

IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS



ATAS



**Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS
15 a 17 de setembro de 2011**

IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS

ATAS

Organizadores:

Leonardo Albuquerque Heidemann
Eliane Angela Veit
Ives Solano Araujo
Marco Antonio Moreira

UFRGS – Instituto de Física
Porto Alegre
2011

Organizadores do evento:

Eliane Angela Veit (UFRGS)

Ives Solano Araujo (UFRGS)

Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Pedro Fernando Teixeira Dorneles (UNIPAMPA)

O IV Encontro Estadual de Ensino de Física – RS foi realizado em Porto Alegre, RS, no período de 15 a 17 de setembro de 2011 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 (4. : 2011 :
Porto Alegre, RS).

Atas [recurso eletrônico] / Encontro Estadual de
Ensino de Física - RS ; organizadores: Leonardo
Albuquerque Heidemann ... [et al.]. – Porto Alegre :
UFRGS – Instituto de Física, 2011.

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

Modo de acesso:

<http://www.if.ufrgs.br/mpef/4eeefis/Atas_IVEEEFis_RS.pdf>

ISBN 978-85-64948-04-4

1. Ensino de Física. 2. Congressos. I. Heidemann,
Leonardo Albuquerque. II. Título

APRESENTAÇÃO

O IV Encontro Estadual de Ensino de Física – RS, realizado em Porto Alegre, de 15 a 17 de setembro de 2011, organizado pelo Grupo de Ensino de Física (GEF) do Instituto de Física da UFRGS, pelo Centro de Referência para o Ensino de Física (CREF) e pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) deste mesmo Instituto, deu continuidade a uma série de encontros dessa natureza, iniciada em 2006, destinados a promover, valorizar e melhorar o ensino da Física em nosso meio.

Nesses encontros são trazidos conferencistas de renome nacional, são oferecidos minicursos e são apresentados trabalhos, sempre procurando motivar e instrumentalizar professores e futuros professores de Física.

Embora não valorizada pelo sistema educacional devido ao reduzido número de aulas e ao incentivo à aprendizagem mecânica voltada para o vestibular e para o ENEM, a Física continua a motivar muitos professores e licenciandos.

O número de participantes nos EEEFIS cresce a cada realização. No atual, houve mais de 300 interessados, superando a estimativa da Comissão Organizadora. Infelizmente, nem todos puderam participar, mas essa alta demanda nos estimula a continuar desenvolvendo ações em prol do ensino da Física.

Nesta quarta edição houve conferências sobre objetos de aprendizagem (Prof. Nelson Studart), radiação, contaminação e reatores nucleares (Prof. Johnny Ferraz), nanotecnologia (Profa. Naira Balzaretto) e astronomia (Prof. Waldir Cardoso).

Nas apresentações orais, nos pôsteres e nos minicursos houve uma diversidade de temas, mas percebeu-se certa ênfase na Física em si e não tanto no aplicacionismo de correntes oriundas de outras disciplinas.

Isso é bom porque se queremos melhorar ou recuperar o ensino da Física é fundamental resgatar, antes de mais nada, a própria Física, o conteúdo físico. Ensinar Física sem Física não tem sentido. Assim como não tem sentido pesquisas em ensino de Física na quais o conteúdo físico é irrelevante e que nunca chegam à sala de aula.

O ensino de Física deve valorizar o conteúdo – em termos de atualização e qualidade, nunca de quantidade – e a pesquisa em ensino de Física deve focalizar, primordialmente, a sala de aula. A pesquisa básica em ensino de Física é importante, mas seu impacto na sala de aula, depois de décadas de muitas publicações, é praticamente nenhum. No momento atual, o que precisamos é de pesquisa aplicada, envolvendo os professores e dialogando com os físicos.

Nestas Atas constam os textos das conferências e das apresentações orais e os resumos das apresentações em pôsteres. É com satisfação e com otimismo em relação à valorização da Física e da pesquisa aplicada que os apresento à comunidade do ensino de Física, em nome da Comissão Organizadora.

Porto Alegre, setembro de 2011.

Prof. Marco Antonio Moreira

COMISSÃO ORGANIZADORA:

Prof.^a Dr.^a Eliane Angela Veit
Prof. Dr. Ives Solano Araujo
Prof. Dr. Marco Antonio Moreira
Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles (UNIPAMPA)

EQUIPE DE APOIO**MONITORES:**

Alex Soares Vieira
Bárbara Canto dos Santos
Breno Dröse Neto
Camila Riegel Debom
Eloir De Carli
Glauco Cohen Ferreira Pantoja
Leonardo Albuquerque Heidemann
Mara Fernanda Parisoto
Maykon Gonçalves Müller
Nathan Carvalho Pinheiro
Thaís Rafaela Hilger

COLABORADORES:

Leandro Lunardelli Soares
Lucia Helena Araujo Meireles
Stefânia Vanni
Radamés Martins de Godoy
Walberto José Andrade Chuvas
Waldomiro Olivo

PARECERISTAS:

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira
Prof. Dr. Ives Solano Araujo
Prof.^a Dr.^a Eliane Angela Veit
Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles
Prof. Dr. Edson Massayuki Kakuno
Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira
Prof.^a Dr.^a Neusa Teresinha Massoni

PROGRAMAÇÃO DO EVENTO

Horário	DIA 15 (quinta-feira)	DIA 16 (sexta-feira)	DIA 17 (sábado)
08h30min-09h	Entrega do material		
09h-10h30min	Minicursos	Minicursos	Minicursos
10h30min-11h	Intervalo	Intervalo	Intervalo
11h-12h30min	Conferência I Prof. Dr. Nelson Studart	Conferência II Prof. Dr. Johnny Ferraz Dias	Conferência III Profa. Dra. Naira Maria Balzaretti
14h-15h30min	Apresentações orais	Apresentações pôsteres	Conferência IV Prof. Dr. Walmir Thomazi Cardoso
15h30min-16h	Intervalo	Intervalo	
16h-17h30min	Minicursos	Minicursos	
19h	Sessão especial no Planetário: O caminho das estrelas		

SUMÁRIO

CONFERÊNCIAS

USO E AVALIAÇÃO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA	1
RADIAÇÃO, CONTAMINAÇÃO E REATORES NUCLEARES À ÁGUA FERVENDO	2
O ADMIRÁVEL MUNDO NANO	3
DAS CONSTELAÇÕES AO SER HUMANO	4

APRESENTAÇÕES ORAIS

CONVERSAS COM PROFESSORES DE FÍSICA: TRAJETÓRIAS E EXPERIÊNCIAS VIVIDAS	7
ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O USO DE AULAS INTERATIVAS DE FÍSICA NUMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES	15
EXPERIMENTOS INTERATIVOS E ATIVIDADES LÚDICAS DE ASTRONOMIA NO PLANETÁRIO PROF. ARISTÓTELES ORSINI.....	27
INVESTIGAÇÃO DO PENSAMENTO METACOGNITIVO DOS ESTUDANTES DURANTE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA.....	37
MAPAS CONCEITUAIS E DIAGRAMAS V COMO FERRAMENTAS PARA PROMOVER A AUTOAVALIAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA.....	47
MONTAGENS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SALA DE AULA: UMA CONTRIBUIÇÃO SIGNIFICATIVA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM.....	59
NOÇÕES DE FORÇA GRAVITACIONAL DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR NA PERSPECTIVA PIAGETIANA.....	69
O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DO ESTUDO DA ULTRASSONOGRADIA, DA PRODUÇÃO E INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM O CORPO HUMANO: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA.....	81
O ENSINO/APRENDIZAGEM DE MECÂNICA QUÂNTICA NA LICENCIATURA EM FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO.....	91
O PLANISFÉRIO LUNAR COMO INSTRUMENTO AUXILIAR NO RECONHECIMENTO DAS FASES DA LUA.....	103
USO DO LABORATÓRIO DIDÁTICO MÓVEL EM UMA ATIVIDADE PRESENCIAL INTERDISCIPLINAR DE FÍSICA E QUÍMICA NA EJA/EAD	109

APRESENTAÇÕES EM PÔSTER

A EXPERIMENTAÇÃO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: AS CONCEPÇÕES DO PROFESSOR	119
A FORMA COMO O CONHECIMENTO DA FÍSICA SE CONSTRÓI DE MANEIRA SIGNIFICATIVA PARA OS ALUNOS	120
A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA INTEGRADA COM A DE DIVULGADORES CIENTÍFICOS: UMA EXPERIÊNCIA COM ASTRONOMIA	121
A FOTOGRAFIA COMO FORMA DE EXPRESSÃO DA FÍSICA.....	122

A INSERÇÃO DA FÍSICA NO FIM DO ENSINO FUNDAMENTAL POR MEIO DA CONSCIENTIZAÇÃO ECOLÓGICA	123
A RACIONALIDADE DA FÍSICA CLÁSSICA À QUÂNTICA NO OLHAR DE LAUDAN	124
A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COMO FERRAMENTA PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM DE ÓTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO	125
ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DE LIMITE DE UMA FUNÇÃO NO CONTEÚDO DE ELETROSTÁTICA.....	126
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA INCERTEZA DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA ABORDAGEM HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE LUZ.....	127
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PELO DIÁLOGO.....	128
AQUISIÇÃO DE DADOS VIA PC COMO MÉTODO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE FÍSICA	129
ASTRONOMIA OU ASTROLOGIA? CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO REGULAR NA CIDADE DE RIO GRANDE-RS.....	130
BUSCANDO A FÍSICA NUM SUBMARINO.....	131
CALORÍMETRO: EXPERIMENTO QUE FACILITA A COMPREENSÃO DOS ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE AS TROCAS DE CALOR	132
CHOQUE DE CIÊNCIA: O ENSINO DE CIÊNCIA PROMOVEDO A INDISSOCIABILIDADE ENTRE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO NO IF-SC.....	133
CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL PARA FACILITAR O USO DO DIAGRAMA V DE GOWIN COMO ORGANIZADOR DE CONHECIMENTO	134
DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE APOIO PARA AULAS DE FÍSICA: ÓPTICA E FÍSICA MODERNA.....	135
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DIDÁTICO PARA O SISTEMA SOLAR	136
DISCUTINDO CONCEITOS DE TEMPERATURA E CALOR ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE SOLAR.....	137
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA ATRAVÉS DA ASTRONOMIA: DESVENDANDO O CÉU DO VALE DO TAQUARI	138
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DOCENTE: CONSTRUINDO E DIVULGANDO O CONHECIMENTO POR MEIO DO RÁDIO	139
EMPREGO DE MAPAS CONCEITUAIS NO PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES EM CLUBES DE CIÊNCIAS.....	140
ENSINO A DISTÂNCIA: O PAPEL DA INTERMEDIÇÃO PEDAGÓGICA NA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE FÍSICA	141
EXPERIMENTO DE QUEDA LIVRE COMO METODOLOGIA PARA APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.....	142
EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE HIDROSTÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA DO PIBID/UNIPAMPA	143
FAZENDO UMA AULA DIFERENTE: HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA ASTRONOMIA.....	144
FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO	145
FÍSICA EM FOCO - UMA MANEIRA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	146

FORÇA GRAVITACIONAL, ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE E VELOCIDADE DE ESCAPE: UMA PROPOSTA DESENVOLVIDA NO PIBID/UNIPAMPA	147
FORMAÇÃO BÁSICA DE PROFESSORES: PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS DOS ESTÁGIOS CURRICULARES SUPERVISIONADOS DA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNIPAMPA	148
INCLUSÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS NÃO-LINEARES EM DISCIPLINAS DE MECÂNICA DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E ÁREAS AFINS ATRAVÉS DA MODELAGEM CIENTÍFICA E COMPUTACIONAL	149
LINGUAGEM PYTHON E SÉRIES DE FOURIER: FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DE APOIO AO DOCENTE	150
NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DA FÍSICA MODERNA E DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO	151
O ENSINO DE CIÊNCIAS NO FIM DO ENSINO FUNDAMENTAL ORIENTADO PELA TEORIA DA APREDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	152
O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS REALIZADAS NA INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UMA ESTAÇÃO RADIOAMADORA .	153
O ENSINO DE ÓPTICA MEDIADO POR AÇÕES SOCIOCULTURAIS VISANDO A EXPLORAÇÃO DE UM LABORATÓRIO PORTÁTIL	154
O FUNCIONAMENTO DO CARRO BICOMBUSTIVEL: DISCUTINDO AS VANTAGENS E LIMITES NAS AULAS DE TERMODINÂMICA	155
O LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NA VISÃO DE UM GRUPO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	156
O LHC, COLISÕES E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	157
O OSCILOSCÓPIO COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO BÁSICO	158
O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DA MODELAGEM COMPUTACIONAL.....	159
O USO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA E CALORIMETRIA	160
ÓPTICA DE RAIOS: DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA COM O USO DE LASERS	161
PIBID-FÍSICA/UFRGS – RELAÇÕES COM A ESCOLA, PROFESSORES E A DINÂMICA ESCOLAR	162
PROJETO INCREMENTO DO USO DOS LABORATÓRIOS NAS ESCOLAS DO PIBID/PUCRS/FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS DIFERENCIADAS: O MOVIMENTO DE PROJÉTEIS SOB UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO.....	163
RELATO DE ATIVIDADE DE ESTUDO MEDIADA POR UMA HIPERMÍDIA EDUCACIONAL.....	164
TEOREMAS E CONCEITOS-EM-AÇÃO NA FÍSICA APLICADA NA MEDICINA.....	166
UM NOVO PROGRAMA PARA UMA VELHA MECÂNICA.....	167
UM POUCO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO	168

UMA ANÁLISE MICROGENÉTICA DOS OBSTÁCULOS AO ENTENDIMENTO DA CINEMÁTICA GALILEANA.....	169
UMA PROPOSTA DE ENSINO DE TÓPICOS DE ELETROMAGNETISMO EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DOS MÉTODOS “INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS” E “ENSINO SOB MEDIDA”	170
UMA REVISÃO DAS PROPOSTAS DE ENSINO SOBRE RELATIVIDADE.....	171
USANDO O PROGRAMA <i>TRACKER</i> PARA ANALISAR O DESLIZAMENTO DE UMA ESFERA SOBRE PLANOS COM DIFERENTES PERFIS	172
USO DE APPLETS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA ...	173
USO DE SIMULAÇÕES NO ESTUDO DE CINEMÁTICA: RELATO DE UMA ATIVIDADE DESENVOLVIDA PELO PIBID ENSINO DE FÍSICA DA UFSM.....	174
RELAÇÃO DE MINUCURSOS OFERECIDOS.....	175
PARTICIPANTES	181
ÍNDICE POR AUTOR.....	189

CONFERÊNCIAS

USO E AVALIAÇÃO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA

Prof. Dr. Nelson Studart Filho (UFSCar)

Nesta palestra será abordada certa classe de recursos instrucionais chamados Objetos de Aprendizagem, que se encontram disponíveis em inúmeros repositórios na Internet, especialmente os recursos digitais nos formatos de vídeo, animação e simulação que possuem certas características relevantes no processo de ensino e aprendizagem. Esses objetos têm sido ainda pouco usados no Brasil, em particular no Ensino Médio (EM), apesar de seu enorme potencial, embora, por outro lado, não devam ser vistos como uma panaceia, de modo a prescindir do papel essencial do professor como facilitador da aprendizagem e de outros recursos tradicionais como experimentos reais, livro didático e resolução de problemas. Nosso grupo de São Carlos tem procurado implementar junto a professores do Mestrado Profissional e participantes de alguns minicursos e oficinas o uso destes objetos no ensino de Física. Numa primeira avaliação, constatou-se que os professores de Física do EM, em geral, desconhecem os repositórios e poucos já trabalharam com essa ferramenta em sala de aula. Resultados de estudos exploratórios do uso desses recursos serão apresentados.

Prof. Dr. Nelson Studart Filho

Graduado em Física (UFC, 1972), Mestre em Física (UnB, 1974) e Doutor em Física (USP, 1979). Realizou estágio de pós-doutorado na Universidade Harvard (1980-1982). Foi professor colaborador da UnB (1972-1974) e Professor Visitante da UFPe (1967). Atualmente é professor titular da Universidade Federal de São Carlos; pesquisador em Física da Matéria Condensada com ênfase no estudo das propriedades ópticas e de transporte em sistemas eletrônicos em nanoestruturas semicondutoras e elétrons superficiais sobre substratos criogênicos; na área de ensino de Ciências, estuda as novas tecnologias mediadas por computador e o desenvolvimento e avaliação de currículos de ciências e de materiais instrucionais (objetos de aprendizagem). Atua na área de Divulgação Científica e coordena atualmente o Portal PION de Divulgação e Ensino de Física da SBF. Atualmente coordena o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFSCar e participa da Coordenação da área de ciências do Programa Nacional do Livro Didático desde 2008. Foi editor da Revista Brasileira de Ensino de Física (2000-2009) e editor-fundador da revista. A Física na Escola (2000-2009).

RADIAÇÃO, CONTAMINAÇÃO E REATORES NUCLEARES À ÁGUA FERVENDO

Prof. Dr. Johnny Ferraz Dias (UFRGS)

Nesta palestra serão abordados conceitos básicos de física nuclear e, em particular, radiações. Também serão discutidos as formas de contaminação e de exposição à radiação e suas consequências. Finalmente, será mostrado o princípio de funcionamento de uma usina nuclear, dando ênfase aos reatores de água fervendo, que se tornaram famosos com os problemas ocorridos nos reatores do complexo de Fukushima, no Japão. Diversos cenários de possíveis acidentes com esses reatores serão apresentados.

Prof. Dr. Johnny Ferraz Dias

Bacharel em Física (USP, 1986), Mestre em Física Nuclear (USP, 1989) e Doutor em Ciências Físicas (Universiteit Gent, Bélgica, 1994), realizou estágio pós-doutoral na University of Louisiana at Lafayette (EUA, 2007-2008). Atualmente é professor associado do Instituto de Física da UFRGS, sendo coordenador dos aceleradores do Laboratório de Implantação Iônica. Realiza trabalhos tanto em física básica como em física aplicada utilizando principalmente as técnicas PIXE (Particle-Induced X-ray Emission), Micro-PIXE, RBS (Rutherford Backscattering Spectrometry), RBS canalizado, NRA (Nuclear Reaction Analysis) e MEIS (Medium Energy Ion Scattering).

O ADMIRÁVEL MUNDO NANO

Profa. Dra. Naira Maria Balzaretto (UFRGS)

Neste evento será apresentado um breve histórico sobre a nanociência e a nanotecnologia, acompanhado de uma série de exemplos de estruturas funcionais nanoscópicas existentes na natureza e produzidas pelo homem. Serão apresentados alguns exemplos de aplicação das nanotecnologias nas áreas de saúde, meio ambiente e novos materiais.

Profa. Dra. Naira Maria Balzaretto

Bacharel em Física (UFRGS, 1985), Mestre em Física (UFRGS, 1988) e Doutora em Física (UFRGS, 1995). Realizou estágio de pós-doutorado no National Institute of Standards and Technology (NIST), nos Estados Unidos (1996-1997). Atualmente é professor associado no Departamento de Física da UFRGS, sendo Diretora do Centro de Microscopia Eletrônica (CME), Vice-Diretora do Centro de Nanociência e Nanotecnologia (CNANO) e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais (PGCIMAT) na UFRGS.

DAS CONSTELAÇÕES AO SER HUMANO

Prof. Dr. Walmir Thomazi Cardoso (PUC/SP)

Em um convite muito bem humorado e, ao mesmo tempo, sério, o astrônomo, físico e historiador da ciência Walmir Cardoso nos convida para a uma viagem pelo céu das várias culturas. O céu está aí, mas raramente é apreciado pelas pessoas. Para Walmir o céu é um livro de histórias e o ser humano, um narrador por excelência! Por cerca de uma hora vamos treinar a olhar o mundo de outra maneira. Do "Era uma vez..." mítico à Cosmologia científica os participantes são guiados pelos caminhos que criaram o planeta a partir das estrelas que brilham ao anoitecer, botando na ordem do dia a nossa responsabilidade com o futuro. A prática da observação do céu mostra como nossas paisagens podem se apresentar de maneira diversificada apontando para a necessidade de nos caracterizarmos. De pensarmos mais aprofundadamente em quem somos e o que desejamos de fato.

Prof. Dr. Walmir Thomazi Cardoso

Graduado em Física (PUC/SP), Especialista (UNICAMP) e Mestre em História das Ciências (PUC/SP), e Doutor em Educação Matemática (PUC/SP). Atualmente é professor da PUC/SP e professor visitante da Universidad Trés de Febrero (Buenos Aires) onde orienta mestrados e doutorados em História e Epistemologia da Ciência. Apresentador e consultor de séries educativas da TV Escola (MEC) e TV Cultura (SP), tem experiência na área de Ensino de Física e Astronomia, com ênfase em Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: astronomia, difusão científica, ensino, história da ciência, astronomia de povos indígenas e ensino usando programas televisivos como recurso.

APRESENTAÇÕES ORAIS

CONVERSAS COM PROFESSORES DE FÍSICA: TRAJETÓRIAS E EXPERIÊNCIAS VIVIDAS¹

Michele Velda Lemos [micheleleamos@ibest.com.br]

Sheyla Costa Rodrigues [sheylarodrigues@furg.br]

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

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

Resumo

Este trabalho é parte de uma pesquisa de Mestrado que está sendo realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, nele discutimos a formação de professores de Física, observando como se constituem suas práticas e como foram construídas suas carreiras docentes. O estudo é uma decorrência do perguntar como os alunos se interessam por ciência, que ferramentas podem tornar as aulas de Física mais atrativas e de que forma estes fatores se relacionam com a atuação do professor de Física. Embasamos a pesquisa em autores que discutem o ensino e a aprendizagem, a formação de professores e o uso de ferramentas pedagógicas. Para realização da pesquisa realizamos entrevistas semiestruturadas, mais em formato de conversa com professores de Física que atuam em cursos de licenciatura, questionando-os a respeito de suas formações, buscando entender que saberes necessitam estar presentes na ação docente para que os conhecimentos da Física não sejam meramente reproduzidos pelo professor e copiados pelos alunos. Os relatos indicaram trabalhos pedagógicos diferenciados entre si, porém ambos comprometidos com a inserção da Física no mundo contemporâneo que produz e se produz pelo contexto em que alunos e professor estão inseridos, propiciando um saber consistente com o que cada sujeito vivencia.

Palavras-chave: Formação de Professores, Ensino de Física, Saberes Docentes.

1. O INÍCIO DO CONVERSAR

Nós educadores, ao nos colocarmos como observadores, a observar a experiência da docência, temos que nos perguntar qual o lugar que o professor ocupa em uma sala de aula em que seu estudante pode, se quiser, a qualquer momento ter acesso as informações que antes somente o professor poderia fornecer.

Observar neste trabalho denota algo mais do que voltar o olhar para algo. Utilizamos o conceito de Maturana (2006) para o qual observar é o que nós, como observadores, fazemos ao distinguir na linguagem os diferentes tipos de entidades que trazemos à mão como objetos de nossas descrições, explicações e reflexões no curso de nossa participação nas diferentes conversações em que estamos envolvidos no decorrer de nossas vidas cotidianas. É um modo de viver o mesmo campo experiencial que se deseja explicar.

Na ação de observar realizamos uma pesquisa com dois professores de Física que atuam em cursos de licenciatura de uma universidade pública. Para obter um entendimento que partisse diretamente do próprio colaborador da pesquisa e fazer com que o trabalho refletisse as vivências destes sujeitos, realizamos uma entrevista semiestruturada em formato de conversa, saindo da linearidade de uma entrevista estruturada.

Na análise do conversar optamos por identificá-los por duas letras gregas: o α (*Alpha*) e ϕ (*Phi*). As citações foram retiradas das transcrições das entrevistas, sendo exibidas de maneira literal,

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

sem modificações ou cortes. Ocultamos nomes, com objetivo de preservar a identidade dos colaboradores da pesquisa.

O professor α é formado em Ciências - Habilitação em Física e tem mestrado em Ensino de Física. Iniciou sua graduação e após dois anos de curso, começou a lecionar em uma escola da rede privada de educação básica. Estes primeiros anos foram marcados pela confusão em termos de entendimento de seu papel em sala de aula, denotando um professor extremamente apegado as questões conteudistas. Contou ainda que passou por uma fase de transformações em sua carreira docente desencadeada, principalmente, pelo contato com a escola em que começou a lecionar e por sua entrada no mestrado. Foi no mestrado que iniciou a reflexão sobre diversos aspectos que permeariam sua carreira docente.

O professor φ é formado em Bacharelado em Física, com Mestrado e Doutorado em Física Teórica, interagiu com aspectos relacionados à pesquisa na Física e teve que passar por uma transformação ao imergir na docência, pois se deparou com o desafio de ensinar e buscar a aprendizagem de seus alunos de forma significativa.

2. DAR VOLTAS COM OS PROFESSORES: ANALISADO SUAS TRAJETÓRIAS

Em nossa experiência de estudo temos visto, e, estudos mostram que existe uma perspectiva da profissão de professor, na qual este professor possui saberes prontos oriundos de sua formação acadêmica, ou seja, o saber está do lado da teoria, ao passo que a prática ou é desprovida de saber ou portadora de um falso saber. Nesta perspectiva o saber é produzido fora da prática.

É exatamente esta concepção tradicional que dominou, e domina ainda, de maneira geral, todas as visões da formação dos professores tanto nas universidades do hemisfério Norte quanto nas universidades do hemisfério Sul: os professores são vistos como aplicadores dos conhecimentos produzidos pela pesquisa universitária, pesquisa essa que se desenvolve, na maioria das vezes, fora da prática do ofício do professor. (TARDIF, 2010: pag. 235)

Esta concepção é de alguma forma transmitida aos professores durante seu processo de formação inicial, e conseqüentemente carregada por eles até seu espaço profissional. Permanece desta forma, até o momento em que podem refletir sobre seus saberes no enfrentamento das distintas realidades da prática. Este aspecto é evidenciado, neste trabalho, pelas falas dos professores.

