, constatando que existe uma grande carência de trabalhos na área de FMC no currículo escolar.

As pesquisas envolvendo a discussão da dualidade onda-partícula expressam a importância de se estar discutindo o ensino de física no ensino médio, seja ela voltada somente para o modelo ondulatório, ou para a dualidade onda-partícula. Algumas com a elaboração de materiais didáticos e aplicação em sala de aula, com o objetivo de promover situações de ensino voltadas à natureza da luz, e outras com análises de materiais didáticos referentes à contextualização histórica.

## TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA – TMC

A Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) é uma teoria contextualista, construtivista, que estuda o processamento da informação da inteligência humana e visa proporcionar uma abordagem ampla para a cognição, a partir de conceitos e pesquisas de diversos autores e escolas de pensamento, como Jean Piaget, Gérard Vergnaud, Lev Semenovich Vygotsky, David Chalmers e Robert James Sternberg, assim como Charles Darwin e a Teoria da Evolução (SOUZA et al 2012).

A TMC é fundamentada e referenciada em cinco premissas relativas à cognição humana e ao processamento de dados:

[...] 1) A espécie humana tem como maior vantagem evolutiva a capacidade de gerar, armazenar, recuperar, manipular e aplicar o conhecimento de várias maneiras; 2) A cognição humana é efetivamente o resultado de algum tipo de processamento de informação; 3) Sozinho, o cérebro humano constitui um finito e, em última instância, seu recurso de processamento de informação é limitado; 4) Praticamente qualquer sistema físico organizado é capaz de executar operações lógicas em algum grau; 5) Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados. (SOUZA et al., 2012, p.2321, tradução nossa).

Devido à expansão atual da era digital, a TMC busca explicar os impactos das tecnologias digitais no pensamento humano. Souza (2004) evidencia que o cérebro humano isolado apresenta-se como insuficiente para explicar a maior parte do desempenho cognitivo, conclui a existência e envolvimento de outros mecanismos de processamento de informações.



Dessa forma, alguns elementos no ambiente têm potencial para o processamento de informação, esses são observados e lhes é tirada vantagem pelos seres humanos. De acordo com Souza et al (2012):

[...] aspecto fundamental da Mediação Cognitiva é o conjunto individual de mecanismos internos, o qual torna possível a utilização de estruturas externas, como auxiliares de dispositivos de processamento de informações, mas também trabalham como “máquinas virtuais” internas, que fornecem novas funcionalidades cognitivas (ferramentas lógicas, técnicas e estratégias), acrescentando benefícios que duram para além do tempo da “conexão” a um mecanismo externo, tendo um papel importante na definição da forma como o pensamento ocorre (SOUZA, 2004, 2006, SOUZA e ROAZZI, 2000 apud SOUZA et al 2012).

A mediação digital é um processamento extracerebral bastante presente atualmente, devido à explosão digital dos últimos anos. Dentro da tecnologia da informação, os computadores destacam-se dos demais objetos passíveis de uso para a mediação externa devido à sua extrema plasticidade lógica e programabilidade.

Logo, é possível afirmar que, na atual Revolução Digital, testemunha-se a emergência de uma Hiperultura, onde os mecanismos externos de mediação passam a incluir os dispositivos computacionais e seus impactos culturais, enquanto os mecanismos internos incluem as competências necessárias para o uso eficaz de tais mecanismos externos (SOUZA, 2004, p. 85).

A TMC interpreta *driver* como dispositivos que trabalham como “máquinas virtuais” internas, que possuem um papel importante na definição do pensamento humano no contexto da mediação e vão para além da “conexão” com o mecanismo externo:

É razoável supor que os mecanismos internos de mediação funcionem através da produção de um shell, ou seja, de uma "máquina virtual" que "espelha" ou "representa" o mecanismo externo. Trata-se de um processo necessário para o estabelecimento de uma interface entre o cérebro e o mecanismo extracerebral, mas também permite, até certo ponto, uma "emulação" ao menos parcial dos mecanismos externos em questão. Isso implica, portanto, numa internalização parcial dos mecanismos externos, o que ajuda a explicar por que as habilidades permanecem aumentadas mesmo quando os mecanismos externos estão ausentes. (SOUZA, 2004, p. 81-82)

O surgimento da hiperultura é visto pela TMC como consequência de novas formas de interação, envolvendo grupos sociais e as tecnologias no nível do indivíduo. Portanto, simuladores virtuais atuam como mediadores digitais com a finalidade de criar novas representações mentais (teoremas-em-ação) e *drivers* no cognitivo do indivíduo, com a finalidade de proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados através do efeito fotoelétrico.

Dada a natureza das representações mentais, a sua mera existência dota o indivíduo com um conjunto de ferramentas lógicas que aumenta a sua competência em domínios específicos, mesmo na ausência do sistema externo físico correspondente (SOUZA et al 2012). A partir dessa mediação, adquire um ganho de processamento de informações que se mantém mesmo que a conexão com o mecanismo externo seja interrompida. Esses *drivers* são originados dos mecanismos de mediação externa utilizados pelo indivíduo, que podem ser de natureza psicofísica (quando o indivíduo utiliza de objetos do ambiente como mecanismo de processamento extracerebral), social (devido à conexão social com outros indivíduos por meio da linguagem), cultural (devido à utilização de ferramentas culturais, como livros, etc) ou hiper-cultural (utilização das TIC).

Diante disso, julga-se ser competência do professor propor aos seus estudantes atividades que façam uso de *softwares* (laboratórios virtuais e simulações computacionais) e materiais

pedagógicos para o ensino, bem como ambientes virtuais no qual forneçam representações que serão utilizadas para resolver e interpretar situações/problemas. Visto que essas representações serão internalizadas na estrutura cognitiva do aluno, acessadas sempre que necessário.

## PROPOSTA DA ABORDAGEM DA DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA

O uso do computador em sala de aula através de softwares educativos ou materiais institucionais é uma ótima metodologia no sentido de ajudar o aluno na aprendizagem, favorecendo a compreensão de fenômenos que somente podem ser visualizados através de instrumentos apropriados e raramente disponibilizados nas escolas. Esse material, conhecido como Objetos de aprendizagem, pode ser confeccionado pelo professor, ou adquirido em sites disponíveis, como RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação) e PhET (Physics Education Technology).

Diante das ferramentas pesquisadas, optou-se por utilizar as simulações disponíveis no PhET (2015), devido a alguns quesitos, como disponibilidade (on-line e off-line), portabilidade para diferentes sistemas operacionais e pela qualidade das simulações. As simulações do PhET reproduzem de forma clara e entendível os componentes utilizados para a exploração dos fenômenos de interferência, efeito foto elétrico, entre outros.

Dessa forma, nossa proposta está centrada no incentivo da utilização da simulação computacional disponível no PhET, voltada ao Efeito foto elétrico, na qual o professor pode abordar, através da atividade, os conceitos voltados à luz, e principalmente, a inserção da FMC com a discussão da concepção de fóton.

A aplicação dessa atividade em sala de aula possibilitará ao aluno uma maior contextualização referente à visualização e descrição da experiência do efeito fotoelétrico. Com a realização da atividade, o aluno conseguirá apontar e expressar corretamente as seguintes situações:

- Predizer corretamente os resultados de experimentos sobre o efeito fotoelétrico, tais como: como mudar a intensidade da luz afetará a corrente e a energia dos elétrons, como a alteração do comprimento de onda da luz irá afetar a corrente e a energia dos elétrons, como mudar a voltagem da luz irá afetar a corrente e a energia dos elétrons, como a alterar o material do alvo afetará a corrente e a energia dos elétrons.
- Descrever como esses resultados nos levam ao modelo de fóton de luz (por exemplo: argumentar que apenas um modelo de fóton de luz pode explicar por que, quando a luz está brilhando sobre o metal, mas não há corrente, aumentando a frequência levará a uma corrente, mas aumentando a intensidade da luz ou a tensão entre as placas não. (PhET )

Para facilitar o planejamento do professor, a página onde está disponível a simulação computacional conta com atividades e planos com sugestões através de perguntas direcionadas e explicações referentes ao fenômeno físico observado.

Destacamos que é imprescindível que o professor elabore um material no qual conste, de forma clara e objetiva, a atividade que será desenvolvida, contribuindo, assim, na aprendizagem do aluno. Sugerimos resumidamente a composição do seguinte material:

*Guia de atividade do aluno:* com o objetivo de guiar o aluno no desenvolvimento da atividade em sala de aula;

*Texto de apoio:* detalhamento dos conceitos envolvidos na discussão do efeito foto elétrico;

*Efeito Foto elétrico - PhET:* simulação computacional disponível;

*Questionário:* abordando questões para discussão.

Esperamos contribuir, dessa forma, com um recurso voltado à Física Moderna e Contemporânea para ser utilizado com alunos do EM.

## CONSIDERAÇÕES

Acreditamos que com o avanço tecnológico e a facilidade na utilização de simulação computacional no século XXI, é possível implantar esta proposta de estudo no EM. A inserção de tópicos de FMC nas aulas requer, além de conhecimentos pertinentes a área, critérios de escolha de conteúdos e metodologias que motivem os alunos e que minimizem a abstração conceitual. Viabilizando a interação com mediadores digitais, a fim de criar novas representações mentais (teoremas-em-ação) e *drivers* na estrutura cognitiva do aluno, com a finalidade de proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos abordados através da utilização do arranjo experimental virtual do efeito fotoelétrico.

A partir do tema da dualidade onda-partícula da luz, observamos que há viabilidade na utilização de uma metodologia hipercultural para sua inserção no EM, capaz de complementar o conteúdo apresentado pelos livros didáticos, aproximando os conceitos abstratos ao cotidiano do aluno, buscando utilizar seus conhecimentos prévios durante o processo de ensino e aprendizagem. Com a utilização da TMC, pode-se aplicar uma atividade teórico-experimental, permitindo ao aluno a interação com o experimento, instigando-o e, assim, mantendo-o interessado durante a explicação teórica dos fenômenos.

No ensino de física, a simulação computacional desempenha um papel importante a partir da utilização de roteiros, alterando significativamente o papel do professor e do aluno no processo educativo. Podendo, assim, atingir um nível de aprendizado que permita ao estudante efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos, até então, somente estudados teoricamente.

Diante desse cenário, podemos relatar que muitos experimentos relacionados à FMC são difíceis de serem realizados nas instituições de ensino, devido à sua infraestrutura e possibilidades de alterações nos arranjos experimentais. Sem a preocupação com materiais ou tempo de aula, as simulações e os laboratórios virtuais são as ferramentas que tornam possível a montagem e testes de diversos modelos experimentais, com a vantagem de observar o comportamento dos fenômenos em diversas possibilidades.

Em suma, o uso de ferramentas digitais em sala de aula, como a proposta deste artigo referente ao Efeito Fotoelétrico, através de um guia de atividade para o aluno, organizado e estruturado pelo professor, possibilita estabelecer um ganho no processamento extracerebral de informações, permitindo que o aluno conecte-se ao ambiente virtual, que será o mediador digital entre ele mesmo e o conhecimento/informação.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei nº 9.394 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996.

BROCKINGTON, Guilherme. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. Dissertação (Dissertação do Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Instituto de Química e à Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo. 2005.

GARCIA, Tânia; SILVA, Éder. Livro Didático de Física: O ponto de vista de alunos do Ensino Médio. **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**. (2009) Disponível em: [http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627\\_2034.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627_2034.pdf) Acesso em: 25 set. 2011.

GRAF- Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **As cores da luz e a sua complicação**. Disponível em: <<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/OPTICA/optical5.pdf>> Acesso em: 13 de Ago. de 2009.

HEISENBERG, Werner. **Física e Filosofia**. Tradução Jorge Leal Ferreira, 2ª ed. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 1987.

OMNÈS, Roland. **Filosofia da Ciência Contemporânea**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: UNESP. 1996.

PhET Interactive Simulations. Disponível em:

<[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric)> Acesso em: 30 jun. 2015.

RIBEIRO FILHO, Aurino. Capítulo V – Os Quanta e a Física Moderna. In: ROCHA, José F. **Origens e Evolução das idéias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002. p. 301-359.

ROCHA, José F. Capítulo III – Origem e evolução do eletromagnetismo. In: ROCHA, José F. **Origens e Evolução das ideias da Física**. Salvador: EDUFBA. 2002.

SALVETTI, Alfredo. **A história da Luz**. São Paulo: Livraria da Física. 2008.

SERWAY, Raymond; JEWETT JR, John W. **Princípios da Física: Óptica e Física Moderna**. Tradução de André Koch Torres Assis, Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Thomson Learning. 2007.

SOUZA, B. C. DE. A Teoria da Mediação Cognitiva: Os impactos cognitivos da Hiper cultura e da Mediação Digital, 2004. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Disponível em: <<http://www.liber.ufpe.br/teses/arquivo/20040617095205.pdf>>. Acesso em: 27 de julho de 2015.

\_\_\_\_\_ ; SILVA, A. S.; SILVA, A. M.; ROAZZI, A.; SILVA, S. L. C. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. *Computers in Human Behavior*, v. 28, n. 6, p. 2320–2330, 2012. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563212002026>>. Acesso em: 27 de agosto de 2015.

TIPLER, Paul A. **Física 2**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.

WEBBER, Marcia. RICCI, Trieste. Relatividade: Inserção de mecânica quântica no ensino médio: uma proposta para professores. **Texto de Apoio aos professores de Física**. v.17, nº 5. Porto Alegre. 2007. Programa de pós graduação no Ensino de Física. UFRGS.

---

[1] Um corpo negro pode ser definido como um absorvedor perfeito de radiação eletromagnética. Sendo a emissão o processo inverso da absorção, o corpo negro é também o mais eficiente emissor de radiação térmica, para uma dada temperatura.

[2] No entanto, em 1905, Einstein publicou um trabalho em que explicava por que a luz, ao atingir uma superfície metálica com frequência suficientemente alta, era capaz de retirar elétrons, eletrizando o metal, fenômeno que ficou conhecido como efeito fotoelétrico (GREF, 1998, p.51).

## PROJETO FROTA ESTELAR DE ARARANGUÁ: O ENSINO *DE E SOBRE* CIÊNCIA POR MEIO DA SÉRIE JORNADA NAS ESTRELAS<sup>1</sup>

Alessandra de Souza Teixeira [alessandrasouzateixeira@gmail.com]

Kélen da Silva Xavier [kelen.s.xavier@gmail.com]

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil.

### Resumo

Neste trabalho é relatado um estudo que procura discutir conteúdos científicos, cujo foco principal é uma educação *de, sobre e pela* ciência. Tal estudo ocorre por meio do projeto denominado “Frota Estelar de Araranguá” vinculado ao Clube de Astronomia de Araranguá (CA<sup>2</sup>) ligado ao Instituto Federal de Santa Catarina. No presente projeto é apresentada uma abordagem de ficção científica no ensino de Ciências para a Educação Básica, na qual é utilizada como recurso a série de TV intitulada “Jornada nas Estrelas”. A metodologia do projeto consiste em quatro diferentes estratégias instrucionais: (i) apresentação e discussão de episódios de Jornada nas Estrelas, (ii) discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas, (iii) exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos e (iv) criação e exploração de uma página educativa na rede mundial de computadores sobre a série para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores. O estudo está sendo desenvolvido desde o ano de 2014 e os indicativos são de que a metodologia pode despertar a pré-disposição em aprender e que o material pode ser entendido como potencialmente significativo, as duas condições que Ausubel preconiza para que haja aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Natureza da Ciência; Jornada nas Estrelas; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa.

### INTRODUÇÃO

Um número crescente de pesquisadores tem defendido que a educação científica insira conteúdos *sobre* ciência em sala de aula de modo a contribuir para o desenvolvimento das competências necessárias para a formação do cidadão do século XXI. Isto não significa negligenciar a educação *de* ciências, mas agregar conteúdos específicos na busca de uma educação *de, sobre e pela* ciência (Forato et al, 2011).

De acordo com Matthews (1995), a História, Filosofia e Sociologia da Ciência podem contribuir muito para seu ensino ao humanizá-la e aproximá-la dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade. Podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, de forma a permitir o desenvolvimento do pensamento crítico. Também colaboram para um entendimento mais integral da matéria científica ao contribuir para a superação da falta de significação nas salas de aula de ciências, onde equações são recitadas sem que muitos cheguem ao que significam.

A escolha da série *Jornada nas Estrelas* para uma educação *pela* ciência se justifica por ela fazer parte da cultura popular. Também apresenta erros e acertos, tanto sob o ponto de vista dos conceitos científicos como de natureza da ciência, passíveis de estudo e discussões. A ficção científica da série apresenta elementos da cultura científica, as tecnologias futurísticas apresentadas têm a potencialidade de provocar a pré-diposição em aprender nos alunos.

---

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

O objetivo deste estudo é procurar criar um ambiente onde existam as duas condições que Ausubel preconiza para que a aprendizagem significativa ocorra, a saber: pré-disposição em aprender e material potencialmente significativo. Para tanto, o projeto “Frota Estelar de Araranguá (FEA)” tem como objetivo apresentar o universo científico, por meio da discussão dos conceitos de ciência e natureza da ciência que são recorrentes em Jornada nas Estrelas. Tal estudo ocorre por meio de ações de extensão do Instituto Federal de Santa Catarina, em Araranguá, SC.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel enfatiza a importância da integração de um novo conteúdo aprendido com os conhecimentos já existentes, dessa forma acaba edificando a estrutura mental do aluno. Os conteúdos apresentados serão assimilados na estrutura cognitiva prévia do aluno de forma não arbitrária e não literal.

A teoria de Ausubel preconiza as condições favoráveis para ocorrer a aprendizagem significativa. É importante a pré-disposição dos alunos em aprender e o material didático selecionado deve ser potencialmente significativo. Ausubel elenca alguns princípios facilitadores para a formação de uma aprendizagem significativa, tais como: *diferenciação progressiva*, *reconciliação integradora*, *organização sequencial* e a *consolidação* (Moreira, 2006).

A partir da *diferenciação progressiva*, ocorre a programação, organização de conceitos específicos mais relevantes que devem ser apresentados no começo e progressivamente diferenciados. A *reconciliação integradora* acontece por meio da programação do material instrucional, aponta as principais relações de semelhanças e diferenças presentes nos conceitos. Já a *organização sequencial*, inicia com a organização de forma sequenciada e lógica dos materiais. A sequência dos materiais ocorre de acordo com os significados que são atribuídos a eles, devido às ideias-âncoras relevantes para a compreensão de um dado tópico que pressupõe o entendimento prévio de algum outro tópico relacionado. As relações entre a organização dos materiais acontecem com a *consolidação*, que define se os conceitos apresentados promoveram novos conhecimentos no aluno (Moreira, 1999).

A principal sugestão de Ausubel para manipular a estrutura cognitiva do sujeito é a estratégia chamada por ele de *organizador prévio*. Esta estratégia pode ser constituída por materiais introdutórios apresentados antes do material instrucional em si, em um nível alto de generalização e abstração que serve de ponte entre o conhecimento prévio do sujeito e o campo conceitual que se pretende que ele aprenda significativamente. Organizadores prévios podem fornecer ideias-âncoras relevantes no campo conceitual a ser introduzida. Ele pode servir de ponto de ancoragem inicial quando o sujeito não possui os conceitos necessários para que a aprendizagem significativa ocorra. Sua principal função é a de mostrar ao sujeito a relação entre o conhecimento que ele já tem e os novos que se irão apresentar em seguida (Moreira, 2008).

No projeto Frota Estelar de Araranguá a série de ficção científica Jornada nas Estrelas é utilizada de acordo com os princípios e estratégias de Ausubel. Ela faz o papel de organizador prévio quando apresentado antes do material potencialmente significativo para desempenhar o papel de ponte cognitiva. Quando da apresentação do material potencialmente significativo, ela fornece as ideias-âncoras para a organização sequencial.

Também a avaliação é feita de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa. Uma avaliação que busque indícios de aprendizagem deve utilizar questões e problemas que sejam novos. Eles devem requerer máximas transformações do conhecimento. Devendo ser, no mínimo, fraseados de maneira diferente que no material instrucional, sendo que o ideal seria solicitar ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente deste material, que sem o perfeito domínio do conceito não é possível (Masini & Moreira, 2001).

## METODOLOGIA

A metodologia consiste em quatro etapas: (i) apresentação e discussão de episódios de Jornada nas Estrelas, (ii) discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas, (iii) exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos e (iv) criação e exploração de uma página educativa na rede mundial de computadores sobre a série para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores.

As três primeiras etapas são concomitantes procurando propiciar reflexões críticas acerca dos assuntos apresentados nos episódios. Estes foram escolhidos com base no número de vezes em que aparecem conceitos científicos e de natureza da ciência, seja nas falas dos personagens, nos fenômenos naturais apresentados na história e nos elementos fictícios baseados em invenções ou teorias científicas. Além disso, procurou-se escolher episódios que têm a potencialidade de prender a atenção, tanto pelo humor, quanto pela ação.

Antes de realizar os encontros foi feita a divulgação na escola para convidar as turmas a participarem, em que cada aluno fazia sua inscrição. A participação era opcional e as atividades ocorriam fora do horário das aulas. A forma de divulgação foi uma pequena apresentação com a duração de 15 minutos, para mostrar os temas envolvidos em cada encontro. Estes eram semanais com a duração de duas horas.

As atividades já foram realizadas em três escolas públicas de educação básica localizadas no município de Araranguá e Balneário Arroio do Silva, sul de Santa Catarina. Participaram no projeto um total de 50 alunos e 3 professores. O relato aqui apresentado foi feito a partir da realização das atividades com turmas do 8º e 9º anos do ensino fundamental e as três séries do ensino médio, entre os meses de julho de 2014 e junho de 2015.

### **(i) Apresentação e discussão de episódios da Série Clássica**

A primeira etapa realizada é apresentar o que é o universo de Jornada nas Estrelas como organizador prévio e organizador sequencial, também para procurar despertar a pré-disposição em aprender. Tal apresentação é feita por meio de aula expositiva dialogada, mostrando as características de cada personagem e quais suas funções na nave espacial *Enterprise*. Com esta introdução à série é explicado o porquê de ela ser escolhida como objeto de estudo, enfatizando a relação histórico-social com a ciência e visão de mundo atual. Além disso, é exposto porque foi escolhido o personagem Spock para ser estudado, pois é mostrado como um cientista estereotipado e que ficou muito famoso na cultura popular.

Em seguida, é exibido um episódio da série como uma forma de introdução à mesma, que envolvia ação e humor para chamar a atenção dos alunos. O episódio em questão é intitulado como “Problemas aos Pingos”, é o décimo quinto da segunda temporada.

Após assistir o episódio são levantadas algumas questões aos alunos sobre o que eles identificam de científico no mesmo. Em seguida, são citados os conceitos que são abordados nas atividades, tais como velocidade da luz, ano-luz, história da luz e da Teoria da Relatividade, o cientista na mídia (citando exemplos como Albert Einstein e Stephen Hawking comparando com o personagem Spock), espaços curvos, buracos negros, vida e morte das estrelas, matéria, antimatéria, teletransporte, as forças fundamentais da natureza e a influência das tecnologias de Jornada nas Estrelas nas pesquisas dos cientistas.

### **(ii) Discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas**

Foram escolhidos quatro episódios para discutir conceitos *de* e *sobre* ciência. Sendo um episódio por encontro. A abordagem é feita com auxílio de *software* projetor de *slides*, e nas aulas expositivas dialogadas os fenômenos que são apresentados representam aspectos teóricos e

especulações da cultura popular. Também a discussão da natureza da ciência à luz de uma epistemologia moderna, que procura se afastar da visão empírico-indutivista e de anacronismos historiográficos como whiggismo e história da ciência linear e cumulativa. Procura-se discutir a relação do empreendimento científico com a racionalidade e a lógica. Os episódios são:

- “O Senhor de Gothos”: é possível discutir a relação entre tempo e distância, o conceito de ano-luz a partir de algumas falas dos personagens e a velocidade da luz. É feito um debate sobre a história da luz e história da Teoria da Relatividade com concepções de natureza da ciência, como por exemplo, o cientista Spock e a relação com os cientistas da vida real;
- “Amanhã é Ontem”: são discutidos espaços curvos e buracos negros, destacando as contribuições dos estudos de Einstein sobre a Teoria da Relatividade Geral. O debate sobre os conceitos de história da ciência envolvidos são a visão imprecisa de um cientista que é visto como racional e lógico, utilizando o exemplo de Stephen Hawking e seus erros cometidos em relação às hipóteses sobre os buracos negros. A ideia de que tudo em ciência é provisório e novas teorias em relação aos buracos negros estão sendo desenvolvidas;
- “Tempo de Nudez”: discussão sobre o que possibilita à nave atingir velocidades superiores à da luz (velocidades de dobra), ou seja, o combustível do par matéria/antimatéria. É também abordado o fato de a antimatéria ser alvo de pesquisas, principalmente no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), exemplos em que o CERN aparece na mídia, no livro “Anjos e Demônios” de Dan Brown e no filme que recebe o mesmo nome;
- “Reflexo no Espelho”: nesse episódio a discussão sobre conceitos científicos envolve o teletransporte e sua popularidade na cultura, utilizando conceitos como os quatro tipos de forças fundamentais na natureza, velocidade da luz e natureza atômica da matéria. Sobre natureza da ciência, é feito um debate sobre as possibilidades da tecnologia de Jornada nas Estrelas virar realidade com base nas limitações da física atual, resgatando alguns conceitos de natureza da ciência abordados nos encontros anteriores como a história da Teoria da Relatividade e a concepção de cientista na mídia.

### **(iii) Exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos**

Para a discussão dos conceitos foram escritos textos sobre os conteúdos científicos e sobre natureza da ciência que aparecem na série e são apresentados no conteúdo das exposições dialogadas. Os textos estão disponíveis na rede mundial de computadores. Esta etapa está conectada com a segunda e quarta etapa do projeto, pois a exploração dos textos é utilizada como recurso para as aulas expositivas dialogadas e para publicação na página do projeto.

Em cada episódio são dois textos que se complementam. Um aborda especificamente os conceitos científicos discutidos nas aulas expositivas, e o outro aborda aspectos de natureza da ciência que permeiam cada episódio. Tal opção por dois textos é para procurar proporcionar um ensino *de e sobre* ciência.

Para o primeiro encontro foi criado um texto sobre a Teoria da Relatividade, velocidade da luz e ano-luz, e outro texto sobre como a Teoria da Relatividade foi construída e a visão de Albert Einstein na mídia. Para o segundo encontro foi construído um texto sobre buracos negros e vida e morte das estrelas, e outro sobre as pesquisas em buracos negros, a contribuição de Stephen Hawking e pesquisas atuais, destacando a questão de que uma teoria científica não é estática e pode ser substituída. Para o terceiro encontro foi escrito um texto que aborda a matéria e a antimatéria, e outro texto sobre a contribuição do CERN nas pesquisas em física de partículas, incluindo a antimatéria, o conceito de antimatéria presente no livro “Anjos e Demônios” de Dan Brown. E para o quarto encontro foi elaborado um texto sobre o teletransporte e outro texto sobre a influência da tecnologia de Jornada nas Estrelas nas pesquisas dos cientistas.



**(iv) Criação de uma página educativa na rede mundial de computadores sobre a série para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores**

A etapa quatro desenvolvida é a criação de uma página educativa (Figura 01) com fins de divulgar o trabalho proposto pelo projeto. A página aglutina todos os elementos desenvolvidos nas três primeiras etapas e ainda serve como divulgação das atividades.



**Figura 01** - Página na rede mundial de computadores do projeto “Frota Estelar de Araranguá”.

Os elementos desta ferramenta são as postagens sobre os textos que abordam ciência e história da ciência sob a forma de hipertextos. A página (<http://frotaestelarararan.wix.com/frotaestelar>) é divulgada aos alunos e professores da escola em que o projeto é desenvolvido, para que os mesmos possam ter acesso ao material desenvolvido.

## DISCUSSÃO

A recepção dos alunos diante de um projeto que busca discutir conceitos científicos e de natureza da ciência foi relativamente satisfatória. Os episódios de Jornada nas Estrelas foram escolhidos criteriosamente de acordo com as abordagens físicas que os continham, permitindo realizar alguns experimentos (Figura 02) que foram executados ao longo dos encontros. Os dados obtidos sobre o desenvolvimento das atividades já realizadas puderam ser avaliados por meio da produção de um diário de bordo, relatando detalhadamente o que ocorreu, os questionamentos que os alunos fizeram e as perguntas feitas, oralmente, para eles. Tal qual foi dividida por subtítulos de acordo com cada encontro.



**Figura 02** - Imagem 01: experimento do espaço curvo; imagens 02 (a e b): experimento da vela no DVD e imagem 03: experimento do balão.

### Encontro 1: “O Senhor de Gothos”

Neste primeiro encontro a maioria dos alunos ainda não tinha ouvido falar de Albert Einstein nem da equação  $E = mc^2$ . Portanto, não associavam a ideia de cientista maluco com Albert Einstein, mas sim àqueles cientistas de filmes e desenhos animados, vistos como o “vilão” da história. Foi questionado a eles se os cientistas na vida real são sempre malvados como os abordados nos desenhos. Os alunos ficaram pensativos e não deram uma resposta.

No início da abordagem do conceito espaço curvo realizou-se uma demonstração, com um tecido flexível e uma pedra pesada (Figura 02). O tecido procura fazer o papel do espaço e a pedra como um corpo celeste (o Sol, por exemplo). Quando a pedra foi colocada no centro do tecido, esta afundou, provocando uma curvatura no tecido e, em seguida, foram jogadas bolinhas de gude ao redor da pedra que começaram a “orbitar” ao redor dela, fazendo o papel dos planetas orbitando em torno da estrela. Para esta atividade, todos os alunos foram convidados a segurar o tecido e cada um jogava uma bolinha de gude para observar o efeito. Como resultado, houve muita interação entre os alunos, pois eles ficaram muito curiosos em saber o que iria acontecer se as bolinhas fossem jogadas.

No início da demonstração foram feitas algumas perguntas orais aos alunos. Eis algumas respostas: “O que vai acontecer com as bolinhas se as jogarmos no tecido?” *elas vão cair no centro*. “Como os planetas se mantêm girando em torno do Sol?” *tem uma força tipo um ímã que puxa os planetas*. Após a demonstração percebeu-se que ficou explícito os alunos que, de acordo com a relatividade geral, não existe uma força puxando os planetas, mas sim a curvatura do espaço-tempo.

Assim como não tinham conhecimento de Einstein, também não ouviram falar de Isaac Newton. Quando questionou-se como se obteve o valor da velocidade da luz, eles não imaginavam como foi possível mensurar seu valor e que quem postulou o valor teórico da velocidade da luz e que a luz se comportava como uma onda eletromagnética foi um outro cientista, James Clerk Maxwell no século XIX.

Durante a exposição dialogada foi necessário desconstruir a ideia de que Einstein foi um gênio isolado da Ciência, tal qual não construiu sozinho a Teoria da Relatividade Geral. Esta teve contribuições de outros cientistas como Mileva Maric, Lorentz, Poincaré, dentre outros. A partir destas contribuições foi possível construir a teoria, sendo necessário corroborá-la, mas esse evento aconteceu só a partir de um eclipse solar total ocorrido em 1919. Esta corroboração ocorreu no Brasil, no município de Sobral, e na Ilha de Príncipe na costa ocidental da África. Novamente com a ajuda de astrônomos para registrarem as fotos do eclipse foi possível corroborar que a teoria de Einstein era coerente com dados experimentais. Levando em consideração o contexto histórico em que Einstein viveu, a teoria da relatividade teve forte resistência por parte da comunidade científica e os cientistas da época insistiam na teoria de Newton. Foi debatido que, de acordo com o estudo de Einstein, a teoria de Newton não estava correta em termos de padrões cósmicos, mas em ambientes cotidianos ela é válida e por esta razão os alunos estudam a teoria de Newton na escola. Logo, foi formulada a seguinte questão “Depois de tais eventos ocorridos, vocês acham que o cientista ‘favorito’ dos cientistas atuais é Einstein ou Newton?” e eles responderam que *é o Einstein, porque ele mostrou que Newton não estava certo*. O fato levantado é que mesmo os cientistas atuais respeitam as teorias de Newton, o que mostra ainda a relevância do trabalho do cientista inglês.

Nesse mesmo encontro, foi também abordado o conceito de velocidade da luz, apresentando dois valores possíveis para representá-la: 300.000 km/s e 1 bilhão de km/h (aproximadamente). Quando foi questionado aos alunos se eles tinham uma noção do valor, alguns falaram que era de milhares de km/h, ou que é um valor muito grande. Alguns minutos depois de apresentar esses valores e da discussão por meio da apresentação e leitura dos textos, foi questionado aos alunos qual era o valor da velocidade da luz. Alguns deles responderam “1 bilhão de km/h”. Como a unidade de velocidade que as pessoas mais conhecem no cotidiano é em km/h, fez sentido então apresentar a velocidade da luz nesta unidade para que fosse possível ocorrer uma melhor compreensão.

## **Encontro 2: “Amanhã é Ontem”**

No segundo encontro foi realizada uma atividade prática antes da apresentação do episódio. Esta consistiu num experimento realizado pelos alunos, com roteiro aberto. A turma foi dividida em pequenos grupos. Como o tema da discussão foi buracos negros, que envolve conceitos como a natureza da luz, foi introduzido um experimento sobre a decomposição das cores da luz branca através de um experimento da vela sobre o DVD (Figura 02). A forma de avaliação consistiu em duas perguntas abertas no roteiro experimental. Os critérios avaliativos foram baseados na evolução das concepções prévias dos alunos a respeito da luz. A primeira pergunta foi “De onde surgiram as novas cores?” e a maioria dos alunos não identificou que as cores eram uma decomposição da luz branca, mas que surgiram do DVD ou do fogo. A segunda questão perguntava com o que eles poderiam relacionar o experimento com o dia-a-dia; a maioria respondeu *o arco-íris*. O que mais chamou a atenção foi que um dos grupos explicou como o arco-íris se forma: *a luz do Sol entra em contato com a água [chuva] através da reflexão e forma o arco-íris*. Nota-se que o grupo já possuía uma concepção científica em relação à formação do arco-íris, esquecendo apenas de citar a refração da luz.

Ao entrar no tema buracos negros foi abordado o conceito de massa que um corpo poderia ter para virar buraco negro, mostrando exemplos de estrelas muito massivas comparando-as com a massa do Sol e da Terra. Nessa perspectiva foi citado um buraco negro que está localizado no sistema estelar Cygnus X-1, situado a 6 mil anos-luz da Terra, que possui uma massa na ordem de dez vezes a do Sol. Em seguida, os alunos foram questionados se o Sol poderia algum dia virar um buraco negro e todos responderam que não, pois é muito leve comparado às outras estrelas que foram citadas ao longo da exposição dialogada. Foi citada a aparição do termo buraco negro em um episódio da série animada “Os Simpsons” e alguns alunos comentaram que haviam assistido tal episódio, logo, possuíam alguma concepção a respeito de buracos negros.

Em relação à discussão sobre a natureza da ciência, foi questionado se Hawking teria ganhado uma aposta afirmando que se algo caísse num buraco negro seria perdido para sempre. A maioria respondeu que ele ganhou, afirmando que ele *não* poderia estar errado sobre sua teoria. Nota-se um ato conservador por parte dos alunos, pois tal ato consiste em acreditar que uma teoria desenvolvida não será mais modificada. Em seguida, foi debatido que Hawking perdeu a aposta porque desenvolveu uma nova hipótese baseada na evaporação dos buracos negros, e tudo que caísse lá dentro poderia ser recuperado. No final deste encontro foi comentado que há novas pesquisas sobre buracos negros e uma delas é que os buracos negros podem não existir. A reação dos alunos foi positiva, concordando que é possível surgir novas teorias para refutar outras.

Para antecipar aos alunos o tema da próxima exposição dialogada, no final do encontro foi lançada a pergunta de qual seria o combustível da nave espacial Enterprise (da série), como forma de chamar a atenção deles aos próximos temas. A turma não tinha ideia do que poderia ser o combustível, e um dos alunos até anotou no caderno para pesquisar em casa.

### Encontro 3: “Tempo de Nudez”

O terceiro encontro foi iniciado com um experimento sobre a representação do combustível de um foguete, simulando o seu movimento seguindo o princípio da ação e reação (terceira lei de Newton). A turma foi dividida em três grupos de três pessoas e um roteiro aberto foi distribuído para cada grupo, contendo duas questões abertas para identificar o conhecimento prévio dos estudantes. O objetivo do experimento era encher um balão com ar (Figura 02) e soltá-lo na direção oposta, em que era preso a um barbante para controlar o seu movimento.

De acordo com as respostas, os alunos relacionaram o movimento do balão na direção oposta com a pressão do ar. Como o ar estava confinado dentro de um balão, a pressão era maior que a pressão atmosférica, e o ar fluiu de dentro para fora do balão, quando este é solto. Essa ação causa uma reação no balão que se movimenta na direção oposta à saída de ar. Os alunos não mencionaram uma força de reação, apenas identificando que o balão se desloca em linha reta por causa do barbante. Sobre o combustível de um foguete, a maioria respondeu que é o ar, com a ajuda do fogo, que impulsiona um foguete. Um dos grupos respondeu que o combustível é fusão nuclear.

Durante a aula expositiva foi questionado aos alunos se eles já haviam ouvido falar de antimatéria e CERN, mas a maioria ainda não tinha ouvido falar. Foi também questionado se eles já tinham lido o livro “Anjos e Demônios” ou assistido o filme que recebe o mesmo nome. Alguns somente assistiram o filme e assim, proporcionou-se um pequeno debate sobre o mesmo. Como a maioria dos alunos era das séries finais do ensino fundamental, o próprio conceito de antimatéria ficou abstrato para eles.

O episódio mostrava uma cena em que os tripulantes da Enterprise foram contaminados com um vírus que fazia com que eles expressassem suas emoções. Como Spock também foi afetado pelo vírus, ele começa a chorar em uma das cenas. Logo, foi questionado aos alunos se o Spock (um cientista) deveria ser sempre racional e lógico. Obteve-se respostas como *sim*, concordando com esse fato. Em seguida, foi perguntado se Albert Einstein era racional e sem emoções. A maioria dos alunos respondeu que *não*, pois ele tinha família e que tinha dificuldades em matemática logo, ele não era “lógico” – nos termos mostrados na série. Neste caso, eles não perceberam uma relação direta entre Spock e Einstein, pois para ele ser racional bastava saber matemática. O que procurou-se neste encontro foi desconstruir a racionalidade como sinônimo de ciência. Ligação explícita em princípios, tais como: regras fixas, imutáveis, que a ciência está acima de todos os campos de conhecimentos, é ahistórica, com crescimento linear e cumulativo.

### Encontro 4: “Reflexo no Espelho”

Último encontro: última missão da frota estelar na escola. O que teve de diferente neste encontro é que ele foi iniciado com a apresentação do episódio e por último uma dinâmica de grupo intitulada bingo. O bingo é adaptado do jogo bingo tradicional, a diferença é que nas cartelas em

vez de números, são inseridas respostas das perguntas. O jogo começa com o professor sorteando uma pergunta – todas as perguntas são enumeradas – e os alunos têm que encontrar a resposta em sua cartela, marcando com um grão de milho ou feijão; ganha aquele que completar uma cartela toda. O assunto era teletransporte. Dois professores da escola, que acompanhavam as apresentações desde o começo, foram participativos nas discussões e contribuíram com algumas curiosidades relacionadas aos temas. Neste encontro, eles propunham discussões sobre conceitos de informática, relacionados ao cotidiano e foi possível discutir até holograma, que é um tema em pauta na série, mas não estava prevista a sua inclusão nas discussões.

Durante a exposição dialogada, os alunos foram indagados sobre as possibilidades de ocorrer o teletransporte de pessoas, que envolve as limitações da física atual, como por exemplo, a impossibilidade de um corpo alcançar a velocidade da luz e a obtenção de energia infinita. O conceito chave do projeto foi a velocidade da luz, que estava presente desde o primeiro até o último encontro, para promover uma contextualização com o ano internacional da luz (2015). Neste encontro, os alunos já evoluíram conceitualmente um pouco mais sobre o valor da velocidade da luz, pois lembravam que seu valor está relacionado ao número 300... até conseguirem falar 300.000 km/s.

Quando é indagado sobre a quantidade de informação do corpo humano, em termos de bytes, os alunos respondem que é um número muito grande. Foram mostradas imagens e ilustrações sobre cada prefixo de byte e o valor numérico representado. No final, os alunos já demonstravam algum entendimento sobre a quantidade de informação no corpo de um ser humano.

Em relação à tecnologia de Jornada nas Estrelas virar realidade, foram feitas questões como “Um dia os cientistas conseguirão inventar algum meio de viajar na velocidade da luz? E em velocidade de dobra (velocidade superior à da luz)?” Eles afirmam que *talvez*. Neste caso foi questionado que, ao ultrapassar a velocidade da luz eles estariam discordando da teoria da relatividade, que afirma que “nada pode alcançar a velocidade da luz”. A partir daí, obteve-se respostas de que *a teoria da relatividade pode não ser mais válida quando a velocidade da luz for atingida*. Percebeu-se que os alunos de alguma forma fizeram uma comparação com o fato de a teoria de Newton não ser mais válida em certas ocasiões, justamente por causa da teoria da relatividade.

Foi questionado também que “Com base nessas tecnologias, a ciência também poderia ser usada para o bem?” os alunos responderam que sim. Comparando à pergunta feita no primeiro encontro “Se os cientistas na vida real são sempre malvados como os abordados nos desenhos?” naquele momento eles ficaram sem resposta e neste momento percebeu-se uma evolução conceitual em relação à visão de ciência e suas implicações na sociedade.

As questões do bingo eram relacionadas à estrutura fundamental da matéria – átomos, prótons, elétrons e nêutrons – para associar ao conceito de desmaterialização no teletransporte, envolvendo as forças nucleares, como a força forte e fraca, eletromagnética e também a gravitacional. O resultado do bingo foi considerado bom, pois os grupos conseguiram entender a maioria dos conceitos envolvidos na apresentação como, a natureza da matéria, os sinais das cargas elétricas e o conceito de desmaterializar no teletransporte. Outro ponto positivo do bingo foi que os grupos discutiam entre si a resposta para tal pergunta, conseguiam recordar as imagens sobre as forças fundamentais nos slides. Por esse motivo, é importante utilizar o recurso visual quando se deseja falar sobre determinado assunto, pois sua lembrança é mais forte que os textos e as falas.

## ALGUNS RESULTADOS

Os indicativos são de que a metodologia adotada pode despertar a pré-disposição em aprender. Os alunos demonstraram atenção, foram participativos nos momentos de discussão de cada encontro, não se ausentaram da sala, apesar de ser uma atividade extracurricular, participando desde o primeiro até o último encontro. Também, pelo nível dos questionamentos que iam além dos conceitos expostos. Apesar do projeto envolver, na sua grande maioria, temas de física moderna, também envolvia muitos aspectos relacionados à natureza da luz.