Acreditamos que os professores vivem e produzem seus saberes, saberes estes que são “experienciais” e “curriculares” (TARDIF, 2010), já que são adquiridos ao longo de sua vida familiar, de sua formação profissional e de sua própria experiência docente, e são “saberes abertos” (DUTRA, 2010), pois não estão presos as grades curriculares e perpassam a vida diária dos professores, e seus contextos sociais.

Neste sentido, concordamos com Tardif (2010), ao dizer que se o professor é realmente um sujeito do conhecimento e um produto de saberes, é preciso então reconhecê-lo como tal e dar-lhe espaço nos dispositivos de pesquisa. Em nosso trabalho, entendemos os professores como colaboradores da pesquisa, pois sabemos que cada um deles têm importância fundamental na problematização das questões relacionadas ao fazer docente em Física e no sentido de que suas vivências servirão de reflexo para o repensar da prática de muitos outros professores.

Procurando entender os aspectos citados acima é que traçamos um conversar com os professores, e, podemos ver que suas falas revelam suas experiências vividas.

2.1. A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

(...) no início eu imaginava que era o professor que sabia tudo, me achava o mestre do saber, então, grandes oratórias em termos de aulas de Física. (Professor α)

A fala do professor denota uma prática profissional inicial pouco refletida, o que é natural para um aluno iniciante de graduação, mas vemos também que este exercício se tornou fundamental para que o mesmo pudesse começar a refletir sobre a sua prática e investir em sua formação.

(...) esse contato com a escola, esse contato com a Universidade onde que eu tive contato com a Física em termos conceituais e também contato direto com as disciplinas mais pedagógicas, como didática, atividades, o próprio estágio. Então isso, de uma certa forma, me influenciou muito, talvez se eu não tivesse entrado em sala de aula eu teria uma visão diferente de um professor de Física, então a oportunidade de estar em sala de aula em conjunto com a graduação pra mim foi muito significativo em termos de formação. (Professor α)

(...) fui influenciado pela própria proposta da instituição de ensino, de ter formação continuada, aí me dei conta que eu precisava buscar mais dentro da área de ensino de Física, conhecia muito pouco, e aí que eu fui buscar o mestrado, mas foi a partir do trabalho também efetuado dentro da instituição em que eu atuava como professor. (Professor α)

A formação continuada também teve um papel fundamental para o desenvolvimento do professor ϕ no ensino de Física, que viu nela a oportunidade de ampliar seus saberes em relação a esta área do conhecimento e, conseqüentemente, relativos ao seu saber docente.

(...) hoje a gente precisa trabalhar tanto pesquisa, ensino, quanto extensão, então eu saberia que mais cedo ou mais tarde eu teria que ministrar aulas na universidade e de alguma maneira isso sempre me preocupava no sentido de fazer o melhor possível. (Professor ϕ)

O professor ϕ também relata que em seu curso de Física houveram disciplinas voltadas para a docência, mas que não supriam as futuras necessidades de um professor,

(...) no curso de graduação, você via algumas disciplinas específicas de métodos de ensino, mas não eram disciplinas que pudessem efetivamente colaborar como a maneira que eu ensinaria, eram disciplinas bem leves assim, mais bate-papo e tal, não era um estudo aprofundado sobre metodologia. (Professor ϕ)

Estes aspectos o levaram a refletir sobre a constituição de sua prática, para isso, entrou em contato com alguns colegas de profissão que o auxiliaram com dicas e orientações.

E aí você conversa com um, conversa com outro professor, contando com o companheirismo dos colegas, tendo algumas dicas é...Citando algum material, passando dicas, não só do como ensinar, do qual público que se espera, que a gente vai enfrentar, por que o máximo de experiência que eu tinha é...não enquanto aula, mas eu palestrava. (Professor ϕ)

Para Tardif (2010) o saber do professor é sempre o saber de alguém que trabalha alguma coisa no intuito de realizar um objetivo qualquer, e está relacionado com a pessoa e sua identidade, com a sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros atores escolares na escola, etc.

Estudos mostram (TARDIF, 2010; POZO; GOMEZ CRESPO, 2009) que a formação dos professores e a construção de uma carreira docente, são marcadas por aspectos que vêm de sua trajetória escolar e perpassam toda sua vida acadêmica. No conversar, um dos professores conta como encontrou sua área de interesse enquanto ainda era estudante do Ensino Médio.

(...) mas então aconteceu que acho que foi no terceiro ano mesmo do colégio na matéria de Física tinha um conteúdo que era sobre gravitação e aí eu gostei bastante. (Professor ϕ)

Mesmo apontando que o interesse por uma matéria específica do ensino de Física foi o desencadeador da opção pelo curso, sabemos que diversos saberes são constitutivos da carreira

docente. Tais saberes incluem fatores que vão para além do domínio de conteúdos e perpassam o rompimento de barreiras ideológicas que se enraízam com o passar dos anos no fazer docente.

Durante a caminhada de escolha pela profissão, passando pelo curso de graduação até a inserção no espaço escolar, o professor pode passar por processos de reflexão, nos quais repensa alguns aspectos relativos ao seu fazer docente, principalmente no início da profissão. Entendemos que a formação do professor está em constante movimento, e o contato com diferentes espaços e atores podem desencadear essas mudanças, uma das falas evidencia esse aspecto.

É, isso é uma transformação interessante, por que eu acredito nessa relação, essa interconexão entre o professor, o aluno. Então as partes vão se moldando, vão se modelando, o professor tem sua experiência o aluno traz a sua e aí conforme a gente vai desenvolvendo o trabalho, o aluno absorve parte da experiência do professor e vice-versa, e, então eu percebi uma mudança.

Eu mesmo trabalhei de uma forma que eu fui acompanhando essa transformação e procurar entender qual o tipo de aluno que eu tenho, que a minha experiência didática, como eu nunca tive efetivamente uma experiência didática, a minha experiência era aquela que eu tive dos meus professores. (Professor ϕ)

Este último aspecto citado pelo professor ϕ , denota uma situação comum no início da profissão docente: os professores em início de carreira tendem a se apoiar nos exemplos que tiveram enquanto alunos. Mesmo tendo passando por cursos de formação e, por vezes, com disciplinas que discutiam novas metodologias, com intuito de criar uma autonomia de atuação, os professores tendem a reproduzir a forma como eles próprios foram ensinados.

Para Maturana e Varela (2010) esta tendência que temos de nos comportar são as “condutas aprendidas”, nas quais cada ser humano é moldado devido sua história particular de interações, e onde a aprendizagem manterá sempre uma compatibilidade entre o funcionamento do organismo e o meio em que ele ocorre.

No conversar com os professores percebemos que as interações com os alunos, colegas de trabalho, e o pensar de sua própria prática são constituintes das suas condutas e se faz necessário estar em constante reflexão. Para Tardif (2010) os saberes profissionais dos professores são personalizados porque o professor tem uma história de vida, é um ator social, tem emoções, um corpo, poderes, uma personalidade, uma cultura, ou mesmo culturas, e seus pensamentos e ações carregam as marcas dos contextos nos quais se inserem.

2.2. O ENSINO DE FÍSICA E A CARREIRA DOCENTE

Aprender ciências nem sempre é uma tarefa fácil, e o mesmo é válido para o ensinar ciências. Pozo e Gómez Crespo (2009) discutem sobre uma atual “crise da educação científica” em que aparecem supostas quedas nos níveis de aprendizagem dos alunos e a deterioração do clima educacional nas escolas, com reflexos na falta de interesse dos estudantes e na desorientação dos professores diante de novos métodos, tecnologias de ensino e da diversidade dos alunos, que, em parte, não se adequam a oferta educacional que recebem.

Tais fatores parecem configurar uma cultura na qual tanto o ensino quanto a aprendizagem de ciências, em especial da Física, são um problema de difícil solução, não só para os alunos como também para os professores.

De acordo com Maturana e Verden-Zöller (2006) uma cultura se configura como uma rede fechada de conversações, que são resultado do entrelaçamento de nosso modo de operar na convivência e na emoção. Para os autores, todas as atividades humanas acontecem no contexto de ações e emoções, e, uma mudança no emocionar ocasiona mudanças na cultura. Assim, uma cultura é, constitutivamente, um sistema conservador fechado, que gera seus membros à medida que eles a realizam por meio de sua participação nas conversações que a constituem e definem.

Sendo uma cultura uma rede fechada de conversações que constitui e define uma maneira de convivência humana, entendemos que esta cultura de ciência difícil atribuída a Física foi estabelecida por todos nós que gradativamente fomos incorporando esta característica a ela.

Os professores *Alpha* e *Phi* confirmam essa visão da Física como ciência difícil, complicada e descontextualizada principalmente nos anos iniciais de atuação.

(...) a gente ainda possui enraizado aquela história dentro do ensino de Física de que nós temos que dar lista de exercícios, dar equações, é isso que desafia, é como você transpor esta barreira do processo que a gente pode até chamar de tradicional, onde que o professor usa o quadro, onde que ele é o conhecedor, aonde que ele traz a lista de exercícios. (Professor α)

(...) eu criei uma imagem um pouco idealizada do que era ser físico, e eu fiquei um pouco intimidado embora eu tenha passado no curso, pra ingressar na universidade, eu acabei hesitando, não entrei e preferi fazer um meio semestre de cursinho para aperfeiçoar os meus conhecimentos especialmente Matemática e Física. (Professor ϕ)

Acreditamos que a falta de interesse pela ciência persiste até os dias atuais, devido ao fato de que a escola não tem dado conta de modificar tal atitude, fazendo, por meio de currículos arraigados de conteúdos desconexos da realidade dos alunos, permitindo que perdure uma visão distorcida da ciência, o que contribui para que os alunos se afastem cada vez mais deste campo do conhecimento.

Desta forma, na Física temos fortemente presente o aspecto de ciência difícil, na qual somente os grandes gênios têm acesso. O professor ainda é considerado um desses gênios, com o qual o aluno sente-se inseguro para interagir e buscar novas aprendizagens.

Precisamos modificar esta cultura atribuída à Física, e só poderemos fazê-lo a partir da reflexão sobre nossas ações. O professor pode ajudar a desconstruir tal ideia inserindo em sua proposta de trabalho atividades que contemplem a reflexão dos temas abordados e a construção do conhecimento do aluno, pelo próprio aluno, com o apoio do professor. Na conversa com os professores *Alpha* e *Phi* percebemos a pontuação de algumas destas visões.

(...) percebo que os alunos tem muita deficiência, que diz respeito a Física, Matemática, então em sala de aula as vezes eu ensino algum conceito de Física, o aluno tem a concepção errada do conteúdo, (...) as vezes o professor ensinou errado ou não teve o interesse adequado de trabalhar aquela ideia aí ele acabou se limitando a um conceito equivocado (...) temos que também trabalhar a dinâmica do aluno então é uma parte difícil essa da dinâmica, a gente precisa fazer com que o aluno perceba que tem que se desenvolver, então essa fase de despertar a percepção do aluno, que ele precisa entender, que ele precisa buscar o conhecimento, ele precisa ir atrás porque a vida vai ser assim. (professor ϕ)

(...) eu acho que esta era uma visão que nosso estudante trazia muito forte e a gente percebia, era um, dois que arriscavam trazer uma resposta e daqui a pouco entrar na discussão. Então no início foi muito difícil mudar isto, tanto é, que eles vinham de uma forma muito passiva para o processo de aula, eles pensavam assim “poxa mas é o professor que tem que dar a aula, não é eu que tenho que vir aqui discutir com o professor, já passo o dia inteiro trabalhando, pesquisando, aí de noite vem o professor ainda com um monte de questões”. Então acho que esta imagem do papel do professor e do papel do estudante ela precisa também sofrer um processo de transformação (...) (Professor α)

A construção do conhecimento com a participação efetiva dos alunos é um dos fatores que pode levar à aprendizagens significativas de conceitos. De acordo com Moreira (2009) a aprendizagem significativa ocorre quando o sujeito consegue, de posse dos novos conceitos, reorganizar os conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitiva, dando nova significação ao antigo. Pozo e Gómez Crespo (2009, p. 82) também contribuem neste sentido e apontam que,

uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” esse material; e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para suas próprias palavras.

De forma que aprender significativamente vai além da memorização de conteúdos, envolve algo mais, como a emoção para aprender, o desejo de buscar, a predisposição para o novo.

Durante o conversar algumas palavras foram recorrentes e recursivas. As palavras “reflexão, transformação e processo” nos dando indícios de alguns preceitos que têm regido a carreira destes professores. De acordo com Maturana e Varela (2010, p. 29-30), “a reflexão é um processo de conhecer como conhecemos, um ato de voltar a nós mesmos (...)”, e ao voltarmos as atenções para nossos próprios atos podemos nos dar conta de que em nossa vida estamos sempre em interação com o outro, e esta interação pode gerar transformações.

O conversar foi fundamental para entendermos as visões dos professores e as visões que estes professores acreditam que seus alunos têm em relação ao ensino e o aprendizado de Física. Percebemos que esta ciência permanece ainda para ambos como um desafio, os alunos têm o desafio de aprender uma ciência difícil ensinada por professores idealizados como gênios em seu imaginário, e os professores têm o desafio de ensinar uma ciência que nem sempre é vista com bons olhos pelos seus alunos. Como reflexo disto temos, em alguns casos, estudantes passivos e professores angustiados no início da carreira.

2.3. A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS

Temos ouvido falar constantemente que novos dispositivos de informação e comunicação estão surgindo e com eles novas formas de nos relacionarmos com as pessoas. Infelizmente, nem sempre a escola tem acompanhado esse desenvolvimento em termos de aproximação do aluno. O que temos presenciado é um aluno que está “atenado” com as novas tecnologias e que entende que a escola já não é mais a única fonte de conhecimentos. Esse desnível entre os desejos dos alunos e o que a escola oferece causa um conflito relacionado ao que o aluno espera da escola e o que a escola deseja ter de retorno do aluno, Pozo e Gómez Crespo (2009) acreditam que a educação científica também deveria promover e modificar certas atitudes dos alunos, algo que normalmente não consegue.

Como sabíamos que o professor *Alfa* utilizava em sua prática docente atual a exploração das tecnologias digitais, durante o conversar procuramos explorar quando e como estas ferramentas começaram a fazer parte de seu fazer educativo. O professor relata que, de início, algumas ferramentas eram somente utilizadas para fins mecânicos.

(...) eu usava o computador pra digitar provas, eu usava para daqui a pouco fazer uma ou outra pesquisa na internet, vamos falar em 2000, bem 2000 é o “boom” para nós em termos de internet, aí eu começo a verificar o que mais eu poderia fazer. (Professor α)

Mas, que perturbação² foi causadora das transformações na ação do professor? Podemos observar que a troca de informações com os alunos influenciou o despertar para a utilização de tais ferramentas com objetivo pedagógico.

(...) muitos dos meus estudantes, eles tinham experiência com informática, tinham o domínio das ferramentas e eu aprendi muito com eles, então eu consegui transformar aquilo que eu estava vendo dentro do mestrado em uma aplicação também dentro da escola. (Professor α)

Este aspecto também colaborou na relação entre professor e alunos, pois descentralizou a visão daquele professor que é o único detentor de saber na sala de aula.

A tomada de decisão pelo uso de ferramentas pedagógicas digitais para a organização das aulas desencadeou no professor a tomada de consciência. Ao dar-se conta de que as tecnologias digitais contribuem para o processo de aprendizagens, não exclui nem substitui outras já existentes.

² Entendemos perturbação, no sentido dado por Maturana (2010), como todas as interações, causadas pelo meio ou pelo ser vivo, que desencadeiam mudanças de estado.

Claro que, as vezes, a gente se pega ao processo estar dando aula no quadro, não tem nada de anormal nisso, acho que precisamos do quadro verde para gente sistematizar, para gente até, daqui a pouco, ganhar confiança do estudante de que é o caminho, é uma mudança e que o quadro tem a sua importância (...). A gente não pode estar abandonando uma tecnologia e dizendo que a outra é melhor, enfim, então um processo de diversidade eu diria de poder apostar num grande número de ferramentas que existem hoje disponíveis. (Professor α)

Acreditamos no uso de ferramentas pedagógicas como applets, ambientes virtuais de aprendizagem, softwares, simulações, entre outros para o ensino de Física. Porém, tais ferramentas tecnológicas só poderão se tornar potencializadoras de aprendizagens se vierem atreladas a uma proposta metodológica que leve em consideração não só os conteúdos, como também as relações professor-aluno, aluno-aluno, “aluno-meio-tecnologias”³.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho, embasamos nosso estudo na formação de professores de Física e de como suas ações pedagógicas podem ser interpeladas por mudanças metodológicas no decorrer de suas atividades. Entendemos que o exemplo de um grupo pequeno de professores, como os quais mantivemos um conversar, não refletem as práticas de toda uma comunidade de educadores, mas compreendemos que alguns aspectos podem ser destacados e utilizados como ponto de partida para um repensar de nossas práticas.

A entrevista, na forma de conversa, serviu para que pudéssemos visualizar que nós realmente passamos por processos de transformação, e que a docência não é um produto estático em que, o professor uma vez formado, torna-se inflexível e impassível de novas modificações.

Creemos que as falas destes professores refletem as vivências de outros docentes, que muitas vezes meditam sobre sua prática, mas que, por vezes, acabam sendo engolidos por fatores como o tempo, a cobrança dos alunos e sua própria insegurança, fazendo com que retornem a antigas práticas por medo de arriscar.

Acreditamos na inserção de novas práticas, ou mesmo na exploração de antigas práticas para o ensino de Física, que possibilitem ao aluno se interessar mais pela ciência, aos professores maior prazer em ensiná-la podendo implicar em melhores resultados na aprendizagem. Enxergamos as responsabilidades em melhorar o ensino e a aprendizagem, como vindas de ambos os sujeitos: professores e alunos, de forma conjunta num processo onde todos interagem e se modificam.

BIBLIOGRAFIA

BORGES, Regina M. R. **Em debate:** Cientificidade e Educação em Ciências. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

DUTRA, Jorge da Cunha. **O currículo de Filosofia no Ensino Médio:** em busca do diálogo entre os saberes abertos e os saberes específicos do campo filosófico. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento:** as bases biológicas da compreensão humana. 8. ed. São Paulo: Palas Athena, 2010.

³ O termo grifado foi construído a partir deste trabalho e faz referência as novas gerações de alunos, que, em toda sua diversidade, estão imersos em um meio no qual podem ter um universo de informações e fazer delas diversas interpretações.

MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

MOREIRA, Marco. A.; Masini, Elcie. F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Editora Centauro. 1ª reimpressão 2009.

POZO, Juan I. ; CRESPO, Miguel A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RODRIGUES, Sheyla C. **Rede de conversação virtual: engendramento coletivo singular na formação de professores**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre: RS, 2007.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 10. ed. Petrópolis. RJ: Vozes, 2010.

ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O USO DE AULAS INTERATIVAS DE FÍSICA NUMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES¹

Anderson Coser Gaudio [acgaudio@gmail.com]

Depto de Física – CCE – UFES

Campus de Goiabeiras, 29075-910, Vitória, ES – Brasil

Eliane Angela Veit [eav@if.ufrgs.br]

Instituto de Física, UFRGS, Caixa Postal 15051

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

No ano letivo de 2011 a Secretaria de Educação do governo do Espírito Santo (SEDU-ES) começou a colocar em prática os preceitos contidos no Currículo Básico Escola Estadual (CBEE), produzido no âmbito da SEDU-ES. Esse documento, baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e em suas orientações complementares (PCNEM+), preconiza um modelo de aula centrado no aluno, com mais interatividade professor-aluno e aluno-aluno (aula interativa). Sabendo-se que a aula interativa requer planejamento mais detalhado do que as aulas tradicionais e requer maior preparo do professor para conduzir os trabalhos com os alunos, é de se esperar que não haja adesão imediata dos professores ao novo modelo. No presente trabalho, foi explorada a viabilidade prática da aplicação de um modelo de aula interativa na disciplina de Física. O objetivo foi o de gerar uma experiência didática com alunos do primeiro ano do ensino médio para conhecer as dificuldades operacionais, a viabilidade do modelo em sala de aula, o rendimento e a receptividade dos alunos em relação à aplicação desse modelo.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, estratégias de ensino, aulas de física interativas, ensino médio.

INTRODUÇÃO

Em 2010 a Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES) publicou um documento em oito volumes denominado Currículo Básico Escola Estadual (CBEE) (SEDU, 2010). Os trabalhos que culminaram na produção desse documento começaram em 2003 e, de acordo com a SEDU-ES, envolveram, em diferentes momentos, cerca de 1500 educadores, entre pedagogos, professores de referência da rede estadual, professores convidados, consultores e representantes de movimentos sociais organizados. No foco do novo currículo estadual está o Conteúdo Básico Comum (CBC) que define os conteúdos de todas as disciplinas da educação básica.

Entre outras coisas, o livro Ensino Médio – Volume 1 do CBEE define os pressupostos teóricos nos quais devem se basear a educação de jovens e adultos capixabas. Os princípios norteadores desse documento “colocam o educando como referência e foco de todo o processo educativo” e afirmam que “cabe ao educador comprometer-se com a dinamização desse processo, assumindo o lugar de mediador”.

Deve ficar claro que a aplicação desses princípios ao ensino médio implica no abandono do modelo de aula tradicional, o chamado *modelo da narrativa* (Finkel, 2000; Moreira, 2010), ainda predominante nas escolas públicas e privadas. Segundo esse modelo, o professor ensina, o aluno copia, o aluno estuda o copiado e o professor avalia se o aluno é capaz de reproduzir o conteúdo ensinado. Caso o aluno reproduza minimamente o conhecimento transmitido pelo professor ele será considerado aprovado. Contudo, já está mais do que demonstrado que esse modelo de ensino está superado, pois o aluno não consegue aprender de fato (significativamente) os conteúdos. Além

¹ Este estudo faz parte do trabalho de pesquisa de pós-doutoramento do autor ACG, sob a supervisão da autora EAV.

disso, o aluno não consegue reter o conhecimento por muito tempo e muito menos consegue fazer a transposição do conhecimento para outros domínios, relacionados ao conhecimento ensinado (Moreira, 2010).

É bom lembrar que durante décadas a aula baseada em narrativa praticada no ensino médio foi reforçada pelo exame vestibular das universidades públicas, de caráter acentuadamente conteudista. No entanto, há neste momento perspectiva real de mudança, que se deve pelo menos a quatro fatores. O primeiro refere-se à definição dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2006) e suas orientações complementares (PCNEM+, 2006), ocorrida em 2006. O segundo está relacionado ao Exame Nacional de Ensino Médio (Enem, 2010) que, apesar de ter sido criado em 1998, ganhou importância como potencial agente transformador do modelo de ensino em 2004, quando passou a ser usado como critério de ingresso ao ensino superior nas universidades participantes do Programa Universidade para Todos (PROUNI, 2010). O terceiro fator refere-se à mudança no formato das questões do ENEM, ocorrida em 2009, ficando em maior sintonia com a filosofia dos PCNEM. O quarto fator foi a adoção (via pressão do governo federal) da nota do novo ENEM como critério de seleção em diversas universidades públicas federais e estaduais.

Apesar dos tropeços observados na aplicação do novo ENEM em suas duas primeiras edições, o governo federal deve seguir pressionando as universidades para adotá-lo na seleção de seus novos alunos. Se esse processo vingar, será possível vislumbrar real possibilidade de mudança no modelo de aulas do ensino médio. No caso particular do ensino médio público estadual, deverá haver grande esforço conjunto para que as escolas possam se adaptar à filosofia dos PCNEM e, no caso do Espírito Santo, do CBEE.

Felizmente esse processo de adaptação já começou. No ano letivo de 2011, centenas de professores de referência da SEDU-ES, multiplicadores da nova filosofia de ensino, estão trabalhando nas escolas de todo o estado. Estes deverão colocar o treinamento recebido em prática com seus alunos e, concomitantemente, influenciar e ajudar seus colegas de escola a aderirem à nova forma de ensinar. Em tese, isso significa mudar o modelo de aula praticado nas escolas públicas estaduais, abandonando a aula narrada pelo professor em troca da aula em que o professor atua como mediador no processo de aprendizagem. É um modelo de aula centrado no aluno, ou melhor, na aprendizagem. Para isso, o professor deve incentivar o aluno na elaboração de perguntas relevantes e de modelos mentais adequados, no trabalho em grupo, na exposição oral e na defesa de suas ideias, na crítica às ideias dos colegas e deve também preparar o aluno para receber as críticas dos colegas e do professor (Hammer, 1997; Hake, 1998; Finkel, 2000; Booth e James, 2001; Moreira, 2006; 2010). Doravante, chamaremos de *aula interativa* o modelo de aula que tenha essas características.

Está claro que mudanças dessa magnitude não serão conseguidas de uma hora para outra. Como a aula interativa requer planejamento mais detalhado do que as aulas tradicionais e requer maior preparo do professor para conduzir os trabalhos com os alunos, é de se esperar que não haja adesão imediata dos professores ao novo modelo. Além disso, a necessidade de um referencial teórico-conceitual que norteie o trabalho do professor em sala de aula só irá dificultar ainda mais as coisas. Ou seja, isso deve significar que se alguma mudança real houver, será resultado do trabalho de mais de uma geração e de mais de um governo. Sem dúvida há muito trabalho pela frente.

Este trabalho descreve os resultados de um estudo exploratório realizado em duas escolas de ensino médio estaduais do município de Vitória-ES. O objetivo deste estudo foi o de verificar a aplicabilidade do modelo de aula interativa nas escolas públicas estaduais de ensino médio. Este estudo visa conhecer *in loco* as dificuldades envolvidas no trabalho do professor com o modelo interativo, bem como vislumbrar as possíveis soluções para essas dificuldades. Os resultados deste estudo servirão de base para um trabalho envolvendo o treinamento de professores do ensino médio a ser conduzido por ACG.

Referencial teórico

O referencial teórico que permeou este trabalho foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e Joseph Novak (Ausubel, 1968; Ausubel, Novak et al., 1978; Moreira, 1999a; 2006). Nesta, como na maioria das teorias de aprendizagem cognitivistas, o fator mais importante para a aquisição consistente de novos conhecimentos é o conhecimento prévio do indivíduo.

O conhecimento prévio do aluno forma o que se convencionou chamar de “estrutura cognitiva” e refere-se ao conjunto de ideias e concepções acumuladas pelo indivíduo ao longo de toda sua vida. Quando são considerados os conhecimentos relacionados a determinado domínio, como a Física, interessa a parte da estrutura cognitiva que compreende os conhecimentos relativos a esse domínio. E não se deve confundir conhecimento prévio com pré-requisito. No âmbito da teoria de Ausubel, a estrutura cognitiva relevante é formada por conhecimentos adquiridos de forma não literal e não arbitrária, ou seja, de forma significativa. Avaliar o conteúdo dessa estrutura não é tarefa simples, pois não é suficiente submeter o indivíduo a um questionário ou teste de conhecimento. Deve-se dar condições para que ele possa se expressar livremente e verificar não somente a presença do conhecimento, mas principalmente a capacidade do indivíduo aplicá-lo em situações diferentes daquelas envolvidas no aprendizado (transposição) (Moreira, 1999; 2006).

Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento deverá interagir com o conhecimento prévio, ou subsunçor, que lhe dará sentido. Diz-se que o subsunçor deve servir de ancoradouro para o novo conhecimento na estrutura cognitiva do indivíduo. O processo de ancoragem é que caracteriza a aprendizagem significativa. A interação entre o conhecimento subsunçor e o novo conhecimento modifica a ambos. Nesse processo de diferenciação, o resultado é um subsunçor modificado, agora mais poderoso, pois tem em si as potencialidades do novo conhecimento (Moreira, 1999).

Dessa maneira, a aprendizagem significativa contrapõe-se à aprendizagem mecânica, que é aquela em que o novo conhecimento é adquirido de forma literal e arbitrária, ou seja, o novo conhecimento é inserido na estrutura cognitiva do indivíduo sem interagir com subsunçores específicos. É um tipo de aprendizagem por treinamento. Nesse processo a memória do conhecimento costuma ser de curta duração e o indivíduo não consegue realizar a transposição de domínio para o que foi aprendido.

METODOLOGIA

Planejamento

O trabalho com os alunos do ensino médio, sob a responsabilidade do primeiro autor deste trabalho, compreendeu duas etapas: a *preparatória* e a de *exploratória*. A etapa preparatória consistiu em ministrar três horas-aula de física para duas turmas de primeiro ano (duas horas numa e uma hora em outra) da EEEM Prof. Fernando Duarte Rabelo, localizada no bairro Praia de Santa Helena, município de Vitória-ES. Apesar de essa distribuição horária parecer estranha, sua escolha foi baseada na disponibilidade da professora de física que cedeu suas aulas para a preparação. O objetivo dessas aulas foi o de gerar experiência prévia com a dinâmica da aula interativa e, principalmente, com o modo de lidar com os estudantes do ensino médio em aulas desse tipo. Esperava-se que isso poderia prevenir a má condução das aulas pelo professor e evitar conflitos durante o transcorrer da etapa exploratória. Nessas aulas foi abordado apenas um tópico de física, que foi a queda livre dos corpos.

A etapa exploratória consistiu em um conjunto de oito aulas, com carga horária total de dezesseis horas. O horário das aulas foi de 10h 20min às 12h 20min, sempre às quartas-feiras. Nessa etapa, o professor deveria colocar em prática a aula interativa e, dentro das possibilidades, tentaria reproduzir a rotina normal de trabalho dos professores da escola. A aula praticada deveria tirar o professor de seu foco, que passaria a ser dividido com os alunos. Esse modelo de aula pressupõe a utilização de estratégias de ensino cuidadosamente escolhidas para cada assunto e para cada momento da aula.

O tema central da etapa exploratória foi Cinemática. Ficou decidido que o assunto de cada aula teria a distribuição mostrada no Quadro 1.

Quadro 1. Conteúdo programático das aulas da etapa exploratória.

Aula	Assunto
1	Movimento retilíneo uniforme (MRU)
2	Movimento uniformemente variado (MRUV)
3	Queda livre
4	Movimento de projéteis
5	Movimento circular
6	Movimento de rolamento
7	Movimento relativo
8	Avaliação

Planos de aulas

Para cada aula prevista tanto na etapa preparatória quanto na exploratória foi preparado um plano de aula detalhado, com descrição de cada etapa da aula. Como regra, o plano de aula começava com uma breve recapitulação da aula anterior. Isso podia ser feito por meio da exibição de um vídeo ou de imagens que fizessem o aluno se lembrar dos conteúdos anteriormente trabalhados e eventualmente identificar os conceitos ensinados em novas situações. Durante ou ao fim da exibição os alunos eram incentivados a externar suas ideias para que o professor pudesse averiguar a ocorrência de aprendizagem significativa em algum grau.

A seguir vinham os preparativos para a introdução do novo conteúdo. Coerentemente com os princípios ausubelianos, a matéria nova deveria ser abordada partindo do geral para o particular e levando em conta o que o aluno já sabia, para então apresentar os novos conceitos, suas inter-relações e aplicações. Durante essa fase é que o uso de estratégias de ensino diferenciadas poderia ter maior importância.

Para fazer o fechamento da aula o professor propunha à turma pequenos desafios na forma de problemas conceituais para consolidar a compreensão do que foi ensinado. Também são sugeridos sítios da internet com materiais instrucionais diversos para serem acessados em casa ou na casa de um amigo.

RESULTADOS

A seguir, os resultados deste estudo serão apresentados no formato de um relato de experiência, pois foi o que nos pareceu mais adequado.

Etapa preparatória

A etapa preparatória foi marcada por problemas disciplinares, que serão narradas adiante, neste texto. Após as três aulas preparatórias foi possível tirar algumas conclusões preliminares que foram muito úteis no desenvolvimento da etapa exploratória:

(a) A exibição de filmes com situações reais para discussão posterior foi muito útil. Os alunos reconheceram as situações como sendo familiares e a partir daí tentaram identificar os fenômenos físicos ali presentes. O grande problema encontrado foi a carência absoluta de domínio da linguagem da física, que muito dificultou a manifestação oral dos alunos.

(b) Ao incentivar a participação dos alunos, criou-se o palco ideal para os alunos que queriam chamar a atenção dos demais para si. A cada pergunta feita lá estavam eles tentando conseguir a gargalhada dos colegas. Além disso, a participação dos alunos incentivou as conversas paralelas de grupinhos isolados que não desejavam participar. Portanto, concluiu-se que a participação da turma

nas discussões deve ser feita apenas após a introdução dos aspectos físicos fundamentais envolvidos. Ao assistir aos vídeos das aulas foi percebido que a participação dos alunos estava sendo muito prematura, sem que eles tivessem qualquer base para começar a discutir o assunto.

(c) A estratégia de trabalho cooperativo em grupos de três alunos foi desastrosa. Na prática, essa atividade funcionou como a “oficialização das conversas paralelas”. Para tentar minimizar esse efeito, na etapa exploratória foi feita nova tentativa de trabalho cooperativo com grupos de apenas dois alunos.

(d) A execução de pequenos experimentos em sala de aula foi muito bem recebida. As demonstrações atraíram a atenção e motivaram a participação dos alunos. Como foi a estratégia de ensino mais bem sucedida, foi reutilizada em praticamente todas as aulas da etapa exploratória.

O ambiente de trabalho

A Escola Estadual de Ensino Médio Arnulpho Mattos fica localizada no bairro República, no município de Vitória-ES, a cerca de dois quilômetros da Universidade Federal do Espírito Santo. A sala de aula onde este trabalho foi desenvolvido tinha aproximadamente seis metros de largura por dez de profundidade. Havia um quadro branco para escrita com pincel atômico, típico das aulas expositivas, e uma TV Multimídia ao lado do quadro. Os alunos, em número de 27, dispunham de carteiras do tipo cadeira e mesa, sendo que a mesa do professor era igual à dos alunos. Havia mais carteiras do que alunos, o que dificultava o deslocamento do professor para o atendimento individual. A estrutura das carteiras era feita de ferro, sendo que a maior parte das proteções de plástico dos pés já havia sido perdida. Isso gerava muito barulho sempre que alguém se movimentava. A sala ficava localizada ao lado da quadra de esportes do pátio interno da escola. Em todas as aulas ministradas sempre houve jogos de vôlei entre alunos, o que ocasionava barulho constante decorrente das jogadas e dos gritos. Além disso, a escola fica relativamente próxima à cabeceira do aeroporto de Vitória (Aeroporto Eurico de Aguiar Salles). Assim, de tempos em tempos o barulho dos aviões também interferia no andamento do trabalho do professor e na concentração dos alunos. Como as aulas ocorriam imediatamente após as aulas de educação física, os alunos sempre chegavam suados e agitados. Essa combinação de barulho com agitação em nada ajudou o desenvolvimento deste trabalho.

A aprendizagem significativa

Muito pouco pôde ser aplicado em sala de aula que lembrasse os princípios da aprendizagem significativa. Para começar, a utilização de organizadores prévios mostrou-se inviável. Como o assunto mudava a cada aula, isso exigiria um organizador por aula, o que tomaria muito tempo. Melhor teria sido o uso de um pseudo-organizador prévio sobre cinemática, a ser apresentado bem no início dos trabalhos.

O que melhor funcionou foi a exploração do conhecimento prévio dos alunos. Para isso foram utilizados fotos e vídeos com situações familiares relacionadas ao assunto do dia. Na próxima seção serão dados maiores detalhes.

Foram feitas inúmeras tentativas de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, mas isso foi muito prejudicado devido ao pouco conhecimento prévio dos alunos. As discussões promovidas em sala, em que os alunos foram incentivados a externar o que haviam compreendido sobre o assunto do dia, indicaram algum grau de diferenciação. Para evidenciar a reconciliação integrativa, ao final de cada aula sempre era proposta uma questão que exigia alguma transposição de domínio do assunto estudado. Em nenhum momento os alunos conseguiram acertar a resposta.

As estratégias de ensino

À medida que as aulas foram ocorrendo, a aplicação dos princípios da aprendizagem significativa foi sendo colocada em segundo plano. Ficou evidente que era mais urgente a utilização

de estratégias de ensino, pois os problemas disciplinares estavam começando a dominar a aula. Para isso, foram feitas algumas experiências com estratégias que exploram o conhecimento prévio do aluno, que usam trabalho cooperativo, envolvendo simulações computacionais e experimentos em sala de aula.

Estratégias que exploram o conhecimento prévio

Aula 1 – MRU: Para auxiliar a discussão sobre as grandezas físicas relacionadas ao movimento, foram exibidos na TV uma série de figuras de objetos e recursos computacionais cotidianos (relógio, cronômetro, calendário, trena, bússola, GPS, Google Maps, Google Earth, velocímetro e computador de bordo automotivo) e foi pedido aos alunos que identificassem a grandeza física (posição, deslocamento, distância percorrida, velocidade média, velocidade instantânea, etc.) que fosse mais relacionada ao objeto. Isso funcionou muito bem. Apesar dos alunos terem sérios problemas iniciais com a identificação da grandeza (pouco conhecimento prévio), houve interesse geral e melhora progressiva no processo de identificação.

Aula 2 – MRUV: A aula começou com a apresentação de afirmativas que deveriam ser julgadas corretas ou não. As afirmativas eram frases curtas e claras sobre os assuntos estudados na primeira aula. Houve boa participação, embora a grande dificuldade dos alunos estivesse relacionada ao uso da linguagem. É lamentável, mas era raro ouvir uma frase completa quando os alunos tentavam se manifestar. Como sabemos que os assuntos da ciência formam uma nova linguagem, que deve ser aprendida, foi possível perceber que os alunos eram visivelmente analfabetos científicos. Apesar disso, foi possível detectar algum avanço devido ao esforço que eles fizeram ao tentar externar suas ideias.

Estratégias baseadas no trabalho cooperativo

Na terceira aula da etapa preparatória, foi testada a estratégia de trabalho cooperativo em grupo. A turma foi dividida em grupos de três alunos. A atividade consistia em propor situações-problema envolvendo queda livre que seriam analisadas pelos grupos e apresentados à turma (grande grupo) para discussão. Essa estratégia definitivamente não funcionou. Primeiro que a formação dos grupos só contribuiu para aumentar a quantidade e a intensidade das conversas paralelas. Segundo, que a maior parte dos grupos não discutiu o que quer que fosse das situações propostas. É preciso lembrar que na primeira aula com essa turma o professor já havia enfrentado problemas disciplinares sérios.

Aula 3 - Queda livre: Foi feita nova tentativa de promover atividade cooperativa na turma. Tendo se em vista o resultado obtido na etapa preparatória, foi decidido que os alunos trabalhariam em duplas. Nesse dia havia 21 alunos em sala, o que fez com que o décimo grupo tivesse três alunos. O resultado dessa atividade, que durou cerca de 40 min, deixou muito a desejar. Quatro duplas ficaram completamente apáticas o tempo todo. Outras três resolveram conversar outros assuntos. Dentre as três restantes, que tentaram participar ativamente da atividade, apenas uma conseguiu analisar coerentemente as situações propostas.

Uso de experimentos em sala de aula

Foi a estratégia que melhor funcionou em sala de aula, tanto na etapa preparatória quanto na exploratória. Em todas as ocasiões em que foram conduzidos pequenos experimentos em sala o comportamento da turma se modificou. A atenção ao que seria apresentado era quase total. Também funcionou muito bem o uso de voluntários para auxiliar em pequenas tarefas. Definitivamente, esta é uma estratégia que merece ser explorada pelo professor de ensino médio.

Aula 1 – MRU: O assunto do momento era a medição do tempo em algumas situações práticas relacionadas à cinemática. Para isso, foi utilizado inicialmente um cronômetro digital. Percorrendo-se a pé uma distância de quatro metros, medido com o auxílio de uma trena, cronometrava-se o tempo para determinar a velocidade média no percurso.

Esse foi um experimento extremamente simples e que, em princípio, não haveria motivo algum para despertar a atenção de quem quer que seja. Mas não foi isso o que ocorreu. A atenção da turma foi total. O valor da velocidade média obtido, convertido para km/h, surpreendeu muitos alunos. Alguns já sabiam que uma pessoa adulta caminha a aproximadamente 4 km/h, mas nunca tinham comprovado isso. A maior parte dos alunos desconhecia essa informação e ficaram surpresos.

Em seguida o cronômetro foi guardado e substituído por um instrumento primitivo de medição de tempo - o pêndulo. Foi apresentado à turma um pêndulo constituído por uma carambola de pesca, feita de chumbo, suspensa por um pedaço de fio-urso de pouco mais de um metro. Foi necessário algum tempo para convencer a turma de que o pêndulo poderia ser usado como instrumento de medição de tempo. Mais uma vez a atenção da turma foi quase total. E não foi apenas ficarem parados prestando atenção. Foi um daqueles momentos em que o professor é metralhado por perguntas de todos os tipos e de todo lado. A maior parte das perguntas tinha a ver com “como é possível medir o tempo com isso?”. Foi uma excelente oportunidade para falar de padrões de tempo, das grandezas físicas associadas ao pêndulo, das propriedades do pêndulo e dos relógios de pêndulo. Haveria muito mais a ser discutido, sempre com atenção da turma, somente com aquele pequeno instrumento nas mãos.

Em seguida, o experimento da medida da velocidade média foi refeito, agora com o uso do pêndulo. Houve certa frustração por parte dos alunos logo que o resultado anterior não foi confirmado (4 km/h). Nesse momento surgiu a necessidade de falar sobre o uso de uma unidade de tempo arbitrária. Os alunos acabaram se convencendo de que para a reprodução do resultado anterior, o pêndulo deveria ser calibrado. Mas ainda assim persistiu o problema de como medir tempos fracionados com um pêndulo. Após alguns experimentos simples, eles ficaram convencidos de que isso não poderia ser feito com precisão.

Aula 3 - Queda livre: A medição do tempo voltou a ser assunto de experimentação em sala. Desta vez, para mostrar como Galileu havia deduzido sua famosa lei do movimento uniformemente acelerado $x = k.t^2$, sendo x a posição de um objeto e k uma constante, que é igual à metade da aceleração ($a/2$). Foram feitas algumas tentativas de se medir o tempo de queda de uma pequena esfera de aço de cerca de um metro e meio de altura com o auxílio de um cronômetro. Devido à curta duração do evento, houve muita variabilidade nos valores das medições, executadas por alunos voluntários. Os alunos foram incentivados a imaginar um meio de tornar o movimento de queda livre mais apropriado para estudo. Após algum debate, chegou-se à conclusão que o mesmo deveria ocorrer mais lentamente para poder ser cronometrado, ou seja, a mesma conclusão a que chegou Galileu no final do século XVI. Com algum auxílio do professor, os alunos concluíram que a queda livre nada mais é do que um tipo especial de MUV e que um plano ligeiramente inclinado poderia servir para seu estudo.

Pelo fato de não se dispor do aparato para uma demonstração apropriada do movimento de uma esfera num plano inclinado, foi exibido na TV um trecho do documentário “Galileu – A batalha pelo céu” (Axelrod, 2002), em que o experimento original de Galileu é reproduzido. Em geral, o uso de vídeos de documentários e trechos de aulas não foi bem recebido pelos alunos. A maioria deles logo perde o interesse e mostra-se sonolenta. Mas dessa vez foi diferente. Como se tratava de um problema que estava em discussão e era objeto de experimentação em sala de aula, o vídeo foi muito bem recebido e houve vários pedidos para que ele fosse repetido para que se pudesse observar melhor o que era mostrado.

Problemas disciplinares

Etapa preparatória

Foram muitos os problemas disciplinares enfrentados em ambas as escolas. Já na primeira aula da etapa preparatória, obteve-se uma amostra do que viria a ser esse estudo. Como a proposição original era testar um modelo de aula em que a participação dos alunos fosse dominante, inicialmente foi adotada estratégia de incentivá-los a externar suas ideias e opiniões. Nessa primeira aula, aproximadamente um terço da turma participou ativamente das discussões, um terço ficou em silêncio a maior parte do tempo e um terço ficou fazendo piadas sobre os assuntos em questão. A aula foi extremamente cansativa. Foi preciso fazer muito esforço para lidar com as provocações. Optou-se pela não punição desses alunos logo na primeira aula para não perder o rumo do planejamento que havia sido feito. Deve ser lembrado que a professora da turma estava presente. Mesmo assim os alunos não se sentiram intimidados e continuaram a atrapalhar a aula.

A segunda aula ocorreu numa turma diferente, porém com igual conteúdo da primeira. O mesmo problema disciplinar foi observado, porém numa escala menor. Isso favoreceu um pouco o trabalho do professor, sendo possível uma aula menos atribulada.

Para compensar, a terceira e última aula dessa etapa foi a pior de todas. Uma vez que os alunos já conheciam o professor e perceberam que sua presença era temporária, a gozação com os assuntos discutidos chegou a um limite insuportável. A única saída de emergência possível foi a de limitar a participação dos alunos, convertendo a aula para o modelo expositivo.

A conclusão inicial óbvia que pode ser tirada da etapa preparatória é a de que forçar os alunos a contribuir com ideias para chegar a alguma conclusão cansa muito mais do que simplesmente expor o assunto no quadro. Incentivar o aluno a falar pode se transformar numa armadilha para o professor. Para muitos alunos, fazer piadas para autopromoção é algo quase irresistível e ficar lutando contra as conversas paralelas pode minar as energias do professor. Na prática, a tentativa de aplicar um modelo de aula em que o professor falasse menos teve efeito inverso. Foi preciso falar muito mais, pois se os alunos não fossem motivados o tempo todo, as trocas de ideias morreriam.

Etapa exploratória

Tendo-se em vista os problemas disciplinares ocorridos na EEEM Prof. Fernando Duarte Rabelo, foram tomados cuidados especiais em relação ao controle da participação dos alunos. Ficou decidido que essa participação ficaria restrita aos momentos em que estratégias de ensino específicas fossem usadas. Isso funcionou muito bem na primeira aula e razoavelmente bem na segunda. No entanto, a terceira aula foi muito ruim em termos disciplinares. Não se conseguiu manter o controle da turma e o professor acabou perdendo parte do autocontrole. Isso ocorreu cerca de trinta minutos após o início da aula. A sensação que se teve nos momentos seguintes foi a de que nada que se fizesse poderia controlar os alunos. É interessante notar que a análise posterior das imagens mostrou sim uma situação disciplinar desfavorável, muito ruim em alguns instantes, mas aceitável a maior parte do tempo. Portanto, é razoável supor que a perda parcial de autocontrole pelo professor, por conta do nervosismo frente àquela situação, amplificou consideravelmente a dimensão do problema percebido.

Deve ser destacado que desde o início do trabalho na escola Duarte Rabelo, sempre houve uns oito ou dez alunos que atrapalhavam a aula de diversas maneiras. Normalmente era por meio de conversas paralelas, quase sempre em voz alta. Outros incomodavam por meio de respostas e comentários “engraçados” ou sem qualquer sentido, apenas para chamar a atenção de seus colegas. Outros ainda preocupavam-se em cutucar quem estivesse ao seu redor. Esse grupo de alunos era minoria na turma. Havia uns oito alunos que estavam realmente interessados em aprender alguma coisa. Os demais sempre adotaram uma postura de apatia constante e só ansiavam pelo final da aula. Assim, uns poucos alunos conseguiram desestabilizar o andamento das aulas e desequilibrar a percepção do professor.

Após a análise das três primeiras aulas, com especial atenção para a terceira, ficou decidido que a quarta aula, cujo assunto seria “Movimento de projéteis”, seria alterada para a aplicação de um *teste de conhecimento intermediário*, ou seja, um teste para avaliar o grau de aprendizagem até aquele momento. Na verdade, a aplicação do teste teve como objetivo apenas fazer uma pausa na sequência das aulas para tentar reaver o controle da turma, que havia sido perdido. Por esse motivo, não será feita qualquer análise sobre seu conteúdo e seus resultados.

Antes da aplicação do teste, a coordenadora da escola foi chamada à turma para alertar os alunos sobre os problemas disciplinares relatados pelo professor. Após conversar seriamente com os alunos, ela deixou claro que o professor visitante teria poderes iguais aos de qualquer professor da escola. Isso permitiria a aplicação das punições previstas no regimento da escola. Mas deve ficar claro que nunca houve qualquer intenção de transformar as aulas em sessões punitivas, pois isso não é compatível com um ambiente em que se deseja a ocorrência de aprendizagem significativa.

Tudo parecia bem quando os alunos foram embora após a aplicação do teste. No entanto, na quinta aula os episódios de indisciplina voltaram a ocorrer. Aqueles oito ou dez alunos comportaram-se tão mal quanto antes, ou seja, perturbando a aula. Aos trinta minutos de aula um aluno foi convidado a se retirar de sala e encaminhado à coordenação. Embora isso tenha melhorado o ambiente em termos disciplinares, acabou causando certo mal estar em todos. O professor foi o que mais se ressentiu com essa atitude. Já quase no final da aula, outro aluno foi também retirado de sala.

Tendo-se em vista esses acontecimentos e anteveendo-se a impossibilidade do reestabelecimento de uma situação disciplinar aceitável, decidiu-se pela interrupção do estudo.

Avaliação final

Na quarta-feira seguinte, em que seria ministrada a sexta aula da etapa exploratória, o professor retornou à escola para comunicar aos alunos e à direção da escola a decisão de interromper o estudo. Nessa ocasião, foi solicitado aos alunos para que respondessem a um questionário de avaliação das aulas. Este continha nove perguntas, que os alunos poderiam responder anônima e voluntariamente apenas assinalando com um X a resposta que lhe conviesse. Ao final havia um espaço para livre manifestação. Vinte e sete alunos responderam ao questionário. A análise das respostas às perguntas teve o seguinte resultado:

1. Você acha que conseguiu aprender com mais facilidade quando foi permitida a participação mais ativa sua e de seus colegas durante as aulas do Prof. Anderson?
Sim: 52% Não: 4% Em parte: 44%
2. Como você julga o modelo de aula apresentada pelo Prof. Anderson em relação ao modelo de aula dos demais professores de sua escola?
Melhor: 74% Pior: 15% Igual: 11% Não sei: 0%
3. Você acha que a participação dos alunos durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
Sim: 48% Não: 19% Em parte: 33%
4. Você acha que a realização de experiências durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
Sim: 89% Não: 4% Em parte: 7%
5. Você acha que a exibição de vídeos durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
Sim: 63% Não: 11% Em parte: 26%
6. Você acha que a exibição de imagens durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?

Sim: 63% Não: 4% Em parte: 33%

7. Como você classifica a participação do Prof. Anderson na condução das aulas de Física dadas nesta sala?
Muito boa: 26% Boa: 52% Regular: 19% Ruim: 4% Péssima: 0%
8. Você gostaria que outros professores utilizassem metodologia parecida com a que foi usada nessas aulas de Física, ou seja, com maior participação dos alunos?
Sim: 85% Não: 7% Não sei: 7%
9. Como você definiria seu grau de satisfação em relação às atividades realizadas durante as aulas do Prof. Anderson?
M. satisf.: 19% Satisf.: 33% Med. satisf.: 44% Insatisf.: 0% M. insatisf.: 4%

Na parte de livre manifestação do questionário, apenas dezessete alunos fizeram comentários. Segue a transcrição literal desses comentários.

“Professor Anderson, o senhor ajudou a gente compreender várias coisas; e deixar a aula um pouco mais dinâmica. Mas mesmo assim alguns alunos não compreenderam muito bem, mas eu gostei muito”

“Valeu professor.”