Apesar de cada exposição dialogada possuir muita informação, foi necessário tornar a abordagem dos conceitos de forma mais compreensível, pois a maioria do público era composto por alunos das séries finais do ensino fundamental. Os professores da escola comentaram que a linguagem utilizada estava acessível às séries finais do ensino fundamental, não apenas ao ensino médio, fato evidenciado pela participação dos alunos do 8º e 9º anos que compareceram a todos os encontros.

Outro indicativo foi em relação às respostas aos questionamentos sobre os conceitos científicos e de natureza da ciência, em que ocorreram evidências de evolução conceitual nestas duas áreas. Os alunos apresentaram indícios de evolução conceitual em conceitos científicos como o fator que possibilita os planetas se manterem em órbita ao redor do Sol. Em um primeiro momento eles responderam que o Sol puxa os planetas com uma força, e depois, perceberam através da demonstração que é apenas a curvatura do espaço-tempo que mantém os planetas em órbita. Outro indício foi em relação ao valor da velocidade da luz. Antes da primeira exposição dialogada eles não tinham noção do seu valor e ao longo de todos os encontros fazia-se a pergunta sobre o valor, até que no último encontro eles conseguiram compreender. Em relação aos buracos negros, foram comparados os valores das massas de cada estrela e a possibilidade de estas virarem um buraco negro. A evolução conceitual ficou mais evidente no bingo, pois eles mostraram compreensão sobre a natureza da matéria e as forças fundamentais da natureza.

Em relação aos conceitos de natureza da ciência, nos primeiros encontros os alunos acreditavam que um cientista nunca erra. Como por exemplo, nas discussões sobre a teoria dos buracos negros desenvolvida por Stephen Hawking, em uma questão respondida sobre o fato de ele perder uma aposta se sua hipótese estivesse errada. No mesmo encontro, a concepção dos alunos já foi outra, pois eles concordaram que é possível surgir novas pesquisas que refutem teorias antigas, e que o desenvolvimento científico não é estático. No último encontro a evolução conceitual sobre natureza da ciência ficou mais evidente: eles conseguiram compreender que mesmo que a teoria da relatividade tivesse refutado a teoria de Newton, um dia ela também poderá ser refutada com o surgimento de novas pesquisas, como no exemplo da barreira da velocidade luz que é um limite atual. Outra evolução foi em relação aos benefícios da ciência, em que eles desconstruíram a visão de que os cientistas são do mal, de que a ciência não pode ser usada para o bem.

Devido aos resultados identificados, pode-se concluir que o material desenvolvido é potencialmente significativo. Assim, as duas condições para que ocorra aprendizagem significativa foram satisfeitas, e a evolução conceitual dos alunos reforça tal análise.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto da Frota Estelar de Araranguá (FEA) faz parte do Clube de Astronomia de Araranguá (CA<sup>2</sup>), que é uma entidade ligada ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) que procura promover a divulgação científica e formar professores como divulgadores científicos também. A divulgação científica da qual é tratada aqui é feita baseada em uma teoria de aprendizagem. Todas as atividades são realizadas sob este enfoque. Assim, o Clube de Astronomia de Araranguá não faz apenas divulgação científica e procura formar divulgadores, mas também o faz fundamentado teoricamente (Damasio et al, 2013).

Especificamente em relação à Frota Estelar de Araranguá, ela atua como um clube. Ocorrem exposições dialogadas, aulas e atividades para proporcionar a divulgação científica na região de Araranguá por meio de uma série de televisão que faz parte da cultura popular. Sendo assim, o projeto implantado nas escolas da rede pública da região procura tanto promover a evolução conceitual de ciência, como de natureza da ciência.

Esta estratégia procura contribuir com a formação de cidadãos capazes de entender ciência e natureza da ciência de acordo com a moderna filosofia da ciência e das exigências de um cidadão contemporâneo, ao desfazer mitos, tais como de que a ciência é: uma entidade única, racional, ahistórica, metodológica, com crescimento linear e cumulativo, com regras fixas e rígidas e um empreendimento isolado de outras tradições e superior a estas.

Tal debate se alinha com a questão levantada por Postman & Weingartner (1969) que se refere à série de conceitos fora de foco que a escola se ocupa de ensinar, tais como: o de verdade absoluta, fixa e imutável, o de certeza, o de entidade isolada, o de casualidade simples, única e mecânica e de que o conhecimento é transmitido. De acordo com estes autores, é difícil imaginar um tipo de educação menos confiável para preparar os alunos para um futuro em transformação que aquela que promove os conceitos fora de foco. Deste tipo de abordagem resultariam pessoas: passivas, aquiescentes, dogmáticas, intolerantes, autoritárias, inflexíveis e conservadoras.

Acredita-se desta forma que o projeto possa contribuir para uma educação científica *sobre, de e pela* ciência. Isto poderia fomentar um ambiente em que possa ser construída uma aprendizagem significativa crítica, que é a perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Por meio da aprendizagem significativa crítica, o aluno pode fazer parte de seus costumes e, no entanto, não ser subjugado por seus ritos, mitos e ideologias. É mediante essa aprendizagem que o aluno poderá lidar construtivamente com a mudança, sem se deixar ser dominado por ela, manejando a informação sem se sentir impotente perante sua grande disponibilidade e velocidade. Também ajudará a usufruir e desenvolver a tecnologia sem se tornar tecnófilo (Moreira, 2005).

## REFERÊNCIAS

- DAMASIO, F.; ALLAIN, O.; RODRIGUES, A.A. (2013) Clube de Astronomia de Araranguá: a formação de professores de ciências como divulgadores científicos. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 14, p. 65-77.
- FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. (2011) Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 28, n. 1, 27-59.
- MASINI, E.F.S. & MOREIRA, M.A. (2001). **Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Editora Centauro.
- MATTHEWS, M. R. (1995) História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, V. 12, n. 3, p. 164-214.
- MOREIRA, M.A. (1999). **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora UnB, 130p.
- MOREIRA, M.A. (2002) A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa na área. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 7, n. 1, p. 7-29.
- MOREIRA, M. A. (2005). **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. do autor.
- MOREIRA, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UnB.
- MOREIRA, M.A. (2008) Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, V. 7, n.2, p. 23-30.
- POSTMANN, N. & WEINGARTNER, C. (1969). **Teaching as a subsersive activity**. New York: Dell Publishig Co.

## USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO PARA ESTUDO DE ESPÉCIES E PH DE SOLO NO JARDIM BOTÂNICO RS: UMA UNIDADE DE APRENDIZAGEM PARA ALUNOS E PROFESSORES

**Talissa Cristini Tavares Rodrigues** [talissa.trodrigues@gmail.com]

**Thaís Bernardes da Silva** [seduc.thaisb@gmail.com]

**Mayra Angela Brigidi Bica** [mayrabbica@yahoo.com.br]

*Escola Estadual de Ensino Médio Roque Gonzáles. – E.E E.M. Roque Gonzáles.*

*Av. Cavallhada, 2433, 91740-000, Porto Alegre, RS – Brasil.*

### Resumo

O uso indevido de novas tecnologias durante as aulas tem desencadeado uma “batalha” com o professor que, muitas vezes, se vê sem ações para despertar o interesse de seus alunos pelo conteúdo abordado. Segundo Demo (2011), o caminho para despertar esse interesse é aliar a pesquisa à sala de aula. A fim de promover a pesquisa no ambiente escolar e a reflexão sobre a aplicação dos conteúdos estudados em aula, este trabalho apresenta uma unidade de aprendizagem elaborada na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, baseada no uso do sensoriamento remoto, geoprocessamento e fotografia para catalogar espécies e investigar ambientes e ecossistemas do Jardim Botânico (RS). A unidade didática desenvolvida foi aplicada a 120 alunos do segundo ano, do Ensino Médio Politécnico, de uma escola pública, estadual, de Porto Alegre, com idades compreendidas entre 15 e 16 anos. Observou-se no discurso dos alunos que o envolvimento e a dedicação para concluir as atividades foram mais relevantes para o aprendizado do que quando comparados a tradicional metodologia em que os conceitos são trabalhados e aplicados isoladamente em sala de aula. À medida que as dúvidas surgiam, o anseio por descobrir as respostas aumentava, despertando um aprendizado significativo para cada aluno. Quanto aos professores, fez com que reconhecessem sobre novas práticas pedagógicas considerando a importância de inserir a pesquisa no ambiente escolar a fim de auxiliar no processo de construção do aprendizado.

**Palavras-chave:** Ensino Politécnico; unidade de aprendizagem; sensoriamento remoto e geoprocessamento; pesquisa e investigação no ambiente escolar.

### INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias em sala de aula tem se mostrado frequente entre os alunos e cada vez mais infrequente entre seus professores. Todos os dias, os professores “travam batalhas” na sala de aula para despertar o interesse de seus alunos pelo conteúdo abordado. Mas o que se percebe é que cada vez mais, esses alunos estão focados em tecnologias como *smatphones*, seus aplicativos e suas novidades. Os filões e famílias apresentados pela professora de Biologia, as diferenças entre ácidos e bases da Química ou a forma como a Física descreve o mundo e seu comportamento através de suas teorias e equações não se mostram atrativos para a maioria dos alunos, tão pouco, os interessa. Eles anseiam por novidades (Pietrocola, 2001).

O Ensino Médio Politécnico (EMP) foi implantado no Rio Grande do Sul (RS) em 2012 tendo como conceito base a politecnia, constituindo-se na articulação de áreas do conhecimento com eixos temáticos (cultura, Ciência, tecnologia e trabalho), enquanto princípio educativo, forçando a necessidade de estabelecer uma formação interdisciplinar, revisitando os conteúdos formais para interferir nas relações sociais e de produção na perspectiva da solidariedade e da valorização da dignidade humana.

As mudanças no ensino visam contextualizar a educação de um tempo onde os jovens já nasceram na era tecnológica (ARAÚJO, 2014). Despertar a atenção desses jovens tem sido um desafio aos professores que se vêem sem ações no cotidiano escolar. Nesse sentido, Demo (2011)



revela que o caminho para despertar esse interesse consiste em aliar a pesquisa à sala de aula. Acredita-se que os estudos dos conceitos aplicados às novas tecnologias, quando aliadas à metodologia de pesquisa no ambiente escolar, se mostram eficaz alternativa para despertar o interesse dos alunos promovendo-lhes um aprendizado mais significativo no seu contexto diário (DEMO, 2011).

O Ministério da Educação (MEC) reforça a ideia de que inserir e estudar novas tecnologias no ambiente escolar contribui para o processo de construção do conhecimento do aluno. Nesse aspecto, Petry, Lima e Lahm (2012) discutem em seu estudo, o uso da tecnologia do sensoriamento remoto em sala de aula, no que se refere a sua aplicabilidade no estudo de ecossistemas, bem como suas contribuições para o processo de aprendizagem. Ao participar da atividade que ocorreu extraclasse, os alunos se mostraram mais "receptivos às atividades, visto que, instigados pela curiosidade, problematizaram a respeito das questões ambientais, resultando na contextualização do objeto estudado" (Petry; Lima; Lahm, 2012, p. 450). No que se refere à prática pedagógica, o sensoriamento remoto contribuiu para o surgimento de "novas ações metodológicas para o ensino de Ciências" (Petry; Lima; Lahm, 2012, p. 451).

Este trabalho apresenta uma proposta de unidade de aprendizagem (UA) que visa inserir a pesquisa no ambiente escolar e promover uma reflexão quanto à aplicação dos conteúdos para o estudo de novas tecnologias. A UA fez uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento e fotografia para catalogar espécies e investigar ambientes e ecossistemas no Jardim Botânico (RS), tendo em vista que, o funcionamento dessas tecnologias corrobora com os conteúdos do currículo da série escolar que participou da atividade.

## SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

Define-se Sensoriamento Remoto como sendo a Ciência que visa desenvolver a "obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres" (MENESES, 2012, p.3). Sua base está nos princípios que levam ao desenvolvimento das câmeras fotográficas áreas com fins de registrar alvos por meio da detecção do fluxo de radiação eletromagnética (MENESES, 2012).

Estima-se que as primeiras fotografias aéreas iniciaram na Guerra de Secessão (1862) com balonistas que faziam patrulhamento registrando as áreas com câmeras acopladas em balões. Em 1909 foi registrada a primeira fotografia aérea realizada por uma câmera acoplada em um avião. Durante a Primeira Guerra Mundial (1914 a 1918) a atividade de registrar as áreas através de fotografias aéreas se intensificou. Mas foi na Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) que houve o avanço significativo: além da evolução nos sistemas de comunicação que contribuíram para o aperfeiçoamento do sensoriamento remoto, foram criados filmes fotográficos, infravermelho, para detecção de alvos camuflados e as câmeras passaram a ter radares (FLORENZANO, 2011).

A disputa por hegemonia política, econômica e militar no período da Guerra fria (1945 a 1991) estimulou os países a criarem sensores de alta resolução para espionagem. Nesse sentido, pode-se citar o lançamento do primeiro satélite artificial, *Sputnik*, efetuado pela União Soviética, em 1957. Esse evento intensificou a disputa na Guerra Fria fazendo com que os Estados Unidos reagisse lançando o Explorer 1, mais sofisticado que o Sputnik (NOVO, 1995).

Em 1960 a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) lançou o satélite TIROS 1 com exclusiva função de capturar imagens da Terra e fazer registros sobre as massas de ar e clima. No final dos anos 60, criou-se o programa *Lansat* com o objetivo de aperfeiçoar o levantamento de recursos terrestres da NASA. Em 1972 foi lançado o *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS -1). A partir do segundo satélite da geração ERTS, em janeiro de 1975, foi denominado como LANDSAT-1. Esses satélites foram projetados com a missão de coletar dados sobre a superfície da Terra de forma periódica. Os resultados foram tão expressivos que a NASA deu continuidade ao projeto, lançando outros satélites em operação até hoje. O Brasil recebe imagens do *Lansat* desde 1973. Essas imagens são propriedade do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as quais constituem um acervo rico sobre os fenômenos terrestres.

O Geoprocessamento é definido como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados georreferenciados, a fim de transformá-los em informação relevante (Xavierda-Silva, J.; 2001; p.12-13). Para aplicar as técnicas computacionais são utilizados *softwares* (em sua maioria, pagos) que têm a finalidade de limitar as informações nas imagens de satélite. Por exemplo, fazer um mapeamento do aumento populacional em um determinado bairro de um centro urbano do estado.

“A aula tradicional que apenas repassa conhecimento, (...) não sai do ponto de partida, e, na prática, atrapalha o aluno, porque o deixa como objeto de ensino e instrução” (Demo, 2011, p. 9). A aplicação de imagens de satélites na área de ensino ainda é muito recente. O sensoriamento remoto, empregado como objeto de estudo no ambiente escolar, tem rompido com a visão tradicional das aulas, possibilitando a articulação dos conteúdos com a realidade do meio. Segundo Móta (2007, p.122),

A utilização das imagens de satélites aguça a imaginação do aluno, sua curiosidade, tendo em vista as características dos alvos apresentados nas imagens, concretizadas no espaço geográfico e reconhecidos por eles por meio da sua percepção do lugar de vivência.

Os alunos anseiam pelo momento em que todo o conteúdo teórico, “apresentado como simplificações tiradas diretamente do cotidiano, ganhe realismo e lhes capacite a melhor entender o ambiente em que vivem” Pietrocola (2001, p. 19). Neste sentido, os recursos de sensoriamento remoto como objeto de estudo, possibilitam uma visão ampla do ambiente, atrativa e dinâmica no que se refere aos conteúdos estudados pelo currículo do Ensino Médio Politécnico.

## **METODOLOGIA**

Uma unidade de aprendizagem (UA) consiste em um planejamento para a realização de atividades elaboradas a partir do diálogo entre professor e aluno, na sala de aula (GALIAZZI et. al., 2004). Trata-se de um modo de organização do ensino que permite ao professor reunir atividades para que o aluno estabeleça relações com o conteúdo aprendido, dando-lhe significado (FRESCHI; RAMOS, 2009).

A proposta de UA apresentada neste trabalho foi desenvolvida com a ideia norteadora de que a base da educação na escola é a pesquisa e não o contato entre professor e aluno (DEMO, 2011). Educar pela pesquisa é “fazer-se e refazer-se na e pela pesquisa” (Demo, 2011, p.7). Assim, o professor deve assumir, constantemente, no cotidiano escolar, sua identidade pesquisadora, compreendendo que a pesquisa é especificidade da educação na escolar e acadêmica (DEMO, 2011). O Professor, além de pesquisador, deve mediar questionamentos construtivos com seus alunos (também pesquisadores no processo) a fim de propiciar o desenvolvimento do pensamento crítico e o aprendizado significativo para ser aplicado no cotidiano.

Esta UA ocorreu no primeiro trimestre letivo de 2015, com um grupo de 120 alunos do segundo ano, do Ensino Médio Politécnico (EMP), de uma escola pública, de Porto Alegre- Rio Grande do Sul/Brasil. Foi desenvolvida como um projeto de pesquisa e compreendia como uma das avaliações da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, cujos componentes são Física, Química e Biologia.

Este estudo se descreve como um estudo de caso que, segundo Triviños (1987, p. 110) é uma pesquisa que tem como um dos seus objetivos, aprofundar a descrição de determinada realidade. Sua abordagem é qualitativa, pois se caracteriza tanto por permitir o redirecionamento das atividades durante seu desenvolvimento, como pela interação do pesquisador com os sujeitos da pesquisa (NEVES, 1996), tendo em vista que os pesquisadores são os professores que elaboraram e aplicaram a UA.

A primeira etapa da UA foi dividida em organização do currículo e sensibilização dos alunos em relação a esses – abordagem dos conteúdos e conceitos no cotidiano escolar.

Inicialmente, tratou-se de delineamento dos conceitos que seriam abordados na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no início do ano letivo. Foi determinado pelos professores que, em Física, se estudaria a natureza da luz e seu comportamento de interação com a matéria, bem como a aplicação desses estudos nas novas tecnologias. Como exemplo, foi utilizado o sensoriamento remoto e o geoprocessamento que, apesar de não ser do estudo e manuseio dos físicos, tem seu funcionamento explicado por eles, em especial, no que se refere ao estudo da radiação eletromagnética e da luz visível. Na Química, o foco dos estudos foi direcionado para funções ácido-base. Tais noções seriam relevantes para uma das etapas da UA que consistia em analisar o pH do solo e promover uma reflexão sobre o quanto essa denominação influenciava nas espécies botânicas. Por fim, na Biologia, as noções básicas de botânica e ecossistemas para catalogar as espécies (*Angiospermas*, *Gimnospermas*, *Pteridófitas* e *Briófitas*) e conhecer suas particularidades.

É importante salientar que, na maioria das escolas, esses conteúdos não são administrados nessa ordem durante o ano letivo. A “forma como o currículo é organizado na maioria das escolas é defasado e distante da realidade dos alunos”. (Petry, 2010, p.21). Para que a UA ocorresse com naturalidade e fosse inserida a pesquisa no ambiente escolar, as disciplinas, componentes curriculares da área sofreram alterações, de tal forma que, as etapas de sua construção fossem voltadas para a formação do aluno na pesquisa e aplicação dos conteúdos no dia a dia.

A segunda etapa ocorreu na metade do trimestre letivo e consistiu na saída de campo realizada no Jardim Botânico (RS). Os alunos foram divididos em grupos (cerca de cinco componentes) e receberam um diário de campo para fazer os registros a partir de suas observações em relação às espécies da trilha escolhida e a influência do pH nessas espécies. A coleta do solo foi realizada em tubos de ensaios, durante o percurso da trilha.

Os alunos mostraram cuidado ao anotar no diário de campo, fatos, comentários e acontecimentos verificados durante o desenvolvimento da atividade, bem como, a ordem em que as espécies fotografadas apareciam na câmera fotográfica.

A terceira etapa ocorreu nas aulas de Física (uso da técnica de sensoriamento remoto onde os alunos identificaram a trilha estudada na imagem de satélite do local e elaboraram um mural descrevendo-a), Química (aula experimental para identificar o pH do solo coletado) e Biologia (orientação e reflexão sobre as características das espécies na trilha).

Na quarta e última etapa da UA, os alunos apresentaram seus murais e relatos sobre o desenvolvimento das atividades propostas. Essa etapa foi fundamental para compreender a percepção dos alunos acerca do processo de aprendizagem através da pesquisa inserida no ambiente escolar.

## RESULTADOS

As novas tecnologias são marcas registradas da sociedade atual. No contexto escolar, apesar do reforço dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) quanto à importância da sua inserção no contexto de construção do aprendizado do aluno, muitas vezes elas acabam sendo substituídas pela ação humana: projetar textos, relações esquemáticas e/ou vídeos (PETRY, 2010).

Os PCNs descrevem que, no ensino fundamental, os professores devem fazer uso das novas tecnologias de forma a corroborar para o enriquecimento do ambiente escolar, auxiliando o aluno no processo de construção/desenvolvimento de seu conhecimento e senso crítico (Brasil, 1998, p. 140). No Ensino Médio, na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é onde essa ação deve ser consolidada, pois os componentes devem ser desenvolvidos no ambiente escolar a fim de proporcionar ao aluno a compreensão dos princípios científicos presentes nas tecnologias, associando-as aos problemas que se propõe solucionar e resolver esses problemas de forma contextualizada, aplicando os princípios científicos a situações reais ou simuladas (Brasil, 2000, p.20).

No que se refere à inserção das novas tecnologias no ambiente escolar como um instrumento na pesquisa e como complemento das técnicas pedagógicas, o sensoriamento remoto contribui para um processo de ensino e aprendizagem mais estimulante, dinâmico e eficaz (PETRY, 2010).

O uso das imagens de satélite permitiu aos alunos uma visão diferenciada daquela registrada na visita ao Jardim Botânico. Foi possível observar a diversidade da flora naquele local e como está distribuída de forma a harmonizar o ambiente de acordo com as condições de solo, bem como, influenciar as medidas de umidade do ar e temperatura do ambiente.

Os conceitos que envolvem as técnicas de sensoriamento remoto foram contextualizados nas aulas de Física, através do uso de multimídia. Assim como sugeriu o estudo de Petry, Lima e Lahm (2012) onde se discute a importância do uso do sensoriamento remoto no ambiente escolar, primeiramente proposta a construção coletiva do conceito da tecnologia.

Os alunos foram convidados a fotografar com seus *smartphones* e descrever o que observavam através da janela da sala de aula, no segundo andar da escola. As descrições giraram em torno de árvores, quadra de esportes, prédios anexos à escola e prédios vizinhos. De acordo com Florenzano (2002, p. 9), “as imagens obtidas de satélites, de aviões (fotografias aéreas) ou mesmo na superfície ou próximo a ela como, por exemplo, uma fotografia da sua casa, escola ou de uma paisagem qualquer, tirada com uma máquina fotográfica comum, são dados obtidos por sensoriamento remoto”.

Sessado os relatos, os alunos foram reunidos na sala de vídeo, em 3 grandes grupos de 40 integrantes. O encontro iniciou com a projeção da imagem via satélite (da escola), obtida com o *software Google Earth* (Figura 01). O objetivo dessa ação foi promover reflexões a fim de despertar a autonomia dos alunos para formular posteriormente um conceito sobre o funcionamento e o uso do sensoriamento remoto.



**Figura 01** – Imagem obtida via satélite a partir do *software Google Earth*.

Com a projeção da imagem, a mediadora da oficina (professora de Física) promoveu questionamentos que remetessem os estudantes a estender a discussão e refletir sobre o que haviam estudado nas aulas sobre a interação da luz (radiação eletromagnética) com a matéria e o funcionamento do sensoriamento remoto. Inicialmente, foi questionado sobre a capacidade de identificarem o local projetado na imagem e onde as imagens são utilizadas no cotidiano.

As respostas à primeira questão sobre a identificação do local foram relacionadas à escola. Os alunos não apresentaram dificuldade em identificá-la. Quanto à questão seguinte, sobre o uso das imagens no nosso cotidiano, grande parte deles apontou que elas estão presentes em propagandas, televisão, livros, revistas e redes sociais, como fotografias.

A resposta gerou uma discussão nos grupos quanto à diferença entre fotografias e imagens como aquela que estava na parede. Alguns alunos defenderam a ideia de que fazer uma fotografia aérea não era como fazer uma fotografia igual àquelas que são publicadas nas redes sociais e/ou revistas. Outros defenderam a ideia de que a única diferença entre elas é que a imagem projetada havia sido capturada por uma câmera acoplada a um *drone*.

Em defesa a ideia de que as fotografias não são iguais à imagem mostrada pelo *Google Earth*, os alunos levantaram o questionamento de como seria possível um *drone* capturar a imagem do mesmo local com altitudes muito maiores, até mesmo sendo possível ver o continente? Essa

colocação levou a mediadora a propor a reflexão sobre a diferença entre fotografia e a imagem projetada. Abaixo, seguem os discursos de alguns alunos que procuraram fazer as primeiras formulações sobre o uso do sensoriamento remoto e o que estudaram em aula, a fim de responder à questão:

“Estudamos o funcionamento da câmera fotográfica e me pareceu um sistema óptico muito simples para conseguir capturar uma imagem tão complexa. De uma altitude pequena, até acredito que seja possível, mas quando pensamos nas imagens que vemos dos continentes, por exemplo, se torna impossível! Teríamos que ter câmeras como de um telescópio espacial” (Aluno 1).

“Os telescópios espaciais estão fora da atmosfera terrestre por causa da interferência da atmosfera. Acho que, mesmo se a câmera fosse como as câmeras de telescópios não conseguiríamos ver as imagens com tanta nitidez por causa dessas interferências” (Aluno 2).

“Acho que essas imagens também são fotografias. Só que, quando fazemos a imagem com uma câmera, ela tem limitação para capturar a imagem por causa da distância que estamos do objeto, como na câmara escura. Então, para distâncias extremamente grandes, precisamos de um *zoom* muito potente. Deve ser isso que tem lá nos satélites. Se não for um *zoom*, talvez seja uma mudança de altitude na rota” (Aluno 3).

Nesse momento, um quarto aluno interrompe o discurso e aponta a ideia de que se os satélites descerem um pouco mais ou subirem sairão da órbita. Interessante observar que o Aluno 4 fez uma conexão com o estudo dos movimentos estudado em Física no ano anterior à sua formação. Segundo este, os satélites não podem alterar sua altitude em valores extremos, pois poderiam cair na Terra. Sem atrapalhar a órbita do satélite, somente pequenos ajustes de rota ou correção podem ser realizados e tudo deve ser devidamente calculado. Essa discussão despertou a ideia de que a imagem projetada na parede era uma espécie de captura da luz emitida pelas coisas aqui na Terra.

“Deve ser mais simples do que isso! Pensem: nós vemos as coisas porque a luz interage com elas. A luz é refletida e interpretada pelos nossos olhos e cérebro. Acho que isso também acontece no satélite. Seria a única forma de driblar a interferência da atmosfera” (Aluno 1).

Esse posicionamento levou os alunos de um grande grupo a questionar sobre as imagens que são realizadas à noite. Rapidamente, o Aluno 1 responde que isso só era possível porque, “mesmo à noite, temos iluminação, artificial. Os objetos aqui na superfície devem refletir pouco dessa luz e por isso o satélite consegue capturar a imagem”.

Discursos muito semelhantes foram identificados nos demais grupos que participaram da UA. Entretanto, aqui, foram apresentadas somente aquelas mais significativas para a avaliação das atividades propostas no que se refere ao cumprimento de seu objetivo.

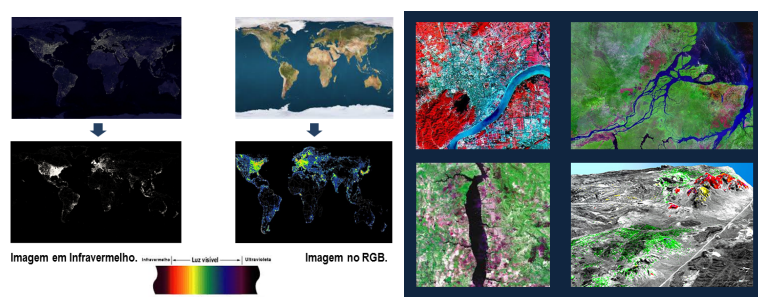
Ao término do posicionamento dos alunos quanto à diferença entre a imagem e a fotografia, foram colocadas algumas questões sobre a utilização das imagens de satélite no dia a dia. Nesse aspecto, os alunos apresentaram a ideia de que era uma forma de vermos grandes áreas, exercendo acompanhamento sobre uma variável que se quer controlar, como por exemplo, o aumento do número de residências em uma região ou o desmatamento na Floresta Amazônica.

A mediação das discussões por parte do professor contribuiu para que o aluno “estabeleça relações sobre a realidade que o cerca e, por meio da linguagem, tome consciência dos seus modos

de aprender, compartilhe experiências de vida relacionadas ao conhecimento e construa generalizações” (Ramos, 2008, p. 63). Nessa etapa de sensibilização na UA proposta, a mediação das discussões se faz necessária no processo de construção coletiva do saber tendo em vista que, ela ocorreu com o intuito de, em conjunto com os alunos, formular um conceito de sensoriamento remoto (título apresentado no início das aulas).

Os alunos que participaram da primeira etapa desta UA formularam que “o sensoriamento remoto é uma tecnologia que, através da reflexão da luz realizada pelos objetos na superfície terrestre, captura suas imagens permitindo ao homem identificar o desenvolvimento de uma determinada área, possibilitando o seu estudo”.

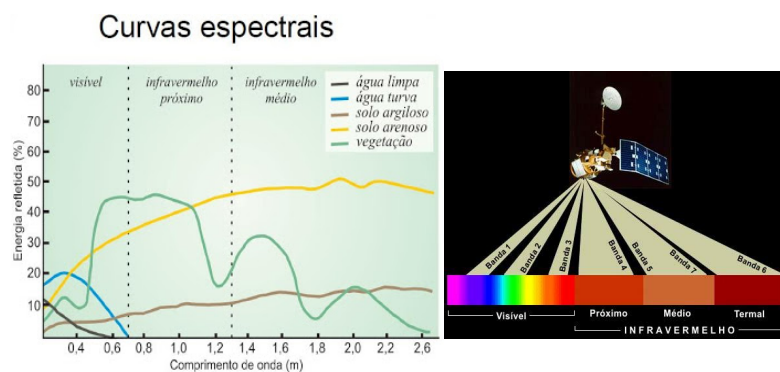
Na sequência, as atividades se desenvolveram na percepção de compreender a tecnologia e seu funcionamento. Para isso, foram utilizadas montagens com algumas imagens capturadas na internet (Figura 02). Essas imagens traziam contrapontos que remetiam os estudantes a fazer links com as discussões que já haviam sido levantadas, tais como, a possibilidade de capturarmos imagens noturnas, diurnas e em outras frequências de radiações eletromagnéticas que não a luz visível.



**Figura 02** – Imagens apresentadas aos alunos para discutir sobre o sensoriamento remoto e aprimorar o conceito formulado na aula.

Esse processo permitiu desenvolver com os alunos a ideia de que a maioria dos instrumentos de imageamento terrestre tem capacidade de "visualizar" o espectro eletromagnético da luz visível e o infravermelho. Isso explica porque o sensor do satélite pode captar mais informações quando comparado às máquinas fotográficas que captam basicamente o espectro da luz visível.

Para auxiliar no processo de compreensão quanto à interpretação dos sensores de imageamento em relação aos objetos na superfície terrestre, foi realizada uma montagem de imagens com as curvas espectrais (Figura 3).



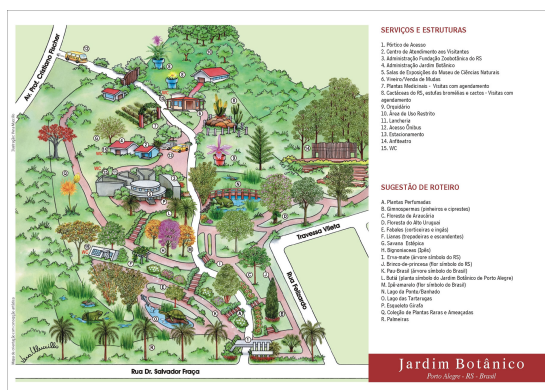
**Figura 03** – Montagem de imagens para trabalhar a noção de curvas espectrais e a interpretação dos sensores de imageamento terrestre.

Apresentar as curvas espectrais proporcionou a mediação de conceitos já levantados anteriormente pelos alunos no que se refere aos satélites captarem a luz refletida pelos objetos. Com isso, apresentou-se a noção de que a quantidade de energia refletida ou emitida pelos objetos varia de acordo com a sua natureza e se dá em diversos comprimentos de onda. Cada comprimento de

onda é captado em áreas distintas do sensor, que são chamadas Bandas. A interpretação do conjunto dessas bandas tem como resultados as imagens de satélite.

Após o estudo do funcionamento da tecnologia que remetem aos conteúdos estudados nas aulas de Física, os alunos avançaram para a segunda etapa da UA que ocorreu no Jardim Botânico (RS).

Inicialmente, os alunos apresentaram dificuldades em se orientar com o mapa disponibilizado pelo Jardim Botânico (RS) (Figura 04). Algumas coordenadas em relação à entrada principal e o portão de entrada para atividades escolares não se mostravam muito claras para eles, sendo necessária a intervenção dos professores para auxiliar nesse processo de reconhecimento.



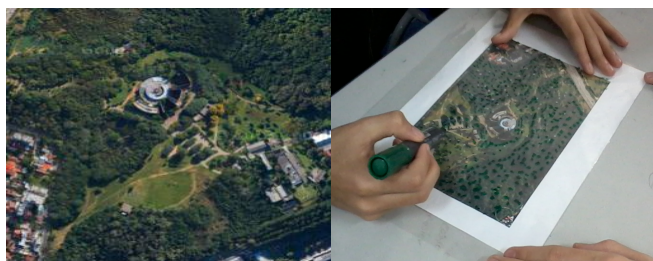
**Figura 04** – Mapa do Jardim Botânico (RS) disponibilizado pela instituição.

Na sequência, os alunos realizaram a investigação nas trilhas e os conceitos sobre as espécies botânicas e reações ácido-base para formular questionamento a respeito do pH do solo e as espécies estudados nas aulas de Biologia e Química foram fundamentais.

No retorno à escola, onde foi desenvolvida a terceira etapa, os alunos identificaram o pH do solo coletado através de atividade experimental, nas aulas de químicas e formularam hipóteses sobre a influência desse nas espécies fotografadas. Nas aulas de Biologia foi realizada a amostragem das fotografias e catalogação das espécies, discutindo sobre como o conteúdo estudado nas aulas culminava com os resultados que apresentaram. Nas aulas de Física a proposta foi centralizada no uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento para mostrar o Jardim Botânico de um ponto de vista diferenciado, fazendo uso da tecnologia para delimitar a trilha investigada.

Para a atividade que se propôs nas aulas de Física, o uso do *software Google Earth* seria fundamental. Entretanto, devido aos recursos escassos da escola quanto à utilização do *software* por um número grande de alunos no laboratório de informática, a imagem do Jardim Botânico (RS) foi entregue impressa.

Para fazer o imageamento ou *overlay* foi utilizada a técnica que consiste em sobrepor uma transparência na imagem impressa e, na sequência, realizar o traçado sobre os elementos que se quer dar destaque (ROSA; SANTOS Jr.; LAHM, 2007). A seguir, a Figura 05 mostra como ocorreu esse processo, evidenciando a imagem que os alunos receberam e o início do imageamento.



**Figura 05** – À esquerda, imagem do Jardim Botânico (RS) disponibilizada para os alunos. À direita, aplicação da técnica de imageamento ou *overlay*.

O objetivo do imageamento era destacar as diferentes espécies (de forma aproximada) na trilha investigada. Os alunos se mostraram receptivos à proposta e empenhados em concluir a atividade. Entretanto, todos reforçaram que identificar na imagem de satélite o caminho percorrido na trilha que investigaram e catalogaram as espécies, ainda que de forma aproximada, era uma tarefa difícil. Segundo eles, na imagem de satélite tudo parecia se tratar da mesma coisa e, demorou um pouco para eles se localizarem e identificarem, pelo menos, pontos principais de referência, tais como, entrada principal, o lago onde foi realizado um piquenique, o Museu de Ciências Naturais e a entrada disponibilizada para a visita de escolas. Foi necessário utilizar o mapa disponibilizado pelo Jardim Botânico (RS) e o *Google Maps* (nos *smartphones*).

Na quarta etapa, todos os dados foram reunidos em um *banner* (Figura 06) onde, além do imageamento, os alunos descreveram o procedimento para catalogar as espécies, apresentando suas características científicas e como o pH do solo influenciava nessas.

**Escola Estadual de Ensino Médio Roque Gonzáles**  
Câtedra de Matemática e suas Tecnologias  
Uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento para catalogar espécies e pH do solo no Jardim Botânico RS

**O que é geoprocessamento?**  
Geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. Utiliza programas de computador que permitem a utilização de informações cartográficas (mapas, cartas, topográficas e plantas) e informações a que se possa associar conteúdos de dados (mapas, cartas ou plantas). Pode ser empregado para diversas aplicações.

**O que é sensoriamento remoto?**  
É a técnica para obter informações sobre objetos, área ou fenômeno, através da observação de dados coletados por um dispositivo (sensor) que não está em contato físico direto com o objeto investigado.

**Como foram aplicados?**  
O sensoriamento remoto foi aplicado por meio da "fotografia" aérea do Jardim Botânico, através de satélites, para identificarmos quais espécies estavam.  
Geoprocessamento foi aplicado ao mapeamento e análise das áreas do botânico, para marcar novas trilhas e dizer os lugares das espécies no mapa.

**Jardim Botânico e o clima**  
O que se pode caracterizar um jardim botânico são seus conjuntos de plantas. Ele se dedica ao estudo e à conservação de espécies vegetais nativas do Rio Grande do Sul, principalmente aquelas ameaçadas de extinção, assim vão mantendo as plantas protegidas e evitando suas extinções. Para cumprir sua missão desenvolve atividades de pesquisa, conservação e educação ambiental.

**O clima estava com Sol e com o céu limpo e sem nuvens. Estava 21 graus, e não estava ventando muito, naquele dia o vento estava a 17 km/h.**

**Imagens**  
1- Imagem de satélite Jardim Botânico  
2- Imagem do mapa do Botânico  
3 & 4- Imagem Geoprocessada na sala de Física e legenda.

**Ações nas trilhas**

As ações realizadas nas trilhas, primeiramente, caminhamos para procurar as espécies que desejávamos, assim fomos conhecendo o botânico. Durante a trilha vimos os dois lagos, logo após, fomos encontrando diversas espécies, como bromélias (musgos) nas sombras e pelas escadas do jardim, assim como outras. No início fizemos apenas uma coleta de terra em um tubo de ensaio, e no final da trilha realizamos outra coleta.

A acidez do solo é muito importante ao se cultivar plantas e vegetais, pois alguns se adaptam melhor em solos mais ácidos, como a mandioca e a ervinha-mate, já outras necessitam de um solo mais básico, como a soja, o algodão e o feijão.

**pH da terra**  
1º tubo de ensaio  
pH: Vermelho = Ácido.  
A terra estava arenosa, bem úmida e macia.  
2º tubo de ensaio  
pH: Normal = Básico.  
A terra estava marrom escura, seca, áspera e solta.

**Marrequinha.**  
-Macrófita.  
-Angiosperma.  
-Necessitam de água e flutuam sobre o lago.

**Samambaiá.**  
-Pteridófitas.  
-Folhas frías no tronco da árvore.

**Musgo.**  
-Briófitas.  
-Precisam da umidade.

**Lauraceae.**  
-Angiosperma.

**Fabaceae Pittobor**  
-dubium canafístula.  
-Angiosperma.  
-Precisam do solo.

**Figura 06** – Banner elaborado por um grupo de alunos participantes da UA. Nele podemos observar o imageamento identificando as espécies encontradas na trilha, bem como, as fotos descrição de suas características e a influência do pH do solo.

A UA proposta para os alunos trouxe como destaque a aplicação do sensoriamento remoto e geoprocessamento para o ambiente escolar, bem como a inserção da pesquisa em um ambiente no qual eles estavam acostumados apenas às aulas tradicionais. A satisfação em realizar cada etapa foi reforçada, posteriormente, nos relatos dos alunos, especialmente nas aulas de Biologia e Física. Segundo a maioria dos alunos que participaram da UA, apesar de ser uma proposta com atividades bem complexas, principalmente no que se referiu a formular o conceito sobre o sensoriamento remoto e o seu funcionamento, foi algo inovador e significativo. “Quando estudamos sobre a natureza da luz, os modelos, o espectro, a interação dela com as coisas, parecia tudo tão teórico. Mas com o sensoriamento remoto e o geoprocessamento podemos ver a aplicação de tudo isso”, relatou uma aluna.

Em outro momento, os alunos destacaram, na aula de Física, que a atividade de imageamento poderia ser repetida com a finalidade de mostrar um mapeamento do pH do solo, não



só Jardim Botânico (RS), mas em alguns bairros da cidade. Segundo eles, essa ação poderia auxiliar nos estudos e projetos de reflorestamento das áreas da Cidade. Essa discussão surgiu da possibilidade de plantar algumas espécies em solo ácido. Apenas um grupo fez uma coleta de uma região onde o solo apresentou pH ácido. Nessa região não havia espécies botânicas consideráveis para o estudo (Angiospermas, Gimnospermas, Pteridófitas e Briófitas).

Petry, Lima e Lahm (2012) em seus estudos reforçam a importância da inserção do sensoriamento remoto nas aulas de Ciências, em especial para o estudo de Biomas. Nessa UA ela foi utilizada com o propósito de destacar espécies presentes em uma trilha botânica, inserindo a pesquisa no ambiente escolar e promovendo reflexão quanto à aplicação dos conteúdos estudados nas aulas. Além disso, promoveu nos alunos a reflexão sobre outras possibilidades para o uso dessa tecnologia, evidenciando a formulação de um posicionamento crítico.

Concluiu-se que a UA em que se inseriu o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, apesar de ser inicialmente complexo para os alunos, contribuiu significativamente para o processo de aprendizagem propiciando-os retomar conceitos fundamentais sobre Física, Química e Biologia que, na maioria das vezes, quando abordados nas aulas tradicionais, são simplesmente decorados e não despertam interesse.

Observou-se que o envolvimento em cada etapa da UA foi intenso tanto por parte dos professores (em organizar toda a dinâmica da proposta), quanto por parte dos alunos (em concluir as atividades). Segundo Moraes (2007), quanto mais intenso for o envolvimento dos sujeitos com os objetos de estudo, maior e mais diversificado será o processo de aprendizagem.