“Acho que o uso das experiências ajudou muito na compreensão dos alunos, pois divertia, assim prendendo a atenção.”

“Se as aulas não fossem depois da E.F. e nem ocupassem o tempo dos alunos a mais na escola, as aulas poderiam até continuar beim.”

“Acho que as imagens e o os vídeos ajudaram bastante.”

“Professor as suas aulas foram muito importante para mim ispere, quando eu passa na UFES ser seu aluno em física. Desculpa-nos perdemos um grande mestre.”

“Muito obrigado, me ajudou muito! Parabéns.”

“Gostaria que continuassem essas aulas. Mas entendo que é muito complicado com pessoas não interessadas nos assuntos, mas que, não concordo de que seremos prejudicado por algumas pessoas. Poderiam tirar da sala?”

“Bom o método dese de insino é muito bom mas não deu muito certo pois a sala não cooperou para que a realização foce positiva. Então com tantos interrompimentos nas aulas prejudicou bastante a aula. Você é um ótimo professor e se eu foce você eu realizaria esse metodo em outra escola, alunos mais interessados; eu gostei muito e acho que os alunos não valoriram isso tanto quanto eu.”

“Eu não gosto muito de Fisica e acredito que a turma também não goste, mais as aulas foram ótimas e quem não aprendeu é porque faltou interesse da pessoa. Para ser sincera contigo “eu” não aprendi muita coisa, mais foi por dificuldade minha, pois suas aulas foram bem dinâmica e interativa. Sucesso para o senhor, e Brigado por ter nos concedido a sua presença, e se nossa turma te magoou nos desculpe. Fica com Deus e muito sucesso!”

“Apesar de eu não ter prestado muita atençonas aulas; gostei muito, foi mais um marco importante da minha história. Obs. Veleu Prof. Até mais! 2015 te vejo na UFES.”

“Gostei bastante das aulas, aprendi coisas que nunca tive aprendido, mais também teve aulas em que eu não consegui aprender nada. Se tive de novo essas aulas eu ficaria de novo, porque é exelente termos oportuniades como essa de aprender um pouquinho. Gostei muito.”

“Foi bom conhecer o professor, não aprendi muito mais também foi legal, conheci um novo método de aprendizagem gostei... Valeu professor.”

“As aulas além de educativas foram muito divertidas em parte, acho que o senhor professor deveria não utilizar muito a participação dos alunos e se for necessária a participação deles você mesmo escolher o aluno assim fica menos bagunça e dá pra compreender melhor a aula”

“Bom, eu acho que ele deveria ter opiniões mais filosóficas a questão de alguma pessoa ou seus alunos e que ele pudesse melhorar o ritmo da aula, mais explicação literalmente.”

“Acho que todos gostam só não querem ficar na aula para jogar ping-pong. Eu gosto.”

“Gostaria que esse método fosse utilizado mais vezes”

Como se pode ver nos percentuais das respostas aos itens do questionário e nos depoimentos livres, de maneira geral os alunos gostaram da experiência com a aula interativa e a consideraram produtiva. Além disso, é possível perceber que a indisciplina de alguns alunos incomodou aqueles interessados na aula.

COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÃO

Ao tentar extrair conclusões deste estudo, devem ser abstraídas as características pessoais do professor, que muito pode ter contribuído para o término precoce do estudo. Um bom modelo de aula deve ter plasticidade suficiente para ser viável com professores de ampla gama de personalidades.

A análise equilibrada desse estudo indica que o que deve ser valorizado para ir com sucesso além da aula narrada, ou expositiva, é o uso de estratégias de ensino criteriosamente escolhidas. A aplicação da teoria da aprendizagem significativa, ou de outra teoria de aprendizagem, deve ocorrer de forma natural e imperceptível para os alunos. Estratégias que exploram o conhecimento prévio dos aprendizes são essenciais. Os alunos gostam de falar sobre as coisas que conhecem e o professor deve explorar isso a seu favor.

O trabalho colaborativo em grupo não funcionou bem nessas aulas de física. Poderiam funcionar bem se fosse outro o professor? É possível. Mas sem dúvida deve haver algumas disciplinas em que o trabalho em grupo funciona melhor. É o caso das disciplinas das ciências humanas. No ensino universitário, o uso de trabalho em grupo nessa área é comum e funciona relativamente bem.

Sem dúvida alguma, a estratégia que melhor funcionou neste estudo foi o uso de experimentação em sala de aula. Como já foi dito, em todas as oportunidades em que foi usada, essa estratégia ocasionou forte participação dos alunos. Além disso, o experimento funcionou como semente para discussão dos mais variados fenômenos e situações.

O uso de vídeos de forma isolada em geral não provocou interesse nos alunos, mas quando o vídeo foi usado para melhorar a compreensão de uma situação gerada no experimento em sala, o interesse dos alunos ficou logo evidente.

É comum a sugestão de utilização de simulações e vídeos em sala de aula, porém um ponto a destacar nesse estudo é que o primeiro autor deste trabalho realizou uma experiência didática em condições reais de sala de aula do ensino médio, para aprimorar a sua proposta didática antes de levá-la a professores do ensino médio.

AGRADECIMENTO

Nossos sinceros agradecimentos à direção, à coordenação, à supervisão pedagógica e aos alunos das escolas estaduais de ensino médio Prof. Fernando Duarte Rabelo e Arnulpho Mattos que tornaram possível a execução deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

AXELROD, D. (2002) **Galileo's Battle for the Heavens**: Green Umbrella, LTD for WGBH/Boston in association with Channel 4.

BOOTH, K. M.; JAMES, B. W. (2001) Interactive learning in a higher education Level 1 mechanics module. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 9, p. 955-967.

ENEM (2010) Exame Nacional do Ensino Médio Disponível em: < <http://www.enem.inep.gov.br/> >. Acesso em: 01/03/2011.

FINKEL, D. L. (2000) **Teaching with your mouth shut**. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers.

HAKE, R. R. (1998) Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74.

HAMMER, D. (1997) Discovery learning and discovery teaching. **Cognition and Instruction**, v. 15, n. 4, p. 485-529.

MOREIRA, M. A. (1999) **Aprendizagem significativa**. Brasília: Universidade de Brasília.

_____. (2006) **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

_____. (2010) Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. VI Encontro Internacional/III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo-SP.

PCNEM (2006) Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Orientações curriculares para o ensino médio**, Brasília-DF, Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf >. Acesso em: 01/03/2011.

PCNEM+ (2006) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**, Brasília-DF. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> >. Acesso em: 01/03/2011.

PROUNI (2010) Programa Universidade para Todos. Brasília-DF. Disponível em: < <http://siteprouni.mec.gov.br/> >. Acesso em: 01/03/2011.

SEDU (2010) **Currículo básico escola estadual**. Vitória-ES: Secretaria de Estado da Educação.

EXPERIMENTOS INTERATIVOS E ATIVIDADES LÚDICAS DE ASTRONOMIA NO PLANETÁRIO PROF. ARISTÓTELES ORSINI¹

Livia Camargos Cruz [liviaccruz@hotmail.com]
Walmir Thomazi Cardoso [walmir.astronomia@gmail.com]
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP
Campus Consolação, 01303-050, São Paulo, SP – Brasil
Planetários de São Paulo, 04094-050, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

O presente trabalho visa mostrar o resultado do desenvolvimento de materiais lúdicos/interativos e aplicação de dinâmicas em oficinas de baixo custo para ensino e divulgação da Astronomia, aplicados na Escola Municipal de Astrofísica (EMA) e no Planetário “Prof. Aristóteles Orsini” (Parque do Ibirapuera - Departamento de Educação Ambiental – DEA – da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente – SVMA – Prefeitura de São Paulo), desde 2009. A metodologia empregada nesse trabalho foi qualitativa (FLICK, 2007), considerando a interação de componentes metodológicos e teorias assim como abordagens de problemas.

Palavras-chave: oficinas de astronomia, experimentos de baixo custo, atividades lúdicas de astronomia.

INTRODUÇÃO

Com o nome de “**Família do Universo**” (FU) o projeto se constitui numa série de atividades oferecidas aos grupos de interessados que adquirem o ingresso para uma sessão do planetário Aristóteles Orsini, inicialmente aos domingos (durante o primeiro ano e meio de atividades) e depois aos sábados (desde março de 2011). A atividade completa é composta pela sessão de planetário, visita guiada a exposição na EMA e as oficinas com os materiais desenvolvidos pelo presente programa de atividades.

A principal característica do FU é o ensino não formal da Astronomia e Astrofísica (ALVES & ZANETIC, 2008).

No total, as oficinas versam sobre onze temas diferentes: Sistema Solar em escala de distâncias, relógios de sol, cometas, espectroscopia, galáxias, fases da Lua, esfera celeste, relógio estelar, configurações planetárias, densidades planetárias e evolução estelar. As atividades contam ainda com passatempos como liga-pontos, caça-palavras e desenhos para colorir com temas de Astronomia para as crianças menores. As oficinas são alternadas durante os finais de semana. As atividades contam ainda com passatempos como liga-pontos, caça-palavras e desenhos para colorir com temas de Astronomia para as crianças menores. O trabalho contou com o apoio dos demais funcionários da instituição, mas foi desenvolvido e aplicado essencialmente pelos autores deste trabalho.

MATERIAIS DESENVOLVIDOS

Com base em um longo de trabalho de pesquisas todo o material utilizado nas oficinas foi criado, adaptado e confeccionado por nós.

Passatempos: Os liga-pontos formam as linhas das constelações escolhidas e os desenhos são as concepções artísticas que representam as constelações e lhes conferem seus nomes. Com eles

¹ Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Complexo dos Planetários de São Paulo – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo (SVMA); Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

podemos ensinar um pouco sobre o reconhecimento do céu e contar os mitos associados a essas figuras. Destacamos nessa dinâmica como essas personagens foram parar na Esfera Celeste. São histórias, em sua grande maioria, de origem greco-romana que têm grande influência em nossa Cultura.

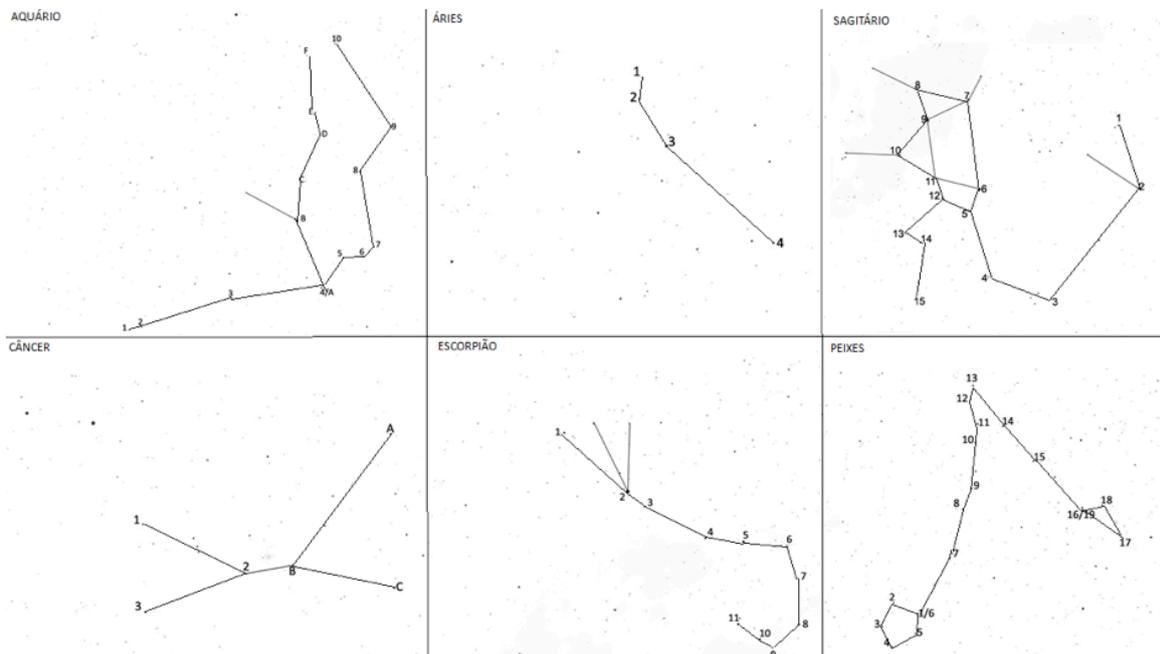


Figura 1: Imagem de alguns dos liga-pontos de constelações utilizados.



Figura 2: Imagem de alguns dos desenhos para colorir associados às constelações.

Para os caça-palavras os temas eram objetos do Universo. Foram montados quatro tipos diferentes considerando diferenças de níveis. No primeiro, mais fácil, foram inseridas seis palavras: asteroides, cometas, estrelas, galáxias, planetas e satélites. No segundo, um pouco mais complexo inserimos os planetas do Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. No terceiro temos os nomes das doze constelações Zodiacais: aquário, áries, câncer, capricórnio, escorpião, gêmeos, leão, libra, peixes, sagitário, touro e virgem. O quarto e último caça-palavras, mais difícil que os anteriores, traz os nomes das estrelas da constelação de Órion, o gigante cujo cinto é formado pelas “três Marias”. As palavras deste são: *Anilam, Alnitak, Bellatrix, Betelgeuse, Meissa, Mintaka, Riguel e Saiph*.

Sistema Solar em escala de distância entre os planetas: Montagem utilizando placas com imagens e dados específicos dos astros, a suas novas classificações, planetas anões e plutóides. Com o auxílio de uma trena montamos nosso Sistema planetário em escala de distâncias. Cada unidade astronômica (distância média Terra-Sol) equivale a um metro, em nossa escala.

Relógio de Sol: Com duas montagens de baixo custo diferentes, utilizando imagens do mostrador e do ponteiro impressos em folha de papel comum, e CDs reutilizados, pais e filhos interagem montando seu próprio relógio solar para depois aprender a usá-lo.

Numa montagem horizontal o ângulo formado por um ponteiro e o plano do horizonte equivale à latitude do local onde o relógio está sendo utilizado, e na montagem com o CD (montagem equatorial), o ângulo do mostrador tem que ser o complementar a latitude. Em ambos os casos a distância entre os números do mostrador são previamente calculados e impressos. Munidos de uma explicação inicial sobre como se localizar com uma rosa dos ventos, o que é essencial para o funcionamento correto do relógio e mais alguns detalhes de Geometria e Astronomia é possível provar que o relógio de sol funciona realmente.



Figura 3: Imagem do relógio equatorial montado.

Montagem do núcleo de um cometa com gelo-seco: Utilizando gelo-seco, areia, amônia e melão de açúcar podemos simular um núcleo de cometa aqui na Terra. Com esse interessante artifício é possível tratar de assuntos como a diferença entre cometas, meteoritos e asteroides.

Caixinha de espectros²: Montando uma caixinha com uma fenda em uma extremidade, e na outra uma rede de difração feita com um pedaço de CD sem a parte “brilhante” e apontando-a para lâmpadas de gás de diferentes elementos químicos, além da luz solar e das lâmpadas de filamento de tungstênio, o público tem a oportunidade de ver os diferentes tipos de espectros. Com isso é possível falar de assuntos como a decomposição da luz, o fenômeno do arco-íris na natureza, composição química dos materiais, a história da espectroscopia, sua utilidade na Astronomia entre outros temas.

² CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; Uma caixinha para o estudo de espectros. Física na Escola; V.3n.2. São Paulo, 2002.

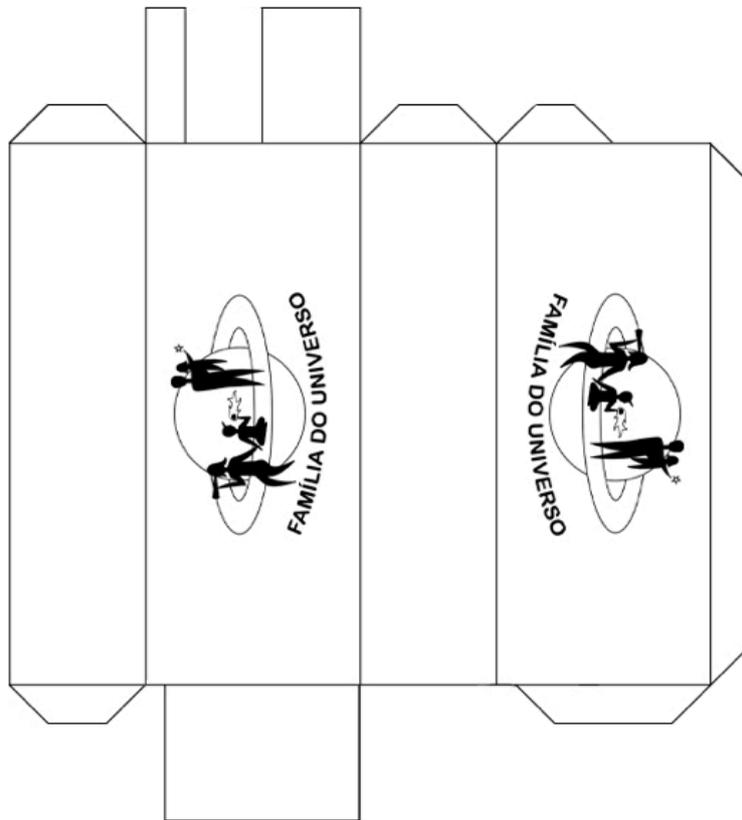


Figura 4: Figura da caixa de espectro para ser montada.

Relógio Estelar: Assim como podemos saber as horas durante o dia através do movimento do Sol podemos também vê-las à noite com um relógio estelar que utiliza como referência estrelas da região circumpolar, como o famoso Cruzeiro do Sul (Crux). No nosso caso, hemisfério Sul, utilizaremos o madeiro maior da constelação do Cruzeiro do Sul (Crux) formado pelas estrelas Rubidea e Estrela de Magalhães (respectivamente γ e α da constelação do Cruzeiro). A região de estrelas circumpolares é importante, pois ela permanece visível boa parte do ano para determinadas latitudes.

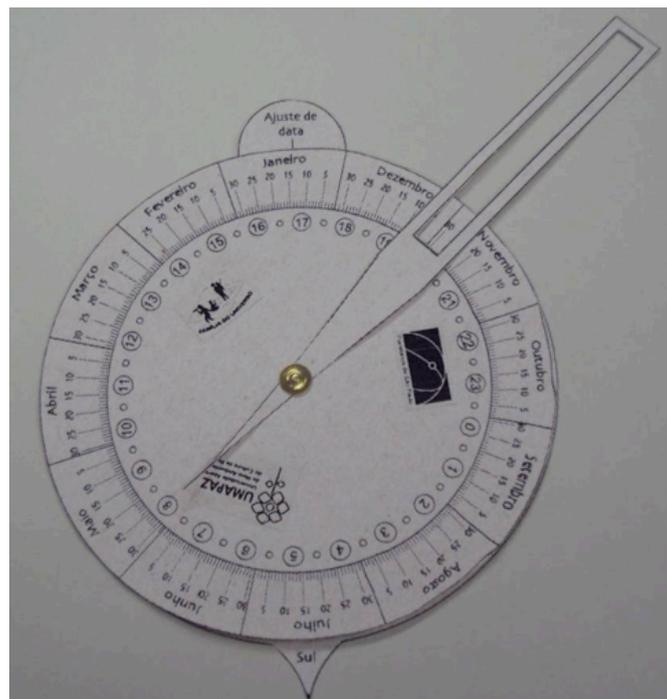


Figura 5: Imagem do Relógio estelar montado

Galáxias: Via Láctea, ou “caminho de leite” é o nome da nossa Galáxia. Assim com ela existem muitas no Universo. Relativamente perto de nós localiza-se um grupo de galáxias, com pouco menos de quarenta constituintes, que junto com a Via Láctea recebe o nome de Grupo Local. Essa atividade trouxe uma noção de como tudo se relaciona: estrelas, planetas e luas formando sistemas planetários. Estrelas formando aglomerados e assim por diante. Ela é composta por uma espécie de jogo com dois tabuleiros. Um deles traz informações sobre a morfologia das galáxias, um desenho de suas estruturas olhadas de perfil. O segundo era uma base em níveis de profundidade diferentes que exemplificam uma galáxia espiral olhada de cima. Como peças desses jogos foram feitas plaquinhas com os nomes das estruturas galácticas e pequenas estrelas nas cores preta, azul e vermelha, que representavam, respectivamente, buraco negro, estrelas jovens e estrelas velhas. Essas peças devem ser colocadas em cima dos tabuleiros a fim de que as pessoas possam entender como estão distribuídas as estrelas dentro das galáxias e qual o nome das suas principais regiões. As instruções dessa montagem foram feitas em cartões, doze informações diferentes, que ao serem lidas, dão pistas de como o tabuleiro deve ser organizado.

Fases da Lua³: Satélite natural da Terra que “carrega” consigo histórias e mitos que vagam na imaginação de todas as pessoas. Quais são suas principais fases? A Lua realmente tem um lado que é sempre escuro? Qual a influência dela no fenômeno das marés? E os eclipses, como acontecem? Essas são questões muito boas para serem discutidas em oficinas como essa. A Lua é um astro muito presente na vida de todos e por isso desperta grande interesse. Para ilustrar essa atividade foi elaborado um disco de Fases da Lua e uma caixa de papelão pintada de preto com cinco orifícios, três lados com um e o quarto lado com dois na posição vertical. Dentro da caixa há um palito de churrasco com uma bola de isopor na ponta, fixado no centro da caixa e na altura dos orifícios laterais. No lado há dois furos: o de cima serve para encaixar uma lanterna que ilumine a bolinha de isopor dentro da caixa e o de baixo junto com os restantes funciona como janela para observar a bolinha em posições diferentes. Essas configurações permitem simular as quatro principais fases da Lua. Feito com material de baixo custo e acessível para ser reproduzido por qualquer pessoa de maneira bem didática e intuitiva esse modelo serve para professores na escola.

Esfera Celeste: Essa atividade visa abordar a divisão do céu em constelações, mostrar as coordenadas, os polos celestes, o movimento aparente dos astros diurno e anual e as estações do ano. Nessa oficina é montada uma dobradura em forma de icosaedro para ser nossa “esfera” celeste. Nesta dobradura organizamos em escala algumas constelações, a eclíptica e o equador celeste.

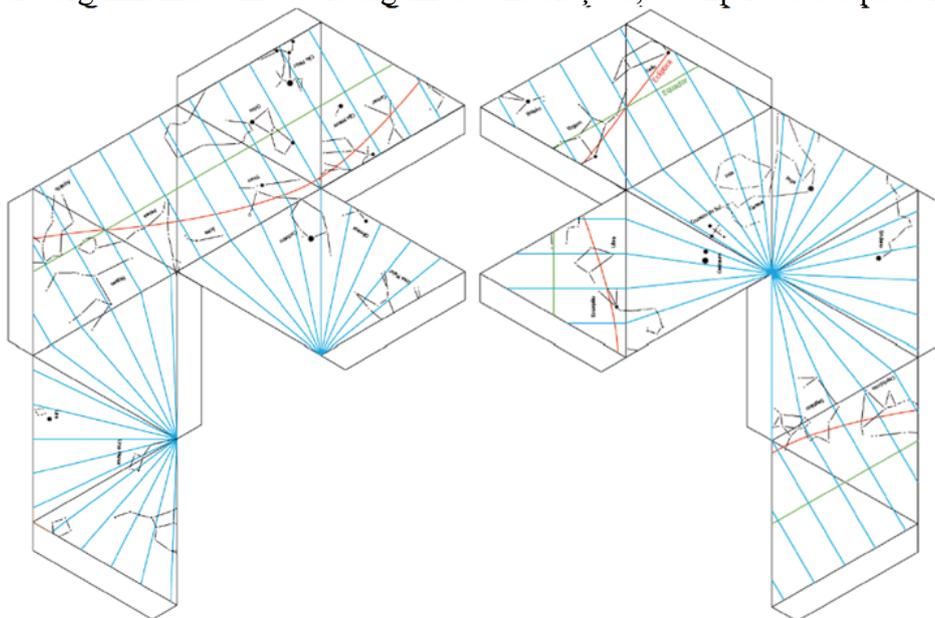


Figura 6: Respectivamente hemisfério norte e sul para montar a esfera celeste.

³ IACHEL, G.; LANGUI, R.; SCALVI, R. M. F.; Concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 5, p. 25-37, 2008.

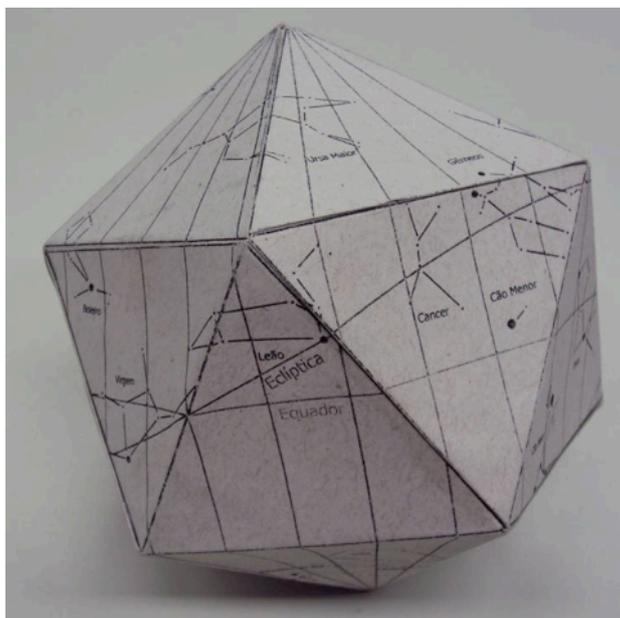


Figura 7: Esfera Celeste montada

Configurações Planetárias: Quando olhamos um planeta no céu como, por exemplo, Saturno no dia 20 de junho de 2011, se olharmos novamente na mesma data só que do ano de 2012 ele estará no mesmo lugar? A resposta é não. Utilizando um disco com as órbitas de alguns planetas em escala e com graduações de seu período sideral e sua relação com os meses terrestres podemos esclarecer dúvidas como essa e muitas outras.

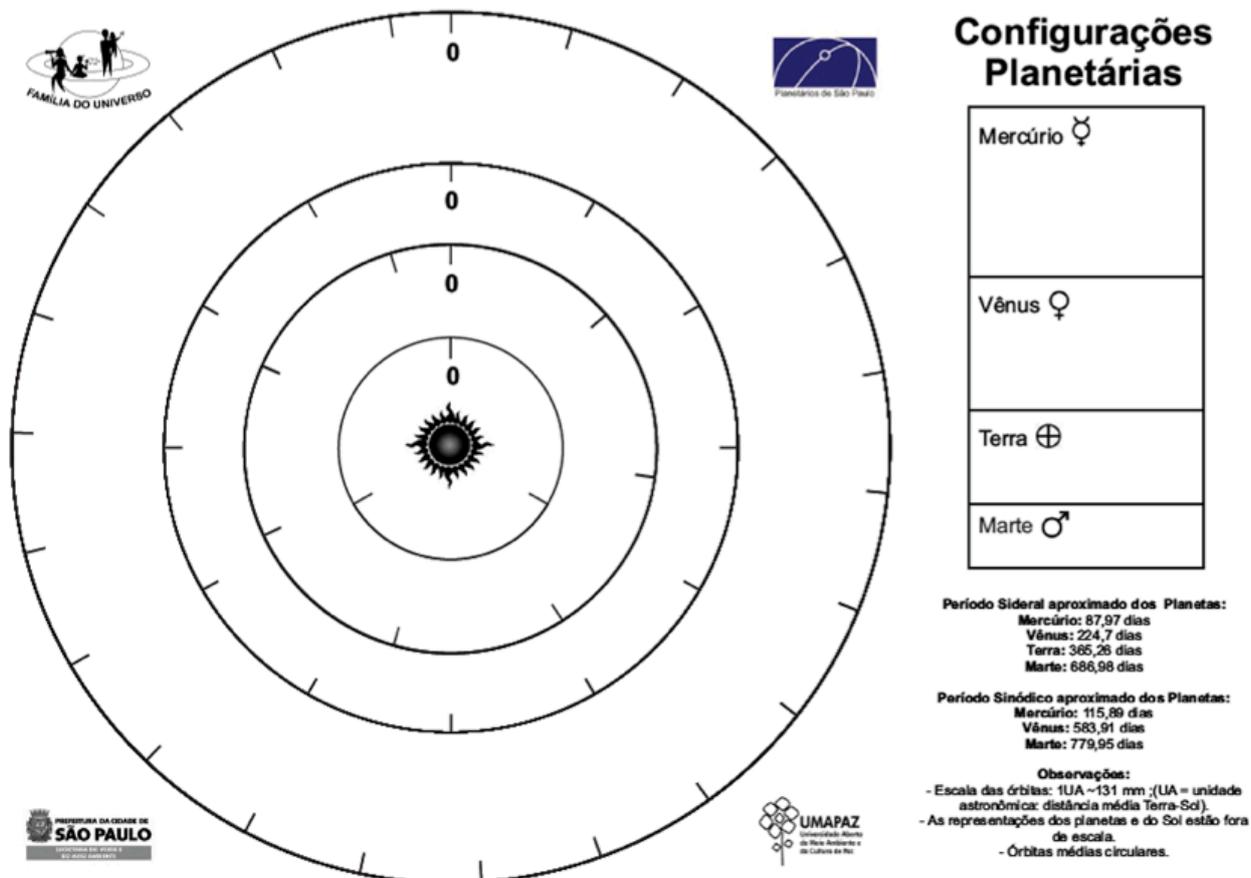


Figura 8: Base do disco de configurações planetárias.

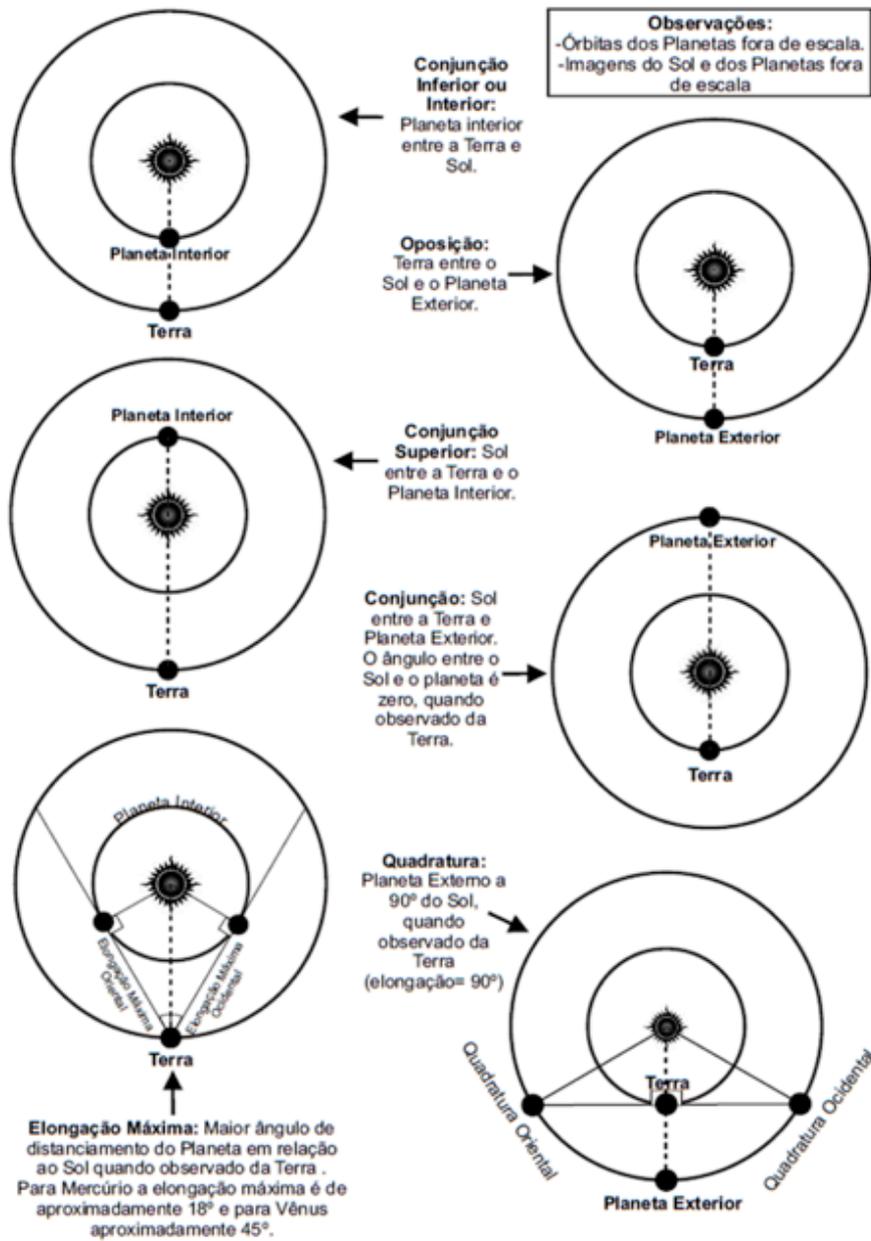


Figura 9: Informações do verso do disco de configurações planetárias.

Densidades Planetárias: Nessa atividade é possível falar um pouco sobre o conceito de massa, volume e densidade, e relacioná-las com as diferenças e peculiaridades dos planetas do Sistema Solar. Utilizando cubos em escala de tamanho dos planetas do sistema solar preenchido com uma mesma massa as pessoas são instigadas a colocar os cubos que elas acham representar cada planeta de acordo com seu “peso” e tamanho, com essa ideia é tratado o conceito de densidade. Os diferentes tamanhos fazem com que cada caixa pareça ter massas diferentes, mesmo sendo todas iguais.

Evolução Estelar: Com o kit dessa oficina é possível falar sobre a “vida e morte” das estrelas, suas diferenças, seus estudos indiretos, se elas estão se movendo em relação a nós e até mesmo explicar de maneira simplificada o diagrama hertzsprung-russell. Cada pessoa pinta as estrelas de seu próprio diagrama HR e aprendem um pouco sobre as diferentes fases da vida das estrelas e a dependência de suas massas.

Essas atividades, aparentemente básicas, se relacionam a questões delicadas do ponto de vista educativo. Vários estudos afirmam que o conhecimento da Astronomia desde o ensino básico até o início de cursos específicos é deficiente. A má preparação de professores das áreas de Ciências faz com que esse profissional busque apoio em livros didáticos muitas vezes cheios de erros conceituais

acerca de assuntos simples, mas ao mesmo tempo complexos diante de tal despreparo (LONGHINI, 2010). As oficinas acima citadas ajudam, de maneira objetiva, profissionais da área de educação e público interessado em geral a esclarecer algumas dúvidas a cerca dos temas abordados. Todas elas foram elaboradas com materiais de baixo custo a fim de que qualquer pessoa, em qualquer lugar, possa reproduzir esses materiais e aplicar em aulas e atividades educativas.

CONCLUSÃO

Considerando as várias temáticas desenvolvidas nas oficinas percebemos que muitos dos participantes fazem perguntas sobre as escalas usadas na construção do Sistema Solar, a existência de vida em outros planetas, sobre a utilização dos relógios solares, como reproduzir a caixa com as fases da Lua em suas casas, entre outras. Isso não significa que esses sejam os temas de maior interesse. Por razões das mais diversas a simulação da construção de um núcleo de cometa chama muito a atenção, assim como a caixinha de espectros, e as crianças se interessam muito pelos resultados. Essas atividades consistem no ensino não formal de Astronomia e Física (ALVES & ZANETIC, 2008), que estão ligadas diretamente entre si, e têm caráter interdisciplinar. Todas as oficinas do “Família do Universo” contam com recursos audiovisuais, softwares livres para ensino de astronomia, como o *Stellarium*,⁴ e explicações dinâmicas, brincadeiras e associações que levam os assuntos abordados à realidade das pessoas. Sendo assim, também tratamos de temas como educação ambiental, história da ciência, geografia, matemática, entre outros, que justificam a importância de projetos como este para a formação cultural e social das crianças e dos jovens, assim como para a difusão do conhecimento científico.

Ao longo de dois anos de trabalho conseguimos atender um número, de aproximadamente, três mil pessoas, realizando as atividades inicialmente aos domingos e depois aos sábados. Foi possível perceber ao longo desse programa de atividades o grande interesse do público em geral por atividades deste tipo.

Atualmente, mesmo após o término do trabalho descrito neste artigo, devido ao grande sucesso de sua aplicação no Complexo dos Planetários de São Paulo o “Família do Universo” continua a ser realizado na instituição, sendo aberta a todo o público interessado em aprender um pouco mais sobre Astronomia, Física e Ciências.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ronaldo de; FALCÃO, Douglas. Brincando Com A Ciência - Rio De Janeiro: Museu De Astronomia e Ciências Afins (MAST), 2004. (2ª edição revisada).
- ALVES, M.T.S.; ZANETIC, J.; O ensino não formal da Astronomia: Um estudo preliminar de suas ações e implicações. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, 2008.
- BERRY, Richard. Discovery the Stars – Stawatching Using the Naked Eye, Binoculars, or a Telescope. New York: Harmony Books, 1987.
- BOCZKO, Roberto. Conceitos de Astronomia. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 429p
- CANIATO, Rodolpho. O Céu. São Paulo: Ática, 1993.
- CATELLI, F.; PEZZINI S.; Laboratório caseiro: Observando espectros luminosos – espectroscópio portátil. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.2: p.264-269, ago. 2002.
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; HAAG, R. Experiências em Física Moderna. Física na Escola V6, n.1 São Paulo, 2005
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; Uma caixinha para o estudo de espectros. Física na Escola; V.3n.2. São Paulo, 2002.

⁴ Software de simulação do céu, livre para download disponível em <http://www.stellarium.org/pt/>.

- COOPER, C.; SPENCE, P.; STOTT, C. *Illustrate A-Z of Stars & Planets*. Londres: Flame Tree, 2002.
- COUPER, Heather / HEMBEST, Nigel, *Big Bang*. São Paulo: Ed. Moderna, 1997.
- DIAS, A. C.; RITA, J. R. S.; *Inserção da Astronomia como disciplina curricular do Ensino Médio*. Rev. Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA; n. 6, p. 55-65, 2008.
- DIAS, W. S.; PIASSI, L. P.; *Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?* Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 325-329, 2007.
- ECHER, E; SOUZA, M.P. e SCHUCH, N.J. *A Lei de Beer Aplicada na Atmosfera Terrestre*. Rev. Bras. Ens. Fis. v.23 n.3 São Paulo set. 2001.
- FARIAS, Romildo P. *Fundamentos de Astronomia*. Campinas: Papirus,1997.
- FILHO, K.S.O.; SARAIVA, M. F. O. *Astronomia & Astrofísica*. São Paulo: Livraria da Física, 2004 – 2ªed.
- HORVATH, J.E. *O ABCD da Astronomia e Astrofísica*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.
- IACHEL, G.; LANGUI, R.; SCALVI, R. M. F.; *Concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 5, p. 25-37, 2008.
- KAUFMANN III, William J. *Discovering the Universe*. New York: W. H. Freeman and Company,1993.
- KERROD, Robin. *The Illustrated Guide to the Night Sky*. UK: Headline Book Publishing,1993.
- LARA, D. B.; FIGUEIREDO, R. S.; CAMPOS, S. L.; SILVA, P. S.; VIEIRA, E. C.; *Oficinas Itinerantes: Brincando com a Astronomia*. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
- LAYZER, David. *Construcción del Universo*. Barcelona: Prensa Científica,1989.
- LEVENHAGEN, R. S.; KUNZEL, R.; *A rotação estelar e seu efeito sobre os espectros*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4701, 2008.
- LEVY, David H. *Observar el Cielo*. Barcelona: Planeta, 1996.
- LONGHINI, Marcos Daniel. *Educação em Astronomia - experiências e contribuições para a prática pedagógica*. 1a. ed. Campinas/SP: Átomo, 2010. 212 p.
- MACIEL, Walter J. *Introdução à Estrutura e Evolução Estelar*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.
- MAIA, J.R.R.; PENEREIRO, J.C.; *Simulação de um cometa de gelo seco como atividade de ensino de Física e Astronomia*. XI CONVENCION INTERNACIONAL DE ASTRONOMIA DA LIGA IBEROAMERICANA DE ASTRONOMIA, Buenos Aires, 2006.
- MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. *Da Terra às Galáxias – Uma Introdução à Astrofísica*. Rio de Janeiro: Vozes, 1982.
- NORTON, Arthur P. *Norton's Star Atlas – and Reference Handbook*. NY: Longman Scientific & Technical,1986.
- OBA. *Atividades Práticas da XII OBA*, 2009.
- OSTER, Ludwig. *Astronomia Moderna*. Madrid: Reverte,1979.
- PELLEQUER, Bernard. *Pequeno Guia do Céu*. Lisboa: Gradiva, 1991.

SAGAN, Carl. Pálido Ponto Azul – Uma Visão do Futuro da Humanidade no Espaço. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SARIAVA, M. F. O.; AMADOR, C. B.; KEMPER, E.; GOULART, P. ; MULLER, A.; As Fases da Lua em uma caixa de papelão. Rev. Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 4, p. 9-26, 2007.

SCHAAF, Fred. The Starry Room – Naked Eye Astronomy in the intimate Universe. Canada: Wiley Science Editions, 1988.

SILK, Joseph. O Big Bang. Brasília: UnB, 1985.

VIEIRA, Fernando, Identificação do Céu. Rio de Janeiro: Fundação Planetário, 1996.

ZEILIK, Michael. Astronomy – The Evolving Universe. Canada: John Wiley & Sons, 1997.

INVESTIGAÇÃO DO PENSAMENTO METACOGNITIVO DOS ESTUDANTES DURANTE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA

Cleci Werner da Rosa [cwerner@upf.br]

Álvaro Becker da Rosa [alvaro@upf.br]

*Curso de Física – Universidade de Passo Fundo
Bairro São José, 99052-900, Passo Fundo, RS - Brasil*

José de Pinho Alves Filho [jopinho@fsc.ufsc.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC
Bairro Trindade, 88040-900, Florianópolis, SC - Brasil*

Resumo

O presente estudo refere-se a uma investigação realizada com estudantes do Ensino Médio durante as atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física. O objetivo consiste em identificar se durante tais atividades os estudantes manifestam comportamentos que possam ser considerados como decorrentes da utilização do pensamento metacognitivo. Para tanto, utiliza-se uma pesquisa quantitativa com análise qualitativa, recorrendo-se a utilização de fichas de observação preenchidas por observadores externos posicionados nos grupos de trabalho durante a atividade experimental em estudo. A ficha especialmente construída para o estudo toma por referência o conceito de metacognição e busca avaliar se os estudantes esboçam comportamentos que revelam a evocação desta forma de pensamento, considerada inerente ao ser humano. Como resultado tem-se um conjunto de aspectos que revelam a necessidade de propor situações didáticas que explicitem esta forma de pensamento para que ele se mostre presente e qualifique a aprendizagem.

Palavras-chave: pensamento metacognitivo – pensamento espontâneo – atividade experimentais

INTRODUÇÃO

A legislação nacional aponta como objetivo para o Ensino Médio o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico dos estudantes, cuja pretensão é ultrapassar a fragmentação dos conteúdos e as técnicas de memorização dos conhecimentos presentes no ensino tradicional e conservador da escola. “O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo.” (Brasil, 2000, p.14).

Esta capacidade de continuar aprendendo nos remete a metacognição, enquanto estratégia de aprendizagem, uma vez que assume como pressuposto que o estudante deve aprender a regular e a monitorar a busca pelo conhecimento, conseguindo ser autônomo e gerenciador de sua aprendizagem. De forma diferente que as estratégias cognitivas de aprendizagem que se referem ao comportamento e ao pensamento e da influência desses na eficiência da apropriação e do armazenamento das informações, as metacognitivas visam a procedimentos que os alunos utilizam para planejar, monitorar, regular e avaliar seu pensamento e suas ações, buscando a tomada de consciência dos mecanismos favorecedores da sua aprendizagem.

A metacognição antes de ser entendida como uma estratégia para aprender, precisa ser concebida como uma forma de pensar, a qual levará consciente ou inconscientemente o estudante a entender os mecanismos que lhe são favorecedores da compreensão. Nesse sentido, cabe questionar se os estudantes recorrem a esta forma de pensamento espontaneamente ou se precisam ser levado a tal evocação. Em outras palavras, durante a aprendizagem os estudantes evocam espontaneamente o pensamento metacognitivo? A hipótese inicial é que não manifestem tais comportamentos e que para que estes sejam contemplados é necessário que o professor promova situações didáticas que o explicitem.

A questão de investigação se justifica pelos resultados das pesquisas mostrando que a utilização do pensamento metacognitivo tem sido o diferencial entre os estudantes considerados *experts* e os novatos. Chi e colaboradores (1982, 1989) têm enfatizado que no ensino de Física, os estudantes mais bem sucedidos, considerados *experts*, recorrem a este tipo de pensamento, o que já não ocorre com os que apresentam dificuldades nessa disciplina, denominados de “novatos”. Os estudos revelam que o uso da metacognição pode ser considerado o diferencial entre os estudantes, não apenas na área de ensino de Física, mas igualmente em outros campos do conhecimento.

Diante dos resultados promissores em metacognição, o presente estudo objetiva identificar se durante o desenvolvimento das atividades experimentais em Física os estudantes manifestam comportamentos que possam ser considerados como decorrentes da utilização do pensamento metacognitivo. Para tanto, investigam-se estudantes do Ensino Médio durante a realização de uma aula experimental de Física, avaliando a presença desta forma de pensamento. O estudo de cunho qualitativo recorre a coleta de dados quantitativo por meio de fichas de observação utilizando observador externo. A ficha de observação foi construída a partir dos estudos sobre metacognição, no qual foi estabelecida a definição de metacognição a ser considerado nesta investigação.

A necessidade dessa identificação na literatura decorre da polissemia do termo, o qual vem sendo definido a luz das especificidades de cada pesquisa. Essa diversidade tem sido objeto de estudo e constitui a etapa inicial deste estudo, cuja continuidade descreve a pesquisa realizada, a elaboração da ficha de observação, os resultados da pesquisa e sua análise a luz do referencial teórico. Ao final do estudo são apresentadas as considerações finais nas quais são apontadas novas possibilidades de pesquisa para a metacognição e sua vinculação com o ensino de Física.

METACOGNIÇÃO: DEMARCAÇÃO TEÓRICA

“Metacognição” é um termo oriundo da psicologia cognitiva, cuja definição não é clara na literatura, sofrendo alterações decorrentes dos diferentes campos em que ela vem sendo associada. Por limitações textuais, opta-se por não estender esta discussão, restringindo a apresentação da definição adotada como pertinente ao objeto de estudo. Esta definição foi amplamente debatida e assumida em outros trabalhos dos mesmos autores deste estudo (2008, 2009, 2011), sendo assim entendida: *Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos.* Nesse sentido, o conceito compreende duas componentes: o *conhecimento do conhecimento* e o *controle executivo e autorregulador*.

A definição assumida é a clássica de Flavell, pioneiro no estudo de metacognição, entretanto as componentes desse conceito é que estão sendo interpretadas à luz de distintos referenciais de pesquisa presentes na literatura. Para a componente conhecimento do conhecimento estão sendo consideradas as variáveis apresentadas por Flavell e Wellman (1977) em seus estudos sobre memória (pessoa, tarefa e estratégia), ao passo que para o controle executivo e autorregulador consideram-se as operações executivas decorrentes do detalhamento de Brown (1978, 1987) nos estudos sobre leitura e interpretação de textos (planificação, monitoração e avaliação).

O conhecimento das variáveis da pessoa (ou pessoais) é representado pelas convicções que os indivíduos apresentam sobre si mesmos e em comparação com os outros. É o momento em que identificam como funciona seu pensamento, como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro. Segundo Flavell e Wellman (1977), uma das tarefas do sujeito consiste em desenvolver um “autoconceito mnemônico”, “autoconceito cognitivo”, que com o tempo deverá ser cada vez mais elaborado. Isso significa que num processo evolutivo o sujeito deverá ser capaz, cada vez mais, de entender suas capacidades e suas limitações, pondo-as em prática a fim de realizar suas tarefas com êxito.

O conhecimento das variáveis da tarefa está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, extensão e exigências envolvidas na sua realização. É a identificação pelos sujeitos das características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é, como do que envolve. Nas pesquisas sobre memória, Flavell e Wellman (1977) mostram que há tarefas mais fáceis de serem lembradas que outras e que algumas demandam mais tempo e mais elementos e, por isso, são tidas como mais difíceis. Além disso, o tipo e a estrutura do material envolvido também influenciam nesse processo de recordar.

Os conhecimentos das variáveis relacionadas à estratégia vinculam-se ao “quando”, “onde”, “como” e “por que” aplicar determinadas estratégias. É o momento em que o sujeito se questiona sobre o que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos para atingir o objetivo. Flavell, Miller e Miller (1999) afirmam que esta variável se encontra relacionada à identificação pelos estudantes de quais estratégias são mais adequadas para chegar a determinados resultados cognitivos. São as estratégias de recuperação ou armazenamento da informação na memória, ou são as traçadas pelos estudantes para efetivar suas aprendizagens.

A planificação é a responsável pela previsão de etapas e escolha de estratégias em relação ao objetivo pretendido, o que supõe fixar metas sobre como proceder para realizar a ação. Brown (1987) menciona que o planejamento somente poderá ocorrer na medida em que o sujeito conhecer o problema em sua forma global e iniciar a busca pela solução. O planejamento inicial é relativamente completo, hierárquico e sujeito a refinamentos em seus níveis mais baixos. Entretanto, em qualquer ponto do planejamento as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão tomada por ele durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciar ou ser influenciado por estes. Brown (1987, p. 87) afirma que um bom planejador faz planos e toma decisões com base nesses planejamentos, que são influenciados por seus conhecimentos de mundo.

A monitoração consiste em controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário. Brown (1987) destaca a importância de se monitorar ou revisar cada procedimento executado, reorganizando estratégias como forma de manter o rumo da ação. Flavell também infere a importância da monitoração num processo metacognitivo, porém considera isso de forma mais abrangente incluindo momentos de planejamento e de avaliação, vinculando-os a eventos cognitivos, como a recuperação da memória, por exemplo.

A avaliação identifica-se com os resultados atingidos em face do fim visado, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos de avaliação. No âmbito escolar, esse é o momento em que os estudantes retomam e avaliam a aprendizagem com o intuito de identificar como a realizaram. Esse momento pode servir para entender o processo de execução da atividade, o conhecimento dela decorrente, ou, ainda, para identificar possíveis falhas no processo.

Para efeitos de compreensão, estabelece-se que as variáveis, assim como as operações, são identificadas como elementos metacognitivos. Por conseguinte, o conceito de metacognição envolve duas componentes e seis elementos metacognitivos, considerados os atributos de investigação deste estudo.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma escola que integra o sistema particular de ensino do município de Passo Fundo-RS, na qual são desenvolvidas aulas em laboratório para as disciplinas de Física, Química e Biologia. Essas aulas são semanais, com duração de cinquenta minutos, e estão presentes nos três anos do Ensino Médio, correspondendo às características necessárias para a presente investigação (realização sistemática de atividades experimentais).