No que se refere às mudanças realizadas no ambiente escolar, além de alunos mais motivados, foi possível identificar motivação também nos professores. No núcleo de professores que compõe a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a resistência quanto à inserção da pesquisa no ambiente escolar foi substituída pela ideia de quão enriquecedora foi a sua inserção. Ela permitiu aos alunos um momento de exploração e reflexão que as aulas tradicionais não alcançaram em outro momento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou a realização de uma proposta de unidade de aprendizagem (UA) realizada com alunos do segundo ano, do Ensino Médio Politécnico, na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composta pelas disciplinas de Física, Química e Biologia. A aplicação da UA teve por finalidade promover a pesquisa no ambiente escolar e a reflexão sobre a aplicação dos conteúdos estudados em aula, através do uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento para catalogar espécies e investigar ambientes do Jardim Botânico (RS).

Os alunos mostraram-se receptivos às atividades, refletindo e problematizando sobre a aplicação dos estudos da interação da luz com a matéria (estudados em Física) a fim de construir um conceito sobre o sensoriamento remoto e suas aplicações.

As atividades propostas permitiram aos estudantes refletir sobre outras possibilidades para o uso do imageamento. Foi destacado que o imageamento retratando somente o pH das diferentes áreas do Jardim Botânico (RS) e outros bairros, seria um trabalho também significativo no que se refere a investigação de espécies possíveis no local e como elas se desenvolvem naquele solo. Na visão deles, esse trabalho favoreceria estudos e projetos de reflorestamento nas áreas da cidade. Pode-se afirmar que o processo de ensino, assim como sugere o estudo de Petry, Lima e Lahm (2012), quando priorizado em visualização, interpretação e reflexão na análise crítica da realidade (inserido na pesquisa), favorece a formação de cidadãos conscientes, críticos e comprometidos com questões socioambientais.

Conclui-se que a UA, além de promover a pesquisa, a reflexão e aplicação dos conteúdos, trouxe mudanças no ambiente escolar no que se refere à motivação dos alunos e professores. A resistência quanto à inserção da pesquisa no ambiente escolar foi substituída pela ideia de quão enriquecedora foi inseri-la, permitindo um momento de exploração, reflexão e socialização dos conceitos e ideias, ações que não eram identificadas nas aulas tradicionais.

Para o ensino que compreende as Ciências da Natureza e suas tecnologias, em especial no componente Física, o sensoriamento remoto como ferramenta possibilitou a reflexão e compreensão dos estudos da interação da luz com a matéria, bem como o espectro eletromagnético e a energia das radiações eletromagnéticas.

Este estudo contribuiu para a melhoria da prática pedagógica e o repensar sobre as contribuições fundamentais que a pesquisa inserida no ambiente escolar proporciona ao aluno: construção do aprendizado e senso crítico. A pesquisa deve ser aceita como um procedimento a ser iniciado na educação escolar e não somente acadêmica, sendo o professor o mediador e condutor do aluno nesse processo para que se obtenha sucesso.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I.S. C (2014). **Implantação do Ensino Médio Politécnico da Rede Pública do Rio Grande do Sul e a pesquisa na escola: um estudo de caso**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Último acesso em: 24 de jul de 2015.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011, 149p.
- FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2011.
- 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**, 8, 1, 156-170p, (2009).
- GALIAZZI, M.C.; GARCIA, F. Á.; LINDEMANN, R.H. Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem. In: Moraes, R.; Mancuso, R. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. 65-84p, (2004).
- MENESES, P.R. **Princípios de sensoriamento remoto**. In: Meneses, P.R., Almeida, T. (Orgs.). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto (p.1–33). Brasília: UnB; CNPQ, 2012.
- MORAES, R. **Aprender ciências: reconstruindo e ampliando saberes**. In: Galiazzi, M.C., Auth, M., Moraes R. e R. Mancuso. (Orgs.). Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula (pp.19 – 38). 1 ed. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2007.
- MÓTA, P.N (2007). **O estudo do lugar a partir do uso de imagens de satélites com alunos de 4ª série do Ensino Fundamental**. 2007. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Geografia e Geociências, UFSM/RS, Santa Maria.
- NEVES, J.L. (1996). Pesquisa Qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**. São Paulo, v. 1, n. 3, 2 sem. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>>. Último acesso em 21 de jul de 2015.
- NOVO, E.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1995.
- PETRY, L. (2010). **Reconstrução do conhecimento dos alunos sobre ecossistemas por meio de Unidade de Aprendizagem**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PETRY, L.S.; LIMA, V. M. R; LAHM, R.A. Estudo de ecossistemas utilizando como recurso didático o sensoriamento remoto: um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol.11, nº2, 2012 (p.431-454). Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC\\_11\\_2\\_9\\_ex615.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_9_ex615.pdf)>. Último acesso em: 22 de jul de 2015.

PIETROCOLA, M. (coordenador). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001, 236p.

Ramos, M. (2008). **A importância da problematização no conhecer e no saber em Ciências**. In: Galiazzi, M.C. et. al. Aprender em rede na educação em Ciências. (pp. 57 – 76). Ijuí: Editora da UNIJUÍ.

TRIVINÕS, A.N.S. (1987). **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas.

XAVIER-DA-SILVA, J. . **Geoprocessamento para análise ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. v. 1. 228 p.

# **APRESENTAÇÕES EM PÔSTERES**



## A AUTONOMIA DOCENTE NO PROJETO PEDAGÓGICO DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA: UMA ANÁLISE BAKHTINIANA

**Daiane Secco** [daiane.secco@bento.ifrs.edu.br]

**Josiane de Souza** [josiane.souza@bento.ifrs.edu.br]

**Paulo Vinícius Rebeque** [paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.*

*Campus Bento Gonçalves, 95700-000, Bento Gonçalves, RS - Brasil.*

Apresentamos neste trabalho uma análise bakhtiniana do projeto pedagógico de um curso de Licenciatura em Física de uma Instituição de Ensino Superior Federal. Nosso objetivo era compreender qual modelo de profissionalidade docente o curso busca atingir em seu programa de formação inicial de professores. O referencial teórico foi fundamentado nos modelos de professores de Contreras (2012) e sua visão sobre a autonomia docente. Para Contreras (2012) a autonomia docente está relacionada com a maneira de conceber o docente e sua relação com o meio social. Seu conceito é baseado em três modelos epistemológicos de racionalidade que são o racionalismo técnico, prático e crítico. Associados aos modelos epistemológicos de racionalidade encontram-se os modelos pedagógicos, a saber: o especialista técnico, docente que concebe a prática pedagógica como um meio racional com aplicação de conhecimentos teóricos de forma técnica sem reflexão do conteúdo com a finalidade de atingir resultados pré-determinados; o profissional reflexivo, caracterizado por um envolvimento maior do professor com o ensino, atuando em situações diversas, onde há conflito de valores, situações incertas, instáveis e singulares, há reflexão da prática e os fins não são determinados; e o intelectual crítico, o docente desenvolve não só uma compreensão das circunstâncias em que ocorre o ensino, mas juntamente com os alunos, desenvolvem as bases críticas e a transformação das práticas sociais que se constituem ao redor da escola, com a finalidade de atingir a emancipação e a autonomia de ambos. Os dados analisados neste trabalho foram compostos pelos primeiros Projetos Pedagógicos do Curso (PPC) de Licenciatura em Física (2009 e 2010) de uma instituição federal de ensino. Apesar do PPC ter sofrido modificações ao longo do tempo, analisaremos somente os dois primeiros e suas matrizes curriculares, pois sua vigência engloba o período em que a primeira turma de alunos formados cursava a Licenciatura. Para realização da análise do enunciado que compõe a estrutura do PPC adotamos um dispositivo específico de análise bakhtiniana. Foi possível evidenciar que, de modo geral, a estrutura do PPC indica a formação predominante de um profissional reflexivo, uma vez que faz referência ao currículo integrado e à formação de um sujeito comprometido em transformar a realidade escolar brasileira, valorizando o conhecimento científico e relacionando-o com o cotidiano dos alunos. Porém, as duas primeiras matrizes curriculares do curso, alinham-se ao modelo de profissional especialista técnico, pois seguem a hierarquia prevista por Contreras (2012): a ciência ou disciplina básica em primeiro plano, a ciência aplicada ou engenharia em segundo plano e a habilidade e atitude como plano de fundo. No entanto, a última matriz curricular, vinculada ao PPC 2010, apresenta uma aproximação ao modelo do professor reflexivo, no que tange a carga horária total do curso. Tendo em vista os aspectos observados podemos concluir que, inicialmente, o curso era composto por disciplinas pedagógicas insuficientes para atender o modelo de formação de um professor reflexivo, tanto no que diz respeito a sua distribuição ao longo do curso, quanto à carga horária oferecida. Mas, esse quadro foi reelaborado de forma a sanar a discrepância entre o discurso do PPC e sua matriz curricular, aproximando-se, assim, de um modelo de formação do professor reflexivo.

**Palavras-chave:** formação inicial de professores; autonomia profissional; análise bakhtiniana.

## A CIÊNCIA NA COZINHA: O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE UMA FEIRA GASTRONÔMICA

**Tatiane Alves Gonçalves** [tatiane.goncalves.001@acad.pucrs.br]

*Faculdade de Física – PUCRS – Caixa Postal, 1429.*

*Av. Ipiranga, 90619-900, Porto Alegre, RS – Brasil.*

**Rafael Sant’anna Medeiros** [rafael.santanna@acad.pucrs.br]

*Escola Estadual Ensino Médio Presidente Costa e Silva*

*Av. Niterói, 472, Porto Alegre, RS – Brasil.*

**Luciano Denardin de Oliveira** [Luciano.denardin@pucrs.br]

*Faculdade de Física – PUCRS*

*Av. Ipiranga, 90619-900, Porto Alegre, RS – Brasil.*

As limitações do ensino de física estão presentes em todas as etapas da escola, seja por métodos pedagógicos de ensino transmissivos ou até mesmo dificuldades de compreensão dos conteúdos por problemas cognitivos. Muitos teóricos comportamentais afirmam que resultados satisfatórios da aprendizagem são obtidos através de estímulos ambientais e por esta razão buscamos desenvolver atividades que os despertassem. Deste modo, neste trabalho descrevemos um projeto que objetivou discutir a Física através da gastronomia, uma vez que essa aguça, na maioria das pessoas, uma sensação de grande entusiasmo. Este projeto, na forma de oficina, foi realizado em uma escola estadual de Porto Alegre, por bolsistas licenciandos em Física do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), nas nove turmas do ensino médio e duas dos anos finais do ensino fundamental ao longo de um trimestre. Nosso objetivo principal foi evidenciar aos alunos uma ampla ideia de como a ciência pode estar próxima do cotidiano, utilizando as mais simples receitas e equipamentos culinários disponíveis na maioria das residências. Abordamos tópicos de Física de forma contextualizada, na qual os conceitos emergiam naturalmente conforme avançava a discussão com os estudantes. Primeiramente exploramos como a ciência atua na cozinha, desde o cozimento dos alimentos até o seu sabor final, exemplificando através de receitas culinárias que facilitavam essas relações entre teoria e prática. Também abordamos cientificamente situações presentes no dia-a-dia dos alunos como: *Porque a sopa esfria quando sopramos? Porque o leite derrama quando ferve? Porque os alimentos cozinham mais rápido na panela de pressão?*. Em outro encontro, utilizando recursos não muito usuais, foi possível preparar um sorvete instantâneo com o auxílio de nitrogênio líquido. A técnica de flambar (ato de passar os alimentos diretamente sobre uma chama) e como essa e outras técnicas são utilizadas pela culinária mundial também foi abordado. Em uma outra etapa da oficina, os alunos foram divididos em grupos de até quatro integrantes. Envelopes contendo alguns tipos de alimentos, receitas e procedimentos de preparo foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos que tiveram que pesquisar e explicar a Física envolvida em cada processo e sua relação com o dia-a-dia na cozinha. A última etapa do projeto foi uma feira de gastronomia em que os alunos expuseram para degustação os alimentos preparados e explicaram como foram realizadas as suas pesquisas e a Física presente em cada processo. Podemos observar que os estudantes ficaram muito interessados e envolvidos com as atividades. Eles perceberam a aproximação da ciência com a sua realidade de forma a associarem os tópicos de Física com o cotidiano, evidenciando assim uma construção contextualizada do conhecimento. Concordamos que a feira gastronômica foi uma ferramenta que evidenciou uma visão diferenciada acerca dos conteúdos, que podem ser aprendidos de inúmeras formas e não somente através de um quadro e uma aula expositiva. Observamos também que durante o desenvolvimento das atividades existia muita atenção, motivação, engajamento e participação ativa dos alunos. Esses são fatores muito relevantes no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que, a partir dos estímulos recebidos nas atividades, eles se tornaram protagonistas do próprio aprendizado, não reproduzindo o conteúdo de forma mecânica, mas sim construindo-o com propriedade e de maneira significativa.

**Apoio: PIBID/CAPES**

## A COZINHA COMO ESPAÇO DE SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS EM FÍSICA TÉRMICA: RELATO DE ATIVIDADE COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO<sup>1</sup>

**Helena da Gloria Pieri** [helena.pieri@hotmail.com]

*Instituto Estadual Cardeal Arcoverde*

**Márcia Zanella Souza** [marcia\_zsouza@hotmail.com]

*Escola Estadual Nicolau de Araujo Vergueiro*

**Ticiania Regina Hepp** [blangetici@yahoo.com.br]

*Colégio Estadual Joaquim Fagundes dos Reis*

*Passo Fundo, RS – Brasil.*

O presente trabalho tem por objetivo relatar uma atividade desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Física, da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS. A atividade representou o momento de sistematização dos saberes discutido nas aulas de Física dentro da temática “Calor”. A atividade foi realizada no primeiro semestre de 2015, em quatro escolas públicas do município de Passo Fundo, RS e contou com o envolvimento de aproximadamente, trezentos e vinte alunos, quatro professores e vinte alunos do curso de graduação em Física da UPF, integrantes do PIBID. Inicialmente a abordagem do conteúdo foi desenvolvida de forma a recorrer ao uso de diferentes estratégias didáticas como abordagem teórica, uso de resoluções de problemas, realização de atividades experimentais e identificação dos conhecimentos abordados em aula na vida cotidiana. Essa contextualização levou a que no encerramento do conteúdo, fosse proposta uma atividade de cozinhar/preparar alimentos, objeto de análise desse texto. A atividade proposta consistiu em dividir os alunos de cada uma das turmas envolvidas em pequenos grupos de três ou quatro alunos e propor a atividade de que em horário extra e fora da escola, preparassem um alimento de suas livres escolhas. Cada escola contou com apoio de um grupo de cinco pibidianos e de uma professora que orientaram os grupos de alunos na atividade. Durante o preparo do alimento, cada grupo deveria enfatizar os conhecimentos de Física Térmica envolvidos e ilustrar os conceitos e fenômenos abordados em sala de aula. A atividade de preparo do alimento foi filmada e editada por cada grupo e posteriormente entregue aos alunos do PIBID para correção e edição final. Após a coleta dos vídeos de cada turma, os alunos pibidianos montaram um único vídeo por turma, contendo os alimentos preparadas por eles, de modo a ressaltar e evidenciar o assunto em estudo (Calor). Esse vídeo final foi apresentado aos alunos que, na medida do possível, trouxeram nesse dia para a sala de aula exemplares do alimento preparado. Como resultado da atividade observou-se o envolvimento e a participação dos alunos, tanto os integrantes das turmas nas escolas, como dos pibidianos. Nesse tipo de atividade percebe-se que os alunos tem a oportunidade de discutir o conhecimento em estudo de forma contextualizada, além de proporcionar a eles a necessidade de buscar e confrontar seus saberes. Ou seja, a atividade cujo objetivo estava na sistematização do conhecimento de forma a verificar se os alunos identificam tais saberes em novos contextos, fora daqueles que lhe deram origem, pode ser considerada exitosa. Tal inferência decorre da percepção de que os alunos se mostram envolvidos e realizam questionamentos ao professor ou aos alunos pibidianos que em situações normais de sala de aula não o fariam. Dessa forma, ao indagar sobre a diferença de condutividade térmica entre uma colher de alumínio mais grossa e outra mais fina, entre cozinhar um ovo em fogo alto ou fogo baixo, na necessidade ou não de manter fogo alto durante o cozimento em panela de pressão, entre outros exemplos, evidencia o mencionado anteriormente. Por fim, acrescenta ao exposto a importância da atividade também na filmagem, oralidade dos alunos na identificação dos conhecimentos físicos durante a filmagem e na sua edição.

**Palavras chave:** Física Térmica; sistematização de saberes; cozinha; Pibid.

<sup>1</sup> O presente estudo foi orientado pela professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, coordenadora da Área de Física no Pibid/Capes da Universidade de Passo Fundo.



## **A RELAÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS DO ENSINO MÉDIO COM O COTIDIANO DO TRÂNSITO A PARTIR DA VISÃO DOS ALUNOS DOS CENTROS DE FORMAÇÃO DE CONDUTORES.**

**Patrick Alves Vizzotto**<sup>1</sup> [patrick.fisica@hotmail.com]

**Luiz Fernando Mackedanz**<sup>2</sup> [mackedanz@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências-FURG.*

*Caixa Postal, 474. Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil.*

O estudo da Física na educação básica busca explicar sobre fenômenos que ocorrem na natureza, fenômenos esses que geralmente podem ser observados em situações cotidianas. O trânsito é sem dúvidas uma dessas situações, onde a contextualização de conceitos Físicos com o cotidiano do trânsito pode possibilitar uma melhor assimilação do conteúdo ensinado. O presente trabalho tem como objetivo apresentar um projeto de pesquisa em desenvolvimento a nível de mestrado, que busca investigar se os estudantes de autoescola estabelecem relações entre conteúdos de Física estudados no Ensino Médio com o cotidiano do trânsito, evidenciando se a proposta de ensino orientada pelos Documentos Oficiais da Educação, de ensinar para a vida e formar um cidadão preparado para o cotidiano, está surtindo resultados positivos posteriores à sua formação na escola. A problemática da pesquisa busca responder a seguinte questão: os estudantes dos Centros de Formação de Condutores-CFC conseguem relacionar conceitos Físicos estudados no curso de Primeira Habilitação com a Física estudada no Ensino Médio? A investigação está inserida no contexto dos Centros de Formação de Condutores, onde o corpo de pesquisa serão estudantes participantes do Curso de Primeira Habilitação, que tenham completado o Ensino Médio e possuam idades entre 18 e 25 anos. A intenção é coletar dados de pelo menos 300 estudantes, distribuídos pelos CFC da cidade de Passo Fundo/RS. A análise dos dados será de caráter quantitativo e qualitativo e sua fonte serão amostras advindas de um questionário, que consistirá em situações do cotidiano do trânsito, no qual o estudante terá a possibilidade de interpretar e estabelecer relações entre esse cotidiano e conceitos físicos supostamente aprendidos na educação básica, bem como, entrevistas com perguntas pré-estruturadas para uma quantidade menor de participantes, selecionados com base no perfil que será constatado pela análise da estatística descritiva.

**Apoio: CAPES.**

**Palavras-chave:** Física aplicada ao trânsito; Contextualização; Ensino de Física.

---

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências-FURG.

<sup>2</sup> Orientador, Departamento de Física-FURG.

## A TERMODINÂMICA EM SEU CONTEXTO HISTÓRICO: EVOLUÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E SEUS IMPACTOS NA SOCIEDADE

**Andréia Hornes Macedo** [ahornes@seed.pr.gov.br]

*Secretaria Estadual de Educação do Paraná – SEED-PR.*

*Núcleo Regional de Ponta Grossa, 84130-000, Palmeira, PR – Brasil.*

**Sandro Aparecido dos Santos** [profsandro.santos@yahoo.com.br]

*Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO.*

*Campus CEDTEG, 85040-080, Guarapuava, PR – Brasil.*

O ensino de Física, diante dos avanços na atualidade, não pode mais se restringir ao estudo de fenômenos isolados, requer muito mais do que fórmulas e definições prontas. A velocidade de acesso às informações, e os inúmeros recursos tecnológicos existentes, fazem com que nossos alunos tenham interesses mais amplos sobre essa ciência. Quando surge a questão “para que estudar isso?” o perfil de quem não compreende o que a disciplina contempla é reforçado, e, ao mesmo tempo exige uma resposta que deve ser satisfatória. Nesse sentido, adotar uma metodologia de ensino com o enfoque na Ciência, Tecnologia, Sociedade e no contexto histórico que envolve a teoria científica (HCTS), proporciona uma interação entre a ciência e o meio em que o estudante se encontra. Relacionar a tecnologia utilizada com a perspectiva social que levou a sua produção e ainda associar a ciência base desse desenvolvimento passa a fazer todo o sentido para o aluno, motivando a aprendizagem. Inserir no contexto da sala de aula os aspectos históricos que envolvem o desenvolvimento das teorias científicas transforma totalmente a visão simplista, intuitiva e linear da ciência, o que leva a compreender os avanços tecnológicos e sua finalidade ao longo do tempo, bem como a reação sofrida pela sociedade e quais os impactos relacionados ao progresso científico. Assim, busca-se estudar a Termodinâmica através dessa abordagem, integrada, envolvendo o contexto da História, Ciência, Tecnologia e Sociedade (HCTS) na perspectiva de uma aprendizagem significativa, em que os conceitos físicos sejam relevantes aos estudantes. Nessa perspectiva, o aluno é levado a relacionar as teorias, as equações, as aplicações práticas e como esse processo contempla a sociedade, em quais aspectos houve melhorias e em que sentido desenvolvimento da ciência e da tecnologia pode ter aspectos negativos. De um modo geral, o aspecto histórico (H) consiste em ressaltar o momento histórico em que o estudo das propriedades sobre a temática teve início, bem como resgatar as influências vividas pelos pesquisadores, tanto políticas como religiosas. No contexto científico (C) destaca-se os estudos resultantes da pesquisa científica, tanto teorias testadas experimentalmente, e também, experiências que resultaram em explicações teóricas. Nesse ponto apresentam-se ainda as definições, equações, deduções pertinentes ao tema estudado. Quanto à tecnologia (T), enfatizam-se as contribuições que as experiências científicas para o seu desenvolvimento. Incluem-se nesta etapa os procedimentos experimentais, demonstrações, simulações, observações, entre outros. É importante trazer para a discussão as grandes descobertas tecnológicas, as construções e criações que transformaram a vida das pessoas. Sobre a sociedade (S), as relações são efetuadas baseadas principalmente nas contribuições, positivas ou negativas, para a comunidade em geral. Nesse aspecto ressalta-se inclusive as questões ambientais, como poluição, desmatamento, bastante presente na era das máquinas térmicas, e outros temas, como descarte de lixo eletrônico, reciclagem, clima, etc. A análise de como as tecnologias estão sendo utilizadas pelas pessoas, e questões políticas e econômicas que também enriquecem as discussões e ampliam a potencialidade da presente metodologia. Como resultado, será elaborada uma unidade didática que é uma proposta de material de apoio para professores de Física que busquem novas propostas de ensino para suas aulas, e que fará parte de um caderno metodológico, resultado da pesquisa de mestrado.

**Apoios: SEED e UNICENTRO.**

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Termodinâmica; Aprendizagem Significativa; HCTS.

## **ANÁLISES TEXTUAIS NAS PESQUISAS QUALITATIVAS: COMO ELAS FORAM PROPOSTAS E COMO VÊM SENDO UTILIZADAS**

**Sabrina Isis Brugnarotto Dopico** [sabrina.dopico@acad.pucrs.br]

**João Bernardes da Rocha Filho** [jbrfilho@pucrs.br]

*Faculdade de Física – PUCRS – CEP:90619-900*

*Campus Central, Prédio 10, sala 213-05, (51) 3320.3535, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Neste trabalho são apresentados dados preliminares de um projeto de pesquisa de Iniciação Científica em andamento, cujo objetivo é verificar em que medida as análises textuais nas pesquisas qualitativas realizadas em dissertações vêm sendo utilizadas da maneira como foram propostas por seus idealizadores. No caso, em virtude da complexidade e amplitude da investigação, optou-se por priorizar a Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galliazi (2007). Nesta primeira etapa, ao invés de comparar a ATD padrão com as análises realizadas e publicadas nas dissertações, optou-se por um experimento direto. Para isso, foi realizada uma revisão de bibliografia, para a apropriação dos pesquisadores com a estrutura de análise proposta pelos autores originais da ATD, e em seguida foi organizada e realizada uma experiência com alunos de mestrado e doutorado da área da Educação. A experiência consistiu em uma entrevista com um professor de pós-graduação que trabalha com o tema da interdisciplinaridade, colocando oito mestrandos e doutorandos como entrevistadores, a partir de um roteiro combinado previamente com os pós-graduandos. As questões da entrevista versavam sobre um tema supostamente tanto de conhecimento do professor quanto dos pós-graduandos: interdisciplinaridade no ensino de ciências. Todos os pós-graduandos haviam recebido treinamento em ATD, e cumprido pelo menos uma disciplina específica sobre o assunto, sendo que alguns já a haviam utilizado em seus trabalhos de conclusão em cursos de pós-graduação anteriores. A entrevista durou 1 hora, e os pós-graduandos fizeram anotações e receberam a gravação já transcrita da entrevista no dia seguinte a ela. Os sujeitos entregaram suas análises, e elas foram comparadas à análise realizada pelos pesquisadores, que seguiram rigorosamente os preceitos de Moraes e Galliazi (2007). Foi verificado que, pelo menos para os sujeitos investigados, a ATD vem sendo utilizada de maneira equivocada, devido às pessoas aparentemente não utilizarem certas prerrogativas ou não compreenderem exatamente o que o método oferece, especialmente no tocante aos aspectos hermenêuticos envolvidos. Certas partes decisivas da análise tenderam a serem deixadas de lado, ou completadas apressadamente, sem os aprofundamentos necessários. Os metatextos analisados possuíam descrições superficiais das categorias destacadas, impedindo, assim, que houvesse construção teórica, mas apenas cópia do que foi dito pelo entrevistado. Muitas causas podem ser elencadas para esse fenômeno, como: pouco envolvimento com o assunto estudado ou a análise ter sido realizada às pressas, pois tratava-se de uma investigação alheia. Por isso o próximo passo da pesquisa é utilizar análises de dissertações de mestrado. Esta é uma pesquisa relevante, pois grande parte das pesquisas qualitativas usa a ATD, que serve de base para se chegar a uma conclusão sobre o fenômeno que se está sendo estudado. A proposta da ATD o pesquisador fique impregnado profundamente com o corpus (em nosso caso a transcrição da entrevista) para realizar as etapas dessa análise, que consiste em: desconstrução, emergência e comunicação (MORAES, 2003). Ainda segundo Moraes (ibidem), em seu artigo *Tempestade de Luz*, este tipo de técnica serve para despertar compreensões inovadoras no pesquisador a partir da leitura dos textos que são analisados.

**Apoio: PROPESC/PUCRS.**

**Palavras-chave:** análises em pesquisa qualitativa; Análise Textual Discursiva; Experimentação.

## ANGRY BIRDS COMO ORGANIZADOR PRÉVIO NO ENSINO DE FÍSICA DE LANÇAMENTO OBLÍQUO

**Ana Cláudia dos Santos** [118342@upf.br]

**Kevin Dorneles Machado** [135314@upf.br]

**Marilinda Nogueira** [135320@upf.br]

**Cleci Teresinha Werner da Rosa** [cwerner@upf.br]

Este projeto tem por finalidade apresentar uma proposta didática baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, utilizando o jogo *Angry Birds* no ensino de Física, servindo como organizador prévio no estudo de lançamento oblíquo. Segundo Ausubel, o fator mais importante é o que o estudante já sabe. O jogo deve ser aplicado num momento anterior ao estudo dos conceitos, de modo a estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os conceitos iniciais de lançamento oblíquo, a fim de proporcionar uma aprendizagem significativa. Em *Angry Birds*, o jogador controla vários tipos de pássaros que tentam recuperar os seus ovos que foram roubados por seus inimigos, os porcos verdes. Esses porcos estão protegidos com obstáculos, de madeira, pedra ou gelo. Os pássaros são lançados por um estilingue. Em todos os níveis, devem-se eliminar todos os porcos e para ajudar, o jogador pode usar superpoderes. Antes de introduzir a aula onde é utilizado o aplicativo, é necessário que o professor identifique a possibilidade pelo menos um a cada dois alunos tenha o aplicativo instalado no telefone, para poder jogar em duplas e promover uma melhor integração da turma. Caso não seja possível trabalhar com o aplicativo em sala de aula por falta de aparelhos compatíveis com o jogo, sugere-se então que o jogo seja trabalhado na sala de informática da escola, promovendo acesso universal ao jogo. Durante os 10 ou 15 minutos subsequentes ao início do jogo, o professor deixará os alunos descobrirem o jogo sozinhos, aprendendo as regras e se adaptando a mecânica do aplicativo. Após esse período o professor pode lançar à turma reflexões para induzir o pensamento científico a respeito de alguns aspectos do jogo. As principais vantagens do uso do *Angry Birds* no ensino de Física, como ferramenta didática, são: ilustrar o conteúdo, facilitar a aprendizagem significativa e despertar o interesse dos alunos por se tratar de um jogo bastante popular entre os jovens. Existem, porém, limitações neste jogo, por exemplo, não poder quantificar a massa, a velocidade e a força envolvida em cada arremesso. É necessário salientar que a atividade proposta não visa ensinar os conceitos, mas oferecer condições para a aprendizagem, relacionando os conhecimentos adquiridos na escola com suas aplicações na vida, relação esta que o aluno não costuma estabelecer de forma espontânea. Contudo, espera-se que a proposta seja um importante recurso passível de gerar uma aprendizagem significativa para os alunos, contribuindo para a motivação do estudo de lançamento oblíquo. O presente projeto focou apenas o ensino de lançamento oblíquo, todavia existe uma vasta gama de assuntos que podem ser abordados nos jogos *Angry Birds* tais como, energia potencial elástica e gravitacional, colisões, suicídio como fato social na visão de Durkheim, geometria, plano cartesiano, funções de primeiro e de segundo grau e gráficos.

## APLICATIVOS PARA ESTUDO DOS SISTEMAS CONVERGENTES E DIVERGENTES EM ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO

Felipe Soso [142968@upf.br]

Cleci T. Werner da Rosa [cwerner@upf.br]

Curso de Física – Universidade de Passo Fundo  
Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.

Elegendo como referencial a melhoria do processo ensino-aprendizagem em Física, o presente trabalho teve como objetivo buscar inovações no campo da tecnologia que possam ser utilizadas em aulas dessa disciplina. O estudo integra o projeto de pesquisa “Inovações didático-metodológicas para educação científica: atividades experimentais no ensino de Física” e centra suas investigações na utilização de *app* na abordagem experimental dos conteúdos de óptica geométrica no ensino médio. De acordo com os trabalhos realizados por Vieira (2013), os *app* têm sido um recurso interessante, versátil e popular para os professores, pois o seu uso em sala de aula não apenas viabiliza e facilita a realização de atividades experimentais, como também aumenta o interesse e o envolvimento dos alunos. Partindo de tais reflexões, a pesquisa investigou plataformas digitais que oferecem *app* para *tablets* e *smartphones*. A loja de *app* escolhida foi a *Play Store* que está presente nos aparelhos que rodam o sistema operacional móvel *Android*. Para a busca, foi digitada a palavra “óptica” na barra de pesquisa, obtendo-se imediatamente uma infinidade de aplicativos com diferentes funções e preços. Os selecionados nessa primeira etapa foram os gratuitos, que, após investigação mais detalhada, sofreram novos recortes, excluindo-se os associados às ilusões de óptica, ou os que apresentavam textos explicativos longos e em inglês. Os que, embora contivessem textos em inglês, eram mais breves, também constituíram o material de pesquisa deste trabalho. Os aplicativos selecionados, que se caracterizaram pela interatividade e pela possibilidade de despertar interesse nos alunos, foram instalados em um *tablet* (com o sistema operacional móvel *Android*), testados e analisados, a fim de se verificar sua adequação à proposta. Ou seja, tendo em vista que seriam associados a aulas experimentais de Física, procedeu-se à análise dos *app* diante desse tipo de atividade, com o objetivo de recorrer à tecnologia como possibilidade de qualificar tais aulas. A pesquisa em plataformas digitais identificou um conjunto de aplicativos que foram considerados dinâmicos e fáceis de usar, assim como relacionados com o conteúdo de Física em questão. Dos *app* selecionados, passaram a fazer parte da segunda etapa da pesquisa o *Ray Optics* (Shakti Malik) e o *Ray Diagrams* (Audrius Meškauskas), que fornecem o recurso de analisar a imagem formada em sistemas ópticos. Além desses, o *Optical Refraction Calculator* (MyNiceTinyLab) foi selecionado para o estudo, por possibilitar tanto a construção da imagens quanto o cálculo do ângulo de refração da luz quando imersa em diferentes fluidos. Com apenas três dados, pode-se calcular o desvio da luz ao passar do ar para a água, por exemplo. Nessa etapa, os *app* foram testados com os professores que integram o Programa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid), subprojeto Física, de uma universidade do interior do Rio Grande do Sul, avaliando-se a possibilidade de sua utilização em sala de aula. Tal análise foi positiva, o que confere segurança em relação à futura aplicação em sala de aula. Como resultado, os professores apontaram que os aplicativos selecionados representam uma inovação em sala de aula, são fáceis de baixar e utilizar e motivam os alunos para a aprendizagem. Contudo, salientaram que é importante que o professor conheça de antemão os *app* e realize as adaptações necessárias, não restringindo o seu uso a uma mera indicação em sala de aula.

**Apoios: FAPERGS.**

**APRENDIZAGEM DOCENTE NO ÂMBITO DO PIBID/FÍSICA****Luiz Marcelo Darroz** [ldarroz@upf.br]*Universidade de Passo Fundo.**Campus Passo Fundo, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.***Clóvis Milton Duval Wannmacher** [clovisdw@ufrgs.br]*Departamento de Bioquímica – UFRGS.**Campus Saúde, 90035-003, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Diante do enorme fluxo de informações oriundas de uma sociedade dominada pelo conhecimento e pela tecnologia, o processo de ensinar e aprender tem exigido do professor um aperfeiçoamento constante e diverso (POZO, 2002), além de sólida formação em aspectos tanto conceituais quanto teórico-metodológicos. Nessa perspectiva, a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/96) acrescentou ao debate sobre a formação docente uma série de questões: qual é o *locus* específico para essa formação? É a universidade a sua local “natural”? Deve essa formação ser realizada durante a atuação profissional, no âmbito da escola? Deve-se priorizar a formação inicial ou a formação em serviço? Fazendo frente a essas indagações e na tentativa de fortalecer a formação docente, o governo federal lançou o Programa Institucional de Bolsas de Incentivo à Docência (Pibid/Capes), que vem a fomentar os graduandos das licenciaturas com maior deficiência na prática docente em escolas públicas do ensino médio (BRASIL, 2010). Esse programa tem como principal objetivo proporcionar a melhoria da formação inicial de professores para a educação básica, mas também visa à formação continuada de professores atuantes nas escolas públicas e à aproximação destas com a universidade (BRASIL, 2011; SOUSA et al., 2013). Suas ações baseiam-se na tríade formada pelo professor orientador da universidade (coordenador de área), pelo professor supervisor da escola pública e pelo bolsista licenciando, os quais se organizam a fim de planejar, elaborar e/ou escolher atividades didáticas a serem aplicadas na escola pública pelo supervisor e seus bolsistas de iniciação à docência. Tais inserções objetivam, sobretudo, oferecer aos acadêmicos uma experiência inicial na sua formação, permitindo-lhes atuar diretamente em seu futuro campo de trabalho. Conforme Nóvoa (2003), esse modelo auxilia as universidades na sua função de formar docentes, ao permitir que os licenciandos adquiriam bagagem para o seu exercício profissional. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta os resultados de uma investigação realizada com os coordenadores de área, os supervisores e os bolsistas de iniciação à docência dos subprojetos Pibid/Capes/Física do Rio Grande do Sul, a qual procurou verificar se acadêmicos participantes do programa demonstram indícios de aprendizagens relacionadas aos Focos da Aprendizagem Docente (FAD) apresentados por Arruda et al. (2012). Os dados foram obtidos por meio de entrevistas do tipo semiestruturada que foram gravadas em áudio e, posteriormente, transcritas. Essas entrevistas foram orientadas por um grupo de questões, que foi seguido de maneira não muito rígida, e, quando necessário, foram feitas outras perguntas de forma a obter informações e esclarecimentos adicionais a respeito de aprendizagens docentes originadas na participação das atividades do programa. As entrevistas foram submetidas aos procedimentos da análise textual discursiva (ATD), que constitui um instrumento analítico em que o material de análise é denominado de *corpus* (MORAES; GALIAZZI, 2011). Os resultados demonstram que a participação dos licenciandos no programa os leva a aprender sobre a docência de maneira concreta e real, o que os motiva e os faz ter cada vez mais interesse pela profissão. A realização e a participação nas atividades proporcionam situações para que os bolsistas conheçam e se apropriem de um rol de vivências didáticas para as intervenções práticas no cotidiano escolar. Os espaços destinados para o planejamento das ações e para a reflexão acerca das experiências vivenciadas permitem que os licenciandos busquem o aprimoramento e a ampliação de seus conhecimentos. O engajamento na comunidade escolar e professoral, portanto, proporciona situações favoráveis à partilha de saberes e conhecimento da rotina escolar, levando, por consequência, esse grupo de acadêmicos a identificar-se com o exercício da docência.

## ASTRONOMIA OBSERVACIONAL: ESTUDO DA DINÂMICA CELESTE NO CONTEXTO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

**Sônia Elisa Marchi Gonzatti** [soniag@univates.br]

**Andréia Spessatto De Maman** [andreiah2o@univates.br]

**Werner Haetinger** [werner@univates.br]

**Daniel Gustavo Benvenuti** [daniel.benvenuti@hotmail.com]

*Centro universitário UNIVATES – Centro de Ciências Exatas e tecnológicas – CETEC.  
Rua Avelino Talini, 171, Bairro Universitário, Lajeado, 95900-000, Rio Grande, RS – Brasil.*

A Astronomia observacional é um dos conteúdos que constam como referência curricular para o Ensino de Astronomia no âmbito do ensino fundamental, conforme indicado em diferentes documentos oficiais que apresentam as diretrizes curriculares da Educação Básica. A discussão sobre Astronomia não se restringe apenas ao âmbito do ensino formal, visto que as escolas geralmente não conseguem contemplar este conteúdo. A aprendizagem de fenômenos astronômicos e de conceitos correlatos é potencializada por meio da observação de fenômenos cotidianos, como o movimento diurno e anual do Sol, a determinação da linha norte-sul ou a determinação do meio-dia local, entre outros, bem como pela utilização de modelos tridimensionais que exploram esses fenômenos. Portanto, a Astronomia observacional desponta como um eixo articulador do Ensino de Astronomia, pois associa conhecimentos procedimentais, conceituais, metodologias e, ao mesmo tempo, configura-se como um recurso de trabalho acessível para os professores. A divulgação científica pode acontecer na escola ou fora dela. Tem aumentado cada vez mais os usos dos espaços de educação extraescolares, que procuram oferecer, de forma complementar, os conteúdos que as escolas conseguem abordar no período escolar. Se por um lado os resultados da pesquisa em educação em Ciências e Astronomia evidenciam o potencial das atividades de observação direta dos fenômenos celestes como um recurso inovador para o Ensino de Astronomia, por outro lado, alertam que a Astronomia observacional é um tema pouco trabalhado pelos professores. Esse distanciamento pode ser explicado por dificuldades conceituais e metodológicas dos professores em explorar aspectos observacionais do cotidiano como situações de aprendizagem motivadoras e instigadoras da curiosidade dos estudantes. Tendo em vista estes cenários, o projeto de Extensão “Desvendando o céu: Astronomia no Vale do Taquari” desenvolve oficinas e atividades que exploram esses conteúdos, com os objetivos de instrumentalizar os professores para trabalharem com essas temáticas e de estimular o hábito da observação do céu e a realização de atividades experimentais. É importante salientar que a Astronomia observacional pode ser trabalhada tanto de maneira direta, fazendo observações e medições em ambientes externos, quanto de maneira indireta, por meio da utilização de modelos tridimensionais que simulam situações reais. Neste trabalho, pretende-se compartilhar algumas das estratégias e atividades desenvolvidas no âmbito da extensão universitária e que exploram a astronomia observacional. É importante destacar que essa abordagem permite evidenciar aspectos como a altura e a orientação solar, a trajetória diurna e anual do sol, a localização dos principais objetos celestes a partir da superfície terrestre e a influência da latitude, aspectos que nem sempre são contemplados nos currículos escolares, mas que são essenciais à compreensão mais adequada dos conhecimentos básicos de Astronomia.

**Apoio: UNIVATES.**

**Palavras-chave:** astronomia observacional; extensão; oficinas; modelos tridimensionais.

## **CAMPEONATO DE LANÇAMENTO DE FOGUETES (CLF): UMA ATIVIDADE LÚDICA COMO ORGANIZADOR PRÉVIO PARA MOBILIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS<sup>1</sup>**

**Ana Carolina Krüger** [anacarolinakruger@gmail.com]

**João Carlos Borges** [joaocarlosifsc@hotmail.com]

**Lucas da Silva Teixeira** [lucasteixeira897@gmail.com]

**Patrik Rodrigues** [patrik182rodrigues@hotmail.com]

*Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, 88905-112. Araranguá, SC-Brasil.*

O estudo referente à inserção de novas práticas pedagógicas e metodologias de aprendizagem está cada vez mais frequente. No foco desses estudos está o desinteresse de alunos em disciplinas, como por exemplo, de Ciências da Natureza, entre as causas, uma delas está relacionada com a dificuldade de associação entre o que é exposto e o cotidiano do aprendiz. Muitas vezes esse problema ocorre por causa da aprendizagem mecânica, que consiste na aprendizagem de forma arbitrária e literal. Em contrapartida a essa forma de aprendizagem, os alunos do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Araranguá, realizaram um CLF para a inserção de conceitos físicos sob um olhar mais construtivista para alunos do ensino médio. Através dos conhecimentos prévios os alunos podem questionar e verificar suas concepções alternativas visando uma aprendizagem significativa. A atividade prática do CLF acaba sendo uma ferramenta de aprendizagem que os alunos ao construírem seus foguetes, criam condições de alterar suas concepções e conseqüentemente ocorrer aquisição de um novo conhecimento. O Projeto do CLF é uma iniciativa do Clube de Astronomia de Araranguá (CA<sup>2</sup>) pertencente ao IFSC, desenvolvido por bolsistas, supervisores e coordenadores do PIBID<sup>2</sup>. O CLF consiste na construção e lançamento de foguetes de garrafas PET realizados por meio de oficinas com escolas participantes do PIBID e escolas convidadas da região de Araranguá. Este projeto foi inspirado na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), e na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). O projeto do CLF teve seu início no ano de 2013, juntamente com a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT). Esta primeira edição teve uma repercussão positiva na comunidade estudantil da região, ganhando apoio e incentivo de recursos financeiros do PIBID para uma segunda edição, ano de 2014 no evento da SNCT/IFSC. A realização do planejamento e execução do II CLF estruturou as etapas como ações (capacitação dos novos bolsistas, oficinas de foguetes, divulgação do evento, eliminatórias nas escolas e competição no IFSC), e as ações desdobradas em atividades e tarefas executadas ao longo de seis semanas. Por meio do planejamento (modelo SKOPOS) do II CLF, pode-se observar um aumento e interesse de escolas e de alunos participantes. No I CLF foram 43 alunos participantes de 4 escolas, já no II CLF 70 alunos participantes de 9 escolas. Após a realização do II CLF, os bolsistas realizaram uma atividade de retorno com os alunos participantes do projeto do CLF na Escola de Educação Básica Apolônio Ireno Cardoso de Balneário Arroio do Silva-SC. A atividade executada na escola constitui-se em um exemplo positivo da importância do desenvolvimento e uso de organizadores prévios (CLF) da aprendizagem significativa no ensino de Ciências. Onde, de forma lúdica alunos e professores construíram uma aprendizagem integrada e contextualizada relacionando teoria a prática.