Na escola foram selecionadas para participar da pesquisa, de forma aleatória, as duas turmas de primeiro ano (turmas 101 e 102), compostas, respectivamente, por vinte e quatro e vinte e cinco estudantes na faixa etária entre treze e dezesseis anos. A estrutura organizacional da escola possibilita desenvolver aulas de laboratório (denominação dada pela escola), com grupos de estudantes de três a cinco estudantes, assim organizados: cada turma (101 e 102) é subdivida em turmas menores, identificadas pelas letras A, B, C e D e denominadas de “turmas de laboratório”; as duas primeiras (A e B) referem-se à turma 101 e as duas últimas (C e D), a 102. Por sua vez, cada turma de laboratório divide-se em pequenos grupos de trabalho, compostos por três ou quatro estudantes.

Para a investigação selecionou-se um grupo de trabalho em cada turma de laboratório, perfazendo quatro grupos investigados. Como em cada grupo havia quatro estudantes, a investigação totalizou dezesseis estudantes. A opção para a coleta dos dados foi a observação direta utilizando-se para isso a ficha de observação, especialmente construída para este estudo. Tal observação foi realizada por um dos pesquisadores devidamente posicionada nos grupos de trabalho.

A opção por observação direta decorre de um estudo junto a literatura sobre avaliação do pensamento metacognitiva, a qual tem apresentado como, no mínimo, problemática esse processo avaliativo (White, 1990; Alonso Crespo, 1993; Mayor; Suengas & Gonzáles Marqués, 1995). O agravante centra-se nas circunstâncias em que a coleta de dados nas investigações envolvendo pensamento metacognitivo ocorre, já que pressupõe pensamentos, que são processados internos dos sujeitos, por isso difíceis de serem percebidos externamente. Diante dessa problemática as pesquisas em metacognição vêm se servindo de variados instrumentos, sem haver um consenso sobre qual o mais adequado a ser utilizado. Dentre os instrumentos mais frequentes estão os protocolos de registro de pensamento e ações, entrevistas clínicas, questionários para respostas individuais e a observação direta no ambiente em estudo. Dentre esses selecionou-se a observação direta, realizada por observador externo e justificada por se tratar de um estudo envolvendo a realização de atividades de natureza experimental, o que muitas vezes representa um rico momento de diálogo, de livre expressão e de interações entre os estudantes.

A observação direta utilizada neste estudo não se refere a um olhar livre, no qual se fazem registros ao acaso, mas, sim, a um olhar direcionado a um objetivo específico, bem definido, registrado pela ficha de observação, a qual define “o que e como deve ser observado”. Essa observação aponta para a existência de uma ficha de observação, como forma de estabelecer claramente os aspectos a serem investigados durante as atividades experimentais.

A ficha de observação foi construída tendo como pressuposto teórico norteador as variáveis metacognitivas apontadas por Flavell e Wellman (1977) e as operações identificadas por Brown (1978, 1987). Tais aspectos metacognitivos são denominados de “elementos metacognitivos” e são os referenciais de análise para identificar se os estudantes recorrem ou não a esta forma de pensamento durante as atividades experimentais. Além desses elementos de natureza metacognitivo, a elaboração da ficha teve como referencial teórico o modelo de atividades experimentais costumeiramente presentes no Ensino Médio, caracterizado pela presença de roteiros, de estudantes distribuídos em pequenos grupos, de equipamentos didáticos presentes nos grupos de trabalho e processo dirigido total ou parcialmente pelo professor.

Esse modelo permite identificar as possíveis ações dos estudantes, traçando-se um paralelo de como tais comportamentos poderiam ser indicativos da presença do pensamento metacognitivo. Observou-se, conforme mencionado oportunamente, uma correlação entre as variáveis enunciadas por Flavell e Wellman (1977) e as operações definidas por Brown (1978, 1987) com as etapas constituintes das atividades desenvolvidas em laboratório didático, mesmo que ainda segundo sua estrutura organizacional no modelo tradicional. Nesse modelo as atividades experimentais iniciam por questões de identificação do conhecimento (deveriam iniciar!), passando a questões mais específicas da atividade (tarefa) e da estratégia a ser utilizada. Na sequência, os estudantes pensam

no modo de executá-la (deveriam pensar!) e procedem a sua realização para, ao final, concluir a atividade na forma de apresentação dos resultados. Evidentemente, tais etapas assinaladas como presentes nem sempre o estão, mas, em tese, seguem o padrão proposto nos roteiros, salvo pela questão de se pensar antes de executar.

Para a construção da ficha de observação analisou-se as relações existentes entre os seis elementos metacognitivos mencionados e considerados os atributos da investigação (manifestações metacognitivas), as possíveis ações dos estudantes durante uma atividade experimental, a leitura dessas ações em indicativos de evocação do pensamento metacognitivo e os itens a constituírem a ficha de observação.

Dessas relações obteve-se a ficha de observação utilizada na observação durante as atividades experimentais. Evidentemente que as manifestações metacognitivas em avaliação referem-se a possíveis comportamentos dos estudantes que sejam indicativos da presença do pensamento metacognitivo. Sabe-se, contudo, que, por vezes, comportamentos manifestados e aparentemente identificados como metacognitivos não o são, ou como menciona White (1990), podem-se estar observando comportamentos decorrentes de outros fenômenos que não a metacognição. Para tanto, define-se que são considerados como indicativos de comportamentos metacognitivos os externados por expressões corporais, verbais e/ou escritas e que estão vinculados aos componentes conhecimento do conhecimento e controle executivo e autorregulador.

Outro aspecto a ser considerado é que pode haver estudantes que não esboçam expressões, mas que estão evocando pensamento de natureza metacognitiva. Esse comportamento intrapessoal e sem caracterização exterior mostra-se complexo de ser identificado, ficando fora do alcance da ficha elaborada, entrando, provavelmente, na estatística das não manifestações metacognitivas. Acredita-se haver um número reduzido de estudantes com este tipo de comportamento, uma vez que os sujeitos da pesquisa são jovens, que normalmente são expressivos e voluntariosos, característica própria da idade, e que estão realizando atividades que lhes permitem liberdade de ação e diálogo. Mesmo diante dessas limitações, julga-se que a ficha de observação poderá oferecer um bom retrato da utilização pelos estudantes de seus recursos metacognitivos.

A ficha de observação era constituída por dezoito itens envolvendo os seis elementos metacognitivos, atributos dessa investigação (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação). Ela foi organizada de forma a permitir que o observador, posicionado de forma estratégica, registrasse as manifestações metacognitivas em campos específicos. Os campos estavam identificados com uma escala, de forma a registrar o grau da manifestação do comportamento do estudante e identificado com o pensamento metacognitivo. Os graus de registros foram assim entendidos: “S” representando “sim”, a ser assinalado quando o estudante executa esta ação, indicando a existência de uma manifestação de comportamento metacognitivo; “N”, indicando que o estudante não apresentou esta ação e, portanto, não manifestou comportamento metacognitivo; “D”, representando a coluna intermediária, indicado para as situações em que o estudante executa a ação, mas com dificuldades, correspondendo a “sim com dificuldades” demonstrando que ele apresenta, de certo modo, um comportamento identificado com a metacognição. A ficha utilizada encontra-se em anexo.

RESULTADOS

A atividade experimental observada foi organizada e desenvolvida pela professora das turmas no segundo semestre do ano de 2008, sobre o tema “Energia potencial elástica”. Os pesquisadores não interferiram no planejamento nem no desenvolvimento dessa atividade, deixando-a totalmente sob a responsabilidade da professora da turma, que o fez segundo sua rotina habitual de aula. Esta seguiu o modelo tradicional e costumeiramente presente no Ensino Médio, no qual os roteiros são expostos de forma descritiva, sequencial e estruturada, sendo guiados pela professora e executados pelos estudantes em seus grupos de trabalho.

A aula observada encontra-se muito próxima das atividades voltadas a verificações de fatos e princípios físicos estudados teoricamente. A abordagem metodológica encontra-se presa ao roteiro, apresentado de forma muito semelhante aos *cook-book*, remetendo o estudante a seguir um rol de instruções para chegar a um resultado experimental “planejado pelo professor”, sem possibilidades de autonomia de escolhas, nem operacionais nem cognitivas. Os raros momentos de questionamentos dos estudantes estiveram limitados a esclarecimentos operacionais para a execução da atividade experimental. O encerramento da atividade deu-se mediante a exposição escrita no relatório do resultado (matemático) encontrado.

Os dados coletados com as fichas de observação estão representados a seguir de três formas distintas: a Tabela 1, com os valores totais por item da ficha de observação; a Tabela 2, com valores percentuais agrupando esses itens por elementos metacognitivos; o Gráfico 1, ilustrando os valores da tabela anterior (elementos metacognitivos).

A tabela a seguir corresponde à primeira forma mencionada no parágrafo anterior, apresentando na primeira coluna os itens avaliados junto aos estudantes e, nas colunas subsequentes, os respectivos registros.

Tabela 1: Resultado por item da ficha de observação – Fase de sondagem

Com relação à atividade experimental a ser desenvolvida o estudante investigado apresenta

	S	D	N
1. Identificação de que há um problema a ser resolvido.	8	8	
2. Interesse em resolver o problema.	12	4	
3. Explicitação/discussão do que foi entendido sobre o problema.		8	8
4. Avaliação do conhecimento necessário para resolver o problema X conhecimento disponível.	4	8	4
5. Pesquisa referente às possíveis dificuldades.		4	12
6. Entendimento do tipo de tarefa a ser desenvolvida.	4	12	
7. Entendimento de como e por onde começar.		16	
8. Identificação da melhor estratégia para resolver o problema.			16
9. Decisão de resolver o problema proposto.	4	8	4
10. Organização do grupo de acordo com características pessoais.			16
11. Planejamento de como resolver.		4	12
12. Planejamento sobre as atribuições de cada membro do grupo.			16
13. Retomada constante do objetivo a ser alcançado.		12	4
14. Avaliação dos equipamentos necessários e dos disponíveis para a realização da atividade.		8	8
15. Identificação de possíveis desvios na coleta dos dados.			16
16. Confronto do resultado com o objetivo proposto.			16
17. Confronto do resultado diante das discussões teóricas.		4	12
18. Análise de fatores que interferiram no resultado.			16

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

A Tabela 2 ilustra os valores percentuais agrupando os itens da tabela anterior por elementos metacognitivos. A primeira coluna apresenta esses elementos com a indicação entre parênteses dos itens correspondentes na ficha de observação; as demais colunas apresentam os registros percentuais para o total da amostra investigada.

Tabela 2: Resultado em percentual por elemento metacognitivo - Fase de sondagem

	S (%)	D (%)	N (%)
Pessoa (1, 2, 3, 4)	37,50	43,75	18,75
Tarefa (5, 6)	12,50	50	37,50
Estratégia (7, 8, 9)	8,33	50	41,67
Planificação (10, 11, 12)	--	8,33	91,67
Monitoração (13, 14)	--	62,50	37,50
Avaliação (15, 16, 17, 18)	--	6,25	93,75

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

O Gráfico 1 ilustra os valores da tabela anterior correspondente aos elementos metacognitivos investigados.

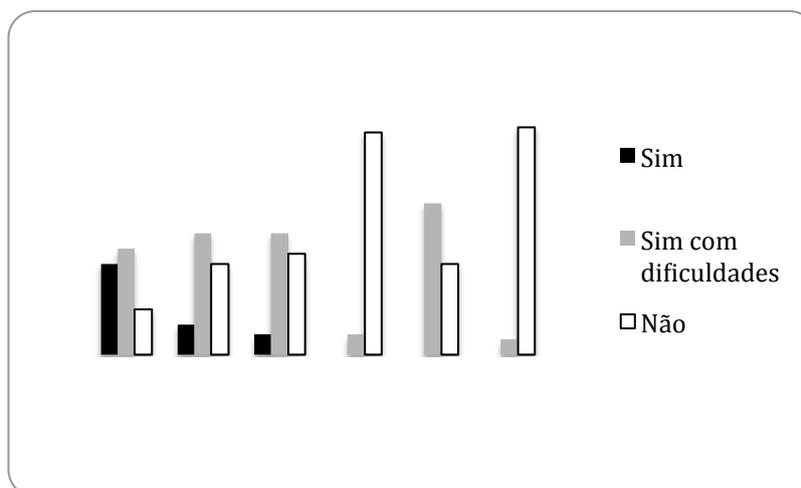


Gráfico 1: Resultado percentual por elemento metacognitivo - Fase de Sondagem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2008.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados apresentados possibilitam inferir que a atividade experimental realizada com as turmas investigadas mostrou-se limitada quanto à evocação do pensamento metacognitivo. Os percentuais indicados nas tabelas e ilustrados no gráfico apontam deficiências na possibilidade da evocação dos elementos metacognitivos, tanto dos relacionados ao conhecimento sobre o conhecimento (pessoa, tarefa e estratégia), como os vinculados a controle executivo e autorregulador das ações (planificação, monitoração e avaliação).

O mais significativo dessa fase da pesquisa foram os índices que receberam zero na ficha de observação, como os elementos constituintes da componente controle executivo e autorregulador. Segundo Brown (1978) esses elementos indicam o momento em que o sujeito demonstra que tem domínio do conhecimento, sendo, pois, capaz de operar suas ações. É somente quando o sujeito regula ou monitora as tarefas de cognição que pode tirar benefício dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas. Portanto, mesmo que os elementos relacionados ao conhecimento sobre o conhecimento tenham se mostrado presentes, apenas se converterão em benefícios aos estudantes quando se manifestarem também nas operações relativas ao controle executivo e autorregulador das ações.

Estendendo esse raciocínio às atividades experimentais, há de se considerar que, quando o estudante, individualmente ou em seu grupo de trabalho, opera de forma a planejar as ações, monitorá-las e, ao final, avaliá-las, efetivamente caminha na busca da apropriação significativa dos conhecimentos. O resgate dos conhecimentos específicos do conteúdo em estudo, bem como da tarefa e da estratégia a serem utilizadas, representa momento significativo para a aprendizagem, entretanto não é suficiente. É preciso pô-los em ação, para que se possa verificar se, de fato, têm domínio do conhecimento em questão.

Com relação à atividade experimental investigada, observou-se ainda que os estudantes evidenciaram dificuldades na tomada de consciência sobre o que estão fazendo, tendendo a se lançar à sua execução sem identificar aspectos de gerência e controle. Infere-se, pela dificuldade na evocação dos aspectos relacionados ao controle executivo e autorregulador, que eles acabam sendo executores de um receituário, sem se preocupar em refletir acerca do que estão fazendo e do que precisam para atingir o objetivo proposto.

De forma mais pontual, foi possível constatar que não há momentos significativos de evocação do pensamento metacognitivo, confirmando a hipótese, tampouco de sua utilização. Isso pode estar relacionado ao fato de não terem sido explicitados pelo professor por escrito, nem verbalmente. Em uma análise do roteiro utilizado, percebe-se claramente a situação exposta, pois este não envolvia itens relacionados a momentos de reflexão sobre a ação que levariam os estudantes a recorrer a seus pensamentos metacognitivos. Em outras palavras, a atividade não se encontrava estruturada com objetivos metacognitivos, que, evidentemente, não estavam no propósito da professora, seja por desconhecimento, seja por não se vincularem aos seus objetivos didáticos. Porém, mesmo sem estar nos propósitos da docente, julga-se que, em certa medida, deveriam ser externados, pois são pensamentos inerentes ao ser humano, não condicionados pelo professor, mas, sim, favorecidos por ele em suas opções didáticas.

A organização da atividade sem uma discussão teórica prévia, sem a possibilidade de discussões de hipóteses sobre o que será observado, somada à forma direta de apresentar os resultados obtidos com a atividade e consequente carência de diálogo sobre esses resultados, seja no grupo de trabalho, seja entre os grupos, contribuiu para os resultados negativos obtidos nessa fase. A identificação de tais aspectos, acrescidos dos resultados quantitativos apresentados, evidencia que não se pode deixar que o pensamento metacognitivo flua como algo espontâneo no estudante; é preciso que o professor seja mais enfático em sua ação didática, inserindo momentos de evocação e utilização desse pensamento.

O exposto corrobora que poucos estudantes conseguem recorrer a essa forma de pensamento sem a necessidade de serem instigados para tal, os quais são identificados na literatura como os *experts*, que são bem-sucedidos em suas aprendizagens. Desta forma, acredita-se na possibilidade de que mais estudantes possam se beneficiar desse pensamento e lograr êxito em suas aprendizagens, à medida que se faça explícito na atividade. Tal inferência é salientada por Chi et al. (1989), de modo específico na pesquisa em que investigam a presença da metacognição como recurso didático em exemplos resolvidos dos livros didáticos de Física.

No estudo, Chi e colaboradores ressaltam que, quando se quer que os estudantes recorram aos seus pensamentos metacognitivos como recurso de aprendizagem, é necessário que este se faça explícito, seja pelo professor, seja pelo livro didático. Advertem ainda que os exemplos resolvidos nesses livros não oferecem recurso metacognitivo como meio de os estudantes recorrerem a essa forma de pensamento, a fim de transpor o exemplo resolvido à nova situação proposta pelos autores. Além disso, o estudo mostra que os estudantes que conseguem entender as explicações contidas nos exemplos e, com base nelas, resolver os novos problemas são os que operam a capacidade de generalização pela utilização do pensamento metacognitivo, mesmo que implicitamente. Chi et al. inferem: “[...] sugerimos que um bom estudante ‘entende’ uma solução de exemplo, e consegue generalizar porque ele ou ela faz um esforço consciente para verificar as condições de aplicação das etapas de solução, além do que é mencionado explicitamente”. (1989, p. 149, destaque dos autores, tradução nossa).

Ao lado da necessidade de explicitar, Chi e colaboradores (1989) reforçam que toda instrução também necessita dar as condições da evocação, o que significa que, na realização das atividades experimentais, mais do que deixar clara a necessidade de a metacognição se fazer presente, é preciso identificar as condições de sua evocação, pois, caso contrário, não será utilizada pelo estudante. Dar as condições de sua evocação pode ser interpretado como mostrar quando e como deve ser utilizada pelo estudante, o que representa um método de orientação explícita. Esse mecanismo pode ser promovido pela utilização das estratégias de aprendizagem metacognitivas associadas às ferramentas didáticas. Essas ferramentas quando associadas às estratégias mencionadas são denominadas de “ferramentas didáticas metacognitivas” (Rosa & Pinho-Alves, 2008) e podem estar associadas as atividades experimentais, orientando-as a proporcionar a evocação do pensamento metacognitivo como possibilidade de qualificação da aprendizagem. Salienta-se que esta possibilidade encontra-se em estudo pelos pesquisadores deste trabalho e oportunamente serão apresentados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada constituiu uma sondagem nas atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física no Ensino Médio, avaliando a presença do pensamento metacognitivo. Seus resultados corroboraram a ideia inicial de que na forma tradicional de organização dessas atividades não há momentos significativos de evocação do pensamento metacognitivo, ficando isso a cargo da espontaneidade de cada estudante, razão de sua baixa frequência. Conforme destacado ao longo do texto, a ativação dos recursos de pensamento metacognitivo nos estudantes promove uma reflexão sobre seus conhecimentos, oferecendo-lhes condições de controlar a execução de suas ações, e por não ser um processo espontâneo para grande parte dos estudantes, julga-se pertinente a inclusão de momentos de explicitação desse pensamento. Nesse sentido e tendo em vista que o pensamento metacognitivo poderá não emergir, caso não seja incentivado, formulou-se a tese de que as atividades experimentais precisam estar orientadas para tal, contemplando em seus objetivos não somente os de cunho cognitivo, mas os de natureza metacognitiva.

Conforme já mencionado, este estudo não se encerra aqui, decorrendo novas investigações, tanto de cunho teórico, na forma de modelos didáticos, como de testes empíricos, validando os modelos no contexto escolar. Os estudos em andamento decorrem do apresentado neste trabalho e buscarão mostrar a importância do professor estar ciente de que ao propor ações didáticas deve fazê-la de modo a favorecer que seu aluno recorra ao pensamento metacognitivo como meio de qualificação de sua aprendizagem, destacando a viabilidade dos modelos.

Ainda considerando a possibilidade de novos estudos, vale mencionar a necessidade de desenvolver investigações que foquem o professor, suas dificuldades e limitações dentro de um processo didático de orientação metacognitiva. Quanto a esses, importa destacar que a maioria deles, especialmente na área de Física, não obteve em seu processo formativo conhecimentos no campo da metacognição, o que dificulta a sua utilização como recurso pedagógico. Mesmo sem o contato direto com essa forma de pensamento, muitas vezes, como lembram Lafortune e Saint-Pierre (1996), os professores apresentam consciência da sua relevância na aprendizagem, mas não dispõem de meios pedagógicos e didáticos para colocá-la em prática. Por isso a importância de pesquisar suas dificuldades.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

- ALONSO CRESPO, F. (1993). **Metacognición y aprendizaje**: influencia de los enfoques, conocimientos metacognitivos y práctica estratégica sobre el rendimiento académico, en alumnos de ESO. 1993. Tese (Doutorado) – Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- BRASIL. (2000). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica.
- BROWN, A.L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, R. (Ed.). **Advances in instructional psychology**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, V. 1. p. 77-165.
- _____. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F.E. & KLUWE, R.H. (Eds.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 65-116.
- CHI, M.T.; GLASER, R. & REES, E. (1982). Expertise in problem solving. In: STERNBERG, R.J. (Ed.). **Advances in the psychology of human intelligence**. v. 1. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- _____. et al. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. **Cognitive Science**, V. 13, p. 145-182.
- CRESPO, N. M. (2004). La metacognición: las diferentes vertientes de una teoría. **Signos**, Chile, V. 33, N. 48, p. 97-115.
- FLAVELL, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L.B. (Ed.). **The nature of intelligence**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. p. 231-236.
- _____. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. **American Psychologist**, V. 34, N. 10, p. 906-911.
- _____.; WELLMAN, H.M. (1977). Metamemory. In: KAIL, Robert V.; HAGEN, John W. (Eds.). **Perspectives on the development of memory and cognition**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 3-33.
- _____.; MILLER, P.H. & MILLER, S. A. (1999). **Desenvolvimento cognitivo**. Tradução de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- KUNG, R.L. & LINDER, C. (2007). Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better? **Metacognition Learning**, V. 2, N. 1, p. 41-56.
- LAFORTUNE, L. & SAINT-PIERRE, L. (1996). **A afetividade e a metacognição na sala de aula**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget.
- MAYOR, J.; SUENGAS, A. & GONZÁLEZ MARQUÉS, J. (1995). **Estratégias metacognitivas: aprender a aprender e aprender a pensar**. Madrid: Síntese.
- O'NEIL, H.F. & ABEDI, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: potential for alternative assessment. **The Journal of Educational Research**, V. 89, N. 4, p. 234-245.
- REIF, F. & LARKIN, J.H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. **Journal of Research in Science Teaching**, V. 28, N. 9, p. 733-760.
- ROSA, C.T.W.; PINHO-ALVES, J. (2008). Ferramentas didáticas metacognitivas: alternativas para o ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008, Curitiba. *Atas...* São Paulo: SBF.
- _____.; _____. (2009). A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, V. 8, N. 3, p. 1117-1139.
- _____.; _____. (2011). Metacognição e as atividades experimentais em física: aproximações teóricas. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. (enviado)
- WHITE, R.T.(1990). Metacognition. In: KEEVES, J.P. (Ed.). **Educational research, methodology and measurement: an international handbook**. Oxford: Pergamon Press, p. 70-75.
- _____.; GUNSTONE, R. (1992). **Probing understanding**. London: The Falmer Press.

MAPAS CONCEITUAIS E DIAGRAMAS V COMO FERRAMENTAS PARA PROMOVER A AUTOAVALIAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Adriano Antunes Rodrigues [adriano.rodrigues@ifsc.edu.br]

Olivier Allain [olivier@ifsc.edu.br]

Sabrina Moro Villela Pacheco [sabinap@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC
Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil*

Resumo

Neste trabalho, descrevemos a implementação de uma proposta baseada nas teorias da aprendizagem significativa de David Ausubel e da aprendizagem significativa de Carl Rogers. Esta abordagem busca dar condições aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal de Santa Catarina (IF-SC), Campus Araranguá, de promover a autoavaliação durante sua formação como professores, de forma que possam implementá-la também em sua prática docente. Na proposta, foram utilizadas ferramentas de dinâmica de grupo, mapas conceituais e diagramas V. Os resultados indicam que a abordagem foi bem sucedida de acordo com a própria avaliação dos alunos.

Palavras-chave: ensino superior, formação de professores, autoavaliação, aprendizagem significativa, aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

A formação dos professores é questão-chave na perspectiva de melhorar o ensino de Física. Um diferencial que se espera de um curso de formação de professores da área científica é que seja enfatizada a formação pedagógica. Com esta expectativa, a fundamentação teórica e a instrumentalização para a promoção de um ambiente de ensino onde a aprendizagem ocorra devem ser temas recorrentes na formação de docentes de educação científica.

Este trabalho trata de uma proposta de ação para a formação de ambientes favoráveis à aprendizagem em nossas escolas. Tal proposta é orientada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel – com o emprego de duas ferramentas que são conhecidas como mapas conceituais e diagramas V – e pela teoria da aprendizagem significativa de Carl Rogers – com a promoção da autoavaliação, em vez de avaliações opressoras.

A proposta foi implementada na formação de professores de Física do campus Araranguá do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC). Buscou-se criar um ambiente facilitador da aprendizagem significativa e significativa, de maneira que os professores em formação tenham condição de tentar reproduzir este ambiente em sua prática docente.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Entende-se, por cognitivismo, a postura filosófica que tem seu enfoque no ato de conhecer, nas cognições. O que é alvo de interesse nesta postura são os processos mentais através da distribuição de significados, compreensão, transformação, armazenamento e uso das novas informações. Quando se admite que a cognição ocorra através de uma construção, chega-se ao construtivismo, para o qual o aluno deixa de ser visto como receptor de conhecimento e passa a ser encarado como agente da construção da sua própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999). O mais difundido autor construtivista é Jean Piaget.