**Apoio: CAPES/PIBID.**

<sup>1</sup> Trabalho que será apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, em 24 a 27 de Novembro de 2015, Águas de Lindóia – SP.

<sup>2</sup> Este trabalho foi desenvolvido sob a orientação do coordenador de área do PIBID, Professor Humberto Luz Oliveira.



## CINEMÁTICA INCLUSIVA: PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE MOVIMENTOS PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL

**Carlos Ariel Samudio Perez** [samudio@upf.br]

**Caroline Maria Ghiggi** [120554@upf.br]

**Guilherme Dionisio** [138396@upf.br]

**Ricardo Goulart Caporal Filho** [155101@upf.br]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – UPF – Caixa Postal 611.*

*Campus de Passo Fundo, 99001-970, Passo Fundo, RS – Brasil.*

Galileu realizou um estudo descritivo dos movimentos retilíneos. Analisou os movimentos uniforme e variado, assim como o movimento de queda livre. Para isto, utilizou um plano com diferentes inclinações com o qual estudou o movimento de bolas rolando; contava apenas com os próprios olhos para observar as distâncias percorridas; não dispunha de cronômetro ou outro instrumento de medição do tempo<sup>1</sup>. Ainda assim, chegou a algumas conclusões importantes. A primeira delas, a de que a bola ganha maior velocidade com maiores inclinações; definiu o movimento uniforme (MU) no qual o objeto percorre distâncias iguais em tempos iguais; e o movimento uniformemente variado no qual concluiu que o módulo do deslocamento é proporcional ao quadrado do tempo. Contudo, ao abordar de modo tradicional esses conceitos, o ensino de Física está favorecendo a aprendizagem apenas dos alunos videntes, excluindo da atividade experimental o aluno portador de deficiência visual. Mas, é dever da escola promover a inclusão efetiva dos alunos integralmente nas atividades propostas. Segundo Camargo<sup>2</sup> *et al*, “A participação efetiva é entendida em razão da constituição de uma dada atividade escolar que dá ao aluno com deficiência, plenas condições de atuação”. Portanto, com o intuito de uma atividade inclusiva, baseada nos estudos de Galileu, propomos neste trabalho uma atividade experimental para o estudo dos movimentos e conceitos afins da cinemática. Adaptamos um experimento de plano inclinado, utilizamos cinco guizos, colocados como sensores sonoros, a fim de marcar o tempo de deslocamento de um objeto (esfera metálica) sobre o plano e analisar os movimentos. O plano inclinado é constituído de um trilho com 1 m de comprimento, com ajuste de inclinação vertical e vincos a cada 10 cm nos quais são posicionados guizos suspensos. Uma esfera metálica se desloca pelo trilho, tocando levemente cada guizo, os quais emitem som. Ajustando as posições destes e observando o intervalo de tempo entre sons, é possível aproximar-se das conclusões de Galileu: com pequenas inclinações e os guizos espaçados igualmente entre si, verifica-se o MU; com inclinações maiores, a redução dos intervalos de tempo à medida que a esfera desce o plano; e, alterando as posições dos guizos, de forma a se ter o mesmo intervalo de tempo entre sons, a relação quadrática do deslocamento com o tempo. Neste procedimento o aluno é incentivado a manipular o equipamento, construindo, assim, seu conhecimento em relação aos movimentos. A atividade se aplica não somente aos alunos com deficiência visual, mas, ao abordar os conteúdos através de outro sentido, a audição, pode ser utilizada com os outros alunos. Portanto, a inclusão ocorre no seu real sentido, pois não há diferenciação na atividade, visto que todos os alunos a realizam.

**Palavras-chave:** Ensino, Cinemática, Inclusão, Deficiência Visual.

<sup>1</sup> FILHO, A.G.; TOSCANO, C. (2013). **Física 1**. São Paulo: Leya.

<sup>2</sup> CAMARGO, E. P.; NARDO, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira a inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 5, n. 47. p. 1.

## CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SIMPLES DE ÓTICA

**Kätlin Machado da Rosa** [Katlindarosa@gmail.com]

**Aline Jung Welter** [Aline.jungwelter@yahoo.com.br]

**Silvia Cristina Siveris Willers** [silviasiveris@yahoo.com.br]

**Rosemar Ayres dos Santos** [roseayres07@gmail.com]

*Curso de Física, Universidade Federal da Fronteira Sul – 97900-000- Cerro Largo- RS- Brasil*

A inserção da discussão sobre mecanismos do olho humano e das câmeras fotográficas nas aulas de Física é de extrema importância, visto que este assunto faz parte do mundo vivido pelos estudantes do Ensino Médio, mesmo que muitos não percebam. Além disso, o fato de contextualizar tópicos do ensino de Física através da fotografia representa a oportunidade dos estudantes refletirem e avaliarem seus conhecimentos advindos de suas observações cotidianas. É uma forma de por em debate os conhecimentos visuais, mostrando aos estudantes que olho humano é um sistema composto por vários mecanismos que realizam atividades a cada instante de nossa vida e também é uma maneira de mostrar aos estudantes que a física faz parte do mundo vivido por eles. Deste modo, através das atividades desenvolvidas em sala de aula de forma dialógico-problematizadora, notamos que os discentes perceberam a importância e complexidade deste, o qual faz parte da física, mais especificamente, da ótica e que podemos contextualizar os conceitos presentes nesta com a discussão sobre fotografia como, por exemplo, sobre como vários pesquisadores tentavam aperfeiçoar o que chamamos hoje de câmera escura. Assim, por meio de pesquisas e muitos experimentos perceberam que poderiam eternizar os momentos através de fotos, utilizando mecanismos semelhantes aos que possuem os nossos olhos. Deste modo, as câmeras fotográficas são aparelhos que imitam os mecanismos do olho humano, desde a inversão das imagens até a interpretação, as câmeras fotográficas também passam por esses processos. Nesta perspectiva, para a seleção das práticas buscamos identificar aquelas que possibilitassem discutir com os estudantes questões vinculadas ao funcionamento do olho e da câmera fotográfica. A dinâmica que se encaixa no perfil escolhido foi a realização de uma câmera escura e a discussão de seu funcionamento. O aspecto central foi instigar a curiosidade nos estudantes, mostrando-lhes por meio de imagens que realmente as câmeras imitam o funcionamento do olho humano. Com a realização das atividades, percebemos as impressões equivocadas deles, onde pareciam intrigados com determinadas situações, neste sentido, a discussão destes tópicos tornou a aula interessante e até mesmo divertida, com os estudantes descobrindo a Física a partir da fotografia, com o estudo através da ótica. Posteriormente, eles vivenciaram o que ocorre em uma câmera escura, perceberam que ao entrar na câmera escura a imagem que era refletida estava invertida, muitos questionavam querendo saber o motivo deste fato. Assim, ao relembrar de cada parte existente no funcionamento do olho humano e de cada etapa do sistema de uma câmera chegaram à conclusão que na câmera escura faltam mecanismos fundamentais como, por exemplo, o de inversão de imagem. Outro ponto discutido foi a evolução histórica das câmeras fotográficas, que estão evoluindo muito rapidamente e assim conseguimos fazer registros cada vez mais nítidos. Quanto a inversão de imagem pode ser explicada utilizando conceitos físicos relacionados a ótica, um exemplo é a inversão dos raios de luz. Como resultado desta prática, percebemos que os estudantes tem dificuldade em relacionar os conceitos físicos discutidos com seu mundo vivido. A Física possui muitos campos inexplorados dentro de uma sala de aula, cabe a nós, futuros professores e atuais bolsistas, em conjunto com os professores regentes, buscarmos mudanças dessa realidade, trazendo temas que pertençam ao mundo vivido pelos estudantes para a sala de aula e por meio destes mostrarmos que a Física faz parte do nosso dia a dia. Assim, tentando desmitificar, extinguir o rótulo de disciplina difícil e chata que ela carrega, fazendo com que os estudantes se interessem e participem mais ativamente das aulas.

**Apoios: CAPES e UFFS - Cerro Largo.**

## DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE BREWSTER: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO SUPERIOR

**Rafael Ramos Maciel** [rafaelturvo@gmail.com]

**Leciani Eufrásio Coelho** [lecianicoelho@gmail.com]

**Silvana Fernandes** [fscsil@gmail.com]

**Davi Colombo Gonçalves** [davi10colombo@gmail.com]

*Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – UFSC – Câmpus Araranguá, 88905-120, Araranguá, SC – Brasil*

O curso de Licenciatura em Física do IFSC, sancionado pela portaria nº 213 de 17 de maio de 2013, busca incentivar em seus alunos o desenvolvimento de competências relacionadas à prática experimental com apoio das novas tecnologias. Neste panorama, professores da área da Física em conjunto com professores da área de Eletromecânica desta instituição, desenvolvem práticas de ensino que contemplem o uso do microcontrolador Arduino®, que é uma tendência no Ensino de Física e Eletrônica, segundo Marinazzo (2014). Os laboratórios de Física do IFSC possuem vários experimentos de montagem restritiva com roteiros que visam somente a reprodução do esquema pronto, que os professores consideram muitas vezes pouco eficazes no ensino. Além disso, muitos conteúdos não são abordados ou não possuem experimentos adequados. Sendo assim vários experimentos estão sendo desenvolvidos pelos alunos graduandos sob orientação dos professores do curso com o objetivo de auxiliar na assimilação de conceitos que a maioria das vezes são tratados apenas teoricamente. Dessa maneira elaborar propostas experimentais que contemplem grande parte dos conceitos trabalhados no curso é uma das metas a serem atingidas por professores e alunos. Este trabalho tem como objetivo propor a elaboração de um experimento didático para o ensino de conceitos relacionados ao ângulo de polarização também conhecido como ângulo de Brewster para um feixe luminoso monocromático que atinge obliquamente a superfície de um material dielétrico. A escolha do tema se justifica, pois a polarização da luz por se tratar de conceitos físicos pouco intuitivos, faz com que os alunos apresentem dificuldades na sua compreensão. Já que as concepções prévias do estudante sobre este assunto são poucas, se resumindo muitas vezes nas lentes dos óculos de sol. Assim, o procedimento experimental consiste na montagem do aparato para a coleta de dados através da placa microcontroladora Arduino®. Os dados coletados automaticamente são as intensidades dos feixes refletido e transmitido para cada ângulo de incidência. Os ângulos são coletados por observação direta em um transferidor. Em posse dos valores os estudantes são questionados sobre, por exemplo, qual o ângulo de incidência onde a intensidade do feixe refletido é nula? Além de serem instigados a calcular o índice de refração de um meio através do ângulo de Brewster que pode ser determinado pelos gráficos das amplitudes transmitida e refletida em função do ângulo de incidência e também deste com os coeficientes de reflexão e transmissão.

**Apoio: CAPES.**

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Arduino®; ângulo de Brewster.

## **DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES DA DISCIPLINA DE FÍSICA NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**Marcel Leonel Jorge** [marcel@upf.br]

**Juliano Cavalcanti** [juliano@upf.br]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – UPF –Br 285, São José  
Campus do I, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.*

E sabido que tanto alunos como professores enfrentam dificuldades quanto ao processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Física. O professor possui o papel de mediador do saber e busca alcançar os objetivos da disciplina proporcionando ao aluno um ambiente de construção do conhecimento. Se faz necessária uma aprendizagem que tenha como ambiente uma comunicação eficiente, que conduza o aluno se tornar integrante dos novos conhecimentos. O objetivo deste trabalho é identificar as dificuldades apresentadas por professores e alunos do primeiro ano do Ensino Médio em relação a disciplina de Física. A pesquisa se divide em duas etapas, a primeira com os professores, a segunda parte com os alunos. Trataremos aqui somente da primeira etapa. Foram entrevistados nove (9) professores, que atuam em escolas particulares e estaduais do município de Passo Fundo. Os professores responderam um questionário semi-estruturado, com oito (8) questões. Posteriormente foi analisado na forma de categorias seguindo o proposto por Bardin (2004). A pesquisa aponta primeiramente as dificuldades dos estudantes na aplicação e generalização dos conceitos em sua maioria. É notória também a dificuldade na resolução de equações, operações matemáticas e generalização dos conceitos. Dentre as metodologias utilizadas, apenas um professor não utiliza atividades experimentais, porém apenas um salientou a importância da contextualização e jogos ao ensinar a disciplina. Estes professores atendem 721 alunos, porém apenas 375 alunos estão com rendimento maior ou igual a média ou menção satisfatória, definida pela escola. O material didático também não é unânime, quatro professores utilizam apostilas, que acabam padronizando o ensino deixando de ser flexível a ponto de auxiliar na obtenção de uma melhor aprendizagem. Embora todos os professores possuam formação específica de licenciatura em Física e possuam ao menos 3 anos de atuação no ensino da disciplina no primeiro ano, nenhum dos professores possui alunos que atingem um bom rendimento. Defende-se a importância do professor como pesquisador de sua própria prática e constante avaliação do seu fazer pedagógico, buscando adequar cada vez mais a prática pedagógica à realidade de seus alunos.

**Apoios: UPF.**

**Palavras-chave:** Ensino de Física; dificuldades de aprendizagem; Ensino Médio.

**ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO DE LABORATÓRIO EVOLVENDO A LEI DE OHM****Natalia Fernanda Menegol** [natalia.menegol@acad.pucrs.br]**John Correa Oliveira** [john.oliveira@acad.pucrs.br]**Luciano Denardin de Oliveira** [luciano.denardin@pucrs.br]*Faculdade de Física - PUCRS**Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 10 - 90619-900 - Porto Alegre, RS – Brasil*

O Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT) possui laboratórios especiais de ensino nos quais, dentre as diversas atividades, inclui-se o empréstimo de kits para realização de experimentos de laboratório. O PIBID-Física-PUCRS, em parceria com o MCT, tem utilizado muitos desses kits nas escolas parceiras do PIBID. Entretanto, verificou-se que alguns dos equipamentos disponíveis não contêm roteiros de atividades, limitando seu uso pelos professores. Neste sentido, os bolsistas têm trabalhado na elaboração de roteiros de laboratório mais abertos e com propostas de investigação dos kits disponíveis no MCT. Neste trabalho descrevemos a elaboração de um roteiro a partir do kit EXPERIMENTOTECA CDCC-USP, sobre Lei de Ohm por bolsistas do PIBID-Física-PUCRS. O kit, que pode ser aplicado simultaneamente para 10 grupos de alunos, dispõe de um pequeno circuito no qual se conecta um resistor. O circuito é alimentado por uma fonte de corrente contínua (no caso, utilizam-se pilhas de 1,5V). Um multímetro analógico é conectado ao circuito funcionando, ora como amperímetro, ora como voltímetro, uma vez que possui duas saídas para ser ligado simultaneamente - em série e em paralelo- ao resistor. Um dos objetivos da atividade é encontrar os valores das resistências elétricas de diferentes resistores de duas maneiras distintas: utilizando o código de cores e a Lei de Ohm. O aluno é conduzido primeiramente a descobrir a resistência elétrica de um resistor via código de cores. Depois, através da montagem do kit e medindo a diferença de potencial ( $U$ ) estabelecida entre os terminais do resistor e a intensidade de corrente elétrica ( $i$ ) que passa pelo dispositivo, determina experimentalmente a resistência elétrica do componente, comparando-a com o resultado obtido pelo código de cores. Repetem-se os procedimentos para outros dois resistores de resistências elétricas distintas. Solicita-se ao aluno discutir as possíveis discrepâncias entre os valores obtidos. Após a elaboração do roteiro ele foi aplicado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Porto Alegre. Durante a atividade, a turma encontrou algumas dificuldades na montagem do circuito e na leitura da resistência elétrica a partir do código de cores fornecido. A partir da intervenção dos bolsistas, os alunos tiveram êxito em concluir as atividades propostas. Após a identificação dos obstáculos encontrados pelos alunos na atividade experimental, os bolsistas reformularam o roteiro, dispondo de forma mais clara os procedimentos da experiência. Organizaram-se tabelas nas quais os dados medidos de diferença de potencial e intensidade de corrente elétrica e os calculados para a resistência elétrica (e determinados via código de cores) deveriam ser preenchidos. Acrescentou-se ainda uma figura para auxiliar na montagem do circuito. Uma segunda atividade, na qual se varia a diferença de potencial sobre um mesmo resistor (variando o número de pilhas em série conectadas ao circuito) foi incluída. A partir dos dados coletados, um gráfico  $U \times i$  é construído, permitindo que o aluno verifique que a resistência elétrica do resistor se mantém constante, constate a relação de proporcionalidade entre a diferença de potencial e a intensidade de corrente elétrica, enunciando a Lei de Ohm. Possivelmente muitos alunos já se depararam com componentes eletrônicos como os resistores em diferentes situações. Realizar esse tipo de atividade pode aproximar a Física da realidade tecnológica que o cerca, tornando o aprendizado mais contextualizado e significativo. Além disso, produzir o roteiro complementa o acervo de experimentos de física do MCT e facilita o uso do kit por outros colegas professores. Contribui ainda para a formação docente dos pibidianos, despertando algumas reflexões pertinentes quanto à realização de atividades experimentais em sala de aula.

**Apoios: PIBID/CAPES**

**ENSINANDO FÍSICA COM HQ****Victor Sardinha Bexiga** [victorbexiga@bol.com.br]*Colégio Militar de Porto Alegre, Porto Alegre - RS***Júlio César Gonçalves Damasceno** [juliocdamasceno@hotmail.com]*Escola Estadual Don João Braga, Pelotas, RS – Brasil.***Valéria Bonetti Jerzewski** [valeriabonetti@hotmail.com]**Graciela Sasso Fiúza** [gracifiuza@yahoo.com.br]*Escola Estadual Hildebrando Westphalen, Cruz Alta, RS – Brasil.*

Este trabalho tem por finalidade divulgar uma atividade desenvolvida no Colégio Militar de Porto Alegre nos anos de 2014 e 2015 no VI Encontro de Ensino de Física do Estado do Rio Grande do Sul no formato “PÔSTER”. Trata-se da proposta de criação de Histórias em Quadrinhos apresentada aos alunos de primeiro e segundo ano de ensino médio sobre o tema estudado ao longo de determinado bimestre. A metodologia adotada baseia-se no princípio da Aprendizagem significativa de David Ausubel e na Interação social de Lev Vygotsky. Os temas para as histórias confeccionadas deveriam ter relação com a Termodinâmica e as Leis de Newton. Os alunos das diversas turmas de 1º ano foram divididos em equipes de até 4(quatro) pessoas, onde foi proposta a elaboração de uma História em Quadrinhos sobre as Leis de Newton. A partir desta proposta, o professor selecionou vários temas que considerou como centrais na aprendizagem de dinâmica e disponibilizou à seus discentes. Foi sugerido o uso do programa “Bitstrips”, disponível no site: [www.bitstrips.com](http://www.bitstrips.com), por ser de fácil manipulação, mas foi aberta a possibilidade do discente desenhar seus personagens através de outro programa ou mesmo a mão. Eles deveriam formular uma História em Quadrinhos que envolvesse a resolução de alguma questão, a discussão de algum experimento, a observação de algum fenômeno ou mesmo alguma anedota sobre ideias alternativas presentes no senso comum. Os trabalhos deveriam ser compartilhados na rede social Facebook, em um grupo previamente chamado “Ensinando Física com HQ”, criado e administrado pelos idealizadores do projeto. Este grupo é aberto para qualquer pessoa participar e contribuir com postagens na página. Os professores também tiveram de se engajar na correção de equívocos conceituais e até mesmo erros ortográficos nos trabalhos postados, observações que foram prontamente atendidas pelos discentes. Foram postados vários trabalhos, alguns de qualidade muito elevada sobre os diversos temas propostos. Os alunos mostraram engajamento e satisfação de participar da atividade, demonstrando um caráter lúdico. A atividade alcançou pleno êxito principalmente no tocante a possibilitar uma reintegração dos discentes com seus conceitos prévios, além de uma excelente possibilidade de interação, sendo a atividade potencialmente significativa e contextualizada, de acordo com o suporte pedagógico adotado, que são a aprendizagem significativa de Ausubel e a interação social de Vygotsky. Outro aspecto positivo do trabalho foi a facilidade de se ter um ambiente virtual muito comum na vida os discentes sendo utilizado para a divulgação e estudo de assuntos relacionados à aprendizagem de Física. A principal oportunidade de melhoria observada foi a necessidade de se incentivar mais o debate e a crítica por parte dos demais discentes, necessárias para inibir a propagação de concepções alternativas sobre o assunto e fomentar a discussão científica.

## ENSINO DE CIÊNCIAS E AS ATITUDES CIENTÍFICAS DOS PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

**Ingrid Priebe Lima** [ciclano@if.ufrgs.br]

**Cleci T. Werner da Rosa** [cwerner@upf.br]

**Luiz Marcelo Darroz** [ldarroz@upf.br]

*Curso de Física – Universidade de Passo Fundo.*

*Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.*

O presente trabalho relata um estudo relacionado à atitude científica dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental em confronto com a sua práxis pedagógica. A pesquisa decorre da indagação sobre a possibilidade dessa relação, especialmente em se tratando das ações desenvolvidas dentro e fora da escola pelos professores desse nível de escolarização. No campo teórico, foram discutidos temas relacionados ao conhecimento científico e ao senso comum; reflexões sobre a importância do ensino de Ciências nos anos iniciais, especialmente em termos de conhecimentos em Física; o processo de alfabetização científica desde as mais tenras idades; e, o entendimento de atitudes científicas. A pesquisa de campo foi realizada com 18 professores que atuam nos anos iniciais do ensino fundamental em escolas públicas do município de Passo Fundo e região. O instrumento utilizado para coleta dos dados foi um questionário dividido em seções, assim especificado: na primeira parte questões de natureza formativa do professor, ou seja, dados acadêmicos e de atuação profissional; na segunda seção o professor ficou livre para descrever suas aulas de Ciências, tanto em termos de conteúdos, material didático, como das atividades realizadas; no terceiro momento, foram relacionados aspectos de natureza afetiva do professor, questões vinculadas aos sentimentos pertinentes ao ensino de ciências naturais, através da escala Diferencial Semântico; na etapa posterior, foram apresentadas questões envolvendo os conhecimentos do professor a respeito de crenças relacionadas a ciência e ao ensino de ciências, a investigação científica, compondo os aspectos da natureza cognitiva, utilizando a escala Likert; e, por fim na última etapa foi indagado sobre a preferência dos professores pela realização ou não de atividades relacionadas a ciência no contexto escolar e no cotidiano, finalizado com o que denomina-se de componente de tendência a ação, ou escolha de reagentes forçados. Após a coleta dos questionários procedeu-se a sua leitura e posteriormente a categorização dos dados obtidos, na perspectiva de Bardin (2004). Os resultados com a aplicação do questionário apontaram a possibilidade de haver uma relação entre o fazer pedagógico do professor, seu sentimento em relação à Ciência e suas atitudes científicas no cotidiano. Vale ressaltar que são resultados obtidos considerando uma amostra de dezoito professores. Todavia, foi possível perceber a existência dessa relação e a necessidade de que os cursos de formação inicial ou continuada de professores, o sentimento e as atitudes científicas sejam valorizados e fomentados para que na disciplina de Ciência se possa ampliar o corpo de conhecimento ultrapassando o sinônimo de que Ciências é Biologia. E, ainda, pode-se destacar que os saberes e crenças dos professores direcionados a Ciência, revelaram que eles possuem conhecimento na área, embora muitas vezes, relacionados ao senso comum e que isso pode estar prejudicando a inclusão de tópicos mais voltados a Física, por exemplo, em suas aulas de Ciências. As preferências manifestadas pelos professores na condução das atividades pode ser identificada com seus sentimentos em relação a Ciência e também com a condução das aulas, especialmente em termos das opções estratégicas e da seleção dos conteúdos.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Atitudes científicas. Atuação docente. Sentimento.

## ENSINO DE FÍSICA BASEADO NO ENFOQUE CTS COM TEMA PRINCIPAL A LUZ: APRENDIZADO ATUANTE

**Marcos Renan Flores Rodrigues** [marcosrenan7@gmail.com]

*Programa de graduação em ciências dos materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
CP 15003, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil*

**Luciano Denardin de Oliveira** [luciano.denardin@pucrs.br]

*Faculdade de Física - PUCRS*

*Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 10 - 90619-900 - Porto Alegre, RS – Brasil*

Inúmeros trabalhos científicos preconizam a necessidade de assumir novas atitudes frente ao ensino no Brasil. Faz-se necessário abordar os conteúdos científicos de forma contextualizada, relacionando a Física com o cotidiano tecnológico do aluno, almejando tornar o conhecimento significativo e relevante. Esta mudança é necessária, uma vez que a qualidade de ensino em Ciências e Matemática é baixa, haja vista, por exemplo, as últimas posições ocupadas pelo país nessas áreas do conhecimento no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (*Programme for International Student Assessment - Pisa*). Neste sentido, este trabalho propõe-se em verificar como o aprendizado das Ciências pode tornar-se mais interessante, significativo, contextualizado e atrativo a partir de uma abordagem com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade, CTS, suplementado pelo uso de recursos didáticos digitais, a um tema presente tanto na Física Clássica como na Física Moderna: a Luz. O tema Luz, somado à prática em sala de aula e o emprego de recursos midiáticos, vem ao encontro das orientações dadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). No presente trabalho, essas orientações objetivaram-se a proporcionar aulas mais instigantes e apontar virtudes e dificuldades dessas abordagens para a qualificação da aprendizagem dos alunos a respeito dos conteúdos apresentados. As atividades foram desenvolvidas em uma turma formada por 10 alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Porto Alegre. A temática luz permitiu que fossem discutidos a origem dos eventos luminosos, as propriedades dos materiais dada à interação com a Luz, a relação entre temperatura e cor de objetos incandescentes, o espectro eletromagnético, os diferentes mecanismos de detecção das radiações, o espectro de corpo negro e tecnologias de nível subatômico. Além disso, esses assuntos sempre foram abordados por um enfoque CTS e utilizando recursos como vídeos, simulações computacionais e apresentações em *powerpoint*. Os resultados estão baseados na análise das observações registradas durante a regência. Além disso, avaliações das concepções genuínas dos alunos, anterior e posteriormente ao desenvolvimento das aulas, através da aplicação de questionários aos estudantes a respeito do tema, foram levadas a efeito. Dentre os resultados, destaca-se o fato de muitos alunos associarem luz à eletricidade, possivelmente por todo mês terem que “pagar a conta da luz”. Outro tema recorrente encontrado nas respostas aos questionários, foi o bronzeado e a relação entre esse efeito biológico determinístico e as radiações ultravioleta. Frente aos dados obtidos, foi possível observar que a proposta de um ensino de Ciências, angariado no uso do contexto histórico-social, trilhado pela ciência e tecnologia pode aproximar o aluno da disciplina de Física e aprimorar o processo de aprendizagem. Além disso, pode-se verificar que a modificação do ensino, enraizada nas bases para formação de cidadãos atuantes na sociedade contribuiu para que eles desenvolvessem uma visão mais crítica de mundo. A construção de pensamentos com pilares apoiados na visão científica inter-relacionável com as demais disciplinas e o seu cotidiano, pode ser um primeiro passo para um caminho no aprimoramento da aprendizagem dos alunos e consequentemente na formação de cidadãos reflexivos e atuantes na sociedade.

**Palavras-chave :** CTS; Recursos didáticos digitais; Luz.



## ENSINO DE FÍSICA, ALUNOS INVESTIGADORES E GASTRONOMIA DO NOROESTE MINEIRO: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA PERSPECTIVA DA ETNOFÍSICA.<sup>1</sup>

**Júlio César Rodrigues da Silva** [jcrs.engenheiro@gmail.com]

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Marli Teresinha Quartieri** [mtquartieri@univates.br]

**Coorientador: Prof. Dr. Ítalo Gabriel Neide** [italo.neide@univates.br]

*Cento Universitário Vale do Taquari - Univates*

O presente trabalho tem o objetivo de investigar quais regras da Física emergem quando alunos do Ensino Médio de uma escola pública, localizada no Noroeste Mineiro, analisam a Gastronomia de sua região. Para tanto, pretende-se envolver a culinária, bebidas, os materiais usados na alimentação e, em geral, todos os aspectos culturais a ela associados. Através do contato com essa tradição repleta de cheiros, temperos, sabores e saberes seculares há uma ciência não difundida no contexto escolar. A esse conhecimento tão dinamizado, que tem raízes na ciência e na cultura, denominamos Etnofísica. Assim, partindo de suportes teóricos do Programa da Etnomatemática, entende-se a Etnofísica como um campo de estudo também interdisciplinar, que procura investigar os meios utilizados por grupos sociais distintos para resolver situações problemas utilizando conhecimentos culturais e físicos. Neste contexto, tem-se o intuito de entender como a sociedade utiliza as tecnologias cunhadas a partir da física e como o uso dessas determinam os comportamentos dentro desse grupo social. A investigação dentro da arte de cozinhar do Noroeste Mineiro pode levar o aluno a um retorno às origens de sua sociedade ao passo que versa difundir os conhecimentos da física que sua cultura passa de geração a geração. Nesse caminho da cultura para a ciência, pretende-se criar intervenções pedagógicas para aulas de física utilizando os conhecimentos científicos encontrados pelos alunos ao longo de suas investigações. Assim, serão realizadas pesquisas e entrevistas, com pessoas da comunidade, para identificar que conhecimentos físicos estão envolvidos no momento do cozimento de alguns elementos básicos da região, tais como: Pão de Queijo, Pamonha, Feijão Tropeiro e Requeijão. Ademais pretende-se relacionar estes conceitos com conteúdos ensinados na física da escola. Outro aspecto relevante é discutir com os alunos o respeito em relação a cultura, desenvolver atitudes, formar para a cooperação em grupo, tratando das normas para o convívio e sociedade. Durante a Intervenção serão utilizados diário do professor, diário dos alunos, gravações para posterior gravação dos dados. A Etnofísica, ainda pouco examinada pelos teóricos do ensino, remete a procedimentos comuns do cotidiano, onde o ser humano domina ou cria formas de energia e utiliza como tecnologia para os mais variados procedimentos. Esta pode ser uma aliada na construção de práticas mais próximas à realidade social e cultural desses jovens. Por se tratar de uma proposta, seus resultados ainda se encontram em fase analítica.

**Palavras-chave (Opcional):** Gastronomia Mineira; Etnofísica e Etnomatemática; Ensino de Física.

---

<sup>1</sup> Projeto de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates.

## **ESTUDO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO A RESPEITO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA**

**João Carlos Borges** [joaacarlosifsc@hotmail.com]

**Emerson Silveira Serafim** [emersonserafim@ifsc.edu.br]

**Cíntia Barbosa Passos** [cbpassos@gmail.com]

*Licenciatura em Física - Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, 88905-112.  
Araranguá, SC-Brasil.*

Nos últimos anos vem aumentando o número de ocorrências de casos de câncer de pele no Brasil e no mundo, o que vem preocupando entidades como a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Ministério da Saúde e o Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Estimativas mostram que, apenas no Brasil, em 2014, houve o registro de 98.420 casos de câncer de pele tipo não melanoma (basocelular ou espinocelular) que é um tipo de câncer mais comum e com menor taxa de mortalidade. Para a variação mais agressiva, tipo melanoma, estima-se a ocorrência de 5.890 casos no mesmo período. Como forma de prevenção, campanhas de conscientização são constantemente vigentes nos meios de comunicação impresso e digital, alertando sobre os riscos de longa exposição ao Sol e os efeitos da radiação ultravioleta (RUV) em contato com a pele. A luz proveniente do Sol é especialmente importante na manutenção da vida no nosso planeta, fotossíntese das plantas e na geração de energia; é a única parte do espectro eletromagnético que o olho humano é capaz de detectar. O presente trabalho tem como foco a discussão das características e dos efeitos biológicos da radiação ultravioleta que pode ser subdivida em três grupos, caracterizados pelo comprimento de onda típico: UVC (100-280 nm), UVB (280-320 nm) e UVA (320-400 nm). O comprimento de onda é a distância entre duas partes idênticas e repetidas da onda. Este trabalho foi elaborado na disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso I (TCC I) do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Araranguá – SC e será aplicado no segundo semestre de 2015. Tem como objetivos analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a existência e efeitos da radiação ultravioleta e alertar a comunidade sobre a importância do uso de protetores solares. Esta análise deverá ser feita com os alunos do segundo ano da Escola de Educação Básica Professora Maria Garcia Pessi, do município de Araranguá. Primeiramente será elaborado um questionário que será entregue a estes estudantes e serão elaboradas e ministradas aulas com base no conhecimento prévio desta comunidade. Será apresentada, além dos riscos da exposição, a importância da existência de raios UV e a conexão com o conteúdo de Óptica estudados neste ano. Ao final será reaplicado o questionário para a constatação de possível evolução sobre a compreensão do tópico.

**Palavras-chave:** Sol, Radiação Ultravioleta, Pele, Olhos, Lábios, Protetores Solares, Ensino de Física, Conhecimento Prévio.

## ESTUDO DE CONCEITOS DA FÍSICA A PARTIR DA TEMÁTICA DE EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO

**Cristiane da Cunha Alves** [crisalves1917@hotmail.com]

**Franciele Braz de Oliveira Coelho** [francielecoelho@unipampa.edu.br]

**Janaina Viário Carneiro** [janainacarneiro@unipampa.edu.br]

*Universidade Federal do Pampa – Unipampa*

*Rua 21 de Abril 80, 96450-000, Dom Pedrito, RS – Brasil.*

O ensino de conceitos da Física, também deve fazer parte dos estudos realizados na etapa que compreende o Ensino Fundamental (EF) da Educação Básica, seguindo as orientações de documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Compreender fenômenos relacionados ao cotidiano, desperta o interesse dos alunos para o estudo da Física, possibilitando situações de aprendizagem que promovam sua capacidade de criticidade e a reflexão. Para os autores Kleer, Thielo e Santos (1997)<sup>1</sup>, o tema “Educação no Trânsito” aliado ao desenvolvimento de conceitos da Física “[...] promove a consciência acerca de questionamentos científicos sobre problemas da vida real [...] e reforça a importância da segurança nas estradas, evidenciando as vantagens do uso do cinto de segurança e da obediência às leis de trânsito.” (p. 161). Sabe-se que alunos dos anos finais do EF não estão habilitados a dirigir, mas fazem parte do trânsito enquanto pedestres e pessoas que utilizam de transportes como veículos de passeio, transporte coletivo, bicicleta, entre outros, para se locomoverem. A partir dessa perspectiva, acadêmicos e professores do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Pampa – campus Dom Pedrito, desenvolveram oficinas direcionadas a alunos do 6º ano do EF de escolas públicas do município. As atividades foram desenvolvidas por meio do projeto “Alfabetização científica e cidadania: investindo em novos talentos no pampa gaúcho”, do Programa Novos Talentos (CAPES). Participaram das oficinas duas turmas, totalizando 57 alunos. Foram promovidas um total de oito oficinas (40h) com o tema “Ciências no Trânsito”. Nas oficinas, além de conceitos relacionados à Biologia e a temática trânsito, como por exemplo, o impacto ambiental causado no bioma Pampa, devido ao atropelamento de animais nas vias e estradas e, de tópicos da Química, como os combustíveis utilizados nos veículos com motores térmicos, também, buscou-se enfatizar a Física presente em situações do trânsito. Dessa forma, os conceitos de inércia, atrito e colisões mecânicas, foram explorados nas oficinas. Utilizou-se a metodologia descrita por Delizoicov e Angotti (1994)<sup>2</sup>, intitulada de Três Momentos Pedagógicos. Em que, no primeiro momento pedagógico (problematização inicial), foram apresentadas reportagens veiculadas na imprensa local sobre alguns acidentes de trânsito ocorridos no município. A partir dessa exposição, os alunos foram questionados sobre a relação que existia entre as situações descritas e, apresentaram seus conhecimentos prévios sobre o trânsito. No segundo momento pedagógico (organização do conhecimento) foram dinamizadas atividades experimentais, com carrinhos de fricção e bonecos, que proporcionaram o estudo da inércia, do atrito e de colisões mecânicas e suas relações com o trânsito. Nesse momento, também foi realizado um jogo didático, o qual por meio de placas verdes e vermelhas, as turmas organizadas em grupos, respondiam se as afirmações apresentadas, que relacionavam a Física ao trânsito, eram verdadeiras ou falsas. O terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento) foi desenvolvido no laboratório de informática, por meio de jogos virtuais e simuladores relacionados ao trânsito. Também nesse momento, os alunos responderam a um formulário eletrônico, onde registraram seus conceitos sobre a temática estudada no decorrer das oficinas. Com a divulgação de nossa proposta, espera-se contribuir com as práticas docentes de profissionais que buscam contextualizar o ensino de tópicos da Física na Educação Básica.

**Apoio: Projeto Novos Talentos (CAPES).**

<sup>1</sup> KLEER, A. A.; THIELO, M. R.; SANTOS, A. de C. dos. A Física utilizada na investigação de acidentes de trânsito. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, n. 2, p. 160-169, 1997.

<sup>2</sup> DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Metodologia do ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

## ESTUDO DO MOVIMENTO BROWNIANO UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER COM DADOS DO EXPERIMENTO DE MILLIKAN

**Bruno José Goldberg Gallas** [bruno.gallas@ufrgs.br]

**Silvio Luiz Souza Cunha** [slsc@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Na primeira década do século XX, Robert Andrews Millikan e seu colaborador, Harvey Fletcher, desenvolveram um experimento que os permitiram determinar com precisão a carga elementar. O resultado deste experimento foi decisivo para que o Prêmio Nobel de 1926 fosse conferido ao Millikan. A mesma montagem experimental possibilitou ao Fletcher determinar o Número de Avogadro e testar o modelo teórico proposto por Einstein para explicar o fenômeno de transporte conhecido como Movimento Browniano. A reprodução do experimento de Millikan para a determinação da carga elementar em sala de aula no Ensino Médio é inviável pelo alto custo do equipamento necessário. Também uso destes equipamentos para o estudo do movimento Browniano, como feito por Fletcher, nos cursos de graduação que dispõem deles, não é normalmente realizado e tampouco esta opção é oferecida pelos fabricantes destes equipamentos. Buscamos aqui apresentar uma alternativa viável de estudo destes dois assuntos, tratados em um único experimento, abordando estas duas questões fundamentais da estrutura da matéria, a partir da análise de vídeos de gotas suspensa no ar. Estes vídeos podem ser gravados utilizando alguns dos muitos equipamentos que estão disponíveis em cursos de graduação de Física no país, podendo então ser disponibilizados na Internet. Para esta finalidade utilizamos um equipamento apropriado e específico para realizar a experiência (de Millikan) da gota de óleo. Os dados dos experimentos são gravados com uma câmera de vídeo de alta resolução utilizando o seu respectivo aplicativos de captura de vídeo. Ambos os equipamentos estão disponíveis comercialmente. Para análise de dados, contudo, foram utilizados apenas aplicativos livres: Tracker - *video analysis and modeling tool* (OSP) e a planilha de dados do LibreOffice – *The document Foundation*. Dessa maneira, caso seja preferido, é possível fazer análise semelhante com estes programas a partir de vídeos do mesmo experimento já disponíveis na Internet ou que poderão ainda vir a ser disponibilizados. Observamos e gravamos em vídeo o movimento de diversas gotículas de óleo carregadas eletricamente e submetidas à ação de um campo elétrico, da força gravitacional, do empuxo, da força de resistência aerodinâmica do ar, além das forças aleatórias resultantes das colisões das moléculas do ar, que geram o movimento Browniano. A posição e o movimento das gotículas são gravados no vídeo para análise posterior. Com ajuda do aplicativo Tracker, analisamos a trajetória da gota, tendo o intervalo de tempo entre os quadros do vídeo como referência de tempo. Assim nós podemos obter as coordenadas das gotículas em cada quadro do vídeo, os seus deslocamentos em diferentes intervalos de tempo e suas trajetórias. Estes dados são então analisados com ajuda da planilha Calc do LibreOffice. A partir desta análise é possível determinar o raio e a carga da gota, como no clássico experimento de determinação da carga elementar, de Millikan, e também determinar o número de Avogadro, a partir do modelo de Einstein para o movimento Browniano, como feito por Harvey Fletcher.

**Palavras-chave:** Millikan; Einstein; Fletcher; carga do elétron; movimento Browniano; *free software*.

## EXPERIÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A APRENDIZAGEM ATIVA E A INTERAÇÃO DOS ALUNOS NA CONSTRUÇÃO DO SABER SOBRE O DIAGRAMA HR<sup>1</sup>

**Sarita de Cássia Hugem Brunelli** [saritahugen@hotmail.com]

**Josiane Trevisol Recco** [josirecco2@gmail.com]

**Humberto Luz Oliveira** [hloliveira@gmail.com]

*Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC/Câmpus Araranguá, SC – Brasil*

Contemplar o céu hoje, ainda pode ser tão fascinante quanto antigamente? Será possível apresentar e discutir tópicos de astronomia recomendados pelos PCNs, utilizando as estrelas como objeto de estudo? Será que as estrelas que observamos na Via Láctea possuem as mesmas propriedades físicas que nossa estrela do sistema solar? Neste trabalho, nosso objetivo é estudar o que é um sistema binário e identificar as propriedades físicas destas estrelas no diagrama HR, utilizando a metodologia de aprendizagem ativa, onde o processo de construção do conhecimento está centralizado no aprendiz. O desenvolvimento desse estudo sobre estrelas binárias e diagrama HR está amparado em diretrizes para orientar educadores como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que cita tópicos de astronomia como primordiais para o ensino de física. As diretrizes recomendam a inserção de conteúdos com o cotidiano do aluno e apontam para novas práticas pedagógicas no ensino como um todo. Assim, apresentaremos uma classe especial de estrelas, as estrelas binárias, sabendo que o aprendizado com temas astronômicos é mais atrativo, enriquecedor e desperta a curiosidade dos alunos. A necessidade de revisar as práticas pedagógicas tradicionais que não conseguem mais cativar e despertar o interesse do público estudantil, abre espaço para novas propostas educacionais como metodologias que desenvolvam habilidades e a formação de competências numa visão mais autônoma, colaborativa e integradora dos sujeitos do processo de aprendizagem. O estudo dos sistemas binários será introduzido para os alunos por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb), que consiste em criar uma situação geradora para a aprendizagem através da definição de dois problemas. A primeira situação geradora é proposta no seguinte questionamento: A maior parte das estrelas estão isoladas de outras assim como o sol? A outra questão reside no estudo das propriedades físicas das estrelas binárias no diagrama HR: Será que as estrelas de um sistema binário têm a mesma massa, luminosidade e temperatura de sua parceira? E onde elas se encontram no diagrama HR? As estrelas binárias serão abordadas em quatro encontros. Cada encontro será conduzido por meio de seminários e atividades de ensino, onde os alunos buscarão a solução através de uma metodologia denominada de aprendizagem ativa (ABProb). Com o intuito que o aluno esteja numa verdadeira situação de experimentação, que a atividade o interesse, que tenha um problema a resolver, Espera-se que os alunos a partir da metodologia de aprendizagem ativa construam sua própria solução para o problema proposto, mediante a pesquisa do tema, promovendo valores como o desenvolvimento de independência e responsabilidade, modelamento de conceitos, prática da convivência e colaboração mútua, entre outros. Espera-se que esta proposta envolvendo sistemas binários possa ter a mesma repercussão do trabalho anterior sobre o diagrama HR, que foi muito positivo. A introdução de temas de astronomia sempre cativou o interesse do homem, buscando a compreensão desses objetos estelares através de modelos e modelagens. Apresentar e discutir conceitos e modelos mais recentes em astronomia pode ser uma oportunidade de aprendizagem mais significativa com possibilidades para o desenvolvimento do pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas. O diagrama HR se mostra uma boa ferramenta didática para discutir conceitualmente sobre as propriedades físicas dessas estrelas. Acredita-se que este trabalho possa mobilizar e motivar os alunos, pois as estrelas binárias se constituem um cenário interessante para continuar os estudos do diagrama HR e compreensão dessas estrelas.

**Apoio: Capes/Pibid.**

<sup>1</sup> Continuação do trabalho submetido no X ENPEC, em 2015, Águas de Lindoia – SP.

## EXPERIÊNCIAS DO PIBIDI EM FÍSICA NA REDE: DIVULGAÇÃO PARA A COMUNIDADE

**César Destro dos Santos** [cesardestro.santos@gmail.com]

**Samuel Costa** [samuel.costa@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Santa Catarina*

*Campus Araranguá, 88905-112, Araranguá, SC - Brasil*

O Programa institucional de bolsa de iniciação à docência (Pibid) é uma iniciativa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que visa aproximar a educação superior da educação básica, contribuindo para formação inicial docente. Além disso, o programa tem como objetivo valorizar o magistério por meio do aperfeiçoamento dos alunos de graduação em áreas de licenciatura, inserindo-os nas escolas públicas para aprenderem novas metodologias e adquirem experiência docente, permitindo a aproximação entre a teoria e a prática. No Instituto Federal de Santa Catarina, campus Araranguá o Pibid iniciou em 2010 e hoje conta com a participação de 30 bolsistas matriculados no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação Física, que desenvolvem atividades sob a supervisão de cinco professores da rede pública de ensino e dois coordenadores de área professores do IFSC. Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um *site* para divulgar as atividades do Pibid desenvolvidas no âmbito do Curso de Licenciatura em Física. O *site* foi construído na plataforma *wix.com* utilizando o *HTML5* e possui um menu contendo sete abas: *Início*, *Sobre*, *Subprojetos*, *Escolas*, *Ações do Pibid*, *Documentos* e *Contato*, sendo localizado no endereço <http://ifsc-ararangua.wix.com/pibid>. Na aba *Início* está a página inicial contendo destaques das atividades mais recentes e um breve resumo sobre o Pibid no câmpus. No item *Sobre* há três *links*: *O Programa*, *O Curso* e *O Campus* que redirecionam para seus respectivos sites oficiais. Além disso, nessa mesma aba há três subpáginas: *Coordenadores* no qual contém o nome, o cargo, um breve resumo curricular, o e-mail para contato e o *link* do currículo *Lattes* dos dois coordenadores de área; *Supervisores*, contendo o nome, um breve resumo curricular, escola onde atua, e-mail para contato e o *link* do currículo *Lattes* e; *Pibidianos*, contendo uma foto, o nome, a escola onde atua, e e-mail para contato e o *link* do currículo *Lattes* dos bolsistas. A aba *Subprojetos* contém dois *links* para os subprojetos *Clube de Astronomia de Araranguá* e *Frota Estelar de Araranguá*, que desenvolvem atividades no âmbito do Pibid. A aba *Escolas* é uma página contendo fotos, nomes, endereços e *links* das páginas no *Facebook* das escolas onde os bolsistas atuam. A parte *Ações do Pibid* funciona como um *blog* com diversas postagens que descrevem as ações desenvolvidas e eventos organizados, assim como um calendário que indica as datas dos próximos eventos realizados pelos pibidianos. A partir desse blog os professores da educação básica podem tomar conhecimento sobre metodologias a serem utilizadas nas aulas de física, possibilitando a diversificação das atividades e gerando novas ideias. Dentre as atividades desenvolvidas nas escolas e descritas no site estão o acompanhamento do professor nas aulas de física, a realização de experimentos com os alunos, a organização de feiras de ciências, a monitoria de física nas escolas, a montagem de laboratórios didáticos, entre outros. Na aba *Documentos* existem alguns arquivos de formulários e no *Contato* possui um mapa interativo com o endereço do IFSC Campus Araranguá e um espaço para o envio de mensagens por e-mail para a equipe do Pibid. O desenvolvimento do site se faz importante para que sejam divulgadas as atividades desenvolvidas para os professores das escolas e para a comunidade em geral, propiciando a compreensão e o melhor entendimento sobre o programa. Além disso, pode servir como estímulo para que mais pessoas tenham interesse pela carreira docente.

**Palavras-chave:** Formação inicial docente; Divulgação; Web Site; Ensino básico; Ensino superior.

## EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO USANDO A PLACA ARDUINO-UNO

**Gilberto Fetzner Filho** [gfetzner@ig.com.br]

**Ives Solano Araujo** [ives@if.ufrgs.br]

**Rafael Peretti Pezzi** [pezzi@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Um dos principais desafios que um professor de Física enfrenta ao tentar atualizar suas aulas e trazer novas abordagens para o contexto escolar diz respeito à infraestrutura necessária para implementá-las. No presente trabalho apresentamos uma proposta didática elaborada no âmbito de uma dissertação de mestrado profissional em Ensino de Física que teve como objetivo o desenvolvimento de materiais instrucionais de baixo custo para a realização de experimentos de Física na área de Cinemática usando a placa Arduino-UNO como interface para aquisição de dados. Para isto foi desenvolvido um material didático, amparado na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, composto por: I) equipamento constituído por sensores ópticos infravermelhos e ultrassônicos; II) três modelos de *shield* para a placa Arduino-UNO; III) *softwares* desenvolvidos em *Python* para visualização em tempo real dos gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo; IV) vídeos tutoriais mostrando a montagem de todo o equipamento utilizado para aquisição de dados; V) guias pedagógicos para orientar o professor na aplicação das aulas; VI) guias de atividades elaborados com a metodologia “Predizer, Interagir e Explicar” (P.I.E.). O material instrucional foi elaborado dentro de um conceito de Recursos Educacionais Abertos (REA). Atribuímos licenças permissivas a todo o material desenvolvido neste trabalho a fim de que professores, pesquisadores, estudantes e demais membros da sociedade possam usar, estudar, modificar e compartilhar livremente todo o seu conteúdo. A proposta foi implementada em três turmas do primeiro ano do Ensino Médio na Escola Técnica Frederico Guilherme Schmidt na cidade de São Leopoldo (RS), durante o terceiro trimestre de 2014, totalizando dezanove períodos. Durante a aplicação do projeto foram realizadas duas provas como instrumento de avaliação da aprendizagem, além dos questionários que fazem parte do guia de atividades dos alunos, entregues no final de cada tarefa. Os resultados indicam que o uso de experimentos com aquisição automática de dados nas aulas de Física, em conjunto com uma metodologia adequada de ensino, contribuíram para o aprendizado e motivação dos alunos. Acreditamos que, por se tratar de um material didático de baixo custo, elaborado com uso de *softwares* livres e *hardware* aberto, é altamente disseminável e tornar-se-á muito útil para o desenvolvimento de projetos e práticas educacionais no Ensino de Física.

**Palavras-chave:** Experimentos de baixo custo; Ensino de Física; Arduino.

## EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS EM FORMA DE VÍDEOS PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

**Eloir De Carli** [eloir@if.ufrgs.br]

**Rejane Maria Ribeiro Teixeira** [rejane@if.ufrgs.br]

**Fernando Lang da Silveira** [lang.ez@terra.com.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Apresenta-se um material instrucional desenvolvido como proposta didática no trabalho de dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, do primeiro autor apresentada em março de 2014. O material, que se acredita possa servir como motivação para o estudo do conteúdo de Física Térmica para estudantes da escola de nível médio, é composto de vídeos de curta duração, legendados, de experimentos de Física Térmica que servem para demonstrar, ilustrar ou para instigar a curiosidade dos estudantes acerca de determinado fenômeno, acompanhados de um roteiro de atividades para os estudantes e um guia pedagógico para os professores. Os vídeos foram produzidos de modo a contemplar a maior parte dos conteúdos de Física Térmica do Ensino Médio, de modo que o professor possa utilizá-los para ilustrar parte do conteúdo abordado, como uma atividade prévia, motivadora, para o conteúdo a ser tratado ou como uma atividade avaliativa do conteúdo abordado. Fica a critério do professor a escolha do melhor método a ser desenvolvido, sempre de forma independente, ou seja, não há a necessidade da exibição de um determinado vídeo antes de outro. Este material é destinado a uma exibição para os alunos acompanhada de uma explicação do professor, também servindo como apoio às aulas e não como forma de substituir o papel do professor. Os vídeos abordam os seguintes conteúdos: Calor, Temperatura, Calor específico, Comportamento dos gases, Condução térmica, Dilatação térmica, Leis da Termodinâmica e Mudanças de Fase. Frequentemente o conteúdo de Física Térmica no nível médio é apresentado com um enfoque excessivamente matemático, sem levar os estudantes a refletirem sobre sua aplicação no cotidiano das pessoas. Neste sentido espera-se que o material sirva de estímulo e de fomento para uma abordagem mais conceitual, despertando nos estudantes um maior interesse pelo conteúdo. No material instrucional aqui relatado são apresentados experimentos reais de forma a aproximar o conteúdo da sala de aula com o cotidiano do estudante, visando estimular os estudantes através de diversos meios. Acredita-se que a metodologia empregada possa contribuir para uma aprendizagem mais significativa e uma maior retenção de significados, facilitando e diversificando a prática docente, tornando o conteúdo mais atrativo para os alunos, inserindo os conceitos cientificamente aceitos, auxiliando na substituição a pressupostos equivocados. Espera-se que este material sirva para motivar os estudantes e criar um ambiente de aprendizagem através de uma melhor interação entre professor e aluno e entre os alunos. Na implementação do produto educacional em sala de aula durante a realização do mestrado, esta metodologia, que emprega atividades mistas com vídeos de experimentos, mostrou como resultado turmas de alunos mais atentos, envolvidos, participativos e colaborativos. O material instrucional pode ser acessado através do *link* <[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n31\\_DeCarli](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n31_DeCarli)> da série “Hiperfídias de Apoio ao Professor de Física”, publicação do PPGEnsFis, UFRGS. Este material didático já foi divulgado anteriormente no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF).

**Palavras-chave:** Vídeos; Física Térmica; Ensino de Física.



**FEIRA DE CIÊNCIAS: UMA FORMA DE ENSINAR FÍSICA PARA O EJA****Marília Britto Corrêa de Oliveira** [marry-britto@hotmail.com]*Colégio Objetivo Pelotas**Marechal Floriano 107, 96020-220 - Pelotas, RS - Brasil***Gêison Mendes de Freitas de Oliveira** [geisonfisica@yahoo.com.br]*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha**Campus Alegrete, 97555-000- Alegrete, RS- Brasil*

Este trabalho foi desenvolvido no colégio objetivo na cidade de Pelotas, com alunos que cursavam o ensino médio na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos). De forma a motivar e instigar os alunos para aprendizagem de Física foi proposta dentro da gincana que ocorre todos os anos no colégio uma feira de ciências. Como fundamento teórico utilizou-se teoria sócio-histórica de Vygotsky, buscando instrumentos como experimentos para mediar o conhecimento de forma a avançar no Nível de Desenvolvimento Real dos alunos, e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que busca no primeiro momento analisar o conhecimento prévio do aluno de forma que ele possa ancorar o novo conhecimento, os novos conceitos são internalizados se forem significativo para eles. O trabalho foi desenvolvido da seguinte maneira, os conteúdos foram construídos com os alunos no decorrer do semestre. Para a turma B, que se refere ao primeiro ano e a metade do segundo ano do ensino regular: Termologia, Calorimetria, Óptica e Cinemática. Para turma A que se refere ao restante do segundo ano e o terceiro ano do ensino regular: Mecânica e Eletricidade. A cada conteúdo foram propostos pelos professores experimentos que fosse de fácil confecção e com baixo custo, de modo que os alunos os construíssem e elaborassem um roteiro experimental. Por se tratar da modalidade EJA esses alunos trabalham o dia inteiro, são na maioria adultos entre 30 e 60 anos que por varias razões não conseguiram concluir o ensino médio no tempo regular, chegam ao colégio somente com o objetivo de pegar o diploma do Ensino Médio. Baseado nesses fatos nosso intuito foi o de motivar a aprendizagem, instigá-los a seguir seus estudos, mostrando como todos são capazes de aprender e entender a Física presente em eu cotidiano. Ao final do semestre os alunos montaram uma feira de ciências dentro da gincana da escola com diversos experimentos. O colégio é composto por 3 turmas A e 2 turmas B, dentro das turmas eles se dividiram em grupos, formando 8 equipes. Cada equipe elaborou um experimento e um roteiro experimental dentre os conteúdos já mencionados, esses experimentos foram apresentados a todos do colégio em um espaço reservado para troca de saberes entre os alunos. A feira de Ciências foi a principal avaliação dos alunos, que ocorreu utilizando alguns critérios, interesse na pesquisa do experimento, desenvolvimento do roteiro experimental e a apresentação do experimento por cada integrante da equipe. Os alunos fizeram um trabalho muito surpreendente com experimentos bem construídos, roteiros bem elaborados. Isso só foi possível graças à motivação dos estudantes, pois sempre que possível eles vinham até os professores para tirar suas dúvidas. Nesse trabalho buscou-se a pesquisa de propostas pedagógicas novas para os alunos, o que é necessário para escola hoje. O conhecimento precisa ser sociabilizado e se tornar acessível a todos. Porém, esse conhecimento realmente necessita ser significativo ao aluno e deve possibilitar ao educando fazer conexões com o que já apreendeu e com a sua realidade próxima.

**Palavras-chave :** Vygotsky; Ausubel; Lúdico; Experimentos e EJA.

## **FREIO ELETROMAGNÉTICO: PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

**Cassiano Busatto** [135304@upf.br]

**Carlos Ariel Samudio Pérez** [samudio@upf.br]

**Alisson Cristian Giacomelli** [alissongiacomelli@upf.br]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – Curso de Física - LP - UPF – Campus I, BR 285  
99100-000, Passo Fundo, RS – Brasil.*

A Física trata do estudo dos fenômenos da natureza, porém muitas vezes o seu estudo, principalmente no ensino médio, se caracteriza pela resolução de exercícios matemáticos em detrimento do estudo dos fenômenos propriamente ditos. Nesse sentido toda e qualquer atividade experimental tem como potencialidade tornar as aulas de física diferenciadas, observando na prática os fenômenos estudados na aula teórica, demonstrando esse aspecto fundamental da física que é o estudo dos fenômenos naturais. Por outro lado, as atividades experimentais também possibilitam uma postura mais ativa e crítica por parte dos estudantes, que por sua vez podem ser levados a questionar os conteúdos teóricos conflitando-os com os resultados experimentais. Tendo em vista essa potencialidade das atividades experimentais junto ao processo de ensino e aprendizagem de Física, aliada as aplicabilidades tecnológicas do conteúdo de eletromagnetismo, foi construído um experimento no laboratório de física da Universidade de Passo Fundo (UPF). O experimento tem como intuito ser utilizado como mais uma ferramenta para a discussão da lei de indução eletromagnética. Para a montagem do arranjo experimental utiliza-se de um motor de liquidificador no eixo do qual é acoplado um disco de alumínio de 7 mm de espessura e 10 cm de raio. Esse sistema é fixado a uma base de madeira e ligado em um dimmer (dispositivo utilizado para controlar a intensidade de corrente). Após o motor ser fixado na base, uma haste de madeira de aproximadamente 30 cm de comprimento por 2,5 cm de largura, foi acoplada de forma semelhante a uma gangorra, entretanto com uma das pontas em contato com a extremidade do disco, na qual foi produzido um encaixe para colocar um ímã. O fato de tornar o ímã móvel tem por finalidade observar o que ocorre com a haste quando o disco gira sem o ímã, e com o ímã. O que se observa é uma levitação da haste quando esta possui o ímã em sua extremidade, fato esse que não ocorre na ausência do ímã. Essa levitação é explicada pela lei de Faraday e pela lei de Lenz. Ou seja, segundo a lei de Faraday toda variação de um campo magnético gera um campo elétrico, que por sua natureza, também é variável, gerando novamente um campo magnético que pela lei de Lenz é oposto ao campo indutor, no caso o do ímã, isso provoca a levitação da extremidade da haste que possui o ímã. Com o uso de praticamente o mesmo equipamento, porém com um arranjo um pouco diferente, também é possível demonstrar o funcionamento de um freio eletromagnético. Para tanto são necessárias duas bobinas possuindo de 500 a 600 espiras cada. As bobinas utilizadas foram fabricadas enrolando fio de cobre com a ajuda de um torno mecânico, e por possuírem um número razoavelmente grande de espiras podem ser ligadas diretamente na tomada em 220V com corrente alternada. As bobinas foram acopladas à aproximadamente 0,5cm do disco, estando uma em cada lado do mesmo. A atividade consiste em acionar as bobinas com o disco em movimento, observando que o mesmo é freado. A explicação para o fenômeno está também na lei de indução eletromagnética, assim como no caso da atividade anterior. Essa segunda atividade demonstra a aplicabilidade tecnológica das leis físicas, no caso o sistema de frenagem eletromagnética. Com atividades desse tipo é possível tornar as aulas de Física mais dinâmicas e interativas, possibilitando despertar o interesse e a postura crítica dos estudantes, assim como relacionar os conteúdos teóricos com as suas respectivas aplicações tecnológicas.

**Palavras-chave:** freio eletromagnético; indução eletromagnética; atividades experimentais; ensino de Física.

**IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DE FÍSICA.****Luis Fernando Gastaldo** [lfgastaldo@uffs.edu.br]**Tatiane da Silva** [tatianefernandez.silva@gmail.com]**Aline Jung Welter** [aline.jungwelter@yahoo.com.br]*Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo.*

O processo de ensino-aprendizagem no ensino de física é sempre um assunto de suma importância devido a grande dificuldade dos alunos em compreenderem a física como uma ciência, e para a desmistificação da compreensão da física como um amontoado de fórmulas. Para que o mediador que tem a difícil tarefa de aguçar a curiosidade e o senso crítico e científico do aluno, é necessário que sempre esteja se atualizando e buscando a continuidade da sua formação. Além das dificuldades encontradas nos entraves do ensino da física como uma ciência, ainda possuímos a complexidade de trabalhar com turmas superlotadas, com diferentes culturas, vivências, e uma nova geração (a geração da tecnologia). Pensamos que a formação continuada pode ajudar, sendo que pode-se fazer encontros com grupos de professores para debaterem, compartilharem suas experiências e pesquisarem, para tentar assim achar possíveis soluções. Atualmente o que mais vemos é formação continuada de professores da educação básica, porém é muito raro o formação de professores das Universidades, afinal, são eles quem irão formar os futuros professores. Os cursos de licenciatura em física, ainda são mais voltados ao bacharelado, por mais que possuam disciplinas de práticas de ensino, as disciplinas onde a física é aplicada como ciência, é pouco cobrada quanto à desenvoltura, entendimento teórico e possíveis práticas que podem ser feitas pelos licenciandos. Neste processo de ensino os estudantes (neste caso acadêmico) são instigados a criticar suas próprias pesquisas e ficar em busca de constantes respostas e investigações. Os estudantes passam de meros ouvintes, para serem os sujeitos de sua aprendizagem. O ensino de física está muito arraigado a matematização e decorebas de fórmulas, o que acaba fazendo com que os alunos memorizem e não aprendam realmente. Cabe ao professor estimular o aluno a buscar o conhecimento e mostrar-lhe onde pode achar material para a formação do mesmo. O comodismo de passar fórmulas e imensas listas de exercícios repetitivos, que não estimulam o aluno a pensar, é um dos fatores da disciplina de física ser odiada pela maioria dos alunos do ensino médio. O professor deve estar em constante renovação, estudando, pesquisando constantemente novas metodologias, práticas, experiências para tentar sair da sua aula tradicional e trazer algo novo para atrair e cativar o seu aluno. É importante para a compreensão dos alunos que o conteúdo mediado pelo professor seja relacionado com o cotidiano no qual os seus alunos se inserem, pois é sempre mais interessante quando conseguimos visualizar os benefícios da física para o nosso cotidiano.

## INCENTIVANDO O INTERESSE DE MENINAS NA CIÊNCIA POR MEIO DA ASTRONOMIA E DA FÍSICA: ADAPTAÇÃO DO PROJETO ROSE<sup>1</sup>

**Desirée Dornelles Corrêa** [desiree.dornelles@ufrgs.br]

**Daniela Borges Pavani** [dpavani@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

**Daniela Borges Pavani** [dpavani@if.ufrgs.br]

**Paulo Roberto Menezes Lima Junior** [paulolimajr@unb.br]

*Instituto de Física - Universidade de Brasília.*

*Campus Darcy Ribeiro, 70910900 - Brasília, DF - Brasil*

As mulheres estão entre as pessoas mais escolarizadas e constituem a maioria dos estudantes do ensino superior brasileiro na graduação, mantendo o percentual de presença de 57%. Entretanto, levantamentos da UNESCO mostram que nas áreas da ciência ocorre uma diminuição da titulação feminina na educação superior. Em 2001, 43% dos titulados na área de Ciências eram mulheres e em 2008 essa presença caiu para 37%. Com o objetivo de incentivar o interesse de meninas pelas ciências exatas através da Astronomia e Física, o Instituto de Física levou seus programas de extensão “Observatório Educativo Itinerante”, “Aventureiros do Universo” e “Escolas Parceiras” para uma escola localizada em Porto Alegre/RS, através do projeto “Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação”, com financiamento CNPq, MCTI, SPM-PR e Petrobras. O projeto utiliza a metodologia da Pesquisa-Ação, uma metodologia utilizada na ciência social, que visa compreender a situação das mulheres na ciência, detectar os problemas que levam a baixa representatividade de mulheres, buscar soluções e envolver os participantes na construção desse projeto. Uma característica do projeto é que não diferenciamos o observador do observado, ou seja, com a divulgação de informações dentro da população, com o processo de aprendizagem dos pesquisadores e dos participantes, com o eventual treinamento de pessoas para desenvolver a função de pesquisadores é possível esperar a geração de uma massa de informação significativa. A atuação na escola foi dividida em quatro abordagens: (1) ações para as meninas; (2) ações para comunidade; (3) aplicação de questionários de atitude adaptados do projeto ROSE, para analisar o impacto das ações; (4) produção da série “Lugar de Mulher”. O ROSE (The Relevance of Science Education) é um projeto de pesquisa que tem por objetivo reunir e analisar informações vindas dos alunos(as) sobre diversos tópicos que influenciam sua motivação para aprender ciência. Os questionários foram aplicados antes das ações e ao final do projeto. No presente trabalho, apresentaremos as análises da primeira etapa de aplicação dos questionários, que contaram com 300 alunos-50% meninas-, e as ações desenvolvidas de acordo com os dados coletados. Os primeiros dados mostram que as estudantes acham importante estudar ciência, mas não reconhecem a importância da ciência (principalmente da astronomia) como uma solução para problemas sociais e desenvolvimento da sociedade. Outro dado de destaque na pesquisa é que muitas gostam e tem facilidade com as disciplinas de ciências, mas não pretendem cursar ensino superior nessa área.

**Apoios: UFRGS, Instituto de Física, MCTI, CNPq, SPM-PR e Petrobras.**

**Palavras-chave:** Ciência, Gênero, Astronomia, Física.

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA), em 2014, Curitiba - PR.

## INVESTIGANDO SOBRE A METODOLOGIA DA PESQUISA ASSOCIADA AO USO DE RECURSOS DE INFORMÁTICA NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA EM CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS<sup>1</sup>

**Ivo Mai** [ivo.mai@ibiruba.ifrs.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS. Bairro Esperança, 98200-000, Ibirubá, RS – Brasil.*

**Profª. Dra. Karin Ritter Jelinek** [karinjlkfurg@gmail.com]

*Universidade Federal de Rio Grande – FURG.  
Campus Carrero, Rio Grande, RS – Brasil.*

Considerando a histórica dificuldade apresentada pelos alunos em aprender Física, e como consequência a falta de motivação para estes estudos. O mundo em que vivemos está em pleno desenvolvimento tecnológico no qual a Física tem grandes contribuições, porém, as pessoas usuárias destas tecnologias têm pouco conhecimento sobre a ciência aplicada. As ciências exatas e naturais, especialmente a Física foi amplamente contemplada com recursos didáticos que utilizam a tecnologia no seu funcionamento. E que os jovens são usuários adeptos das novas tecnologias, especialmente aquelas destinadas à comunicação. Com base nestes argumentos desenvolvemos uma pesquisa que visa investigar a eficiência e a aceitação da metodologia de projetos associada ao uso de recursos da informática para estudar conceitos da Física Moderna com alunos de Cursos Técnicos Integrados de nível médio. A metodologia aplicada foi a de resolução de problemas do mundo das tecnologias, dos conceitos físicos aplicados no seu funcionamento na forma de desenvolvimento de projetos. O professor da turma sugeriu situações problema, que foram escolhidos pelos alunos que formaram grupos de pesquisa. Os trabalhos desenvolvidos pelos grupos de alunos foram apresentados na forma de seminários, durante o qual houve troca de informações e debate sobre os temas. A avaliação dos resultados foi realizada com a aplicação de um pré-teste após aulas expositivas ministradas pelo professor, um pós-teste com questões semelhantes ao pré-teste, e aplicado após a realização dos seminários, e um teste de satisfação após o encerramento das atividades. Os resultados da pesquisa apontam uma significativa melhoria na aprendizagem dos estudantes envolvidos e que a maioria deles aprova a metodologia de projetos associada ao uso de aplicativos disponíveis na internet que simulam situações experimentais e que se aproximam da realidade Física. Os resultados são animadores, e as suas manifestações a respeito da importância do uso de recursos de informática, de atividades experimentais e da metodologia de projetos na melhoria da aprendizagem indicam que é possível, aos poucos, nos afastarmos do modelo mecanicista e adotar metodologias construtivistas.

**Apoios: FURG e IFRS.**

**Palavras-chave:** metodologia de projetos; mídias na educação; física aplicada; tecnologia.

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no VI Encontro Estadual de Ensino de Física, em 2015, Porto Alegre - RS.

## MÓDULO DIDÁTICO DE NANOCIÊNCIA EM TÓPICOS DE HIDROFOBICIDADE: UMA PROPOSTA POSSÍVEL PARA ATUALIZAR O ENSINO DE FÍSICA MODERNA.

**Rafael Piovesan Pistoia** [rafhapi@gmail.com]

*Instituto Estadual de Educação Mãe de Deus – IEEMD.*

*Caixa Postal 98170-000, Tupanciretã, RS – Brasil.*

**Anderson Luiz Elwanger** [pfandd@gmail.com].

**Solange Binotto Fagan** [solange.fagan@gmail.com]

*Centro Universitário Franciscano – UNIFRA – Caixa Postal 151.*

*Campus I, 97010-032, Santa Maria, RS – Brasil.*

No âmbito da pesquisa científica muito tem se produzido na academia a respeito da Nanociência e sua aplicação Nanotecnologia. Trazer para o aluno esta visão do ensino voltado à realidade do estudante é desafiador. Como opção para diminuir e resolver tal dificuldade, é produzido um Módulo Didático (MD) de Nanociência com tópicos em hidrofobicidade<sup>1</sup>. Por isso o nosso objetivo fundamental buscou contribuir na compreensão inicial da Nanotecnologia com o processo educativo e tecnológico, envolvendo a hidrofobicidade como meio potencializador no ensino de física, este campo visto quão complicado e vivenciado em maior parte dos estudantes no seu dia a dia. A manifestação é entendida em especial na flor de lótus, mas também em folhas, rosáceas, insetos aves e animais, alcançado igualmente de maneira artificial, apoiando-se nas soluções criadas pela natureza, ou seja, pela biomimetização. Ao cabo destes pressupostos estruturou-se um MD, o que se tem apontado eficaz por investigadores de ensino/aprendizagem de tópicos relacionados a Nanociências (ELLWANGER, 2010; GRANADA, 2012; SILVA, 2012), atualizando até então os atuais. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), versam sobre a obrigação de diversificação no ensino, na mesma linha de pensamento as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2012), pontuam a possibilidade de explorar tópicos instigantes pelo viés da pesquisa, tornando o ensino de física significante para a cultura científica e tecnologia atual. Refletindo sobre o fato, harmonizou-se a aprendizagem significativa de Moreira (2006). Para ajustar Nanociência em tópicos de hidrofobicidade no MD para o ensino, apoiamos na Transposição Didática de (CHEVALLARD, 2006), tendo a preocupação para não divagar os saberes produzidos na academia para o ensino. Ao final dos ajustamentos o material educacional foi avaliado por conhecedores do ensino de Nanociências. Arquetou-se da seguinte forma os assuntos: a) averiguação do conhecimento da temática; b) melhoramento do conhecimento, com recursos didáticos diferenciados, aula expositiva e dialogada, investigação em espaços virtuais, hipertextos, vídeos autorais de viés científico além de atividades experimentais. O MD apreciou a relação dos princípios da física clássica e moderna situando o lugar da hidrofobicidade, motivando o incentivo desta temática através da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). O material didático foi aplicado na Escola Instituto de Estadual de Educação Mãe de Deus (IEEMD), no município de Tupanciretã/RS, desenvolvido em (09) aulas e envolveram (50 alunos) de duas turmas do 2º ano Ensino Médio. As decorrências obtidas foram: a) permitiu em organizar um módulo didático que contemple hidrofobicidade em nanoescala; b) conduziu-se ao ensino de conteúdos atualizados para o ensino de física moderna; c) consentiu a inclusão do fenômeno científico desenvolvido no material educacional; d) viabilizaram-se vínculos com a teoria e a prática, por meio da pesquisa como princípio pedagógico na educação, convergindo para aquisição de novos saberes dos educandos.

**Palavras-chave:** Ensino de Nanociências, Transposição didática, Módulo Didático, CTS.

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido como projeto de Dissertação aprovado pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro Universitário Franciscano, sendo requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional no Ensino de Física, em 2015, Santa Maria – RS.

## **MOSTRA ITINERANTE: DIVULGAÇÃO CULTURAL E CIENTÍFICA EM ASTRONOMIA**

**Andréia Spessatto De Maman** [andreiah2o@yahoo.com.br]

**Sônia Elisa Marchi Gonzatti** [soniag@univates.br]

**Werner Haetinger** [werner@univates.br]

**Maicon Ferreira** [maikinho\_12@hotmail.com]

*Centro universitário UNIVATES – Centro de Ciências Exatas e tecnológicas – CETEC.  
Rua Avelino Talini, 171, Bairro Universitário, Lajeado, 95900-000, Rio Grande, RS – Brasil.*

Este trabalho apresenta as ações do Projeto de Extensão “Mostra Científica Itinerante: Percorrendo o Vale, desvendando o céu” (MCI), que se desenvolve no Centro Universitário UNIVATES, Lajeado-RS. O objetivo principal do projeto é o de difundir o conhecimento e a cultura científica, além de estimular o gosto pela Astronomia, destacando o caráter interdisciplinar e evolutivo dessa ciência. A MCI constitui-se de um laboratório de estímulo à aprendizagem, ao questionamento e à curiosidade, caracterizando-se como um recurso de ensino não-formal e de fácil acesso à população. Por meio de Mostras Científicas Itinerantes, são realizadas sessões fazendo uso de um planetário inflável, no qual é possível fazer uma projeção da visão real do céu noturno, como visto em diferentes latitudes e em perspectiva tridimensional. Também são apresentados os mitos associados às constelações em suas diferentes culturas. Durante a sessão, por meio de uma narração gravada e ao movimento aparente das estrelas é possível imaginar-se em uma viagem pelo espaço e, por meio de um projetor de slides, observar sondas, cometas, asteroides e os principais planetas do Sistema Solar, apresentando suas características. Pelo fato de ser itinerante, esse recurso facilita a aproximação e o contato com as pessoas, atendendo a um público diversificado, principalmente quando em itinerância pelas feiras culturais e comerciais da região. No entanto, o público que o projeto mais atende são alunos de escolas da educação básica. A maioria das Mostras, quando em itinerância, é realizada em escolas, ou outros espaços educacionais, nos quais o planetário fica instalado durante um tempo mais estendido, atendendo a alunos e professores. Durante o ano de 2014, foram atendidas mais de 3400 pessoas, em sua maioria, estudantes da educação básica. Foram realizadas 142 sessões, sendo 60 em itinerância, 35 na Univates e 47 em eventos culturais e comerciais da região. No ano de 2015, até junho, já foram realizadas 46 sessões no planetário e 11 escolas foram atendidas. Destas sessões, 26 foram realizadas na Univates e 20 em itinerância, totalizando 1010 pessoas atendidas até esta data. Planetários podem ser considerados espaços de ensino não-formal, pois estimulam a aprendizagem e a curiosidade epistemológica acerca da Astronomia para além do âmbito da escola e da sala de aula, despertando encantamento em quem por eles passa. Neles a aprendizagem torna-se excitante, desafiadora e diferenciada, pois os participantes podem expor sua vontade de conhecer e aprender mais sobre algo. Muitos dos professores das escolas que participaram com seus alunos nas sessões relatam que a atividade possibilitou aos alunos vivenciarem uma nova experiência, despertando curiosidade e interesse pela Astronomia, além de complementar o trabalho que é desenvolvido na escola. É um projeto relativamente novo, com apenas um ano de existência, mas seus números apontam que há um significativo interesse pela Astronomia na região. Além disso, o planetário é um rico espaço de ensino não-formal, pois estimula a curiosidade e fascina a todos com seu belo céu estrelado.

**Apoio: UNIVATES**

**Palavras-chave:** planetário móvel; Astronomia; divulgação científica; ensino não-formal.

## O CONHECIMENTO FÍSICO NA EDUCAÇÃO INFANTIL: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE DESENHOS ANIMADOS

**Barbara Locatelli da Silva** [baa.lsilva@hotmail.com]

*IFSul – Campus Passo Fundo*

*Estrada Perimetral Leste, 150, 99064-440, Passo Fundo, RS – Brasil.*

**Michele Ferreira Cardoso** [105687@upf.br]

*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional  
UPF – Caixa Postal, 611.*

*Campus I – Km 171 – BR 285, Bairro São José, 99001-970, Passo Fundo, RS – Brasil.*

Muito se ouve falar nos últimos tempos sobre os grandes avanços científicos e tecnológicos, esses avanços adentram nossa sociedade a fora, chegando à nossa comunidade, à nossa escola e também às nossas casas. Um exemplo bem comum de tecnologia presente no cotidiano remoto de praticamente toda a população é o uso dos televisores fazendo parte integrante da rotina familiar. Com os mais diversos programas, esse meio de comunicação informa, diverte, entretém e forma a opinião de grande parte da população. As crianças por sua vez, são convidadas a viajar num mundo mágico e encantador do faz de conta através dos desenhos animados. Este trabalho relaciona a Física e a Arte. A Física trabalha com a parte precisa e objetiva da realidade, enquanto a Arte se preocupa com a dimensão da percepção psicológica do mundo, sendo assim, podemos considerar os desenhos animados como uma manifestação artística que tem o objetivo de divertir e entreter, mas não possui nenhum compromisso com a realidade. Por essa razão os desenhos animados podem transmitir informações errôneas às crianças que ainda não possuem visões de mundo plenamente desenvolvidas, essas noções inverossímeis podem perdurar até o ensino médio, sendo corrigidas somente mais tarde no processo de educação. Entretanto os desenhos quando utilizados corretamente podem funcionar como uma poderosa ferramenta didática, fornecendo a ponte entre a vivência do aluno e o conteúdo a ser desenvolvido, tornando dessa maneira a aula mais atrativa e fazendo com que o professor consiga interagir com o aluno. Na maioria das vezes os principais temas abordados nos desenhos animados têm relação com as ciências: Química, Física e Biologia. Neste trabalho avaliamos criticamente uma proposta piloto que têm como objetivo a abordagem do conhecimento físico na educação infantil através de desenhos animados, utilizando-os como organizadores prévios na inserção de atividades significativas e contextualizadas sobre assuntos de conhecimento físico. As atividades foram realizadas durante oito semanas com 12 alunos em idade pré-escolar em uma escola pública localizada no centro da cidade. Iniciavam-se as atividades com um desenho animado que tinha algum fenômeno físico envolvido, após o desenho havia uma questão desafiadora que as crianças deveriam sugerir hipóteses e/ou conclusões. Num segundo momento reuniam-se em grupo para trocar ideias sobre o acontecido no desenrolar da história. Após a troca de ideias, foi feito um experimento concreto sobre o assunto em questão. Eles eram estimulados a questionar, participar, discutir, fazer previsões e conclusões. A avaliação da atividade desenvolvida acontecia por meio de um relato contado aos colegas onde cada um relatava se já havia presenciado tal acontecimento/fenômeno em sua vida e de que forma o acontecera. Por fim cada um fazia um desenho sobre o aprendizado do dia. Foram utilizados os desenhos: *Kika - de onde vem?*; *Doki Descobre*; *Sid o cientista*. Os assuntos desenvolvidos foram: astronomia, atrito, densidade dos materiais, calorimetria, entre outros que foram surgindo no decorrer dos questionamentos. Nesse sentido a avaliação da iniciativa proposta é positiva, pode se observar que os desenhos animados são significativos para a contextualização e introdução ao aprendizado de um novo conteúdo principalmente os de ciências, motivando e despertando o interesse dos alunos que se mostraram participativos e dispostos a dialogar e interagir buscando sanar algumas dúvidas frequentes do seu cotidiano.

**Palavras-chave:** Educação Infantil; Conhecimento Físico; Desenho animado.



## O PROBLEMA DAS SOMBRAS E DAS SOMBRAS COLORIDAS

**Marco Aurélio Torres Rodrigues** [profmarcotorresjbsegv@gmail.com]

*Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS- Unidade: Santana do Livramento.  
Rua Rivadávia Correa,825 – Centro, 97573-553, Santana do Livramento, RS – Brasil.*

Durante o primeiro semestre de 2015, desenvolvi junto a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Unidade Bagé -, um Projeto de Extensão, que tinha como objetivo investigar a viabilidade da Prática Construtivista quando aplicada a discentes do curso de Pedagogia e a professores dos Anos Iniciais do Ensino fundamental. Inicialmente foram distribuídas 12 vagas para docentes da rede pública de ensino e 12 para licenciandos em Pedagogia, entretanto das 24 vagas disponibilizadas, 18 foram preenchidas. Este projeto tratava-se de uma capacitação, intitulada “*Práticas Construtivistas no Ensino de Eletromagnetismo e Óptica para Discentes do Curso de Pedagogia e Professores dos Anos Iniciais*”; foram realizados dez encontros, todos com duração de 4 horas. Nos encontros, foram utilizados “religiosamente” os seguintes procedimentos de ensino: 1º Separar a turma em grupos; 2º Distribuir os materiais; 3º Propor o problema; 4º Esperar a solução do problema; 5º Observar as tentativas de solução do problema; 6º Recolher os materiais; 7º Permitir explicações causais; 8º Escrever e desenhar; 9º Relacionar a atividade e o cotidiano. Em cada encontro os alunos eram instigados a resolver um ou mais problemas utilizando material concreto. No decorrer do **Nono Encontro** - único realizado no período da noite devido à natureza dos problemas que seriam propostos - foram propostos e resolvidos três problemas. O primeiro kit distribuído foi o seguinte: um espelho plano (13cmx18cm); uma bola de isopor grande; uma lanterna; um espetinho de churrasco em madeira e serviu para resolver o seguinte problema: – *Como poderemos iluminar a parte da frente e de trás da bola de isopor ao mesmo tempo?* Na sequência foi proposto o 2º problema da noite: – *Como fazer para que a sombra da bolinha pequena cubra ou envolva a bola grande?* Para resolver este problema, foi necessário, além dos objetos do 1º kit, acrescentar uma bolinha pequena de isopor e mais um espetinho, além de retirar o espelho plano. Durante a realização das etapas para este 2º problema, os alunos mostraram-se muito espontâneos e aproveitando esta disposição ministrei uma pequena oficina sobre as fases da lua e os eclipses. O último problema a ser abordado foi o seguinte: – *Como construir sombras coloridas com o material que tínhamos disponível?* Entretanto, como precisava organizar o material (3luminárias, lâmpadas de led 2,2 W – 220V nas cores vermelha, verde e azul cartolina branca e obstáculo), propus um intervalo de quinze minutos. Enquanto os alunos descansavam um pouco, organizei os objetos de modo a ser possível obter as sombras coloridas. Os alunos trabalharam em um grande grupo devido ao fato de não termos kits para 3 grupos. A obtenção das sombras coloridas foi de certa forma orientada. Primeiro solicitei que ligassem a lâmpada de uma das luminárias e marcassem na cartolina sua sombra com determinado lápis de cor. Depois desligavam esta lâmpada e ligavam a próxima. Seguiram os mesmos passos anteriores, até construírem as três sombras individuais na cartolina. Pedi que observassem atentamente as marcas feitas na cartolina e depois propus o problema das sombras coloridas. Os estudantes começaram a ligar e desligar lâmpadas, quando as sombras apareceram, vibraram como uma criança que acabou de ganhar um brinquedo. Essa algazarra durou bastante tempo. Esperei pacientemente que todos registrassem o momento com as câmeras de seus celulares. Na etapa de tomar consciência de como foi produzido o efeito desejado, os alunos, como sempre, não tiveram problemas para descrever suas ações; contudo, quando chegamos à etapa de dar explicações causais, tudo ficou mais complicado. Percebi que realmente aqueles estudantes não conheciam a Teoria Tricromática de Young-Helmholtz. Foi a primeira vez que utilizei nos encontros uma apresentação em PowerPoint com intuito de apresentar uma teoria que os alunos desconheciam. Também utilizei as sombras registradas na cartolina para ajudar na explanação da Teoria Tricromática. É oportuno informar que esta investigação teve origem enquanto aluno do MNPEF.