David Ausubel parece alinhar-se com a filosofia cognitivista/construtivista. Seus postulados têm aplicações diretas para o processo ensino-aprendizagem em sala de aula como a conhecemos na maioria de nossas instituições de ensino. Segundo esse ponto de vista, a estrutura cognitiva de um indivíduo se refere ao complexo organizado na mente da pessoa, onde são armazenadas as informações. Para Ausubel, a aprendizagem se dá na organização e integração das informações na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2006).

Se pudéssemos apontar o fator isolado que mais importa no processo ensino-aprendizagem, este seria o que o aluno já conhece antes da instrução que o professor pretende dar. Cabe ao professor fazer o diagnóstico destas concepções prévias e preparar sua instrução considerando tal levantamento (AUSUBEL et al., 1980). A definição mais importante da obra de Ausubel é a de aprendizagem significativa. Neste processo, uma nova informação interage com a estrutura cognitiva do indivíduo, ancorando-se nos conceitos pré-existentes. A estrutura cognitiva se modifica à medida que incorpora novos conceitos. Ausubel não descarta a aprendizagem mecânica que ocorre quando um campo conceitual é novo para os alunos, de forma que não existam concepções prévias (MOREIRA, 2006).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, o material instrucional (aulas e textos, por exemplo) deve ser potencialmente significativo, ou seja, relacionável com a estrutura cognitiva do aluno. Mas um material potencialmente significativo não impede o aluno de memorizar mecanicamente o conteúdo, se esta for sua intenção. Assim, é necessário que o aluno tenha predisposição para aprender os novos conceitos de forma significativa (MOREIRA, 1999).

MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais foram inicialmente desenvolvidos por Joseph Novak, na década de 1970, na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. *Grosso modo*, poderíamos chamá-los de diagramas de conceitos que explicitem suas relações e hierarquia (MOREIRA, 1992). Com estas ferramentas, pode-se representar desde a estrutura hierárquica de toda uma área do conhecimento como a Física ou a Química, até capítulos de livros sobre temas específicos.

Orientações sobre como se construir e usar mapas conceituais podem ser encontradas na literatura, como os trabalhos de Moreira (2006) e Tavares (2007).

DIAGRAMAS V

Os diagramas V foram inicialmente propostos por Gowin como instrumento de análise de artigos, livros, entre outros, com a intenção de “desempacotar” o conhecimento contido neles. Na visão de Gowin, o processo de pesquisa leva à tríade evento-fato-conceito (MOREIRA, 2006).

O formato em V permite visualizar a ligação entre um evento de pesquisa, o domínio conceitual que a guiou e seus resultados. Na Figura 2, podemos ver que existe uma questão bem ao centro que leva ao evento da pesquisa: tal evento poderia ser a metodologia descrita neste artigo ou a realização de um experimento. Em um dos lados, informações existentes antes do evento de pesquisa são explicitadas, os princípios e as teorias que o guiam e seus sistemas conceituais, além de um paradigma mais amplo usado pelo pesquisador, que se convencionou chamar de Filosofia. No outro lado, está o que gerou o evento da pesquisa, seus registros, dados, transformações dos dados e asserções de conhecimento e de valor, onde asserções de conhecimento são os produtos da pesquisa (resposta à questão levantada), e a asserção de valor é o que é relevante para o resultado da pesquisa em questão (MOREIRA, 1997).

O diagrama representado na Figura 2 é conhecido como V de Gowin ou V epistemológico. A ligação no V é explicitada, pois tudo que se faz na pesquisa (lado direito) é guiado pelo que já existe antes dela (lado esquerdo). Tal pesquisa pode gerar novos conceitos, teorias ou princípios, o que liga novamente os dois lados do V. O fato da questão estar no centro do diagrama mostra que ela é o ponto central do projeto de pesquisa (MOREIRA, 2006).

A ABORDAGEM ROGERIANA DE EDUCAÇÃO

No humanismo, o aluno não é visto apenas a partir de seu intelecto, mas como um todo, em que se incluem seus sentimentos, pensamentos e ações. Nesta filosofia, a aprendizagem não é vista apenas como aumento de conhecimento, e sim como sendo algo capaz de influenciar nas escolhas e nas atitudes de quem aprende. Entre as maiores referências do humanismo estão as obras de Carl Rogers e Paulo Freire.

Na abordagem rogeriana o aluno é uma pessoa livre para fazer escolhas. O fim da educação nesta abordagem é a autorrealização dos alunos, seu crescimento pessoal. O educador é visto como um facilitador de aprendizagem.

O que se busca em uma abordagem rogeriana na educação é a aprendizagem significativa. Este tipo de aprendizagem não é o que Ausubel chama de aprendizagem significativa, isto é, organização de informações na estrutura cognitiva do indivíduo com a modificação desta estrutura. A aprendizagem significativa é mais que isto, no sentido em que o conhecimento modifica o comportamento do indivíduo, orientando suas ações (MOREIRA, 1999).

Entre os princípios de aprendizagem propostos por Rogers (1978), estão: que o ser humano tem a potencialidade natural de aprender, que a aprendizagem ocorre quando o conteúdo parece relevante ao indivíduo e que a aprendizagem socialmente mais útil consiste no próprio processo de aprender.

Rogers (1978) diferencia de maneira enfática o ensino e a aprendizagem: nem tudo que é ensinado é aprendido. O conhecimento ministrado pelo professor se torna obsoleto rapidamente. Neste contexto, o indivíduo realmente educado é aquele que aprendeu a aprender, a superar e se adaptar às mudanças. Esta postura pedagógica é centrada no aluno, que tem a liberdade para aprender, inclusive quanto ao que aprender.

A aplicação literal da abordagem rogeriana necessita de uma verdadeira revolução nas escolas atuais, tal qual a mal sucedida tentativa nas décadas de 1970 e 1980. No entanto, pode-se adotar alguns princípios propostos sem que haja necessidade de uma revolução para isto. O próprio Rogers (1978) nos indica que o professor deve avaliar o grau de liberdade que é possível construir no ambiente de ensino-aprendizagem.

A questão não é adotar ou rejeitar a abordagem rogeriana. A questão está nos possíveis princípios rogerianos que o professor acredite que possam ser usados sem causar desconforto, tanto para os alunos como para o próprio professor. Em especial o professor deve avaliar se a autoavaliação é adequada ou não a sua turma.

AUTOAVALIAÇÃO

Carl Rogers (1978) sugere critérios para promover a autoavaliação. Estes critérios foram divididos em duas séries: pessoal e de origem externa. Quanto à primeira série, os critérios dizem respeito ao trabalho: (i) satisfação, (ii) fez progredir, (iii) provocou empenho e (iv) fez vislumbrar continuidade na visão do próprio estudante. Quanto à segunda série, os critérios são: (i) quantidade e profundidade das leituras, (ii) esforço empreendido, (iii) sua relação como esforço em outros cursos realizados e (iv) esforço realizado quando comparado aos outros de sua classe.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem muitos relatos de utilização dos mapas conceituais e dos diagramas V na tentativa de promover a aprendizagem significativa, inclusive como organizadores de certa área do conhecimento. Relatam-se aqui alguns trabalhos que utilizaram estas ferramentas na tentativa de promover ambientes de aprendizagem em Ciências.

A sugestão de uso de mapa conceitual como organizador de conhecimento no ensino de Ciências remonta à década de 1980, como nos mostra Moreira (1989). O autor apresenta um mapa conceitual sobre a Física de partículas e faz uma explicação minuciosa através de texto.

Uma proposta de estratégia que inclui o uso de mapas conceituais é apresentada por Tavares (2008), que promove a integração entre animações interativas e os mapas conceituais. Na proposta, o primeiro contato do estudante com o novo campo de conhecimento seria por meio do texto ou do mapa conceitual e, a partir daí, eles tomariam contato com as animações interativas que se referem ao tema abordado. Em um segundo momento, os alunos deveriam produzir seus próprios mapas conceituais e suas animações interativas.

O uso de mapas conceituais visando promover a aprendizagem significativa é relatado por Mendonça e colaboradores (2007). Tal pesquisa transcorreu em uma escola pública na zona rural da cidade pernambucana de São João. Os autores analisaram a evolução na construção dos mapas conceituais de alguns alunos entre 9 e 17 anos, correspondendo a uma sala multisseriada da Educação Básica, com aulas lecionadas por uma única professora. A análise da evolução dos mapas construídos pelos alunos revelou indícios de uma aprendizagem em construção, incorporando, a cada versão, novos conceitos e relações apresentados pela professora.

Experiências com o uso de mapas conceituais na Educação Superior são relatadas por Freitas Filho (2007), que mostra as dificuldades iniciais dos alunos, pouco familiarizados com a ferramenta. Porém, com o decorrer das atividades, os alunos receberam muito bem a proposta, inclusive surpreendendo o professor, ao adotarem a ferramenta em outras disciplinas; Almeida e Moreira (2007) usaram mapas conceituais com alunos em uma cadeira de Física Geral que abordava Óptica. A análise, segundo os autores, mostrou que grande parte dos alunos estudou os conceitos abordados de forma a promover a aprendizagem significativa.

Há ainda relatos da utilização de mapas conceituais em cursos de pós-graduação (MORENO et al., 2007) que propõem critérios de análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos e concluem que a experiência se mostrou valiosa ao desenvolver práticas avaliativas comprometidas com o processo de aprendizagem dos alunos.

Na tentativa de difundir o uso dos diagramas V, Damasio e colaboradores (2009) desenvolveram uma plataforma virtual para a sua construção e avaliação. O nome deste ambiente é VvIRTUAL e está disponível para uso gratuitamente na rede mundial de computadores no endereço <http://vvirtual.ararangua.ifsc.edu.br>.

Uma análise do currículo e da aprendizagem que envolve as aulas de laboratório didático de Física, feita por Jamett (1985), teve o auxílio dos diagramas V e dos mapas conceituais. A pesquisa ocorreu no Ensino Superior com alunos do quarto semestre de Física na UFRGS. A pesquisa buscava avaliar o que os alunos podiam aprender com as aulas de laboratório e o que de fato eles aprendiam.

Bastistella (2007) propõe o ensino de óptica, estruturado em módulos didáticos que foram aplicados em uma escola pública estadual no município de Lagoa Vermelha/RS. As atividades consistiam em simulações virtuais, além de práticas laboratoriais didáticas convencionais, baseadas na visão construtivista de Vygotski e Ausubel. O resultado da análise revelou que a assimilação da estratégia pelos alunos aconteceu de maneira gradativa, sendo que, na última atividade, quase a totalidade dos alunos entregou o diagrama sem a necessidade de o professor requisitar que fossem refeitos.

Os diagramas V ainda foram usados para facilitar o processo da pesquisa de estudantes de graduação (SANTOS, 2005), esclarecendo a estrutura de suas pesquisas, através da definição de seus objetivos, questionamentos e validade, além de seu embasamento e metodologia.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma turma de 29 alunos do primeiro módulo do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC). O projeto ocorreu no primeiro semestre de 2009, nas cadeiras intituladas *Princípios da Ciência, Português e Filosofia e Educação*, ministradas por alguns dos autores deste artigo. O trabalho ocorreu de maneira integrada na tentativa de promover a interdisciplinaridade.

As atividades foram permeadas por dois temas geradores: o ano internacional da Astronomia e o bicentenário do nascimento de Charles Darwin. O projeto envolveu os alunos em seis etapas: a) uma primeira abordagem sobre conceitos e suas relações; b) introdução aos mapas conceituais; c) introdução aos diagramas V; d) introdução das teorias humanistas e sua proposta de autoavaliação; e) discussão de uma proposta de avaliação de mapas conceituais e diagramas V e f) questionário aos alunos, avaliando a experiência com autoavaliação.

PRIMEIRA ABORDAGEM

O primeiro objetivo do projeto era o de que os alunos tivessem clara a definição de um conceito e da importância desta definição para que estes futuros professores pudessem promover um ambiente favorável para a aprendizagem de seus alunos. O sentido de conceitos aqui adotado é o de rótulos representantes de regularidades em acontecimentos, objetos e registros. Tais rótulos podem ser palavras ou símbolos (RUIZ-MORENO et al., 2007).

Para o trabalho inicial foi adotada a técnica do liquidificador mental proposta por Andreola (2007). Primeiro, disponibilizou-se o texto que se pretendia trabalhar, a saber, um escrito de Marcelo Gleiser (2009) sobre Darwin e a escravidão. Os alunos leram o texto identificando três conceitos considerados mais relevantes. Cada aluno recebeu três cartões, em cada um dos quais escreveu um conceito selecionado. Todos os cartões foram misturados em um recipiente e depois cada aluno retirou três conceitos (cartões) do recipiente. A solicitação da técnica é que os alunos escrevessem a relação entre os três conceitos que foram retirados por ele, tendo o texto como base e socializando ao final da atividade.

CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Primeiramente foi apresentada de forma sucinta a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Foi enfatizada a importância dos conhecimentos prévios para que a aprendizagem significativa ocorra e a necessidade da interação entre os novos conceitos e os que já existiam previamente na estrutura cognitiva do aluno como condição para sua implementação.

Após esta fundamentação veio a apresentação dos mapas conceituais e suas possíveis utilizações. Foram apresentados mapas conceituais construídos pelos próprios professores abordando temas como: a cor do céu baseada no livro de Figueiredo e Pietrocola (1997) e sociedades secretas baseado no livro de Klein (2007). Abordar temas tão diversos mostra que os mapas não são restritos à área de conhecimento das ciências da natureza. Após isto foi disponibilizado para os alunos um texto sobre o Big Bang (SODRÉ, 2009) e solicitado que fizessem, em duplas ou trios, um mapa conceitual sobre os conceitos relativos ao texto.

No encontro subsequente, a ferramenta para construção digital de mapas conceituais, conhecida como *Cmap Tools*, foi apresentada e um tutorial disponibilizado (PACHECO, 2009). Os primeiros mapas foram refeitos (transcritos) com o *Cmap Tools* e apresentados aos colegas, para discussão, visando uma troca de conhecimento entre os membros da turma.

Após a apresentação, cada aluno deveria avaliar as correções pertinentes em seu mapa e refazê-lo, incorporando as modificações julgadas adequadas. Cada aluno deveria atribuir a seu primeiro mapa um conceito entre A e D, sendo A a avaliação máxima e D a mínima, levando em consideração a sua participação na construção dos mapas e na sua apresentação.

As modificações foram frutos das discussões ocorridas na apresentação do mapa das quais participou a turma inteira, inclusive os professores das disciplinas citadas. Estas modificações são produto da própria crítica dos alunos em relação aos seus mapas.

CONSTRUÇÃO DE DIAGRAMAS V

Após a introdução aos mapas conceituais foram iniciadas as discussões sobre diagramas V. Inicialmente foram abordadas as cinco questões de Gowin. Podendo ser consideradas o embrião dos diagramas V, as cinco questões de Gowin foram propostas para desempacotar o conhecimento presente em materiais instrucionais, tais como artigos de periódicos ou teses. Estas questões devem ser respondidas sempre que se queira apropriar-se do conteúdo presente nestes materiais. São elas: i) qual(is) a(s) questão-foco, ii) quais são os conceitos-chave, iii) qual a(s) metodologia(s) para responder à questão-foco, iv) qual(is) a(s) asserção(ões) de conhecimento e v) qual(is) a(s) asserção(ões) de valor.

Foi pedido aos alunos que respondessem as cinco questões de Gowin a partir de um texto sobre Arquimedes (DAMASIO, 2008). Respondidas as questões, os alunos foram ao grande grupo para apresentá-las e colocá-las para discussão.

O passo seguinte foi a construção do diagrama V propriamente dito, mas foi solicitado que eles fossem feitos a partir de capítulos de livro da coleção *Imortais da Ciência*, sobre os filósofos pré-socráticos (MACIEL JR., 2003). Cada grupo de alunos ficou responsável por um capítulo do livro, sobre o qual deveriam constituir o diagrama e ainda usá-lo como instrumento didático ao explicar o capítulo do livro aos outros alunos da turma.

Os diagramas permitiram aos alunos que extraíssem não apenas os conceitos como também o modo como estes se articulam filosófica e teoricamente, além do valor das teorias no âmbito da ciência e da sociedade e da contextualização histórica. Superadas as dificuldades iniciais, os alunos perceberam que possuíam certo domínio sobre as idéias abordadas e, podendo dialogar com os outros grupos, a avaliação da aprendizagem já não era senão uma questão formal. Na elaboração dos diagramas, a estrutura e organização diagramática da leitura parecem levar o aluno a se debruçar com maior cuidado sobre o texto e a reler e repensar conceitos e relações entre estes conceitos. Construídos os diagramas, os alunos os apresentaram à turma, utilizando-os como material instrucional para os temas de cada equipe e também discutindo sobre as potencialidades da ferramenta para promover a aprendizagem.

DISCUSSÃO DAS TEORIAS HUMANISTAS

Para introduzir a visão humanista do processo ensino-aprendizagem, na aula de Filosofia da Educação foram preparadas discussões sobre as teorias de Rogers e Paulo Freire. As discussões se basearam nas suas obras mais significativas (ROGERS, 1978 e 1985; FREIRE, 1996 e 2005), consideradas pelos professores do projeto. Foram abordados principalmente os conceitos de aprendizagem significativa e de autoavaliação. A autoavaliação foi o foco maior neste momento. Fizeram parte da discussão: o que é autoavaliação, a validade da experiência com ela e os critérios rogerianos para promovê-la.

Cada aluno usou os critérios rogerianos para realizar uma autoavaliação de seu desempenho no curso, como um todo até aquele momento. Depois foi feita a discussão sobre as vantagens e desvantagens da autoavaliação quando comparada com as ferramentas avaliativas tradicionais. E, ainda, sobre qual processo avaliativo os alunos se sentiam mais confortáveis, o que poderia promover de melhor forma a aprendizagem.

MECANISMO DE AVALIAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS E DIAGRAMAS V

Como Moreira (1997) indica, instrumentos como mapas conceituais e diagramas V, ao contrário das avaliações tradicionais, fornecem dados essencialmente qualitativos. O mecanismo de avaliação dos mapas e diagramas que está sendo apresentado aqui, sugerido por Pacheco e Damasio (2009), procura não deixar de lado a perspectiva interpretativa dos mapas e diagramas V, configurando apenas uma orientação para a sua análise, da qual também faz parte a necessária explicação dos mesmos por seus respectivos autores. São adotados três conceitos possíveis: I)

insuficiente, S) suficiente e E) excelente. A Tabela 1 mostra o protocolo adotado para avaliação dos mapas conceituais, em que quatro itens são analisados em cada mapa.

Tabela 1 – Protocolo de avaliação de mapas conceituais

I – Conceitos Básicos	Grau ou Conceito
Nenhum conceito relevante é identificado	I
Conceitos são identificados, mas não se relacionam necessariamente ao tema do mapa proposto	S
Conceitos são identificados e estão de acordo com o tema do mapa proposto	E
II – Hierarquia	Grau ou Conceito
Não é possível diferenciar entre conceitos mais gerais e específicos	I
É possível identificar os conceitos gerais e específicos, mas o mapa deixa dúvida sobre quais dos conceitos são mais gerais e quais são os mais específicos	S
É possível identificar com clareza os conceitos mais gerais e os mais específicos	E
III – Relação entre os conceitos	Grau ou Conceito
Não existe ligação entre os conceitos mais gerais e os mais específicos	I
A ligação entre os conceitos mais gerais e os específicos é pobre e não existe ligação entre os conceitos específicos	S
Existe ligação os conceitos gerais e específicos e entre os conceitos específicos	E
IV – Clareza do mapa ao leitor	Grau ou Conceito
Não existe clareza alguma no mapa ao leitor	I
Existe alguma clareza no mapa construído	S
O mapa tem clareza de leitura	E

A Tabela 2 traz um protocolo para avaliação de diagramas V, também sugerido por Pacheco e Damasio (2009).

Tabela 2 – Protocolo de avaliação de diagramas V

I – Conceitos Básicos	Grau ou Conceito
Nenhum conceito relevante é identificado	I
Conceitos são identificados, mas não se relacionam necessariamente ao tema da experiência proposta	S
Conceitos são identificados e estão de acordo com o tema do mapa proposto	E
II – Questão-foco e evento	Grau ou Conceito
A questão-foco e o evento não estão relacionados com o tema da experiência	I
A questão-foco e o evento não contemplam todo o	S

experimento	
A questão-foco e o evento estão totalmente de acordo com o experimento	E
III – Registros e transformações	Grau ou Conceito
Nenhum registro ou transformação é identificado	I
Há registros e transformações, mas inconsistentes com a questão-foco e o evento	S
Registros e transformações são identificados para o evento e são consistentes com a questão-foco	E
IV – Conclusões	Grau ou Conceito
Nenhuma conclusão é identificada	I
Conclusões são inconsistentes com a questão-foco	S
Conclusões são consistentes com os dados e as transformações e respondeu objetivamente a questão-foco	E

Com base neste protocolo, o autor dos mapas conceituais e diagramas V tem a possibilidade de revisar e reavaliar seus mapas e diagramas durante a sua construção e, principalmente, após a sua apresentação. A apresentação é considerada fundamental para que o protocolo facilite a autoavaliação devido à interação realizada com os colegas.

AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

POR PARTE DOS PROFESSORES

Com relação à recepção dos alunos ao ambiente de ensino-aprendizagem verificou-se um pequeno desconforto, apenas no início da proposta. Após este início a turma respondeu bem ao projeto. Desta forma, nossos alunos conseguiram construir seus mapas com alguma desenvoltura desde a atividade inicial com o texto sobre o *Big Bang*, contrariando os relatos da literatura que mostram dificuldades dos alunos nas primeiras versões dos mapas.

Confirmando o que Rogers (1978) nos mostra, os professores consideraram que os alunos se avaliaram com notas menores que o considerado merecido pelos professores. Dos 29 alunos que se auto-avaliaram, 5 se deram A, 22 B e 2 C.

O trabalho sobre as cinco questões de Gowin no texto sobre Arquimedes (DAMASIO, 2008) resultou em uma interação maior que a esperada pelos professores, ocorrida entre os alunos e o texto e entre eles próprios. Os alunos responderam às questões de Gowin de maneira elaborada, procurando articular suas próprias conclusões com as ideias do texto.

A construção dos diagramas V teve uma maior dificuldade quando comparado à construção dos mapas. Isto ocorre porque os diagramas são mais efetivos na maneira de expor o conhecimento contido em um material instrucional. Devido a este maior poder de síntese, o domínio da ferramenta é um pouco mais demorado que no caso dos mapas conceituais. No entanto, temas geraram discussões entre os grupos, de forma que se pode notar uma apropriação, por parte da turma, do conteúdo apresentado por cada grupo.

A discussão sobre a visão humanista do processo ensino-aprendizagem foi a que gerou reações mais adversas. Alguns alunos manifestaram, desde o início, sua simpatia e apoio às ideias de Carl Rogers, mas principalmente com as de Paulo Freire. No entanto, cerca de metade dos alunos acharam as ideias humanistas muito teóricas, pouco aplicáveis e alguns alunos usaram inclusive o termo “fora da realidade”.

As maiores polêmicas ficaram para a discussão sobre autoavaliação. A grande maioria dos alunos se mostrou cética, a princípio, sobre a possibilidade de sucesso deste tipo de processo avaliativo. O ceticismo só começou a ceder quando foram apresentadas maneiras de se fazer a

autoavaliação, não como único processo avaliativo, mas principalmente um momento para que os alunos possam refletir sobre sua própria aprendizagem. Desta forma, a instrumentalização da autoavaliação através dos critérios rogerianos continuou o processo de ruptura com o ceticismo. Grande parte dos alunos acreditou na possibilidade da autoavaliação quando se mostrou que os mapas conceituais e diagramas V poderiam auxiliar neste processo. O protocolo de avaliação também foi um importante fator para que os alunos acreditassem na possibilidade de avaliar sua própria aprendizagem.

AVALIAÇÃO POR PARTE DOS ALUNOS DO PROJETO

Todo o projeto foi desenvolvido promovendo um ambiente em que os alunos pudessem realizar a autoavaliação de maneira responsável, facilitando a aprendizagem significativa e, possivelmente, a aprendizagem significativa. Não faria sentido a ausência da avaliação do processo por parte dos próprios alunos, suas impressões e perspectivas quanto à possibilidade de eles virem a usar o processo autoavaliativo em sua prática docente. Para tanto, durante a última semana do semestre foi solicitado que fosse respondido, por escrito, um questionário sobre a experiência deles com a autoavaliação. A Tabela 3 traz os dados.

Tabela 3 – Questões e respostas

Questões	Respostas	
1 - Você acredita que o professor pode deixar de atribuir, sozinho, conceitos ou notas aos seus alunos sem uma consulta aos mesmos?	Sim: 54,2%	Não: 45,8%
2 - A autoavaliação pode ser uma alternativa para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem?	Sim: 83,3%	Não: 16,7%
3 - A sua experiência com autoavaliação durante a sua graduação pode ser considerada positiva?	Sim: 80,0%	Não: 20,0%
4 - Os mapas conceituais auxiliaram na sua prática de autoavaliação?	Sim: 79,2%	Não: 20,8%
5 - Os diagramas V auxiliaram a sua prática de autoavaliação?	Sim: 72,7%	Não: 27,3%
6 - Você acredita que aprendeu <u>menos</u> , <u>mais</u> ou <u>igual</u> com o processo de autoavaliação quando comparado com o de avaliações através de provas?	mais 62,5% igual 8,7%	menos 17,4% não sabe: 8,7%
7 - Você reproduziria em sua prática docente o processo de autoavaliação com seus alunos?	Sim: 56,5%	Não: 43,5%
8 - Caso tenha respondido de maneira afirmativa à questão 7, você utilizaria os mapas conceituais e diagrama V neste processo?	Sim: 69,6%	Não: 30,4%

A análise das respostas para a primeira questão mostra que cerca de metade dos alunos acredita na possibilidade da autoavaliação. Isto é visto como positivo, pois, no início, a grande maioria se mostrava reticente em relação a este artifício.