**Palavras-chave:** Metodologia Construtivista; Ensino de Física; Formação inicial de Professores.

## O PROBLEMA DO ARCO-ÍRIS

**Marco Aurélio Torres Rodrigues** [profmarcotorresjbsegv@gmail.com]

*Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS- Unidade: Santana do Livramento.  
Rua Rivadávia Correa, 825 – Centro, 97573-553, Santana do Livramento, RS – Brasil.*

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um pequeno recorte de um Projeto de Extensão que foi desenvolvido junto à Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Unidade Bagé -, para capacitação de discentes do curso de Pedagogia e docentes em exercício no Ensino Fundamental I. Esta capacitação surgiu devido a minha necessidade enquanto aluno do MNPEF de investigar a viabilidade da Prática Construtivista, na formação inicial dos futuros Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Dentro desta capacitação intitulada “*Práticas Construtivistas no Ensino de Eletromagnetismo e Óptica para Discentes do Curso de Pedagogia e Professores dos Anos Iniciais*” foram realizados dez encontros, no primeiro semestre de 2015, que contou com a participação de 18 licenciandos em Pedagogia, sendo 17 da UERGS e 1 da UFPEL. Em cada encontro os estudantes faziam atividades e nestas eram utilizados os seguintes procedimentos de ensino: 1º Separar a turma em grupos; 2º Distribuir os materiais; 3º Propor o problema; 4º Esperar a solução do problema; 5º Observar as tentativas de solução do problema; 6º Recolher os materiais; 7º Permitir explicações causais; 8º Escrever e desenhar; 9º Relacionar a atividade e o cotidiano. Escolhi o **Quinto Encontro** para apresentar pois algo inédito aconteceu, solicitei que os alunos solucionassem o mesmo problema com três kits diferentes. Antes de entregar o 1º kit - que era composto pelos seguintes objetos: prato fundo; uma garrafa pet com água; um pedaço de espelho (10cmx3cm) fixado em uma dobradiça metálica; cartolina - conversei um pouco a respeito do arco-íris, só depois propus o seguinte problema que deveria ser resolvido pelos alunos em grupo: - *Como fazer um arco-íris com o material que temos sobre nossas carteiras?* Como acontecera em todos os encontros fiquei transitando entre os grupos para observar as tentativas de resolução e notei que os futuros professores não estavam agindo sobre os objetos para ver como estes reagiam; então percebi que estavam com enorme dificuldade para solucionar o problema. Em virtude do que estava ocorrendo convidei os alunos para irem até o pátio e utilizar o outro kit - que era composto por uma mangueira - para resolver o mesmo problema. Então após procurar e achar uma torneira - na quadra de esportes - os estudantes começaram a tentar solucionar o problema. Foi um show de água para todos os lados, até que uma das alunas pediu licença para utilizar a mangueira e solucionou o problema, devo salientar que todos fizeram questão de produzir seu “próprio” arco-íris. Voltamos para a sala, dando continuidade aos procedimentos de ensino. Na etapa de tomada de consciência, os estudantes contaram rapidamente como o efeito foi obtido. Então passamos à fase de dar explicações causais. Para tanto fiz a seguinte indagação: - *Por que o arco-íris apareceu?* Achei muito interessante que eles não responderam à minha indagação e, sim, fizeram outras perguntas: - *Por que surgem estas cores?* - *Por que as cores aparecem sempre na mesma ordem?* - *Por que tem algumas cores mais fortes?* Criou-se um ambiente com enorme necessidade de respostas. Entretanto não queria sair disparando certezas para todos os lados, afinal gostaria de ouvir dos alunos o que pensavam a respeito. Por isso tentei um acordo. Eles me ajudariam a construir a resposta da minha primeira indagação e em contrapartida eu os ajudaria a construir as respostas para seus questionamentos. Feito o acordo e cumprido as demais etapas; os alunos voltaram sua atenção para resolver o mesmo problema com o 1º kit. Entretanto mudei um pouquinho o problema proposto, ficando desta forma: - *Como devemos fazer para obter um arco-íris na cartolina?* Os alunos conseguiram resolver o problema e cumpriram todas as demais etapas. O 3º kit disponibilizado foi apenas um CD e o problema proposto foi o seguinte: - *Como obter um arco-íris utilizando este CD?* Rapidamente solucionaram o problema e partiram para concluir as demais etapas.

**Palavras-chave:** Metodologia Construtivista; Ensino de Física; Formação inicial de Professores.

## O TRÂNSITO ATRAVÉS DAS LEIS DE NEWTON

**Claudia Graciela Reherman Silveira** [claudia-rehermann@hotmail.com]  
**Josiane Estela Roloff** [josianeestelaroloff.5@hotmail.com]  
**Maria Joseane Rusch da Silva** [josichuvisca@hotmail.com]  
*Escola Estadual de Ensino Médio Areal – Av. Domingos de Almeida, 2684,  
 Areal, 96085-470, Pelotas, RS – Brasil.*  
**Rafael Cavagnoli** [rafael.cavagnoli@ufpel.edu.br]  
*Instituto de Física e Matemática – UFPEL – Caixa Postal, 354,  
 Prédio 05 – 3º andar – sala 30,  
 Campus Capão do Leão, 96001-970, Pelotas, RS – Brasil.*

Os bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de licenciatura em Física da UFPEL junto com a professora da Escola Estadual de Ensino Médio Areal (e supervisora do PIDIB) estão desenvolvendo o projeto O Trânsito Através das Leis de Newton com o intuito de complementar as aulas teóricas sobre as Leis de Newton em uma turma do segundo ano do ensino médio noturno. Como parte dos estudantes possui mais de dezoito anos, os mesmos se mostraram interessados em estudar a aplicação das Leis de Newton no trânsito. Neste trabalho usaremos experiências e vídeos como meio para a compreensão das Leis de Newton, sendo que a metodologia empregada terá como objetivos o aumento da participação e interatividade dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas com efeitos positivos no processo de ensino-aprendizagem. Este projeto está programado para ocorrer no mês de agosto de dois mil e quinze em cinco encontros, cada encontro possui dois períodos com duração de quarenta e cinco minutos. Primeiro encontro: Ocorrerá a apresentação do projeto aos estudantes e um questionário que terá como objetivo analisar as ideias prévias dos estudantes sobre o assunto. Segundo encontro: Os bolsistas do PIBID utilizarão o experimento de uma bolha confinada em uma mangueira para explicar que todo objeto em movimento continua em movimento se não houver nenhuma força externa resultante. Este experimento irá complementar a Primeira Lei de Newton, com o objetivo de relacionar com o fluxo no trânsito que existe atualmente, e conseqüentemente, com o uso do cinto de segurança. Terceiro encontro: Trabalharemos com a Segunda Lei de Newton. Os bolsistas do PIBID usarão um carrinho de controle remoto para discutir os tipos de forças que atuam em um carro que faz uma curva, que pare ou que acelere. Aqui serão discutidos: referenciais, trajetórias, a rapidez, aceleração e desaceleração do automóvel, vantagens e desvantagens sobre essas acelerações. Quarto encontro: Sobre a Terceira Lei de Newton, será feita uma demonstração de colisão entre dois carrinhos. Sobre a questão do atrito, vamos utilizar um carrinho de controle remoto e uma pista com diferentes "texturas", principalmente com o intuito de abordar a frenagem em dias de chuva. Quinto encontro: Será o encerramento do projeto, com um vídeo sobre os acidentes de trânsito e como as Leis de Newton contemplam este assunto, logo após será aplicado um questionário final com uma avaliação do trabalho desenvolvido. Conhecer as concepções prévias dos estudantes permite aos professores um melhor planejamento de suas aulas e atividades. Esperamos que seja possível desenvolver as competências e habilidades ligadas a Investigação e Compreensão dos fenômenos vistos experimentalmente e em forma de vídeos. Que os alunos desenvolvam a habilidade de reconhecer, utilizar e interpretar as Leis de Newton, não apenas para resolver problemas propostos em livros-texto, mas, que tenham condições de verificar/utilizar tais conceitos no seu dia a dia.

**Apoios: PIBID(CAPES) e UFPEL.**

**Palavras-chave:** Leis de Newton; Ensino de Física; Física no trânsito.

## O USO DE *SMARTPHONES* NO ENSINO DE UM SISTEMA MASSA-MOLA NA DIREÇÃO VERTICAL

Camila Collares [camilabcollares@gmail.com]

Fernanda B. e Gonçalo [nanda.unipampa@gmail.com]

Pedro F. T. Dorneles [pedroftd@gmail.com]

Guilherme F. Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA - Avenida Maria Anunciação Gomes de Godoy, 96413-170, Bagé, RS – Brasil.

Nos dias atuais, o *smartphone* é um dispositivo eletrônico presente no dia a dia da maioria dos alunos, porém geralmente não é utilizado para fins didáticos, como forma de complementar a aprendizagem dos estudantes. No ensino de oscilações, frequentemente, se explora sistema massa-mola que oscilam na direção horizontal e oscilações na vertical não são abordadas. No presente trabalho, fixamos um *smartphone* em uma mola, distendemos 5 cm e colocamos para oscilar na direção vertical. Usando-se princípios da modelagem científica, proposta por Veit, Araujo e Brandão (2008)<sup>1</sup> construímos um modelo teórico que prevê o comportamento da aceleração em função do tempo. A aceleração resultante do *smartphone* é a combinação da aceleração gravitacional com a força elástica da mola e, assim, a aceleração oscila senoidalmente em torno da aceleração gravitacional. Desta forma, um gráfico da aceleração por tempo poderá fornecer dados sobre a aceleração da gravidade local (a partir da aceleração de equilíbrio) e da constante da mola (a partir da frequência de oscilação). Dentro dessa perspectiva o *smartphone* pode constituir-se em um recurso instrucional potencial para gerar dados experimentais, capazes de propiciar o vínculo entre teoria e experimento e a análise do domínio de validade de modelos teóricos. Para esta proposta, utilizou-se o aplicativo *Physics Toolbox Accelerometer*, este aplicativo apresenta na tela do aparelho um gráfico gerado a partir dos dados de aceleração nos eixos x, y e z *versus* o tempo, mostrando um gráfico senoidal como o esperado, na direção vertical, estes dados são captados pelo sensor acelerômetro (Rocha e Marranghello, 2013)<sup>2</sup>. O aplicativo oferece meios para que os dados sejam exportados na forma de uma planilha, possibilitando a geração de um gráfico da aceleração na direção vertical. Para isso, foi utilizado o *software Origin*. Realizando um ajuste nos pontos experimentais do gráfico gerado, a partir da equação obtida é possível encontrar os valores da amplitude, da velocidade angular e a aceleração da gravidade. Nesse sentido a inserção do aplicativo *Physics Toolbox Accelerometer* no Ensino de Física é uma forma de integrar o uso de recursos tecnológicos atuais nas aulas de Física do Ensino Médio e proporcionar a alunos e professores uma articulação sobre ciência e tecnologia, inserida no mundo atual.

**Apoio: Este trabalho recebeu apoio material e financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes – Brasil.**

**Palavras-chave:** modelagem científica; *smartphone*; oscilações; Ensino de Física.

<sup>1</sup> BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **Física na escola**. São Paulo. Vol. 9, n. 1, p. 10-14, 2008.

<sup>2</sup> DA ROCHA, Fábio Saraiva; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico. Propriedades de um acelerômetro eletrônico e possibilidades de uso no ensino de mecânica. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 7, n. 1, p. 37, 2013.

## O USO DO ARDUINO EM UM EXPERIMENTO SOBRE RESFRIAMENTO E ANOMALIA DE DENSIDADE DE UMA AMOSTRA DE ÁGUA

Ana Cláudia Wrasse Salazart [anacwrasse@gmail.com]

Sandra Grizza Lemos [sandragrizza@gmail.com]

Pedro Fernando Dorneles [pedrodorneles@unipampa.edu.br]

Paulo Henrique Guadagnini [paulogadagnini@unipampa.edu.br]

Universidade Federal do Pampa Campus Bagé, 96413-170,

Bagé, RS – Brasil

Este trabalho traz resultados de um experimento sobre resfriamento e anomalia de densidade de uma amostra de água. Heidemann *et al.* (2013)<sup>1</sup> inspirados em ideias de Ciclos de Modelagem construíram um modelo teórico e encontraram resultados teóricos e experimentais de que a temperatura de uma amostra da água, sem isolamento térmico com o ambiente é menor que a temperatura ambiente, devido ao fato de haver perdas de energias por evaporação. Buscamos realizar o experimento descrito no artigo utilizando recursos tecnológicos no Ensino de Física através da Placa Microcontrolada Arduino e o programa Parallax Data Acquisition Tool (PLX-DAQ). Analisamos o comportamento da água em duas situações: com temperatura inicial maior que a ambiente e no estado sólido a zero grau celsius. Ligamos na placa Arduino sensores LM35 que foram expostos a diversos recipientes contendo água para fazer medidas de temperatura. O sensor LM35 nos dá uma medida em volt, e esta pode ser convertida em uma temperatura, pois cada 10 mV equivale a 1 °C. Utilizamos estas informações para gerar dados de temperatura em função do tempo. Inicialmente medimos temperaturas ambientes com três sensores diferentes, para fazermos uma calibração dos sensores. Após a calibração um sensor foi mergulhado a um prato destampado com água a temperatura inicial de 50 °C, outro sensor a um prato tampado com água com temperatura inicial de 50 °C e o terceiro realizou medidas da temperatura ambiente. Como resultado, pudemos observar que a temperatura do recipiente com o prato fechado ficou muito próxima da temperatura ambiente, já, a temperatura da água do prato aberto ficou sempre menor que a do prato fechado e quando ambos se aproximaram da temperatura ambiente a água do prato fechado manteve-se com a temperatura próxima da ambiente (aproximadamente 1 °C a menos que a temperatura ambiente) e a do prato aberto com uma diferença maior (aproximadamente 2 °C a menos). Estes dados corroboram os dados de Heidemann *et al.* (*op. cit.*), que não usaram um sistema de coleta de dados automatizada. Em um segundo momento congelamos uma amostra de água com um sensor LM35 dentro e realizamos medidas a partir do instante de tempo que colocamos o gelo em contato com o ambiente. Conforme já previsto teoricamente, a temperatura permaneceu constante (0 °C) durante todo processo de fusão do gelo e próximo de 4 °C se alterou bruscamente a taxa de variação de temperatura em função do tempo (evidenciando o fenômeno de dilatação anômala da água – anomalia de densidade). Assim, estamos apresentando um trabalho que corrobora resultados já publicados e complementamos com a evidência experimental da anomalia de densidade da água, frequentemente ignorada nos gráficos de aquecimento de água, presentes nos livros textos. Cabe salientar que o código fonte usado para realizar as medidas pode ser usado para monitorar a temperatura de qualquer substância e a planilha eletrônica do programa PLX-DAQ pode gerar instantaneamente gráficos de temperatura em função do tempo.

**Apoios: CAPES e OBEDUC.**

**Palavras-chave:** Temperatura; Arduino; anomalia de densidade da água.

<sup>1</sup> HEIDEMANN, L. A., ARAUJO, I. S., VEIT, A. & SILVEIRA, F. L. DA. (2013) Um ciclo de modelagem sobre a lei de resfriamento de Newton. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013 – São Paulo, SP. Atas... São Paulo: USP. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0179-1.pdf>. Acesso em 29 de julho de 2015.

**OFICINAS DE XADREZ ENTROPIA****Muriel Soares Rabello** [themuriel666@gmail.com]**Mateus Medeiros Teixeira** [mateus.teixeira@ifsc.edu.br]*Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC**Campus do Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil.*

O Xadrez é um jogo de tabuleiro milenar, cujo escopo é empregar diversas estratégias para tentar capturar o rei adversário, exigindo de seus praticantes níveis elevados de concentração e raciocínio. Porém, apenas no século passado pesquisadores, como OLIVEIRA, SUNYÉ NETO, FADEL, começaram a estudar a utilização do xadrez como uma ferramenta pedagógica, os resultados apontam que através da inclusão do jogo do xadrez, os praticantes apresentam um desenvolvimento de suas capacidades. Atualmente, o xadrez é reconhecido mundialmente pelo seu potencial pedagógico, sendo integrado como disciplina ou projeto em escolas de países como Rússia, França, Inglaterra, Argentina, Cuba, Espanha, México e Venezuela. O presente projeto é parte de uma atividade de extensão iniciado em 2013, realizado pelos autores desse trabalho, na tentativa de incluir o jogo de xadrez como um suporte pedagógico para estudantes de ensino médio e melhora do rendimento escolar. Atualmente, o projeto vem sendo desenvolvido como uma ação do PIBID/IFSC-Câmpus Araranguá<sup>1</sup>, objetivando estudar a relação pedagógica entre xadrez e a aprendizagem dos alunos no ensino de Física. O trabalho tem como foco principal a termodinâmica, envolvendo especificamente o conceito de entropia, uma grandeza que mede o grau de desordem em um sistema isolado, isto é, medida do grau de organização ou desorganização de um dado sistema físico. No entanto, mesmo sendo um conceito importante, devido a diversos motivos é ignorado, ou seja, é um tópico invisível em muitos espaços formais de aprendizagem. Analisando uma partida de xadrez, percebe-se que ele é um cenário perfeito de um exemplo de sistema entrópico. No início de uma partida, todas as peças estão dispostas organizadamente, e conforme o jogo evolui as peças se desorganizam, aumentando sua entropia e quanto mais a partida avança, maior vai sendo a desordem. Esse exemplo ilustra e ao mesmo tempo proporciona, a possibilidade de explorar o lúdico do jogo (**regras**) com a parte pedagógica relacionada ao ensino de física (**leis**). Partindo do objetivo de ligar xadrez e Física, criou-se uma variação do jogo denominado Xadrez Entropia, desenvolvido por Alexandre de Matos (2014) no trabalho “*Brincando com as leis da Física no Tabuleiro de Xadrez*”. Essa variação adiciona novas regras ao jogo que estão diretamente ligadas aos conceitos da entropia. O trabalho representa uma maneira inédita de estabelecer conexão entre as regras de xadrez e as leis da física utilizando o lúdico, a técnica e o pedagógico. Nesta proposta de trabalho será apresentado as regras do xadrez entrópico e um exemplo de partida. Também será discutido a situação atual do projeto, em relação as oficinas de xadrez tradicional e entrópico para alunos do segundo ano da EEB Prof<sup>a</sup> Dolvina Leite de Medeiros.

**Apoio: CAPES/PIBID****Palavras-chave:** Xadrez; Entropia; Ensino de Física.

---

<sup>1</sup>Trabalho desenvolvido sob a orientação do coordenador de área do PIBID, Professor Humberto Luz Oliveira.

## **OS DESAFIOS ENERGÉTICOS DO FIM DO PETRÓLEO BARATO EM AULAS DE FÍSICA: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS IDÉIAS DOS ALUNOS**

**Andréia Spessatto De Maman** [andreiasdm@yahoo.com.br]

*Centro universitário UNIVATES – Centro de Ciências Exatas e tecnológicas – CETEC.  
Rua Avelino Talini, 171, Bairro Universitário, Lajeado, 95900-000, Rio Grande, RS – Brasil.*

**João Batista Siqueira Harres** [jbharres@yahoo.com.br]

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC/Faculdade de Física  
Av. Ipiranga, 6681 - Partenon, Porto Alegre, 90619-900, Rio Grande, RS – Brasil.*

Este trabalho apresenta atividades desenvolvidas em uma unidade didática elaborada para analisar a evolução das concepções dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública localizada no Vale do Taquari – RS, sobre o uso da energia. A unidade didática propõe atividades com um caráter investigativo, centrando-se na explicitação, análise e reflexão das ideias dos alunos. As atividades propostas buscam a reflexão sobre a matriz energética atual e a forte dependência de uma fonte não renovável de energia: o petróleo. As atividades foram aplicadas em 26 alunos, estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Dentre as atividades propostas destaca-se a construção da matriz energética da residência de cada aluno, na qual foi possível observar e identificar o percentual gasto para cada tipo de energia. Também, foram analisados e construídos diferentes gráficos e tabelas com o intuito de conhecer, compreender e analisar o processo de consumo e obtenção do petróleo. Além de identificar diferentes matrizes energéticas (mundial, brasileira e regional). A leitura e discussão de textos científicos acompanhados pela confecção de um painel informativo sobre o petróleo e as fontes alternativas de energia foram fundamentais para se pensar sobre uma possível mudança da atual matriz energética. Durante o desenvolvimento da unidade didática, as atividades foram conduzidas de maneira investigativa proporcionando uma maior interação, reflexão e valorização do pensamento do aluno, possibilitando que os estudantes fossem condutores da construção de seu próprio conhecimento, participando das discussões, expondo suas ideias, buscando leituras complementares, interpretando gráficos e buscando soluções para problemas do seu dia a dia. Por meio desta investigação pode afirmar que foi possível promover uma discussão, reflexão e melhor entendimento da atual matriz energética tanto mundial como local, além da conscientização da produção e consumo de energia e a relação do tema a disciplina de Física, considerando nossa dependência de fontes não renováveis de energia. Os resultados mostraram que a unidade didática aplicada, foi eficaz para promover uma evolução inicial de suas ideias sobre o fim do petróleo barato, provavelmente influenciada pelo desconhecimento por parte da maioria dos alunos sobre o modelo energético atual. O tema da dependência do petróleo, e o da educação para um uso racional da energia ainda tem muito por ser investigado e analisado, muito a se conhecer e muito a ser desvendado diante dos fatos e acontecimentos que se vislumbram e que virão nas próximas décadas ou mesmo anos.

**Palavras-chave:** ideias dos alunos; unidade didática; petróleo.

**PORTFÓLIO COMO ALTERNATIVA DIDÁTICA NO ENSINO DE TERMOLOGIA****Ticiana Regina Hepp** [ticianahhepp@yahoo.com.br]**Ana Cláudia dos Santos** [118342@upf.br]**Bruno Reinaldo da Silva** [142963@upf.br]**Gustavo de Gasperi** [gustavo.gaspero@yahoo.com.br]

Este projeto relata uma das ações produzidas pelo Programa Interinstitucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID na área de Física na Universidade de Passo Fundo – UPF. Desde 2010 na instituição, o programa é uma iniciativa do governo federal para o aperfeiçoamento e valorização de professores para a educação básica, incentivando a formação de futuros professores. Em parceria com quatro escolas da rede estadual de ensino médio, o programa conta com a participação de vinte estudantes da licenciatura em Física e uma professora coordenadora de área. Desenvolvido no Colégio Estadual Joaquim Fagundes dos Reis em Passo Fundo – RS, o presente trabalho, tem como objetivo relatar a experiência do uso de portfólio para o ensino de Física no Ensino Médio. Comumente o método de instrução é fundamentado na elucidação do conteúdo e das fórmulas a serem usadas. Este projeto é uma alternativa que tenta fazer com que o aluno associe os conteúdos com os objetos do dia a dia. Tendo por base conteúdos aplicados no segundo ano do Ensino Médio para a construção do portfólio, foram abordados os mesmos de uma forma mais interativa, não apenas visando-o como um instrumento de avaliação, mas sim uma nova alternativa de ensino para o processo de aprender de cada aluno, onde os mesmos puderam relatar as aulas práticas e atividades propostas, com auxílio e orientação. Para construção do portfólio trabalhou-se juntamente com duas turmas do segundo ano do Ensino Médio, que utilizaram somente folhas de papéis do tamanho A3 e pastas para montagem de capas. Foram alvitadas propostas, as quais cada uma tinha o objetivo de explicar o conteúdo de Termologia e as suas aplicações no dia a dia. As atividades possuíam diferentes métodos, tais como: reportagem com comentário, fórmulas e aplicações, principais conceitos da matéria, esquema de termômetros, capas com montagem de figuras referentes ao conteúdo e aplicação da Termologia na construção civil. Com o uso de tais métodos trabalhou-se auxiliando e orientando cada estudante na construção de seus portfólios. São poucos os discentes que formalizam um estudo prévio da matéria a aprender. Frequentemente os poucos contatos com o conteúdo são feitos apenas durante as aulas, sendo este um ciclo difícil de ser rompido. O portfólio gerador deste pôster visou o envolvimento dos estudantes com a matéria, tirando-os de sua zona de conforto onde são agentes passivos em relação ao conteúdo e transformando-os em protagonistas ativos no processo de ensino-aprendizagem. Como critérios avaliativos foram usados: a realização da atividade, a qualidade na apresentação, a coerência do trabalho realizado com o que foi solicitado e se o conteúdo estava correto. Sendo o último aspecto o que apresenta maior relevância e, portanto valeu mais no momento da correção. A aplicação do portfólio causou uma conexão dos estudos de Termologia com a realidade dos estudantes. Tendo estes apresentado mais interesse, maior apropriação e entendimento assim como melhor rendimento nas aulas.

**Apoios: CAPES, PIBID e UPF.**



**PROPOSTA DE ABORDAGEM DO ATRITO EM PLANO INCLINADO VIA APPLET****Bruno Vítor Cecílio** [brunovcecio@hotmail.com]**Frederico Alan de Oliveira Cruz** [frederico@ufrj.br]*Departamento de Física/PET-Física – UFRRJ.**Av. Ministro Fernando Costa, s/n, 23890-000, Seropédica, RJ – Brasil.*

Percebe-se na maioria das escolas, principalmente nas turmas de ensino médio, que existe uma falta de motivação dos estudantes nas atividades em sala de aula. No caso das disciplinas da área de Ciências Exatas, que tem na maioria das vezes aulas apenas expositivas e que requer um grande grau de abstração, a situação é mais extrema. Uma vez que eles não compreendem o fenômeno, estes passam a decorar o maior número de fórmulas possíveis para realizar um conjunto de problemas dos livros didáticos e as avaliações formais em cada bimestre ou trimestre. No caso das situações que envolvem plano inclinado e atrito estático, a relação entre o ângulo de inclinação de do plano e o atrito estático ( $\tan(\theta) = \mu_e$ ), existente entre o material e plano, muitas vezes é decorado sem que seja analisado ou demonstrado se isso é ou não verdade. Uma vez que aula de laboratórios nem sempre são possíveis, seja pelo custo financeiro ou operacional, uma forma de abordar esse tema é pela utilização dos chamados *applet*, que são aplicativos em linguagem JAVA utilizados como recursos didáticos em muitas áreas do conhecimento. A grande vantagem da utilização desses aplicativos é tornar o aluno parte do processo de construção do conhecimento, deixando de ser um elemento passivo para realizador da tarefa em conjunto com o professor. *Metodologia:* Para realização da atividade proposta, realizaram-se os seguintes conjuntos de etapas: (1) Procurou-se um *applet* que pudesse simular as condições propostas; (2) Após a escolha do *applet*, intitulado “Rampa: Forças e Movimento”, disponível no endereço <https://goo.gl/XmcL8X>, foi realizado um conjunto de atividades para relacionar o coeficiente de atrito estático e o ângulo de inclinação, tal que com o bloco sobre o plano inclinado e com o coeficiente de atrito estático estipulado, inclinou-se lentamente o plano inclinado até que o corpo começou a se deslocar. O valor do ângulo foi anotado para posterior comparação. *Resultados:* Os valores dos coeficientes de atrito estático considerados foram: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0 e 1,6, enquanto os ângulos medidos, na condição em que o bloco começou a se movimentar foram: 6,2°; 11,7°; 22,5°; 39,0°; 45,3° e 58,6°. Os dados foram então “plotados” num gráfico  $\mu_e \times \tan(\theta)$ , que pelo método de regressão linear forneceu a reta de ajuste  $\mu_e = 0.98331458 \tan(\theta) - 0.00310425$  com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9999. *Conclusão:* Com a utilização dos *applets* é possível o professor demonstrar para os alunos a validade das equações estudadas, mas também criará um ambiente propício para discutir sobre os conceitos físicos envolvidos na experiência. Além disso, o uso do *applet* pode, em certas situações, simular experiências reais que serão propostas e assim ser usado para prever os resultados que serão encontrados como no caso das disciplinas introdutórias de Física Experimental nos cursos de Física e Engenharia da maioria das universidades brasileiras. Finalmente, consideramos que a utilização do *applet* pode tornam a aula mais interessante e despertam uma maior motivação do aluno e consequentemente do professor.

**Apoios: MEC e FNDE.****Palavras-chave:** applets; atrito; ensino de Física.

## PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA INTRODUIZIR CONCEITOS DE RELATIVIDADE RESTRITA

**Alisson Cristian Giacomelli** [alissongiacomelli@upf.br]

**Carlos Ariel Samudio Pérez** [samudio@upf.br]

**Jucelino Cortez** [jucelino@upf.br]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – Curso de Física - LP - UPF – Campus I, BR 285  
99100-000, Passo Fundo, RS – Brasil.*

A Física, assim como qualquer outra ciência, se encontra em constante modificação. Teorias são modificadas e até muitas vezes drasticamente substituídas. Uma profunda modificação sobre a concepção de algumas grandezas fundamentais, como espaço, tempo e matéria, ocorreu no início do século XX. Trata-se da ascensão do que ficou conhecido como Física Moderna (FM). OSTERMANN e MOREIRA, 1998 defendem que é de fundamental importância discutir tópicos de FMC no Ensino Médio. Segundo os PCN'S entre os tópicos que deveriam ser abordados estão os relacionados à relatividade restrita e geral. Porém, os mesmos nem sempre estão presentes em sala de aula. Dentre as dificuldades enfrentadas pelos professores ao trabalhar os conteúdos de relatividade destaca-se o fato de se tratar de algo bastante abstrato e aparentemente distante da vivência dos estudantes. Por outro lado há falta de atividades experimentais para se trabalhar esses conteúdos, pois no caso tratam de situações em altas velocidades e energias. No intuito de contribuir para a mudança dessa realidade o presente trabalho consiste no relato da montagem de um equipamento que pode ser utilizado para a introdução de alguns conceitos de relatividade restrita por meio de uma atividade experimental. Para a observação significativa dos fenômenos decorrentes da relatividade restrita é necessário que os corpos se movam a velocidades próximas a da luz, tendo em mente a dificuldade em acelerar corpos a essas velocidades a atividade foi desenvolvida utilizando ondas sonoras. Nesse sentido, a atividade se trata de uma analogia onde se usa um equipamento que também pode ser utilizado para o estudo do efeito Doppler. Os materiais necessários para a montagem do equipamento são: duas caixas de som (similares as dos computadores de mesa); um microfone com cabo de aproximadamente 2,0m e plugue P2 para conectar na entrada de áudio do computador; linha de nylon; um motor elétrico (desses de carrinho de brinquedo); 1 tubo de caneta Bic e um suporte de madeira com duas hastes distanciadas 2m uma da outra onde foram presas as caixas de som. Nas hastes foi preso o fio de nylon passando por dentro do tubo de caneta Bic onde se fixou o microfone. Este arranjo permite movimentar o microfone na linha reta (paralela ao fio de nylon) que liga as caixas de som. Para o desenvolvimento da atividade emite um sinal sonoro nas caixas, e por meio do microfone esse sinal é capturado e gravado no software *Audacity* em duas situações: 1ª O microfone se encontra fixo no caminho médio entre as duas caixas; 2ª O microfone move-se com velocidade  $v$  aproximadamente constante em relação às caixas de som. A questão reside em definir, por meio da gravação no software, se os sinais foram simultâneos ou não. Quando o observador (microfone) estava em repouso em relação às caixas de som os dois sinais lhe pareceram simultâneos. Isso pode ser verificado no software, pois os sinais oriundos das caixas se misturam e o que é registrado é apenas um único sinal sonoro. Porém quando o observador (microfone) se move em relação às caixas de som os sinais não lhe parecem simultâneos, ou seja, eles não acontecem ao mesmo tempo, isso pode ser verificado na gravação, pois aparecem dois sinais em tempos diferentes. Esse resultado permite definir o conceito de simultaneidade, assim como estabelecer a sua relação com o estado de movimento do observador. Ao se expandir esse mesmo exemplo para a luz é possível formalizar a relatividade da simultaneidade de Einstein. Essa atividade pode ser utilizada como um elemento introdutório para a discussão da relatividade da simultaneidade, e consequentemente da relatividade do tempo.

**Palavras-chave:** Física Moderna; relatividade restrita; atividades experimentais de Física Moderna; ensino de Física.

## PROPOSTA DE EXPERIMENTOS PARA ABORDAGEM DE TERMODINÂMICA SOB O ENFOQUE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO

**Thiago Costa Farias** [thiagocostafarias@hotmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina –IFSC- Caixa Postal, 61  
Aeroporto, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil, Curso de Licenciatura em Física  
Trabalho desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência  
(PIBID)*

As aulas práticas ou experimentais são atividades que permitem que os estudantes tenham um contato com fenômenos abordados no ensino de ciências, seja pela manipulação de materiais e equipamentos, ou pela observação de organismos. Quando utilizada de forma adequada, permite despertar e manter a atenção dos alunos, além de envolver os estudantes em investigações científicas, dando oportunidade aos alunos a fazerem resoluções de problemas. Os experimentos podem ser uma alternativa interessante ao ensino de ciências tradicional, pois permitem ao professor proporcionar ao aluno a chance de significar o que está sendo exposto, relacionando os conteúdos com o cotidiano, fazendo com que haja mais motivados em aprender. Esse trabalho tem como objetivo apresentar um material instrucional que proporcione ao professor a possibilidade de abordagem prática de temas de termodinâmica nas aulas de Física do ensino médio. Para tanto, a proposta foi desenvolvida utilizando como referencial teórico a aprendizagem significativa. O tema apresentado para a realização dos experimentos foi escolhido pelo fato de os assuntos de Termodinâmica ser bastante discutido nas aulas de física do ensino médio, porém quase sempre de forma que privilegia a teoria em detrimento aos experimentos. A proposta é composta por dois experimentos que podem ser utilizadas como organizadores prévios ou para a realização da reconciliação integrativa. A primeira atividade experimental chamada de “Quem evapora primeiro”, tem como objetivo demonstrar que materiais diferentes absorvem energia de maneira diferente um do outro. Já a segunda chamado de “Quem é mais rápido?” tem como objetivo auxiliar no entendimento por parte do aluno do que seria calor latente. Nessa proposta didática os experimentos servem como apoio às aulas e não como forma de substituir o papel do professor. Os experimentos propostos são de fácil entendimento e podem ser realizado com materiais de baixo custo, permitindo a aproximação do conteúdo da sala de aula com o cotidiano do estudante. Essas atividades podem ser usadas em diferentes momentos das aulas, como organizadores prévios ou para fazer a reconciliação integradora. Quanto à primeira forma de utilização, o experimento deve servir de âncora para a nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento que facilitem o entendimento do tema discutido. Assim, entendem-se como organizadores prévios os materiais que são introdutórios, apresentados antes do que será aprendido. Já quando o experimento é utilizado como reconciliação integradora, permite que o aluno identifique as semelhanças e as diferenças, possibilitando a reorganização do conhecimento. A busca por iniciativas que visem aumentar a utilização de experimentos no ensino de ciências se faz importante, uma vez que os professores pouco os utilizam, ou até mesmo não fazem uso. Algumas medidas podem e devem ser tomadas para modificar a atual realidade, sendo que algumas dependem apenas do professor e outras de esferas superiores. O sistema educacional deve facilitar a utilização de experimentos pelos professores, garantindo que seja reservado na carga horária do docente um espaço para planejamento e organização desses. Além disso, a diminuição de alunos por turma é outra medida a ser tomada, pois uma turma com muitos alunos impossibilita a realização dessa atividade.

**Apoios: CAPES/PIBID.**

**Palavras-chave:** Educação Básica; Ensino de Ciências; Aprendizagem Significativa.

## **PROPOSTA DE MODELO INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE MOVIMENTOS HARMÔNICOS E DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DE SEGUNDA ORDEM<sup>1</sup>**

**Magali Deckert Arndt** [magaliconcordia@yahoo.com.br]

**Antônio Vanderlei dos Santos** [vandao@urisan.tche]

**João Carlos Krause** [Krause@urisan.tche.br]

*Depto de Ciências Exatas e da Terra – URI – Av. Universidade das Missões, 464*

*Campus de Santo Ângelo, 98802-470, Santo Ângelo, RS – Brasil.*

**Carlos Ariel Samudio Pérez** [samudio@upf.br]

*Depto de Ciências Exatas e da Terra – UPF – BR 285, São José.*

*Campus Passo Fundo, 99052-900, Rio Grande, RS – Brasil.*

O estudo interdisciplinar vem sendo debatido em várias universidades e instituições de pesquisa. Devemos demonstrar não somente que este tipo de ferramenta é importante, mas desenvolver modelos metodológicos que realmente integram esses conceitos. Nessa temática o objetivo deste trabalho foi propor, mediante as propostas de Piaget, a interdisciplinaridade entre os conteúdos da física clássica e o estudo de equações diferenciais através de experimento em laboratório. A proposta foi desenvolvida na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI campus de Santo Ângelo, RS no curso de Engenharia em alunos pertencentes ao período formal operacional. Na fase em questão, os alunos pensam abstratamente com razão lógica e tiram conclusões a partir das informações disponíveis bem como aplicam todos estes processos para situações hipotéticas. Concluímos que o estudo sobre equações diferenciais mediante o desenvolvimento de experimentos em laboratório, acerca da modelagem do sistema, tornou a aprendizagem muito mais significativa conforme defende Ausubel.

**Palavras-chave:** Física clássica; Equações Diferenciais; Experimento; Interdisciplinaridade.

---

<sup>1</sup> Trabalho inédito em eventos.

## **PROPOSTA MOTIVADORA PARA A REALIZAÇÃO DE FEIRA DE CIÊNCIAS: LABORATÓRIO ITINERANTE**

**Gustavo Ferreira Machado** [gustavo.ferreira.machado@gmail.com]  
**Giovanni Rodrigues da Silva Del Duca** [giovannirodriguesdasilva@gmail.com]  
**Edson Massayuki Kakuno** [edson.kakuno@gmail.com]  
**Reinaldo Guimarães** [reinaldoguimaraes@gmail.com]

*Universidade Federal do Pampa  
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil.*

O presente trabalho apresenta um relato das ações do PIBID Física 2014 da Universidade Federal do Pampa Campus Bagé, desenvolvidas nas turmas de Ensino Médio do Colégio Estadual Professor Waldemar Amoretty Machado, localizado no município de Bagé-RS. O PIBID vem desenvolvendo atividades no colégio desde 2009 em versões anteriores do projeto. As principais ações desenvolvidas constituíram-se na reestruturação do laboratório didático de Ciências, a realização de campeonatos de foguetes de garrafa Pet, além da elaboração e desenvolvimento de Feiras de Ciências em conjunto com a equipe diretiva da escola, para a seleção de trabalhos a serem apresentados posteriormente nas Feiras realizadas na UNIPAMPA Campus Bagé. Apesar de a escola propiciar o total apoio no desenvolvimento de todas as atividades dos grupos de bolsistas de iniciação à docência (ID) que já participaram do projeto, no ano de 2014 a Feira de Ciências não atendeu as expectativas dos organizadores, ocasionando que nenhum trabalho estava apto a ser selecionado para a próxima etapa que ocorreria na UNIPAMPA. Em geral, os trabalhos que foram apresentados constituíam-se ou em cópias literais da *internet* ou apresentavam demonstrações muito simples, sem trazer nada de substancial e, em ambos os casos, os alunos não tinham domínio dos conceitos científicos envolvidos. Diante disso, iniciamos o ano de 2015 com um profundo planejamento das futuras ações com o intuito de reverter este quadro que fora encontrado. Para isso, a proposta principal foi buscar atividades que envolvessem os alunos de forma que seguissem uma dinâmica diferenciada com o que estão acostumados em sala de aula. Primeiramente propomos atividades experimentais em que os alunos pudessem participar, não somente assistir a demonstração, de forma que fosse possível o primeiro contato com os mesmos, conhecendo-os, criando um laço afetivo entre bolsistas ID e alunos da escola. O segundo passo foi para a então motivação dos alunos pelo estudo e experimentação em Ciências foi a criação do projeto nomeado Laboratório Itinerante. Este projeto consiste em levar ao laboratório do colégio todos os experimentos usados nas primeiras atividades com algumas turmas para que os demais alunos de outras turmas possam conhecê-los, além de outros experimentos que o laboratório da universidade possui e disponibiliza. Também estamos usando a televisão do refeitório do colégio para apresentação de um vídeo com a compilação de experimentos e de campeonatos de lançamentos de foguetes de garrafa Pet de anos anteriores realizados no colégio, visando à divulgação da Feira de Ciências que será feita este ano, o campeonato de lançamento de foguetes de 2015 e do Laboratório Itinerante. O Laboratório por sua vez, consiste em um ambiente em que os alunos podem escolher por livre e espontânea vontade qual dos experimentos lhe desperta interesse, para depois receber a devida explicação do bolsista ID do fenômeno observado. Acreditamos que com esta preparação prévia, sendo criado primeiramente um laço afetivo, juntamente com o estímulo feito pelos bolsistas e pelo professor supervisor, seguido pela realização do campeonato de foguetes, a Feira de Ciências deste ano terá a maior participação dos alunos, apresentando novos trabalhos e significativos.

**Apoios: Este trabalho recebeu apoio material e financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes – Brasil.**

**Palavras-chave:** Feira de Ciências; PIBID Física; Laboratório Itinerante; Campeonato de lançamento de foguetes de garrafa Pet.

**RELATO DA APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARTINDO DE TEMA  
INSTIGADOR<sup>1</sup>****Helena da Gloria Pieri** [helenapieri@upf.br]**Cássia Ribeiro** [ribeirocassia@gmail.com]**Ingrid Priebe Lima** [126687@upf.br]**Júpiter Cirino da Roza da Silva** [135313@upf.br]**Kevin Dorneles Machado** [kevindornelesmachado@gmail.com]**Mikael Darrif** [darrifmikael@gmail.com]*PIBID – FÍSICA - Universidade de Passo Fundo**Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.*

O trabalho aqui exposto tem por objetivo descrever uma atividade realizada por um grupo de alunos bolsistas do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Física, da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS. A atividade representou um momento de discussão e aprofundamento a respeito de dúvidas oriundas dos alunos sobre o conteúdo de temperatura dos corpos, como também uma forma de promover a aprendizagem significativa de conceitos científicos relacionados à Física. A atividade foi desenvolvida no primeiro trimestre de 2015, em uma Escola Estadual do município de Passo Fundo, RS, a qual é integrante do Pibid/Física, com a participação de uma professora supervisora, cinco estudantes do curso de graduação em Física da UPF e setenta alunos de três turmas de 2º anos do Ensino Médio Politécnico. Nesse contexto, o trabalho relata e discute a aplicação de uma das atividades experimentais desenvolvidas, na qual o processo de contextualização do conhecimento foi orientado por um questionamento instigador. Inicialmente a abordagem do conteúdo foi desenvolvida através do conhecimento teórico e na continuidade realizou-se uma atividade experimental de natureza investigativa. Dessa forma, partiu-se de uma pergunta realizada pelo professor em sala de aula, com o intuito de aprofundar as discussões. O tema do estudo foi o aquecimento e o resfriamento de líquidos. A seguinte pergunta foi apresentada aos alunos: o que esfria mais rápido no congelador, o líquido contido em uma garrafa do tipo *longhineck* ou em uma lata? Para responder a esta pergunta, convidamos os alunos para utilizarem o laboratório de Física da Escola. Nesse tempo, envolvemos uma turma em cada período, onde dividimos os alunos em cinco grupos. Cada grupo teve o auxílio de um pibidiano e da professora regente. Foi distribuído aos grupos materiais, como, recipientes de alumínio, vidro e isopor, termômetros, aquecedores térmicos, régua, papel milimetrado e água. Assim cada grupo teve a tarefa de pensar, discutir e encontrar uma maneira de realizar o experimento e responder a pergunta realizada inicialmente. Todos os grupos aqueceram a água nos três recipientes, registraram os valores de temperatura e os intervalos de tempo, com o uso do cronômetro (celular) em uma tabela. Ao final de um determinado intervalo de tempo, os valores de temperatura foram analisados, assim como foi construído um gráfico em forma de linha com as representações dos valores obtidos. Como resultado da atividade proposta, menciona-se que os alunos se mostraram motivados e instigados a realizarem a atividade, especialmente porque esta envolvia uma situação-problema sobre a qual eles tinham suas próprias hipóteses. Tais hipóteses estavam relacionadas às histórias de vida e que naquele momento puderam ser descritas e relatadas em aula. Dessa forma, ao indagar sobre o que esfria mais rápido no congelador entre o que aquece primeiro, ou qual a influência do recipiente, despertou a curiosidade e a necessidade de ver no concreto.

---

<sup>1</sup> O trabalho foi realizado sob supervisão da doutora Cleci T. Werner da Rosa, docente da Universidade de Passo Fundo, RS e coordenadora de Área do Pibid/Capes subprojeto Física/UPF.

**RELATO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**Caroline Maria Ghiggi** [caroline.ghiggi@hotmail.com]

*Instituto de Ciências Exatas e Geociências – UPF – Caixa Postal 611. Campus de Passo Fundo, 99001-970, Passo Fundo, RS – Brasil.*

**Patrick Alves Vizzotto** [patrick.fisica@hotmail.com]

*Instituto de Matemática, Estatística e Física - FURG - Caixa Postal, 474. Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil.*

Os movimentos estão presentes e influenciam diretamente o cotidiano de todos, desde andar até a escola, atravessar a rua e até o próprio ato de movimentar o corpo, proporcionando dessa forma a existência de conceitos subsunçores para o desenvolvimento da temática velocidade, a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa. O presente trabalho tem como objetivo apresentar um relato de uma atividade experimental realizada com estudantes do Ensino Fundamental de uma escola particular da cidade de Passo Fundo/RS. A proposta está inserida no contexto de trabalho das atividades do 9º ano, que utiliza tópicos de Cinemática como meio para compreender alguns conceitos sobre movimentos. O aporte teórico que sustentou a elaboração da proposta didática é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel que consiste em um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui. A proposta consiste em uma sequência didática que busca relacionar as grandezas envolvidas nos fenômenos relacionados a velocidade, como deslocamento e tempo, agregando a essas grandezas conceitos subjacentes como o de trajetória, ponto material e complementando ainda a ideia de movimento e repouso. Para realizá-la foram utilizados os seguintes materiais: Carrinhos de controle remoto, cronômetros e trenas. A turma foi separada em pequenos grupos que trabalharam utilizando como apoio um guia de atividades. Na introdução desse guia, os alunos são instigados a pensar em situações cotidianas relacionadas a velocidade, como suas relações com o trânsito, multas, lombadas eletrônicas e as viagens que os integrantes do grupo realizaram, o que modifica de acordo com o meio de transporte e quais variáveis estão presentes. A atividade foi realizada na área externa da escola, ao longo da mesma o guia de atividades pede que os alunos criem situações diferenciadas com o uso dos seus materiais, por exemplo, fazer uma marcação no chão estabelecendo uma distância fixa e percorre-la com o carrinho variadas vezes com trajetórias diferentes, marcando o tempo gasto. Constantemente o aluno é desafiado a criar novas situações utilizando os recursos que tem disponível, com o objetivo de construir seu conhecimento acerca das relações existentes entre as grandezas envolvidas no movimento. Após a realização da atividade prática os grupos discutiram seus resultados, através de questões norteadoras também presentes no guia de atividades. Percebeu-se através dos relatos socializados e de atividades feitas posteriormente que os alunos puderam apropriar-se dos conceitos de velocidade, relacionando as grandezas físicas envolvidas, bem como a linguagem matemática com base em suas construções conceituais.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa; Cinemática; Velocidade; Contextualização.

## REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DA FÍSICA<sup>1</sup>

**Alberto Ricardo Präss** [alberto.prass@ufrgs.br]

*(Mestrado Acadêmico em Ensino de Física)*

**Marco Antonio Moreira** [moreira@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.*

*Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

A perspectiva da Psicologia Social, sob o enfoque da Teoria das Representações Sociais, permite entender que parte das concepções prévias dos aprendizes é fruto de uma construção social, onde eles são atores ativos, mas também se submetem às concepções do grupo social os quais pertencem. Sendo assim, os processos de ensino e aprendizagem não ocorrem isolados, mas fazem parte de um ambiente interativo com fenômenos sociais que envolvem múltiplos fatores. Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003)<sup>2</sup> sabemos que o aluno deve mostrar uma predisposição para a aprendizagem significativa e, além disso, é possível que o significado psicológico, atribuído ao significado lógico de um conteúdo, esteja vinculado às crenças e ideologias compartilhadas pelo grupo social do aprendiz, pois mesmo que esse significado psicológico seja um fenômeno idiossincrático, existe a possibilidade de significados sociais ou partilhados. O conceito de ancoragem social, que exhibe similaridades com a ancoragem cognitiva, permite ao aprendiz dar nomes aos objetos e, com isso, avaliá-los e comunicá-los, mesmo que vagamente, através da réplica de um modelo familiar onde a inserção de um novo conhecimento ocorre dentro dos limites do contexto social. Devemos conhecer as percepções dos estudantes acerca do conteúdo a ser aprendido, pois os conhecimentos prévios e a “influência das experiências passadas tem efeitos positivos ou negativos sobre a aprendizagem e a retenção, em virtude do seu impacto sobre as propriedades relevantes da estrutura cognitiva” (Aragão, 1976)<sup>3</sup>. A presente pesquisa pretendeu identificar as possíveis representações sociais da Física entre sujeitos (N = 9.617) de diferentes grupos sociais. Em uma etapa preliminar foi implementado um teste de associação livre de palavras cujos dados produziu uma análise prototípica dos termos evocados, chegando-se a um mapa dos prováveis constituintes do núcleo central e elementos periféricos da representação. Posteriormente foi implementado um teste do tipo “obtenção de dados de preferência por ordenação direta”, utilizando termos salientes da análise prototípica. O processamento dos dados foi feito por um algoritmo de escalonamento multidimensional, que gerou mapas perceptuais estratificados por grupos sociais, cuja confrontação dos mesmos mostrou configurações distintas, mas **com tendências que sugerem a existência de representações sociais ou coletivas da Física.**

**Palavras-chave:** Representações Sociais; Aprendizagem Significativa; Ensino de Física.

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino de Física defendida por Alberto Ricardo Präss, sob orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, no Instituto de Física da UFRGS em outubro de 2014.

<sup>2</sup> Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

<sup>3</sup> Aragão, R. M. R. (1976). *Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: Sistematização dos aspectos teóricos fundamentais*. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.



**RESOLUÇÃO INTERATIVA DE EXERCÍCIOS VIA *APPLET*****Bruno Randal de Oliveira** [brunorandal@hotmail.com]**Ana Carolina Lucena Dias** [anacarolinafisica@gmail.com]*Depto de Física – UFRRJ, Seropédica, RJ – Brasil.***Frederico Alan de Oliveira Cruz** [faocruz@yahoo.com]*Prof. Dr./Tutor - Depto. Física – PET-Física – UFRRJ, Seropédica, RJ – Brasil.*

**Introdução:** Os tópicos abordados nas aulas sobre fenômenos ópticos possuem grande aplicação no cotidiano dos alunos, no entanto a sua representação geométrica, na lousa, durante as aulas é pouco elucidativa. Independentemente do nível de formação dos alunos, existe grande dificuldade de perceber geometricamente o que está sendo apresentado, seja por ideias pré-existentes ou mesmo crenças baseadas no senso comum. O uso de tecnologias é a nova ferramenta a ser integralizada ao Ensino de Física que permite a visualização e compreensão do fenômeno e ratifica a fundamentação teórica. **Objetivo:** Usar um *applet* como um laboratório virtual para reproduzir um exercício de ótica e o comparando com a teoria. **Metodologia:** Para trabalhar os conceitos de ótica geométrica, Procurou-se resolver um exercício presente em um livro de Física IV. Assim, o trabalho foi dividido no seguinte conjunto de etapas: (1) Inicialmente buscou-se um *applet* para que contivesse conceitos de ótica geométrica; (2) Após a escolha, passou-se para a etapa de seleção de um livro contendo um problema de ótica que pudesse ser reproduzido pelo *applet*; (3) foi realizada uma atividade experimental virtual com o objetivo de analisar a equivalência entre os resultados esperados, expressos pelo gabarito do livro, e experimentais, obtidos na atividade virtual; (4) com o índice de refração fornecido pelo *applet*, descobriu-se o parâmetro da equação de Cauchy; (6) Foram avaliadas as vantagens do experimento feito virtualmente e as vantagens desse tipo de prática. **Resultados e discussão:** O problema analisado foi do livro de Física 4 Sears Zemansky Young – Ondas Eletromagnéticas óptica e Física Atômica capítulo 38, exercício 38.13 onde pede-se para determinar a velocidade da luz com um comprimento de onda de 500 nm com índice de refração igual a 1,50. O *applet* já nos fornece o valor da velocidade em termos da velocidade da luz, ou seja, a simulação retrata bem a realidade pois a resposta do exercício é de  $2 \times 10^8$  m/s e o valor encontrado foi de  $1,98 \times 10^8$  m/s. Tendo assim um erro percentual de aproximadamente 1%. Somando-se a isso a informação que podemos obter decorrente do *applet*, porém agora utilizando a equação de Cauchy, as informações referentes ao material, que são as constantes A e B, podem ser determinadas para identificar o tipo de material:  $n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$ . Com os comprimentos de onda de 500nm e 600nm obteve-se o índice de refração de 1,507 e 1,502 respectivamente. Fazendo um sistema de equações com esses valores é possível encontrar  $A \cong 1,491$  e  $B \cong 0,00409 \mu m^2$ . Esse valor é característico do vidro tipo Crow. **Conclusão:** o *applet* se apresentou eficiente em resolver de maneira dinâmica, mostrando o fenômeno, um exercício proposto por um livro, além de possibilitar a discussão de outros aspectos, como por exemplo, a tipo do material.

**Palavras-chave:** óptica; *applets*; ensino de Física.

## RESOLVENDO QUESTÕES DE FLUTUABILIDADE DE FORMA INTERATIVA: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE APPLETS

**Fernanda Lima Rodrigues** [fernandalimar@hotmail.com]

**Frederico Alan de Oliveira Cruz** [frederico@ufrj.br]

*Departamento de Física/PET-Física – UFRRJ.*

*Av. Ministro Fernando Costa, s/n, 23890-000, Seropédica, RJ – Brasil.*

Uma das maiores dificuldades dos alunos para resolverem os exercícios de Física, presentes nos livros didáticos, é conseguir fazer a transposição do conteúdo apresentado em sala para a execução de uma tarefa. Isso ocorre, pois, na maioria das vezes o conteúdo apresentado aos alunos ocorre de maneira teórica e sem a demonstração do fenômeno, seja por falta de laboratórios ou de tempo disponível para a preparação de atividade meramente ilustrativa. Isso contribui para que o fenômeno estudado seja interpretado pelo aluno como um conjunto de equações utilizadas para determinar certo valor que será comparado com o gabarito do livro utilizado. No caso dos conteúdos ligados a hidrostática, como o princípio de Arquimedes, apesar da observação diária pelos alunos de objetos boiando sobre líquidos ou perceberem que os corpos parecem mais leves quando mergulhados em um líquido do que no ar o entendimento sobre o fenômeno é pouco significativo. Nesse sentido, buscar uma forma de apresentar visualmente o fenômeno pode contribuir para que a transição entre o concreto e o abstrato seja mais suave, permitindo uma aprendizagem completa sobre o tema. *Metodologia:* Nesse trabalho procurou-se criar uma abordagem para resolução de um exercício, que envolve o princípio de Arquimedes, já mencionado, sem a utilização de fórmulas matemáticas e sim pela visualização do peso de um corpo em condições normais e dentro de um tanque contendo água. Para isso, buscou-se um aplicativo em linguagem JAVA (*applet*) na rede mundial de computadores (*internet*) e num segundo momento realizamos a determinação dos valores esperados no problema selecionado. A questão abordada em nossa atividade foi obtida na internet, no endereço <http://goo.gl/1QP2bl>, com o seguinte enunciado: “Um objeto com massa de 10 kg e volume de 0,002 m<sup>3</sup>, está totalmente imerso num reservatório de água, determine: a) Peso do objeto; b) Intensidade da força de empuxo que a água exerce sobre o objeto; c) Peso aparente do objeto quando imerso na água”, sendo o *applet* utilizado para a realização identificado como “Flutuabilidade”, disponível no endereço <https://goo.gl/DpI4w6>. *Resultados e Discussão:* Para as medidas encontradas e no suposto gabarito presente no *site* mostram divergências apenas em relação a aceleração da gravidade, visto que a “medida” obtida pelo *applet* foi de 98 N e na resposta fornecida na página era igual a 100 N. Como não dispúnhamos de equações para resolver o problema, o item c) teve que ser resolvido antes do item b) e novamente as diferenças de valores ficaram relacionadas a aceleração gravitacional utilizada, sendo 78,40 N mostrada no *applet* e 80 N a resposta fornecida no caso do peso aparente. Finalmente, no caso do empuxo sofrido os valores enquanto o gabarito indicava um valor de 20 N, a resposta obtida via *applet* foi de 19,6 N. *Conclusões:* Consideramos, mesmo com pequenas divergências de valores, que o uso do *applet* pode tornar o processo de resolução do problema mais dinâmico e que leve os alunos a identificarem as grandezas mencionadas sem a necessidade de decorar fórmulas, assistindo a ocorrência do fenômeno. A outra grande vantagem é existir um modelo que permita ao aluno realizar suas próprias experiências, tornando-se autônomo no seu processo de aprendizagem.

**Apoios: MEC e FNDE.**

**Palavras-chave:** applets; Princípio de Arquimedes; ensino de Física.

## RETRATO DAS DIFICULDADES DOS CONTEÚDOS BÁSICOS POR ALUNOS INGRESSANTES DOS CURSOS DE ENGENHARIA

**Miguel Faccio** [135321@upf.br]

**Álvaro Becker da Rosa** [alvaro@upf.br]

**Pedro Henrique Giaretta** [135322@upf.br]

*Curso de Física – UPF*

*Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.*

O presente estudo parte da constatação de que atualmente, no Brasil, muitos estudantes ingressantes na engenharia apresentam dificuldades para acompanhar o curso superior devido à falta de conhecimento básico em ciências e matemática básica. Desta forma, o presente estudo se ocupa de avaliar esses conhecimentos básicos dos estudantes ingressantes no ano de 2014 em cinco cursos de engenharia na Universidade de Passo Fundo, RS. O intuito é de mapear essas possíveis dificuldades dos estudantes verificando a relação dessas dificuldades com a natureza da instituição na qual esses estudantes realizaram seu processo formativo (pública X privada). Para a realização da investigação procedeu-se a elaboração de um questionário que apresentava inicialmente perguntas referentes a dados de escolarização dos estudantes e na sequência um conjunto de trinta e três questões divididas em cinco sessões referentes aos conhecimentos em matemática básica e física, assim especificadas: questões de conhecimentos em física; associação da grandeza física com o instrumento de medida; conversão de unidades de medida; expressões matemáticas para encontrar seu valor; uso de notação científica em conversões de unidades. Aplicou-se o referido questionário a 315 estudantes ingressantes nos cursos de engenharia Mecânica, Civil, Elétrica, Ambiental, Alimentos no ano de 2014, que foram considerados sujeitos da pesquisa. Desse total, 220 estudaram em escolas públicas e 95 em escolas privadas. Como resultado da investigação obteve-se um conjunto de dados que permitiram mapear os conhecimentos prévios dos estudantes investigados. Tais conhecimentos são considerados pré-requisitos para a disciplina de Física e, muitas vezes, são considerados pelos professores como conhecimentos já adquiridos pelos estudantes. Muitos desses conhecimentos básicos integram o ensino fundamental. Os resultados obtidos no estudo foram categorizados e estão exemplificados a seguir, tomando por referência os itens que apresentaram maiores dificuldades para os estudantes ou respostas com menor número de acertos: 1) 39,54% dos alunos da escola pública e 63,15% da privada acertaram o questionamento envolvendo a terceira Lei de Newton, na qual lhes foi perguntado se é verdadeira a afirmativa de que “Você atrai a Terra”; 2) no que tange aos conhecimentos sobre instrumentos de medida, relata-se que 8,6% dos alunos da escola pública e 10,5% da privada souberam responder que um Amperímetro é um instrumento utilizado para medir corrente elétrica; 3) na conversão de unidades de medida, 15% dos alunos da escola pública e 30,52% da privada acertaram a conversão de km/h para m/s; 4) já nos conhecimentos envolvendo expressões matemáticas elementares como  $10^2 / 10^3 + 10^3$ , apenas, 39,5% dos alunos da escola pública e 41,05% da privada obtiveram sucesso no resultado; 5) na conversão de unidades, a dificuldade maior foi entre as unidades metros cúbicos e centímetros cúbicos, tendo 4,54% dos alunos da escola pública e 14,73% da privada de acerto. Os estudos apontaram para uma fragilidade nos conteúdos mínimos considerados pré-requisitos para acompanhar a disciplina de Física I nos cursos de engenharia estudados.

**Apoios: UPF**

## ROTEIROS PARA EXPERIMENTOS VIRTUAIS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO INCLUSIVO.

**Ana Carolina Lucena Dias** [anacarolinafisica@gmail.com]

**Vanessa da Silva Ferreira** [tr.vanessa.ferreira@gmail.com]

**Victor Abath da Silva** [victor.abath@facebook.com]

*Curso de Licenciatura em Física/PET-Física – UFRRJ.*

*Av. Ministro Fernando Costa, s/n, 23890-000, Seropédica, RJ – Brasil.*

Uma das etapas fundamentais na formação dos alunos dos cursos de Física, sejam eles de licenciatura ou bacharelado, está ligada a atividade experimental. Em geral, essas atividades são trabalhadas em disciplinas introdutórias do curso, quase sempre chamadas de Física Experimental, que abordam conteúdos bem definidos como: mecânica, eletricidade, termodinâmica e óptica na maioria das vezes. No entanto essas atividades muitas vezes são encaradas pelos alunos como uma tarefa que deve reproduzir um dado esperado e que na maioria das vezes está desconectado de sua realidade, sendo realizada apenas uma vez. Outro cenário preocupante está ligado aos alunos com algum tipo de deficiência ou limitação motora, que são alijados das atividades experimentais pela não adequação dos laboratórios didáticos existentes na maioria das universidades brasileiras. Sendo assim, pensar numa via alternativa para a formação completa desses alunos passa ser fundamental quando consideramos que a universidade deve fornecer condições para que os indivíduos que nela estejam possam ser preparados profissionalmente independentes das suas limitações. Nesse sentido, a proposta aqui apresentada nesse trabalho versa sobre a criação de roteiros para a realização de atividades experimentais virtuais, que podem ser realizadas em aplicativos em Java (*applets*). *Metodologia:* Com o intuito de produzir roteiros conectados a realidade de nossa universidade, foram analisados os experimentos realizados nas disciplinas Física Experimental I, II, III e IV e os *applets* disponíveis em duas páginas na internet: Phet e EducaPlus. A partir da comparação das atividades experimentais existentes e da possível adequação dos *applets* disponíveis, foram escolhidas quatro atividades para serem roteirizadas e assim analisadas. *Resultados:* Os experimentos escolhidos para preparação dos roteiros experimentais foram: Lei de Hooke, Hidrostática e Pêndulo Simples, que foram simulados com os *applets*: “Massas e Molas”, “Pressão do Fluido e Fluxo” e “Laboratório de Pêndulos” disponíveis no endereço eletrônico <https://goo.gl/sGfWTn>. Os resultados obtidos com a criação dos roteiros mostram que eles podem ser utilizados como um método que permitirá aos alunos de realizar as mesmas atividades previstas nos roteiros adotados nas atividades reais, permitindo que as mesmas competências científicas sejam trabalhadas. *Conclusão:* Consideramos que a utilização de roteiros virtuais podem ser fundamental nos cursos de graduação e podem ser considerados como o primeiro passo para o ensino do futuro.

**Apoios: MEC e FNDE.**

**Palavras-chave (Opcional):** *applets*; roteiro experimentais; ensino de Física.

Agradecemos ao nosso tutor Frederico Alan do Oliveira Cruz por todo apoio e dedicação na criação e desenvolvimento desse trabalho.

## SABERES EXPERIENCIAIS: CONTRIBUIÇÕES DO PIBID PARA A FORMAÇÃO DOCENTE<sup>1</sup>

Larissa Esser [laarissaesser@gmail.com]  
 Aline Suelem Moratelli [aline22moratelli@gmail.com]  
 Janaina Back [janainaback95@gmail.com]  
 Otávio Bocheco [o.bocheco@ifc-riodosul.edu.br]  
*Instituto Federal Catarinense – IFC*  
*Campus Rio do Sul, 89160-202, Rio do Sul-SC, Brasil.*

Os acadêmicos do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus Rio do Sul estão inseridos no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), uma parceria da Instituição com a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). O programa oportuniza aos acadêmicos compreenderem, *in loco*, a prática docente sob a supervisão de um professor licenciado, que atua na educação básica, e sob a coordenação de um professor formador que atua em um curso de licenciatura em uma Instituição de Educação Superior (IES). A unidade de ensino referida neste trabalho é a Escola de Educação Básica Paulo Zimmermann, localizada no centro da cidade de Rio do Sul-SC. Na perspectiva de Tardif (2012)<sup>2</sup>, há quatro tipos de saberes implicados na atividade docente: os saberes da formação profissional; os saberes disciplinares; os saberes curriculares e, por fim, os saberes experienciais. Segundo o autor, estes últimos são conhecimentos atualizados, adquiridos e necessários para a prática docente. Não são oriundos das Instituições de formação nem dos currículos, são produzidos pelos docentes por meio da vivência de situações específicas relacionadas ao espaço da escola e às relações estabelecidas com alunos e colegas de profissão. Sendo assim, com o intuito de oportunizar aos licenciandos bolsistas a experiência prática de ministrar uma aula de física, criou-se, no contraturno das turmas regulares que os mesmos acompanham e desenvolvem tarefas, um minicurso de física preparatório para o vestibular. O curso experiencial ainda encontra-se em andamento e com a intenção de aperfeiçoá-lo realizou-se uma pesquisa capaz de coletar depoimentos dos licenciandos bolsistas a respeito das suas impressões, aprendizados e sentimentos relacionados à experiência de preparar e ministrar uma aula de física para alunos do ensino médio. Procurou-se por um enfoque de pesquisa qualitativa e o instrumento utilizado para a coleta de dados foi um relato a cerca de três tópicos contemplados: 1) as contribuições do PIBID para a formação docente; 2) os saberes experienciais adquiridos na preparação e aplicação de uma aula de física e 3) a importância da integração entre a escola de educação básica e o curso superior de licenciatura. Ao analisar os depoimentos dos bolsistas, pôde-se perceber a notável diferença entre o que se aprende na teoria e o que se aplica na prática, de modo que os saberes construídos na academia vão sendo lapidados ao longo da carreira docente. Os relatos também evidenciam que o programa contribui de forma efetiva na formação docente, aliando conhecimento prático e teórico em prol de propiciar saberes experienciais aos licenciandos bolsistas. O PIBID além de proporcionar aos alunos e professores de escolas públicas um suporte, ainda prepara o bolsista para atuar futuramente, subsidiando a ele saberes experienciais. O fato dos bolsistas se mostrarem apreensivos e preocupados na elaboração e aplicação da sua respectiva aula é um fator importante na construção do seu perfil docente.

**Apoios: CAPES e IFC.**

**Palavras-chave:** PIBID; Ensino de Física; formação de professores.

<sup>1</sup> Trabalho apresentado na XVI Feira de Conhecimento Tecnológico e Científico, em 2015, Rio do Sul - SC.

<sup>2</sup> TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 14ª Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

## SAÍDA DE CAMPO E PRODUÇÃO DE VÍDEOS: ESTRATÉGIAS QUE CONTRIBUEM COM O ENSINO DE FÍSICA SOBRE O TEMA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

João Carlos Borges [joaacarlosifsc@hotmail.com]

Solange de Almeida Da Boit Presa [sol.2705@gmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina –IFSC- Caixa Postal, 61  
Aeroporto, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil, Curso de Licenciatura em Física  
Trabalho desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência  
(PIBID)*

O presente trabalho tem como objetivo relatar uma saída de campo realizada com alunos do ensino médio onde foi possível proporcionar que o aluno una teoria e prática, através da observação, e vivências, muito mais que apenas entender seus processos a geração de energia. Essa atividade abrangeu infinitas temáticas, como impactos ambientais, energias renováveis e não renováveis, responsabilidade ambiental faz se necessário um estudo mais a fundo a respeito dos conteúdos acima abordados, porém para que o aluno promova uma leitura correta a respeito da geração de energia, o que se propôs foi que, ao termino da viagem os alunos auxiliados pelos Bolsistas Pibid e professor, confeccionassem vídeos com o intuito de explicar de forma geral a geração de energia. A viagem de estudo dos alunos da Escola de Educação Básica Professora Maria Garcia Pessi, localizada em Araranguá (SC), foi planejada pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) fomentada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), onde os bolsistas organizaram um roteiro de estudos, no qual foram abordados temas a respeito da geração de energia, contendo experimentos demonstrativos, aula expositiva dialogada e a realização de uma visita a Usina Termoelétrica Jorge Lacerda pertencente à Tractebel Emergia. Para a realização dessa atividade foi proposta uma abordagem dos conteúdos que abrangem a geração de energia juntos as turmas de 3º ano do ensino médio, para tal foram seguidas quatro etapas: realização de experimentos demonstrativos; apresentação de sequências didáticas a respeito de geração de energia, que englobaram energias renováveis e não renováveis; saída de campo chamada de “Viagem do Conhecimento: uma visita a Tractebel – usina termoelétrica” e; montagem de vídeos pelos alunos no *Movie Maker* sobre a geração de energia, imagens e filmagens, a respeito das observações e ações realizadas durante toda a viagem. A saída de campo e a produção de vídeos foram de grande importância para os alunos, pois esses viram que a energia elétrica pode ser produzida de varias formas. Nessa visita foi visto que há a energia produzida pelos painéis solares e a da termoelétrica. É de suma importância para a aprendizagem desses estudantes o entendimento do processo de produção energética, pois é possível fazer a relação entre o estudado em sala de aula e o observado na saída de campo e no seu cotidiano. Essa é umas das dificuldades da disciplina de Física, fazer que o aluno consiga fazer uma relação entre o estudado em sala de aula e o seu cotidiano. Com o uso de recursos digitais no ensino de Física foi possível com que o aluno se estimule a participar de forma ativa do processo ensino aprendizagem, pois estas tecnologias fazem parte do seu cotidiano. Para os pibidianos em formação inicial docente no curso de Licenciatura em Física, essa atividade realizada fora da sala de aula permitiu o contato com o processo ensino aprendizagem dos alunos. Porém, para o sucesso da atividade tem que haver um bom planejamento. Além disso, atividades diferenciadas como aqui apresentada parece ser pouco usada no ensino público. Por isso, a sua realização, complementada com o uso de recursos eletrônicos como o celular e o computador pode ser uma ótima forma de estimular o aluno a ter a pré-disposição em aprender Física. Assim, atividades diferenciadas trazem para o professor e para os estudantes uma nova forma de perceber a Física, desviando o foco da simples aplicação de fórmulas e decorebas, muito presente no ensino atual.

**Apoio: CAPES/PIBID.**

**Palavras-chave:** Saída de Campo; Vídeos; Ensino de Física; Eletricidade; Geração de Energia.

## SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: EXPERIMENTO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENTROPIA NAS MÁQUINAS TÉRMICAS

**Kélen da Silva Xavier** [kelen.s.xavier@gmail.com]

**Mariane Soares da Silva** [marianesoaresdasilvamari95@gmail.com]

**Scarlat Maria da Rosa da Silva** [scarlatmaria05@gmail.com]

**Humberto Luz Oliveira** [hloliveira@gmail.com]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.*

*Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil.*

Este projeto relata o estudo e análise de novas experiências pedagógicas orientadas por metodologias ativas de aprendizagem, com foco na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb), objetivando uma introdução na prática educativa voltada para o desenvolvimento de habilidades e competências no contexto da Educação Profissional, com intenso envolvimento do aluno no processo de construção do conhecimento. Segundo Moura e Barbosa (2012) a aprendizagem ativa (AA) também pode ser entendida como aprendizagem significativa, porém esta expressão remete muitas vezes a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (TAS). A diferença das duas aprendizagens é que a AA é uma metodologia de ensino e a TAS é uma teoria. Entretanto, essas duas podem ser vistas e usadas concomitantemente. Através da AA o aluno busca seu conhecimento autonomamente, tendo o professor não como o detentor do saber, mas sim como um orientador e auxiliador da sua “caçada” do conhecimento. No universo da física clássica sabe-se que não é possível voltar no tempo, a energia envolvida em um sistema não retorna espontaneamente ao seu estado original. A termodinâmica por ser uma matéria dita complicada, muitas vezes é deixada de lado durante as aulas, o uso de experimentos faz com que não pareçam tão distantes. Neste trabalho foram realizados três experimentos como recursos didáticos para o ensino da segunda lei da termodinâmica. O primeiro foi sobre o balão de festa, quando se infla com ar, a membrana de borracha que constitui a parede do balão, sofre uma distensão devido o gás (ar) exercer pressão. Uma vez que a membrana de borracha é dilatada, o balão não consegue voltar ao seu estado original, ou seja, a pressão exercida pelo ar modifica a estrutura do material que constitui o balão, este processo é denominado irreversível. Supondo que uma pessoa qualquer estoure um balão de ar, ela provavelmente levaria um susto. Se fosse possível, após algum tempo, as moléculas de ar se reagruparem, reconstituindo a forma do balão estourado, este deveria ser o sentido natural de acontecer. O segundo experimento foi o barquinho a vapor, este com uma serpentina de cobre onde em seu interior teria água em estado líquido a ser aquecida. Utilizando-se álcool presente sobre a serpentina, esta é aquecida colocando fogo no álcool gerando vapor, que é a energia necessária para o barco se movimentar. Este mostraria a parte da conversão de energia térmica em energia mecânica. O último experimento foi o motor de Stirling, este é um motor de combustão externa, que substituiu o motor a vapor, ele é constituído por ciclos termodinâmicos totalmente reversíveis. Possuindo apenas duas câmaras de diferentes temperaturas, proporcionando o resfriamento alternado, causando expansões e contrações cíclicas que movimentam os êmbolos ligados ao eixo comum, fazendo a movimentação da máquina. Percebe-se que a utilização de experimentos como recursos didáticos tornam o ensino de física mais atraente, possibilitando mobilizar a predisposição do aprendiz. Conteúdos que muitas vezes não são trabalhados no contexto de sala de aula, como a segunda lei da termodinâmica, podem ganhar uma nova dimensão no cenário escolar, cativando alunos e tornando as aulas mais prazerosas.

**APOIO: IFSC.**

**Palavras-Chaves:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Ensino de Física; Segunda lei da Termodinâmica; Experimento.

## UEPS PARA ABORDAR CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA PARTINDO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ÁREA RURAL<sup>1</sup>

**Jucelino Cortez** [jucelino@upf.br]

**Luiz Marcelo Darroz** [ldarroz@upf.br]

*Curso de Física - Universidade de Passo Fundo  
Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil.*

Esta proposta de ensino, utilizando oito períodos, foi desenvolvida em uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública no interior do RS. O objetivo foi promover a aprendizagem dos fundamentos de Eletrodinâmica de forma contextualizada, a partir da realidade social dos educandos, aproveitando seus conhecimentos prévios. Considerando que na visão dos alunos, a maioria dos conteúdos desenvolvidos na escola não apresenta relação com suas realidades, tampouco os ajudam a entender as novas tecnologias que utilizam em seus afazeres diários, propomos um projeto que valorize os conhecimentos prévios, direcionado a aprendizagem significativa e que responda aos anseios e curiosidades dos educandos, especialmente em termos da presença da tecnologia fora do contexto escolar. Para nortear e balizar este trabalho utilizamos a proposta de Moreira (2011) referente a estruturação de uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963), denominada de “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa” (UEPS). De início, definimos o tópico específico e criamos uma situação-problema que levasse o aluno a externalizar seu conhecimento prévio. Para isso, os alunos foram organizados em grupos e convidados a fotografar suas casas e locais de trabalho, procurando evidenciar as instalações, redes e aparelhos elétricos. Também foi sugerida para o próximo encontro, a utilização de mapas conceituais, como recurso didático de apresentação (já havia conhecimento sobre o uso da ferramenta Cmaptools). Em um segundo momento, os grupos apresentaram e explicaram o conteúdo presentes nas fotos, propondo aos demais grupos o questionamento sobre eventuais dúvidas que surgissem quando as fotos eram analisadas. Durante as apresentações, os termos, as unidades e as explicações utilizadas para responder as dúvidas eram anotadas para serem respondidas em um seminário final. Estas primeiras apresentações serviam para identificar os conhecimentos prévios e com a mediação do professor, serviram para relacionar dúvidas a serem pesquisadas. Moreira (2011) mostra que após essa exposição inicial é necessário apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, que são os aspectos mais gerais, inclusivos, da unidade de ensino. Nesta etapa, os alunos foram convidados a utilizar a biblioteca e o laboratório de informática para consultas em livros e sites sobre as dúvidas propostas, contando sempre com a mediação do professor. Antes do seminário final, o professor passou nos grupos para esclarecer e responder possíveis dúvidas quanto às questões em discussão. Esta etapa objetivou retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, conforme salientado por Moreira (2011). No seminário final os alunos apresentaram as respostas das questões anteriores, utilizando as fotos para exemplificar e contextualizar o tema proposto enquanto que os demais deveriam assistir as apresentações, visando a construção de um mapa conceitual final. Com esta atividade final, busca-se concluir a unidade de forma a promover a diferenciação progressiva. Os mapas conceituais construídos ao final do projeto foram apresentados aos colegas e expostos no mural da escola para apreciação de todo corpo escolar. A avaliação foi feita durante todo o processo e pode ser evidenciada pelos mapas iniciais e finais. Por fim, pode-se dizer que a utilização de da UEPS auxiliou não êxito da atividade e se mostrou pertinente ao contexto escolar, especialmente considerando a amostra estudada.

---

<sup>1</sup> O presente trabalho contou com a colaboração da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo.



## UMA ALTERNATIVA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE UM PROCESSO DE DIFUSÃO SIMPLES USANDO ANIMAÇÕES COM ALGODOO

**Samir Lacerda da Silva** [samir.lacerda@ifes.edu.br]

**Judismar Tadeu Guitolini Junior** [jguitolini@ifes.edu.br]

*Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenação de Física, Campus Vitória - CEP 29040-780, Vitória, Brasil.*

**Rodrigo Lacerda da Silva** [rlacerda@iff.edu.br]

*Instituto Federal Fluminense, Campus Bom Jesus do Itabapoana - CEP 28360-000. Bom Jesus do Itabapoana, Brasil.*

**Emilson Ribeiro Viana** [emilsonjunior@utfpr.edu.br]

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná. CEP 80230-901. Curitiba, Brazil.*

Nesse trabalho utilizamos animações sobre movimento passeio aleatório (random walk) bidimensional feito no software livre Algodoo para auxiliar o ensino e aprendizagem de processos de difusão simples presente nos currículos de física e química. O movimento passeio aleatório foi simulado considerando colisões elásticas entre as partículas em suspensão em um fluido. Em nossas simulações, a intensidade da velocidade das partículas foi definida em uma faixa arbitrária, e elas apresentam uma distribuição aleatória na direção da velocidade. Utilizando dois métodos, o histograma de distribuição dos deslocamentos e o deslocamento quadrático médio (DQM), foi possível medir o coeficiente de difusão  $D$  de quatro diferentes sistemas simulados e determinar as regiões onde o sistema apresenta o regime de transporte balístico ou difusivo. O regime balístico foi observado graficamente quando o deslocamento quadrático médio tem uma dependência parabólica com o tempo, o que difere do regime difusivo típico onde o deslocamento quadrático médio tem uma dependência linear. Acreditamos que a complementação da descrição matemática do movimento passeio aleatório com a construção e análise de sua animação com Algodoo proporcionará ao aluno um melhor entendimento das técnicas presentes nesse modelo estocástico. Essas animações de fácil implementação podem ser utilizadas para vários níveis de ensino. No ensino básico e médio, as animações poderão ser utilizadas para ilustrar o movimento aleatório de uma partícula em suspensão em um fluido. Em cursos de graduação ou pós-graduação, tais animações funcionarão como uma ferramenta para facilitar a compreensão dos procedimentos matemáticos envolvidos no estudo do movimento passeio aleatório e movimento browniano.

**Palavras-chave:** Random Walk; Movimento Browniano; Coeficiente de Difusão; Animação; Algodoo; Ensino de Física.

## UTILIZANDO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO UM EXPERIMENTO NO ENSINO DA PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

**Fernando Trevisol** [fernandotr3visol@gmail.com]  
**Hélio Tramontim Junior** [tramontimjr@gmail.com]  
**Keterllin Farias Cidade** [keterllinf@gmail.com]  
**Eduardo Tocchetto Junior** [du.tocchetto@gmail.com]  
*Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC.  
Campus Araranguá, 88905-112, Araranguá, SC – Brasil*

O presente trabalho apresenta uma atividade que foi proposta como avaliação na disciplina de Termodinâmica<sup>1</sup> do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina campus Araranguá, com o intuito de utilizar a metodologia de aprendizagem ativa, cuja principal característica é a inserção do aluno como agente principal de sua aprendizagem. A partir da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) desenvolveu-se um problema sobre o tema “primeira lei da termodinâmica” e apresentado como aula para alunos do ensino médio. A aula tinha como foco a utilização do experimento de Joule, uma proposta adaptada, como organizador prévio para mobilizar a predisposição na aprendizagem da primeira lei da termodinâmica. De acordo com a teoria de aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel, é necessário duas premissas básicas para que ocorra a aprendizagem significativa. A primeira é que o aprendiz deve ter predisposição em aprender, e essa ideia está ancorada no fato de que, para que ocorra a aprendizagem, é necessário partir daquilo que o sujeito da aprendizagem já sabe. A segunda é que o material deve ser potencialmente significativo, ou seja, um material que cause significado. Uma forma de conduzir o aluno para um processo de aprendizagem significativa é através do uso de um recurso instrucional potencialmente facilitador denominado organizador prévio. No início da revolução industrial, o tema do calor chamava muita atenção e interesse de muitos setores da Física. No desenvolvimento de um modelo que explicasse os princípios básicos do calor e energia, destacou-se um físico britânico James Prescott Joule, que inventou um mecanismo de percepção de que a energia pode ser extraída e transformada. No experimento original, Joule demonstrou que a agitação de uma massa de água dentro de um recipiente por meio de um sistema mecânico com pás, verificou um aumento de temperatura, numa clara evidência de que o trabalho se converte em calor com valor constante e quantificável. Dessa forma o experimento consistia em transformar energia potencial em trabalho e a seguir em calor, e portanto, podendo alterar a temperatura de um fluido. O presente trabalho é uma adaptação do experimento de Joule, pois ao invés da energia potencial foi empregada outra forma de energia, a elétrica para posteriormente ser convertida em calor. O experimento teve o seguinte material utilizado, três sensores LM35 que são sensores de precisão para medir a temperatura do fluido (água) e um copo de liquidificador (recipiente com as pás) para conter o fluido. O procedimento de montagem teve início com a fixação dos sensores LM35, colocados equidistantes no copo do liquidificador perfurados com o auxílio da lamparina, alicate, e fios de cobre, fixados e impermeabilizados com cola de silicone. Em seguida foram soldados os fios de cobre nos sensores LM35 e conectados em uma placa de prototipagem eletrônica de hardware, denominada Arduino. Através do Arduino foi possível a coleta de dados (valores de temperatura) em tempo real. Dessa forma foi possível verificar o princípio da interconvertibilidade das diversas formas de energia (energia elétrica provocando a agitação molecular do fluido e conseqüentemente em aumento de temperatura). Este experimento pode ser um dos meios de alcançar a predisposição em aprender do aluno no conteúdo da primeira lei da termodinâmica, podendo assim ter uma aprendizagem potencialmente significativa.

**Apoio: IFSC.**

---

<sup>1</sup>Trabalho realizado sob a orientação do professor ministrante da unidade curricular de GTF, Humberto Luz Oliveira.

**VÍDEO-ANÁLISE NO ESTUDO DE UM MOVIMENTO COM FORÇAS RESISTIVAS<sup>1</sup>****Fernanda Battú e Gonçalo** [nanda.unipampa@gmail.com]**Camila Collares** [camilab\_collares@hotmail.com]**Guilherme Marranghello** [guilhermemarranghello@unipampa.edu.br]**Pedro Dorneles** [pedrodorneles@unipampa.edu.br]*Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.**Avenida Maria Anunciação Gomes de Godoy, 96413-170, Bagé, RS – Brasil.*

A Mecânica é, usualmente, estudada durante todo o primeiro ano do Ensino Médio. Mesmo utilizando todo o ano para este trabalho, o estudo da Cinemática e da Dinâmica ainda apresenta diversas lacunas. O movimento de Queda Livre é sempre abordado, em contrapartida, o movimento com resistência de um meio é, quase sempre, ignorado. Levando em consideração esta lacuna apresentada no estudo da Mecânica, propusemos aqui uma abordagem para o estudo do movimento de uma esfera, caindo dentro de um recipiente, contendo um fluido, que tornará mais evidente a presença de uma força de resistência, determinando facilmente a velocidade terminal das esferas, tanto na água quanto no óleo de soja. Com a finalidade de desenvolver uma atividade que seja capaz de trabalhar os conceitos físicos e não abrindo mão do formalismo matemático, optou-se pelo uso de tecnologias computacionais para o estudo deste tema. Segundo Zacharia (2007)<sup>2</sup> em atividades computacionais é possível diminuir ou aumentar o nível de complexidade dos sistemas físicos, tais como: incluir ou excluir certos aspectos, adotar condições e fazer idealizações. Portanto em nosso trabalho, apresentamos o uso da técnica de vídeo-análise para a determinação da velocidade terminal de um corpo sob a resistência de um meio. O *software* utilizado é o Tracker, um programa não proprietário recomendado para o desenvolvimento de vídeo-análise. O SciDaVis é um *software* livre, que serve para analisar dados e fazer gráficos em duas e três dimensões. Com os dados obtidos no Tracker podemos construir os gráficos de posição versus tempo de cada esfera e, assim, obter a velocidade terminal das mesmas, a partir da análise linear do gráfico. Com base nos dados obtidos, modelamos o esquema experimental, utilizando o *software* *Modellus*, este software permite a construção de um laboratório virtual, que, a partir de equações matemáticas simula modelos de fenômenos físicos, no qual é possível deixar que o aluno resolva uma situação e reflita sobre o significado do experimento. Acreditamos que a inserção de temas instigantes, associados ao uso de novas tecnologias e de atividades experimentais constitui uma excelente alternativa de ensino. Apresentamos aqui, uma possibilidade para esta integração, esperando que o professor/aluno seja capaz de dar um passo além do movimento modelado pela queda livre, utilizando o laboratório e o computador, transformando a Física em uma Ciência mais atraente e com modelos teóricos mais sofisticados.

**Palavras-chave:** Forças Resistivas; Vídeo-Análise; Simulações Computacionais.

---

<sup>1</sup> Artigo submetido para a Revista Brasileira de Ensino de Física.

<sup>2</sup> Z. C. Zacharia. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, Oxford, v. 23, n. 2, p. 83-169, 2007.

**RELAÇÃO DE  
MINICURSOS  
OFERECIDOS**



## MINICURSOS DE 6 HORAS-AULA

### 1. **Elaboração e uso de videoaulas voltadas para a aprendizagem de Física**

Fabricio da Silva Scheffer (Colégio Marista Rosário)

O presente minicurso tem como objetivo central oferecer aos participantes uma introdução sobre produção e uso didático de vídeos no ensino de Física. Mais especificamente, o foco estará no planejamento didático do roteiro de videoaulas e na discussão sobre as dificuldades técnicas e pedagógicas envolvendo desde a gravação à edição final dos vídeos, apontando caminhos sobre como superá-las. Serão apresentados também exemplos e sugestões para o uso de videoaulas para o ensino de Física.

### 2. **Programação em Nightshade: um software para planetários e salas de aula**

Guilherme Frederico Marranghello (UNIPAMPA)

Este minicurso tem como objetivo apresentar noções básicas de programação no software Nightshade. Esse software, desenvolvido a partir do software tradicionalmente utilizado em ensino de astronomia, Stellarium, pode ser utilizado tanto em planetários digitais quanto em salas de aula. Sua linguagem de programação é simples e permite ao planetarista/professor preparar suas aulas utilizando um recurso computacional poderoso.

### 3. **Produção e recepção de vídeos no ensino de Física**

Marcus Vinicius da Silva Pereira (IFRJ)

O objetivo central desse minicurso é fomentar a discussão sobre o papel do audiovisual no ensino de Física, apresentando referenciais teóricos que subsidiam a produção e a recepção de vídeos no contexto escolar.

### 4. **Ensino de Física: lugares da Nanociência na hidrofobicidade para o Ensino Médio**

Rafael Piovesan Pistoia (UNIFRA)

Deseja-se que os cursistas considerem-se capazes de implementar essa proposta de ensino de nanociência via hidrofobicidade - em seus respectivos locais de ensino, já que a sequência de materiais pedagógicos desenvolvidos estará disponível para todos os participantes, os quais receberão os materiais para a utilização em suas instituições, viabilizando ao desenvolvimento de novas práticas de ensino sobre este tópico tão contemporâneo e inovador.

### 5. **O uso de animações com o Algodoo para o processo de ensino de aprendizagem de Física**

Samir Lacerda da Silva (IFES)

Apresentar as noções básicas das principais ferramentas do software Algodoo. Criar, modificar e aplicar animações feitas no Algodoo em alguns sistemas físicos presente no currículo escolar em diversos níveis de escolaridade, buscando estabelecer algumas estratégias pedagógicas para melhorar a qualidade do ensino de Física.

### 6. **Física e educação para o trânsito para jovens e adultos**

Henrique Goulart da Silva Urruth

O objetivo do curso é a capacitação e instrumentalização de profissionais da educação para as atividades previstas no material disponível no Repositório Digital – Física e Educação para o Trânsito, no endereço <[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe\\_Goulart/](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/)>, possibilitando suas imediatas aplicações.

**7. Aplicações da realidade aumentada no ensino de Física**

Luciano Denardin de Oliveira &amp; Ruan Lopes Gonçalves (PUCRS)

Objetivo é apresentar potencialidades e aplicações da Realidade Aumentada no ensino de Física. No minicurso, tratamos: da definição e exemplos de Realidade Aumentada; de aplicações para o ensino de Física; de aprender a utilizar o aplicativo Layar e o software FLARAS.

**8. Decompondo a luz no Ano Internacional da Luz**

Thomas Braun (UFRGS), Sílvio L. S. Cunha (UFRGS) &amp; Luci F. M. Braun (IFRS – Câmpus Osório)

Aproveitando o ensejo do Ano Internacional da Luz e a curiosidade que ele suscita, deseja-se fomentar o interesse no tema propondo uma oficina com a finalidade de construir um espectrômetro a partir de uma dobradura com cartolina, um pedaço de dvd-r e um celular com câmera. A calibração e aplicações do dispositivo também serão apresentados.

**9. Evolução conceitual de Energia: um enfoque interdisciplinar considerando aprendizagem significativa em aulas de Ciências**

André Taschetto Gomes (UFSM), Isabel Krey Garcia (UFSM) &amp; Lisiane Barcellos Calheiro(UFRGS)

O objetivo desta proposta de curso/oficina foi abordar, inicialmente, com os docentes da disciplina de Física, as suas visões relacionadas ao conceito de Energia. No segundo momento do curso, foi feita uma análise, juntamente com os professores participantes, destes dados produzidos (discursos) utilizando as categorias definidas a priori segundo a Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007). Este procedimento deu algumas noções de como analisar um discurso a partir da **unitarização**, ou seja, a determinação das unidades constituintes básicas; a **categorização** e, por fim, a emergência da análise do corpus do trabalho, com compreensões mais profundas e adequadas do fenômeno em foco na investigação. Após esta análise das concepções iniciais dos participantes, sobre suas ideias em relação ao conceito de energia, partiu-se para a sequência de apresentação de slides sobre alguns temas importantes: interdisciplinaridade, aprendizagem significativa, aprendizagem significativa crítica, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), construção de mapas conceituais, entre outros. Por fim, os participantes em grupos construíram UEPS semiestruturadas abordando a temática Energia de forma interdisciplinar.

**10. Conhecendo o CERN: Oportunidade aos professores de Física**

Lisiane Araujo Pinheiro (FEEVALE) &amp; Maurício Girardi (Colégio Estadual Piratini)

O propósito do minicurso é divulgar as atividades desenvolvidas na Escola de Física do CERN. São abordados os seguintes tópicos: partículas elementares e interações fundamentais; a Física dos detectores; antimatéria; o bóson de Higgs e suas implicações; energia e matéria escura; a Física além do Modelo Padrão; supersimetria; e supercordas.

**MINICURSOS DE 4 HORAS-AULA****1. Física e fotografia**

Fernando Kokubun (FURG)

O curso tem por objetivo apresentar conceitos utilizados em fotografia e suas descrições e/ou justificativas físicas. Os temas abordados serão principalmente relacionados com óptica. Os tópicos serão: 1) Tipos de câmeras fotográficas e seu funcionamento. 2) As câmeras pinhole e os princípios

básicos de fotografia. 3) Elementos de óptica importantes para a fotografia. 4) Tipos de objetivas. Distância focal equivalente. 5) O trio de regulagem: iso, f-stop e tempo de exposição. 6) Algumas técnicas de fotografia: profundidade de foco, controle de reflexos e algumas técnicas de iluminação.

## **2. Experimentos de Física com tablets e smartphones**

Carlos Eduardo Aguiar (UFRJ)

Serão apresentados experimentos didáticos em que *tablets* e *smartphones* são utilizados como instrumentos de detecção, coleta, armazenamento e apresentação de dados. Serão abordados os seguintes tópicos: 1. O computador no laboratório didático. 2. *Tablets* e *smartphones* no laboratório didático, 3. Sensores: acelerômetro, giroscópio, magnetômetro, luxímetro, etc. 4. Realização de experimentos com *tablets* e *smartphones*.

## **3. O whiggismo na abordagem das teorias da relatividade nos livros didáticos: identificação e discussão de suas implicações para o ensino de ciências**

Felipe Damasio & Simone Sobiecziak (UFSC)

No presente minicurso pretende-se analisar o tratamento histórico dado à Teoria da Relatividade Restrita e Geral em livros didáticos por meio de uma discussão de como a figura de Albert Einstein é apresentada de acordo com a historiografia contemporânea procurando analisar se o tratamento se aproxima ou não do whiggismo.

## **4. As máquinas a vapor na revolução industrial: um minicurso utilizando "Roleplaying Game" (RPG) como uma ferramenta educacional para a abordagem CTS no Ensino de Física**

Diego Ricardo Sabka & Alexsandro Pereira de Pereira (UFRGS)

Mostrar como os participantes desse minicurso poderão desenvolver as suas próprias práticas utilizando o RPG como ferramenta na abordagem CTS, através de estudo de textos, reflexões em grupos e dinâmicas. Contribuir para a formação de cidadãos mais críticos quanto ao papel de ciência e tecnologia na sociedade, evidenciando as características argumentativas presente no RPG e vinculando esse a práticas envolvendo a abordagem CTS. Apresentar uma referenciação para a abordagem CTS com base em uma crítica da filosofia marxista.

## **5. Introdução ao uso do Arduino e sua aplicação na meteorologia**

Rafael Vasques Brandão (CTA Jr – Cap/UFRGS) & Renan Boher da Silva (CTA – IF/UFRGS)

O presente minicurso tem como objetivo oportunizar ao público-alvo o contato com tecnologias abertas que podem ser utilizadas em projetos voltados para o desenvolvimento de instrumentação científica e educacional. Serão apresentados projetos bem sucedidos nos contextos da ciência e educação em ciências. Essa oficina, em um primeiro momento, consiste de uma breve descrição sobre o Arduino seguida de montagem de projetos que utilizam a placa. Antes de cada projeto, são introduzidos os conceitos básicos de eletrônica e programação em C necessários para o entendimento do projeto. A segunda parte consiste da montagem de uma estação meteorológica em protoboard, incluindo noções básicas de eletrônica e programação necessárias para o entendimento da atividade.

## **6. As radiações e o nosso cotidiano: medicina, energia e Big Bang. Uma abordagem a partir do Ensino Politécnico**

Ana Paula Rebello (PUCRS e SEDUC-RS) & Lisiane Araujo Pinheiro (FEEVALE – SEDUC-RS)

O minicurso tem como propósito desenvolver uma abordagem sobre os conceitos de Física Moderna e Contemporânea que vá ao encontro das concepções da Politecnia vigente no Ensino



Médio do Estado do Rio Grande do Sul, contemplando os diferentes conceitos correlacionados na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Como pano de fundo serão utilizados o conceito de radiações e suas implicações na sociedade.

### **7. Física Moderna com o Tracker**

Marisa Almeida Cavalcante (PUC-SP)

O minicurso pretende contribuir na instrumentalização dos professores adaptada e adequada à escola brasileira integrada a novas tecnologias e que permita tratar conceitos e instrumentos contemporâneos relacionados no ensino e aprendizagem de Física. Serão fomentadas discussões que envolvem desde a dualidade onda-partícula até estados quânticos da matéria numa varredura essencialmente conceitual. Serão realizados alguns experimentos de simples reprodução e outros mais avançados que possibilitem a compreensão de alguns destes tópicos e sua consequente inserção no Ensino Médio.

### **8. Luz cósmica: a origem dos elementos químicos no Universo**

Alan Alves Brito (UFRGS)

Compreender como a luz e a matéria interagem no Universo. - Entender como os diferentes elementos químicos da Tabela Periódica – do hidrogênio ao urânio – são fabricados no Universo. Ementa: • A tabela periódica dos elementos químicos: contexto histórico e propriedades. • Interação luz-matéria em Astrofísica: radiação e átomo. • Espectro eletromagnético: janelas de observação do Universo. • Leis de Kirchoff: princípios fundamentais da espectroscopia. • 13.7 bilhões de anos depois – Big Bang e a história térmica do Universo: do hidrogênio (H), hélio (He), lítio (Li) e forças fundamentais à formação de estrelas, galáxias e planetas no Universo. • Nascimento, vida e morte das estrelas: a fusão nuclear, do carbono (C) ao urânio (U), em diferentes ambientes astrofísicos. • Atividades práticas e apresentação de filmes.

### **9. Vpython no Ensino Médio: programando animações de movimentos de sistemas físicos**

Rodrigo M. Paredi & Rejane M. Ribeiro-Teixeira (UFRGS)

O objetivo deste minicurso é apresentar o Vpython e alguns exemplos de animações de sistemas físicos. O VPython, módulo gráfico 3D (visual) adicionado à linguagem de programação Python, é um recurso poderoso para construir animações tridimensionais. O participante tomará contato com o Vpython e, ao final do minicurso, será capaz de construir a visualização tridimensional de algum sistema físico simples, programando uma animação do movimento do mesmo.

### **10. Materiais Magnéticos - Evolução dos HDs e pesquisa na área**

Bárbara Canto dos Santos & João Edgar Schmidt (UFRGS)

Pretende-se apresentar a classificação dos materiais magnéticos e sua importância na evolução das memórias magnéticas e cabeçotes de leitura, além de mostrar as pesquisas atuais no assunto e o Laboratório de Magnetismo do IF-UFRGS.

## **MINICURSOS DE 3 HORAS-AULA**

### **1. Uma casa com energia solar**

Márcia Maria Lucchese & Francisco Machado (Unipampa)

Em nosso projeto, elaboramos uma casa que funciona com placas solares. Na casa temos, além dos painéis solares, lâmpadas de leds e motores. O objetivo da casa é ensinar aos alunos do Ensino Médio e Fundamental conceitos de astronomia (posição solar) e eletromagnetismo. Nesta oficina

será apresentado como montar a casa solar e, também, como utilizá-la como uma ferramenta para apresentar os conceitos de posição solar e eletromagnetismo.

## **2. Temas instigantes de Física**

Fernando Lang da Silveira (UFRGS)

Serão desenvolvidos temas, não encontrados em livros texto, motivadores para o ensino de Física Geral. Os tópicos abordados serão: 1 - O salto recorde de Felix Baumgartner e a Física. 2 - Luz solar: efeitos inusitados. 3 - Vaporização: um tema mal tratado em textos de Física geral. 4 - Efeitos inusitados em Mecânica.

## **3. Ensinando Física com foguetes e utilizando Tics em uma proposta multidisciplinar**

Victor Sardinha Bexiga (CMPA)

Será apresentada uma proposta para ensinar Física, especificamente tópicos ligados à Cinemática, utilizando como objeto de contextualização o lançamento de foguetes de garrafa "PET" propulsionados a água. Visa-se também apresentar o computador como uma ferramenta de análise, através da utilização do *software* "Tracker" para o estudo do movimento de projéteis. O minicurso ainda tem como objetivo desenvolver nos discentes a consciência do trabalho científico, que é a proposição de modelos e o confronto desses com o fenômeno estudado.

## **4. Ferramenta CamStudio (software de captura de tela) no ensino de Física**

Franciele Braz de Oliveira Coelho, Janaína Viário Carneiro & Cristiane Cunha Alves (Unipampa)

Pretende-se oferecer formação para profissionais e acadêmicos de Física sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino; proporcionar atividades para que os envolvidos verifiquem como se dá a instalação do *software* de captura de tela, CamStudio; oportunizar situações de aprendizagem para que ocorra o reconhecimento das funções da ferramenta; explorar as potencialidade da CamStudio como ferramenta de autoria na elaboração de recursos didáticos para o ensino de Física.

## **5. Aspectos da Natureza da Ciência em sala de aula e evidências das concepções dos estudantes sobre o trabalho científico**

Vinícius Medeiros da Rosa & Isabel Krey Garcia (UFSM)

Apresentar, refletir e discutir sobre a inserção de tópicos da Natureza da Ciência em sala de aula, verificando as potencialidades do tema e analisando as concepções sobre o trabalho científico, por meio da apresentação de resultados obtidos com uma propostas implementada. Inicialmente, será realizada uma introdução, apresentando uma visão considerada mais adequada a respeito da Natureza da Ciência (NdC) e as principais implicações para o ensino de ciências. Após, uma discussão sobre o uso de mapas conceituais para o desenvolvimento de visões mais coerentes a respeito da natureza do trabalho científico. Ao final, serão apresentados alguns resultados de uma pesquisa, mostrando as evidências das concepções sobre a NdC, realizada em uma disciplina de História e Filosofia da Ciência.

## **6. Atividades experimentais de Mecânica**

Cleci T. Werner da Rosa, Luiz Marcelo Darroz, Jucelino Cortez, Alisson C. Giacomini & Álvaro Becker da Rosa (UPF).

O presente minicurso tem como objetivo abordar o conteúdo de mecânica para o Ensino Médio utilizando as atividades experimentais como ferramenta didática. O enfoque principal está na realização dessas atividades de modo a discutir aspectos associados ao uso didático-metodológico e

ao processo de construção dos equipamentos didáticos. Para a realização do minicurso serão utilizados equipamentos construídos de forma artesanal, com materiais que estão ao alcance dos professores e da escola. A proposta consiste em, inicialmente, abordar a temática experimentação no ensino de Física, ressaltando sua importância e seu papel na construção dos conhecimentos. O destaque fica por conta do entendimento de que as atividades experimentais devem fazer parte das aulas de Física enquanto ferramenta didática. Na continuidade, pretende-se apresentar um conjunto de equipamentos didáticos especialmente construídos para o tópico Mecânica e o modo como eles poderão fazer parte das aulas de Física. A seguir, serão discutidos aspectos inerentes a sua construção; E, ao final, serão propostos que os cursistas desenvolvam roteiros-guia para sua utilização no Ensino Médio. Entre os tópicos a serem abordados estão: movimentos retilíneos de velocidade e aceleração constante; aceleração gravitacional; lançamento oblíquo; lançamento de projéteis; segunda Lei de Newton; plano inclinado com e sem atrito; força elástica; sistemas de forças; Teorema de Varignon; pêndulo balístico; conservação/dissipação de energia.

## PALESTRAS

### **1. Educação a Distância no ensino de Física**

Prof. Dr. Silvio Luiz Souza Cunha (UFRGS)

Serão apresentadas em dois momentos algumas reflexões sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICS) e das ferramentas de Educação a Distância no Ensino da Física. No primeiro momento será discutido o impacto do uso das TICs em sala de aula e o seu potencial uso para oferta de disciplinas de Física na modalidade EAD ou semipresencial. Num segundo momento será feito um breve relato e discussão sobre a implementação do Curso de Especialização em Física para a Educação Básica na modalidade EAD, ofertado entre 2009 e 2011 e sendo reofertado atualmente.

### **2. Recursos educacionais abertos no ensino de Física**

Prof. Dr. Rafael Peretti Pezzi (UFRGS)

**PARTICIPANTES**

Adilson Petry Abrao dos Santos	adilsonpetry@hotmail.com
Adriana Otaki Schier	adrianaoschier@gmail.com
Agostinho Serrano de Andrade Neto	asandraden@gmail.com
Aires Vinicius Correia da Silveira	aires-silveira35@hotmail.com
Alan Alves Brito	alan.brito@ufrgs.br
Alberto Ricardo Prass	albertoprass@gmail.com
Alessandra Daniela Buffon	alessandradbuffon@gmail.com
Alessandra de Souza Teixeira	alessandrasouzateixeira@gmail.com
Alexandre Luis Junges	aljunges@gmail.com
Alexsandro Pereira de Pereira	alexsandro.pereira@ufrgs.br
Aline Goncalves	alliners@gmail.com
Aline Jung Welter	aline.jungwelter@yahoo.com.br
Aline Suelem Moratelli	aline22moratelli@gmai.com
Alisson Cristian Giacomelli	alissongiacomelli@upf.br
Alisson Mallmann de Oliveira	01alisson01@gmail.com
Alvaro Becker da Rosa	alvaro@upf.br
Alvaro Leonardi Ayala Filho	ayalafilho@gmail.com
Amanda da Cunha Pereira	amanda.cunha.isa@hotmail.com
Ana Carolina Krüger	anacarolinakruger@gmail.com
Ana Carolina Lucena Dias	anacarolinafisica@gmail.com
Ana Claudia dos Santos	anacts_@hotmail.com
Ana Paula do Prado Donadel	donadel@uri.edu.br
Ana Paula Ramos	rafaelmaciell1992@bol.com.br
Ana Paula Rebello	prof.anapaula@ibest.com.br
Andre Taschetto Gomes	atg.andre@gmail.com
Andreia Hornes Macedo	andreiahornes@yahoo.com.br
Andréia Spessatto De Maman	andreiasdm@yahoo.com.br
Angela Denise Eich Muller	angeleich@yahoo.com.br
Aniara Ribeiro Machado	aniara_m@hotmail.com
Anna Maria Daniele Adriano	annadaniele@colegiogloria.com.br
Antonella Menegat Basso	antonellamenegatb@hotmail.com
Antonio Marcos Teixeira Dalmolin	antoniodalmlin@gmail.com
Aracelli Soares de Souza da Costa	ara-cellisouza@hotmail.com
Ariane da Rosa Ferreira Caporal	arianeferre@hotmail.com
Armando Foscarin Neto	armando.foscarin@gmail.com
Augusto Cezar Gessi Caneppele	augusto.caneppele@gmail.com
Aurea Machado	aureaebeto@gmail.com
Barbara Canto dos Santos	cantobarbara2-2@yahoo.com.br
Barbara Locatelli da Silva	baa.lsilva@hotmail.com
Bernardo Luis Maito Laitharth	bernardomaito@yahoo.com.br
Bernardo Reitz	brcaxias@yahoo.com
Bianca Stefani Vieira	lurebonatto@hotmail.com
Braian Carneiro	braian.carneiro96@gmail.com
Bruno Jose Goldberg Gallas	brunog.gallas@gmail.com
Bruno Randal de Oliveira	brunorandal@hotmail.com
Bruno Reinaldo da Silva	brunoreynald@gmail.com

Bruno Vitor Cecilio	brunovcecilio@hotmail.com
Caetano Castro Roso	caetanoroso@gmail.com
Camila Collares	camilabcollares@gmail.com
Camila Fernandes Cardozo	cardozo.camila@hotmail.com
Camila Paese	camilapaese@gmail.com
Carla Beatriz Spohr	carlaspohr@gmail.com
Carla Polanczky	carlapolanczky@hotmail.com
Carlos Ariel Samudio Perez	samudio@upf.br
Carlos Eduardo Magalhaes de Aguiar	carlos@if.ufrj.br
Carlos Hiago da Silveira Rosa	carlos.rosad@hotmail.com
Caroline Machado	mc.carol@gmail.com
Caroline Maria Ghiggi	caroline.ghiggi@hotmail.com
Caroline Schmechel Schiavon	carol_schmechel@hotmail.com
Cassia de Andrade Gomes Ribeiro	ribeirocasi@gmail.com
Cassiana Crepaldi	cassicrepaldiifsc@gmail.com
Cassiano Gross Schuler	cassiano_gross@hotmail.com
Cassiano Zolet Busatto	c_busatto@hotmail.com
Cesar Destro dos Santos	cesardestro.santos@gmail.com
Christian Michel da Cunha Garcia	chrismic@uol.com.br
Claudia Alejandra Araya Calderon	claudia.araya.calderon@gmail.com
Claudia Beatriz Dahmer	claudinha_dahmer-75@hotmail.com
Claudia Graciela Rehermann Silveira	claudia-rehermann@hotmail.com
Claudio de Werk Schroeder	cwsmas@gmail.com
Claudio Rejane da Silva Dantas	claudio.dantas@urca.br
Claudionor de Oliveira Pastana	claudionorpastana@yahoo.com.br
Cleci Teresinha Werner da Rosa	cwerner@upf.br
Cristiane da Cunha Alves	crisalves1917@hotmail.com
Cristiano Carlos Dias	cristianofisicaupf@hotmail.com
Cristiano Goncalves Porto	cgporto13@gmail.com
Cristine Ines Brauwiers	crisbrauwiers@hotmail.com
Daiane Secco	daiane.secco@bento.ifrs.edu.br
Daniel da Silva de Avila	ds_avila@yahoo.com
Daniel Flach	daniel.flach.df@gmail.com
Daniel Gustavo Benvenuti	daniel.benvenuti@hotmail.com
Daniela Borges Pavani	dpavani@if.ufrgs.br
Danielle Costa da Silva	daninegrin@hotmail.com
Davi Ribeiro Roxo	daviribeioroxo@gmail.com
Debora Kelli Freitas de Melo	kellimelo2020@hotmail.com
Denise Daiane Ostroski	denisedaiane@yahoo.com.br
Denise Trisch	denitrisch@hotmail.com
Desiree Dornelles	desiree.dornelles@ufrgs.br
Diego Ricardo Sabka	diego.sabka@ufrgs.br
Diomar Carissimo Selli Deconto	diomardec@gmail.com
Diomar Sbardelotto	diomar@unisinors.br
Dionatan Zimmermann Couto	dizcoutho@gmail.com
Diuri da Costa Tavares	diurict@gmail.com
Djonathan Andre Boaro	djonathanboaro@gmail.com
Edi Terezinha de Oliveira Grings	etog@liberato.com.br

Ediane Cristina Schneiders	edianecristina2011@hotmail.com
Edson Massayuki Kakuno	edsonmk2004@yahoo.com
Eduardo de Barros Alves	dutyba@hotmail.com
Eduardo Gois	goisfisica@gmail.com
Eliane Angela Veit	eav@if.ufrgs.br
Eliane Dias Alvarez Schafer	elianealvarez@hotmail.com
Elis Regina Macedo	eregina.objetivamaia@gmail.com
Elizandra Martinazzi	elizandra.martinazzi@gmail.com
Eloir de Carli	eloir@if.ufrgs.br
Erika Regina Mozena	erikamozena@hotmail.com
Eugenio Carlos Lacerda Borges	naotem@hotmail.com
Eva Olibia Gomes Mena	eva.olibiamena@hotmail.com
Fabiano Bernardi	fabiano@if.ufrgs.br
Fabricio da Silva Scheffer	fabricioscheffer@gmail.com
Felipe Damasio	felipedamasioifsc@gmail.com
Felipe Ferreira Selau	ffselau@gmail.com
Felipe Sereno Soso	felipeserenososo@hotmail.com
Fernanda Battu e Goncalo	nanda.unipampa@gmail.com
Fernanda Cristina Pansera	fernandacpansera@hotmail.com
Fernanda Endrizzi	fernandaendrizzi@hotmail.com
Fernanda Lima Rodrigues	fernandalimar@hotmail.com
Fernanda Rodrigues de Rodrigues	fernandaeedivaldo@hotmail.com
Fernanda Teresa Moro	nanda_moro@yahoo.com.br
Fernando Kokubun	fkokubun@gmail.com
Fernando Lang da Silveira	lang@if.ufrgs.br
Franciele Braz de Oliveira Coelho	francielecoelho@unipampa.edu.br
Francisco Machado da Cunha	franciscomachado11@hotmail.com
Gabriel Wolter Martell	gabriel.martell@ufrgs.br
Gabriela Scariot	gabriela.scariot@bento.ifrs.edu.br
Geison Mendes de Freitas de Oliveira	geisonfisica@yahoo.com.br
Gilberto Fetzner Filho	gfetzner@ig.com.br
Gilberto Orenge de Oliveira	g.orengo@gmail.com
Giovanni Rodrigues da Silva Del Duca	giovannirodriguesdasilva@gmail.com
Glauco Salomao Ferreira Ribas	glaucocatia@yahoo.com.br
Glenda Cledes	clesesglenda@gmail.com
Graciela Paz Meggiolaro	gracipmdalmolin@gmail.com
Graciela Sasso Fiuza	gracifiuza@yahoo.com.br
Guilherme Alvim Barbosa Garcia	gui.garcia67@gmail.com
Guilherme da Silva Giacumuzzi	mr.giacumuzzi@hotmail.com
Guilherme Dionisio	guilherme.dionisio@bol.com.br
Guilherme Frederico Marranghello	gfmarranghello@gmail.com
Guilherme Henkes Bagestan	120557@upf.br
Guilherme Rodrigues Weihmann	grweihmann@gmail.com
Gustavo de Gasperi	gustavo.gasperi@yahoo.com.br
Gustavo Ferreira Machado	gustavo.ferreira.machado@gmail.com
Gustavo Gewehr Soares	135310@upf.br
Helena da Gloria Pieri	helena.pieri@hotmail.com
Helio Tramontim Junior	tramontimjr@gmail.com

Henrique Goulart da Silva Urruth	henrique.goulart@ufrgs.br
Higor Edmundo Silva de Campos	higor.edmundo@gmail.com
Hilson Jose Gabriel Filho	hilsinho@gmail.com
Iliane Teresinha Tonello	iliane@uri.edu.br
Ines Prieto Schmidt Sauerwein	ines.ufsm@gmail.com
Ingrid Priebe Lima	ingridlorensonl@hotmail.com
Isabel Krey Garcia	ikrey69@gmail.com
Isadora da Silva Espindola	isadora.pessoal@yahoo.com
Italo Gabriel Neide	italo.neide@univates.br
Ives Solano Araujo	ives@if.ufrgs.br
Ivo Mai	ivomai@gmail.com
Janaina Back	janaina14b@hotmail.com
Janaina Viario Carneiro	carneirojana@yahoo.com.br
Janaine Della Santa	janaineds7@gmail.com
Jeferson Fernando de Souza Wolff	jefersonwolff@charqueadas.ifsul.edu.br
Jessica Ferreira da Rosa Martinez	jessica.fr.martinez@gmail.com
Joao Carlos Borges	joaocarlosifsc@hotmail.com
Joao Edgar Schmidt	joao.schmidt@ufrgs.br
Jocielli Maria Tolomini	jocielli.tolomini@hotmail.com
John Correa Oliveira	john.oliveira@acad.pucrs.br
Jonas Cegelka da Silva	jonas.silva@iffarroupilha.edu.br
Jonatan de Souza da Silva	jonatanquirino@gmail.com
Jonathan de Lima	jonatthan.de.lima@gmail.com
Josiane Maciel	josi_maciel6@hotmail.com
Josiane Trevisol Recco	josirecco2@gmail.com
Jucelino Cortez	jucelinocortez@gmail.com
Juliana Aozane da Rosa	juliana.aozane@unijui.edu.br
Juliana Lazzarotto	juli.lazza@hotmail.com
Juliana Rodrigues dos Anjos	juliana-anjos@hotmail.com
Juliano Cavalcanti	juliano@upf.br
Juliano Rossi Alves	juliano.rossi.alves@outlook.com
Julio Cesar Damasceno	juliocdamasceno@hotmail.com
Julio Cesar Rodrigues da Silva	jc.rs.engenheiro@gmail.com
Jupiter Cirilio da Roza Silva	jupiterpf@hotmail.com
Kaluti Rossi de Martini Moraes	kaluti.moraes@acad.pucrs.br
Karine dos Santos Coelho	kakascoelho@hotmail.com
Karine Nicolete Consenso Mateus	karine.c@aluno.ifsc.edu.br
Karolina Natasha Jarochevski	knjarochevski@gmail.com
Karoline Lima dos Santos	karolinelsantos@gmail.com
Katlin Machado da Rosa	katlindarosa@gmail.com
Kelen da Silva Xavier	kelen.s.xavier@gmail.com
Kellen Melo Pinheiro	kellenmelopinheiro@gmail.com
Kelly Frank Heckler	ke.heckler95@gmail.com
Keterllin Farias Cidade	keterllinf@gmail.com
Kevin Dorneles Machado	kevindornelesmachado@hotmail.com
Lais Costa Alves	lala_itz@hotmail.com
Larissa Esser	laarissaesser@gmail.com
Larissa Silva de Castilhos	familiacastilhos@uol.com.br

Leonardo Albuquerque Heidemann	leonardo@heidemann.com.br
Leonardo Pereira Vieira	leofaraday@gmail.com
Leonardo Santos Souza	leonardo.santosouza@outlook.com
Leonardo Vinicius Cruz	leonardocruz_2202@hotmail.com
Leonel Cardoso	leonel4800@gmail.com
Leticia Jorge	leticiajorgeifsc@gmail.com
Leticia Pedro Figueredo	leticia_figueredo2012@hotmail.com
Lidiane Silva Santos	lidi.s.santos@hotmail.com
Lilian Cristina Nalepinski Wiehe	wiehe@cpovo.net
Lisiane Araujo Pinheiro	lisi.ap@terra.com.br
Lisiane Barcello Calheiro	lisbarcellos@hotmail.com
Lisiane Diehl	lisid@hotmail.com
Liv Ludwig Goncalves	livludwig@yahoo.com.br
Lucas da Silva Teixeira	lucasteixeira897@gmail.com
Lucas Telichevesky	naoinformou@gmail.com
Luci Fortunata Motter Braun	luci.braun@osorio.ifrs.edu.br
Luciano Denardin de Oliveira	luciano.denardin@pucls.br
Luciano Slovinski	lslovinski@gmail.com
Luis Fernando Gastaldo	lfgastaldo@uffs.edu.br
Luis Fernando Gomes Fernandes	luisfernandogf@gmail.com
Luiz Eduardo Schardong Spalding	spalding@upf.br
Luiz Hemrique Guimaraes Leite	luiz.hleite@ulbra.edu.br
Luiz Marcelo Darroz	ldarroz@upf.br
Magali Deckert Arndt	magaliconcordia@yahoo.com.br
Maicon Ferreira	eng.maiconf@gmail.com
Marcel Leonel Jorge	marcel@upf.br
Marcelo da Silva	marcelosilva030986@hotmail.com
Marcia Zanella Souza	marcia_zsouza@hotmail.com
Marcia de Melo Braga	brammar2@yahoo.com.br
Marcia Maria Lucchese	mmlucchese@gmail.com
Marcia Rosane Ferreira	prof.marcia.fisica@gmail.com
Marcio Adriano da Silva Coser	cozer.marcio@gmail.com
Marcio Gabriel dos Santos	phd.marcio@gmail.com
Marco Aurelio do Espirito Santo	marco.santo@ifrj.edu.br
Marco Aurelio Torres Rodrigues	profmarcotorresjbsegu@gmail.com
Marcos Renan Flores Rodrigues	marcosrenan7@gmail.com
Marcos Rogerio dos Reis	reis.marcos@ibest.com.br
Marcus Vinicius da Silva Pereira	marcus.pereira@ifrj.edu.br
Margaret Busse Avancini	mbavancini@cpovo.net
Mari Aurora Favero Reis	mari@unc.br
Maria Aparecida Couto Ramos	cidokacouto@bol.com.br
Maria Sonia Silva de Oliveira Veloso	soniaufr@gmail.com
Maria Teresinha Xavier Silva	teka@if.ufrgs.br
Mariane Soares da Silva	marianesoaresdasilvamari95@gmail.com
Marilia Britto Correa de Oliveira	marry-britto@hotmail.com
Marilia Campolino Peterle Farias	mariliatcf@hotmail.com
Marilinda Nogueira	marynogueira93@gmail.com
Marina Sanfelice Valenzuela	sv.marina@hotmail.com



Marisa Almeida Cavalcante	marisacavalcante@uol.com.br
Marivane de Oliveira Biazus	marivanebiazus@gmail.com
Matheus Ramos Caloni	matheus.caloni@acad.pucrs.br
Matheus Souza Quadrado	maatheussouzaa03@outlook.com
Mauri Luis Tomkelski	mauriluis@gmail.com
Mauricio Girardi	mauriciogirardirs@yahoo.com.br
Maykon Goncalves M?ller	maykon_151@hotmail.com
Michael Pereira dos Santos	maycon_styllus@hotmail.com
Michele Ferreira Cardoso	micheferreiracardoso@gmail.com
Miguel Faccio	miguelfaccio.1@hotmail.com
Milene Rodrigues Martins	milene_r_martins@hotmail.com
Muriel Soares Rabello	themuriel666@gmail.com
Natalia Fernanda Menegol	natalia.menegol@acad.pucrs.com
Natalia Rodiguero	nati-rodiguero@hotmail.com
Natan Mendes Casero	natan.casero@hotmail.com
Neusa Teresinha Massoni	neusa.massoni@ufrgs.br
Noana Cecchin	nocecchin@hotmail.com
Otavio Bocheco	o.bocheco@ifc-riodosul.edu.br
Patrese Coelho Vieira	patrese.vieira@gmail.com
Patrick Alves Vizzotto	patrick.fisica@hotmail.com
Patrick de Souza Girelli	patrick@ifc-sombrio.edu.br
Patrik Rodrigues	patrik182rodrigues@hotmail.com
Paulo Ricardo Alcantara Goulart	paulogoullart@gmail.com
Paulo Vinicius dos Santos Rebeque	paulo.rebeque@bento.ifrs.edu.br
Pedro Fernando Teixeira Dorneles	pedroftd@gmail.com
Pedro Henrique Giarretta	pedrogiarretta@bol.com.br
Priscila Andrea Severino Vaz	priscila.severino@gmail.com
Rafael Peretti Pezzi	rafael.pezzi@ufrgs.br
Rafael Piovesan Pistoia	rafhapi@gmail.com
Rafael Ramos Maciel	rafaelturvo@gmail.com
Rafael Vasques Brandao	rafael.brandao@ufrgs.br
Rejane M. Ribeiro Teixeira	rejane@if.ufrgs.br
Renan Bohrer da Silva	renan.silva@ufrgs.br
Renata Tais Lunkes	lunkesrenata1@gmail.com
Ricardo Goulart Caporal Filho	ricprofessor@gmail.com
Roberto Dorneles Severo	rdsevero@hotmail.com
Robson Trevisan	robsontrevi@gmail.com
Rodrigo da Silva Franco	rodrigo_rco15@hotmail.com
Rodrigo Melo Paredi	rmparedi@gmail.com
Ruan Lopes Goncalves	ruan.lopes11@gmail.com
Sabrina Isis Brugnartotto Dopico	sabrina.dopico@acad.pucrs.br
Samir Lacerda da Silva	samirlsilva@gmail.com
Sani de Carvalho Rutz da Silva	sani@utfpr.edu.br
Sarita de Cassia Hugen Brunelli	saritahugen@hotmail.com
Savana dos Anjos Freitas	savanafreitas_@hotmail.com
Scarlat Maria da Rosa da Silva	scarlatmaria05@gmail.com
Silvana Fernandes	fscsil@gmail.com
Simone Sobiecki	si.sbzk@hotmail.com

Sirlei Maria de Jesus Souza	sirleimaria.j.souza@gmail.com
Sirlene Maria Lazzarini	sirlenelazarini@hotmail.com
Solange de Almeida da Boit Presa	sol.2705@gmail.com
Sonia Silveira Peduzzi	cbefisica@gmail.com
Stefany Biorchi Maria	stefanybiorchi@hotmail.com
Talissa Cristini Tavares Rodrigues	talissa.trodrigues@gmail.com
Talita Azambuja Feijo	talitafeijo@gmail.com
Tatiane Alves Goncalves	tatianealves.goncalves@gmail.com
Tatiane da Silva	tatianefernandez.silva@gmail.com
Tauane Rangel	rangel.tauane@gmail.com
Terrimar Ignacio Pasqualetto	terrimar@gmail.com
Thais Frutuoso Martins	thaisfrutuoso@hotmail.com
Thaisa Storchi Bergmann	thaisa@if.ufrgs.br
Thiago Borges Pinto	thiagopinto90@gmail.com
Thiago Costa Farias	thiagocostafarias@hotmail.com
Thomas Braun	tbraun@if.ufrgs.br
Tiago Belmonte Nascimento	tiago.nascimento@bento.ifrs.edu.br
Ticiane Regina Hepp	ticianehepp@yahoo.com.br
Tobias Espinosa de Oliveira	tobiasespinoza@hotmail.com
Vanderlei Ribeiro	ribeiro-vanderlei2013@bol.com.br
Vanessa Aparecida Wollmann	vanessa_wollmann@hotmail.com
Vicente Longo Balbinot	tete_lb@hotmail.com
Victor Abath da Silva	victorabath@hotmail.com
Victor Braz Iturriet	victoriturriet@gmail.com
Victor Sardinha Bexiga	victorbexiga@bol.com.br
Vinicius Fernandes de Uzeda	vini_-uzeda@hotmail.com
Vinicius Medeiros da Rosa	viniciusmedeirosr@gmail.com
Vitor Freire e Salvador	vitor.salvador@acad.pucrs.br
Viviane Magnan Savela	vivimagnan@gmail.com
Wagner Roberto Degaraes	wagnerdegaraes@yahoo.com.br
Warley Jamichel Souza Das Chagas	michell.2000@rocketmail.com
Wellington Mrad Joaquim	welington@fisicactual.com.br
Willian de Campos Vieira	willian.vieira@acad.pucrs.br
Willian Rubira da Silva	willianrubira@hotmail.com
Willians Lopes de Almeida	willians.almeida@ifap.edu.br
Yuri Zanerippe Miguel	yuri.zanerippe@gmail.com