Na segunda questão, os professores procuravam saber se existia uma possibilidade de, mesmo que o aluno ainda não acreditasse na autoavaliação, concordância de sua utilização no processo ensino-aprendizagem. As respostas mostram claramente que, mesmo que a maioria não ache que o professor possa deixar de avaliar sozinho os alunos, quase que a totalidade dos alunos se mostra simpático à ideia da autoavaliação.

Com a terceira questão os professores procuravam saber sobre a impressão dos alunos sobre o processo de autoavaliação durante a formação de professores. **Pode-se perceber** que, na opinião

dos alunos, o artifício da autoavaliação durante a formação de professores é vista como positiva, mostrando que não houve desconforto dos alunos.

O fato de quase 80% acreditar que os mapas conceituais podem auxiliar no processo de autoavaliação (questão quatro) indica um caminho que pode ser seguido por professores que acreditam neste processo, mas não têm orientação de como implementá-lo.

As respostas da questão cinco explicitam uma impressão que os professores já tinham, de que existe maior dificuldade em efetivar o uso de diagramas V quando comparados aos mapas conceituais. No entanto, mostra que mesmo que os diagramas V sejam mais difíceis de construir sob o ponto de vista dos alunos, eles ainda assim acreditam (72,7%) que eles constituem uma boa ferramenta para autoavaliação.

De acordo com as respostas da questão seis, mais de 60% dos alunos acredita que aprendeu mais com a autoavaliação. Isto mostra que este princípio, sugerido por Carl Rogers, tem boa possibilidade de obter êxito ao ser usado na formação de educadores. Mas as respostas da questão sete trazem outra revelação interessante neste sentido. Nem todos os 80% que se diziam satisfeitos com a autoavaliação durante a graduação tinham a intenção de replicar isto em sua prática docente. Isto leva a acreditar que eles entendem que a autoavaliação é uma alternativa para adultos, e que quando se trata de adolescentes, pode faltar maturidade aos alunos para sua efetivação.

A última questão foi levantada para averiguar se os alunos que pretendiam efetivar a autoavaliação em sua prática docente pretendiam fazê-lo com os mapas conceituais e diagramas V, sendo que a grande maioria (69,6%) deu resposta positiva. Este resultado mostra que, na opinião dos alunos, as ferramentas propostas, baseadas na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, podem ser usadas na busca da aprendizagem significativa de Carl Rogers.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando o grupo de professores que pensaram o projeto e que o relataram neste artigo imaginou a possibilidade de usar a autoavaliação como parte do processo avaliativo, eles próprios estavam céticos em relação a esta possibilidade. No entanto, a crença que uma formação humanista destes futuros professores possa levar a uma aprendizagem significativa e significativa, convenceu que este projeto deveria ser tentado. Não podemos deixar de registrar que ficamos surpresos com a receptividade e o desempenho dos alunos em todas as atividades propostas. Na visão dos professores, o projeto se mostrou positivo, tendo alcançado seus objetivos.

A avaliação dos alunos mostra que suas opiniões não são muito diferentes. Inclusive tendo superado seu ceticismo inicial. Estes dados apontam possibilidades de se obter resultados positivos ao implementar a autoavaliação na formação de professores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.O. e MOREIRA, M.A. Revista Brasileira de Ensino de Física, **30**, 4403 (2008).
- ANDREOLA, B.A. *Dinâmicas de grupo* (Vozes, Petrópolis, 2007).
- AUSUBEL, D.P., Novak J.D., e Hanesian, H. *Psicologia Educacional* (Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980).
- BASTISTELLA, C.A.R. Atividades de ótica exploradas no ensino médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 2007.
- DAMASIO, F. Ciência Hoje das Crianças, **191**, 2 (2008).
- DAMASIO, F., PACHECO S.M.V. e MARTINS, J. Anais, I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 1339 (2009).
- FIGUEIREDO A. e PIETROCOLA, M. *Luz e cores* (FTD, São Paulo, 1997).

- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática*. (Paz e Terra, São Paulo, 1996).
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. (Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2005).
- FREITAS FILHO, J.R. *Ciência & Cognição*, **12**, 86 (2007).
- GLEISER, M. Folha de S. Paulo, 8 de fevereiro de 2009.
- JAMETT C.H.D. *Laboratório de Física: uma análise do currículo e da aprendizagem*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 1985.
- KLEIN, S. *As sociedades secretas mais perversas da história* (São Paulo, Planeta do Brasil, 2007).
- MACIEL JR. A. *Pré-Socráticos – A invenção da razão*. (Editora Odysseus, São Paulo, 2003)
- MENDONÇA, C.A.S., SILVA A.M., e PALMERO, M.L.R. *Experiências em Ensino de Ciências*, **2**, 37 (2007).
- MOREIRA, M.A. *A teoria da aprendizagem significativa e suas implementações em sala de aula* (Editora Universidade de Brasília, Brasília, 2006).
- MOREIRA, M.A. *Diagramas V no ensino de Física*. (Porto Alegre, Instituto de Física-UFRGS, 1997).
- MOREIRA, M.A. *Mapas conceituais no ensino de Física* (Porto Alegre, Instituto de Física-UFRGS, 1992).
- MOREIRA, M.A. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **11**, 114 (1989).
- MOREIRA, M.A. *Teorias de aprendizagem* (EPU, São Paulo, 1999).
- PACHECO, L.A.S. e PACHECO, S.M.V. Como criar mapas conceituais utilizando o cmap tools. Disponível em <http://www.ararangua.cefetsc.edu.br/ciencias/cmap.pdf>. Acesso em março de 2009.
- PACHECO, S.M.V. e DAMASIO, F.. *Ciência & Cognição*, **14**, 166 (2009).
- ROGERS, C. *Liberdade para aprender em nossa década*. (Artes Médicas, Porto Alegre, 1985).
- ROGERS, C. *Liberdade para aprender*. (Belo Horizonte, Interlivros, 1978).
- ROSA, P.R.S. Instrumentalização para o ensino de Física. Disponível em <http://fisica.uems.br/arquivos/instrumentacao>. Acesso em julho de 2009.
- RUIZ-MORENO, L., SONZOGNO, M.C., BATISTA, S.H.S., e BATISTA, N.A. *Ciência & Educação*, **13**, 453 (2007).
- SANTOS, J.R. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, **5**, 52 (2005).
- SODRÉ JR., L. Ciência hoje das crianças online. Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/985>. Acesso em fevereiro de 2009.
- TAVARES, R. *Ciência & Cognição*, **12**, 72 (2007).
- TAVARES, R. *Ciência & Cognição*, **13**, 169 (2008).

MONTAGENS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SALA DE AULA: UMA CONTRIBUIÇÃO SIGNIFICATIVA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

Luciano de Azedias Marins [lucianoazedias@hotmail.com]

Maxmiller Silva Laviola [laviola.eleto@gmail.com]

Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.

Campus Três Poços, 27240-000, Volta Redonda, RJ - Brasil

Resumo

Pesquisas apontam que o ensino experimental durante as aulas de física no ensino médio tem sido uma ferramenta muito útil para desenvolvimento conceitual dos fenômenos físicos. O entendimento dos fenômenos elétricos não é um assunto tão trivial e requer a superação das concepções alternativas dos alunos. Em virtude dessa realidade foi criado um estudo experimental, paralelo com as aulas teóricas, com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola no município de Pinheiral, no Estado do Rio de Janeiro. Durante as aulas experimentais os alunos montaram circuitos elétricos em série, analisando os conceitos de corrente elétrica, tensão elétrica, potência elétrica, resistência elétrica, de forma qualitativa e quantitativa. Os resultados qualitativos foram comparados com um questionário prévio respondido antes das aulas experimentais e apresentaram uma grande evolução no processo ensino-aprendizagem em função dos dados obtidos. Observou-se, também, uma grande participação durante a realização dos experimentos com os alunos interessados em entender o funcionamento das lâmpadas nos circuitos.

Palavras-chave: Circuitos elétricos; corrente elétrica; ensino de Física.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o avanço da tecnologia tem proporcionado muitas contribuições positivas para o ser humano nas mais diversas áreas do conhecimento. O processo ensino-aprendizagem passou a ter múltiplas ferramentas para a transmissão dos conceitos em virtude das novas tecnologias que hoje são grandes aliadas dos profissionais de ensino. Com essa evolução acreditavam que os alunos teriam maior facilidade no entendimento dos assuntos, todavia o que temos observado é que eles, em sua grande maioria, passaram a se ocupar com essas redes de informação e novas tecnologias de maneira inadequada tomando horas do seu dia com atividades nocivas ao processo ensino-aprendizagem. Em meio a essa nova tendência, os professores estão com a dura missão de direcionar os alunos para a construção de um conhecimento sólido e que se torne atrativo.

A construção do saber e a importância da escola são comentadas por Saviani (2005), onde o autor destaca a diferença entre a elaboração de saber e a produção do saber. Segundo o autor,

“a produção do saber é social, ocorre no interior das relações sociais. A elaboração do saber implica expressar de forma elaborada o saber que surge da prática social. Essa expressão elaborada supõe o domínio dos instrumentos de elaboração e sistematização. Daí a importância da escola: se a escola não permite o acesso a esses instrumentos, os trabalhadores ficam bloqueados e impedidos de ascender ao nível da elaboração do saber, embora continuem, pela sua atividade prática real, a contribuir para a produção de saber. O saber sistematizado continua a ser propriedade privada a serviço do grupo dominante. Assim, a questão da socialização do saber, nesse contexto, jamais poderia ser assimilada à visão do funcionalismo durkheimiano, porque se inspira toda a concepção dialética, na crítica da sociedade capitalista desenvolvida por Marx”.

De acordo com Baquero (2001) as atividades experimentais são importantes para o desenvolvimento dos conceitos científicos. “Os conceitos científicos encontram-se na encruzilhada dos processos de desenvolvimento espontâneos e daquelas induzidas pela ação pedagógica. Revelam simultaneamente as modalidades de construção subjetivas e as regulações da cultura. É ponto de encontro da experiência cotidiana e da apropriação de corpos sistemáticos de conhecimentos”.

A experimentação no ensino das ciências cria a possibilidade de reconstrução do pensamento. Construtivismo abre uma possibilidade, pois ele parte do pressuposto epistemológico de que o pensamento não tem fronteiras, que ele se constroi, se destroi, se reconstroí. Portanto, existe implícito no construtivismo (para os que se deram conta ou ainda não) um postulado que eu chamaria de universalismo cognitivo. Potencialmente, o homem é um ser dotado da razão, ou seja, ele tem um potencial cognitivo de pensar o mundo de reconstruir no pensamento, nos conceitos, o mundo da natureza e de ordenar o mundo com o auxílio de critérios racionais (Freitag, 2001).

Mas não podemos esquecer que o ensino ministrado em laboratório - o ensino experimental - deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática / pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções, todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno. Entretanto, a experimentação em muitos casos não tem sido bem executada nos planejamentos do ensino de física. Os alunos seguem planos de trabalhos definidos previamente não sendo possível uma real interação com o experimento. Dificilmente o professor permite ao aluno colocar as suas ideias em prática durante a experimentação. (Barbosa, Paulo & Rinaldini, 1999).

Segundo Carvalho (2010), nas décadas de 1960 e 1970, a concepção das atividades experimentais no ensino de física teve, pelo menos parcialmente, uma mudança com o aparecimento dos projetos de ensino de física - o Physical Science Study Committee (PSSC), que foi traduzido e implementado no Brasil e o Projeto de Ensino de Física (PEF). Nesses projetos, as aulas experimentais foram planejadas como um lugar de investigação, visando o desenvolvimento de problemas experimentais.

A autora relata que entre as décadas de 70 e 80 eram muito comuns às chamadas Feiras de Ciências onde o principal objetivo era encontrar alguns poucos “Cientistas” que se interessavam pela física entre os milhares de estudantes que continuavam não entendendo nada e ainda detestando a disciplina. Esse fato foi observado em nível mundial. Assim, em grande desafio para os educadores do século XXI é formar a ciência mais acessível de sua realidade. (Carvalho, et al, 2010).

A partir dessas informações supracitadas, as aulas práticas devem ser oportunidades para que os alunos questionem as suas concepções alternativas promovendo uma argumentação, transformando fatos em evidencia. A incorporação das ferramentas matemáticas deve ser associada posteriormente a uma análise qualitativa do assunto que está sendo abordado. Durante o experimento, os alunos precisam entender qual é seu objetivo principal e o professor deve ser o responsável por deixar bem claro isso. Após a sua realização o aluno deverá ser capaz de criar um texto ou discutir o caso através de sua escrita. Pois segundo Rivard e Straw (2000), quando o aluno escreve seu próprio relatório o discurso escrito é convergente, mais focalizado, e demanda maior esforço cognitivo do escritor.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho fora realizado no Colégio Estadual Dom Martinho Schlude na cidade de Pinheiral no Estado do Rio de Janeiro. A matriz curricular para as turmas do terceiro ano do ensino médio escolhe o ensino da eletricidade como conteúdo programático.

Foram escolhidas duas turmas, aleatoriamente, contabilizando 55 alunos, com idade entre 16 e 18 anos, para a realização dos experimentos visando o ensino quali-quantitativo dos circuitos elétricos.

Com a proposta de verificar as concepções alternativas relacionadas ao assunto, foi elaborado um questionário inicial (Anexo I) com perguntas abertas, de cunho qualitativo sobre alguns conceitos envolvidos.

Então, na semana seguinte os alunos tiveram aulas teóricas sobre os fenômenos com a proposta de tentar confrontar as suas concepções prévias sobre o assunto. Em seguida, ocorreu o primeiro contato com o circuito elétrico que havia sido levado para a sala de aula. O circuito foi montado no Laboratório de Física do Centro Universitário de Volta Redonda, na cidade de Volta Redonda, RJ.

O circuito agrupa lâmpadas incandescentes, disjuntores, amperímetro e voltímetro para ser ligado à rede local (na cidade de Pinheiral a tensão local é de $120 \pm 5V$ verificado durante o experimento).

Durante a aula experimental, a atividade proposta consistiu em dividir a turma em grupos (três ou quatro alunos). Em seguida, foram desenhados esquemas envolvendo a associação de lâmpadas em série. Um grupo vinha à frente para interpretar o desenho e montar o circuito na bancada e os demais estavam encarregados de responder ao segundo questionário (anexo II).

Durante o momento em que os grupos realizavam os cálculos, aqueles que estavam encarregados de montar o circuito na bancada com o mediador e confrontavam alguns conceitos relacionados aos circuitos elétricos como a função dos disjuntores, o funcionamento de um amperímetro e voltímetro, como ocorre os curtos-circuitos, o conceito de corrente elétrica.

Ao final dos cálculos os grupos conferiam os valores calculados com os valores encontrados nos aparelhos de medição e identificaram que a lâmpada com o maior brilho era a que apresentava a maior potencia. O processo foi repetido de modo que todos os alunos participaram das duas etapas.

III . RESULTADOS

Ao aplicar o questionário prévio com algumas perguntas envolvendo a eletricidade, segue abaixo um gráfico apresentando o número de acertos relacionado a cada questão.

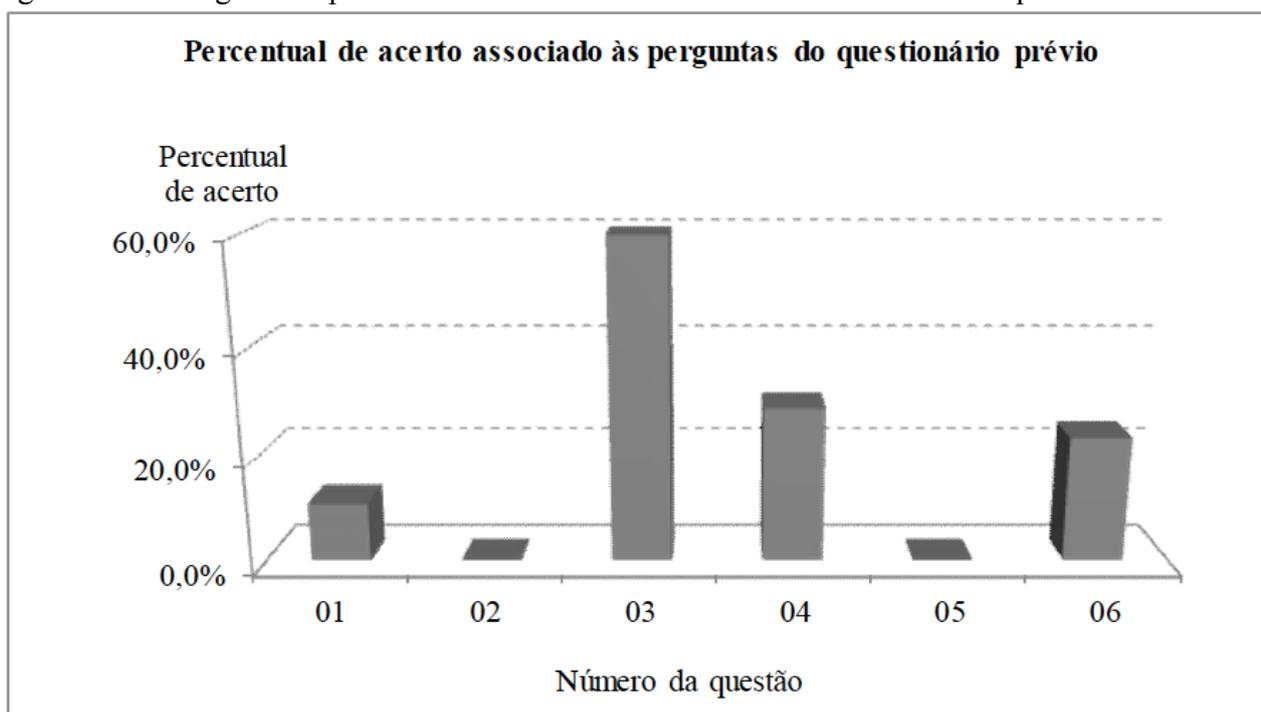


Gráfico 01: referente ao questionário prévio

Seguem abaixo as transcrições das explicações dadas pelos alunos para o conceito de corrente elétrica:

Informante 1: “A corrente elétrica, pra mim, é como um telefone, só que em vez de levar comunicação, leva voltagem. Numa forma mais exemplificada leva energia que é distribuída para casas, aparelhos e usinas.”

Informante 2: “É a energia em uma linha.”

Informante 3: “É a fonte de energia que abastece cidades.”

Outra questão conceitual que apresentou alto índice de erro (100% dos alunos) envolvia o brilho das lâmpadas associadas em série. Algumas justificativas sobre essa questão:

Informante 4: “A de 100W, pelo fato de ela receber a maior carga elétrica.”

Informante 2: “Todos vão brilhar do mesmo jeito, porque os elétrons se dividem.”

Poucos traziam conceitos corretos sobre a função dos disjuntores:

Informante 6: “Serve, como um controle de energia”

Informante 7: “Gerar energia” Informante 8: “Estabilizar energia”

O resultado do questionário prévio deixa evidentes as dificuldades conceituais também observados em Barbosa, Paulo & Rinaldini (1999), que investiga a experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. Segundo os autores, a utilização de experimentos dentro de uma abordagem construtiva se apresenta como uma metodologia mais eficiente do que as metodologia tradicional.

Em seu artigo, Gravina & Buchweitz (1994), através de seu questionário prévio, percebe que alunos de ensino superior também carregam conceitos errôneos, e descreve a dificuldade em converter esses conceitos em científicos no primeiro ato, obtendo bons resultados depois da terceira entrevista com cada aluno.

Durante a realização dos experimentos, foram montados, em cada turma, três circuitos em série.

CIRCUITO 1

O primeiro circuito consistiu de uma lâmpada de 40W/127V associada em série à outra de 100W/127V.

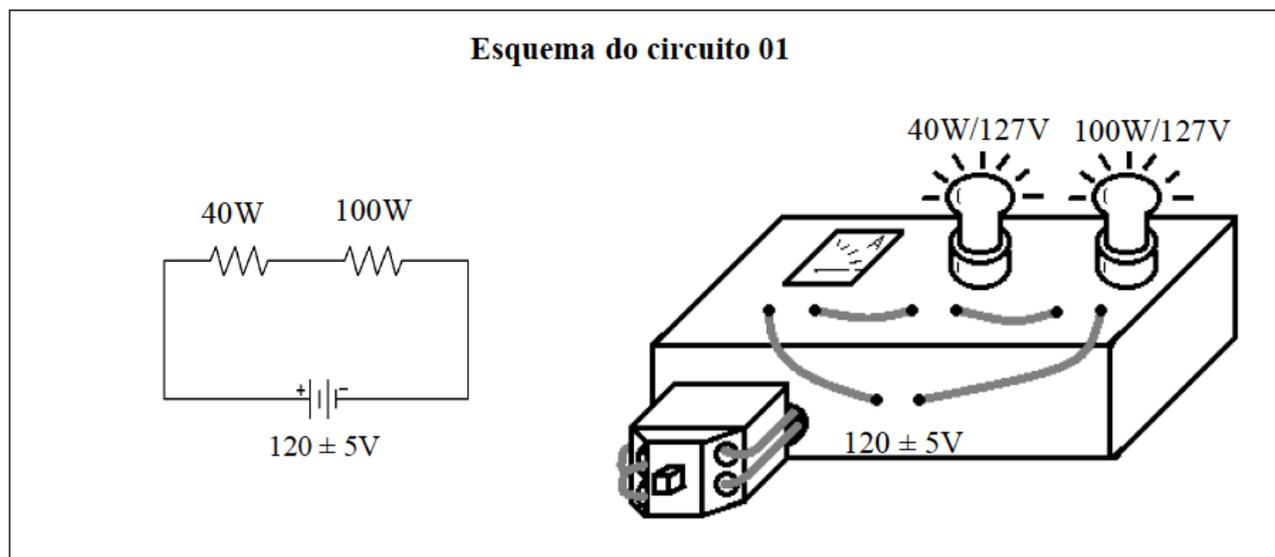


Figura 01: esquema do circuito 01

Os resultados foram extremamente satisfatórios tendo em vista que grande parte dos grupos apresentou grande índice de acertos durante a resposta de acordo com o gráfico dois.

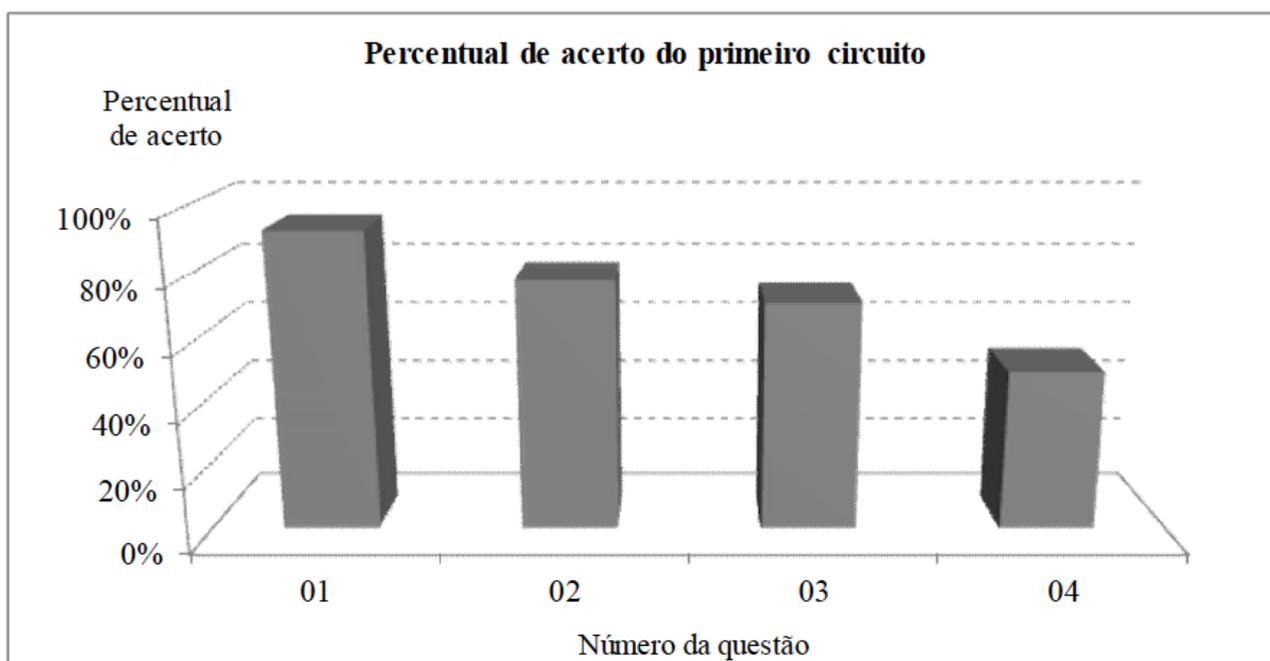


Gráfico 02: referente ao questionário do circuito 01

Na primeira questão, os alunos identificaram corretamente a necessidade em utilizar a expressão $V = R \cdot I$ para o cálculo da corrente, todavia, ocorreu uma pequena dificuldade em relação ao arredondamento e poucos grupos lembraram a unidade de corrente elétrica. Na segunda e terceira questão os alunos utilizaram perfeitamente as equações que deveriam ser usadas, mas, novamente, tiveram problemas com as unidades de medidas, tanto no cálculo da tensão elétrica quanto no cálculo da potência elétrica. Na quarta questão, os alunos tiveram bastante dificuldade em associar o brilho das lâmpadas com os valores de potência calculados.

CIRCUITO 2

O segundo circuito consistiu de uma lâmpada de 40W/127V associada em série à outra de 200W/127V.

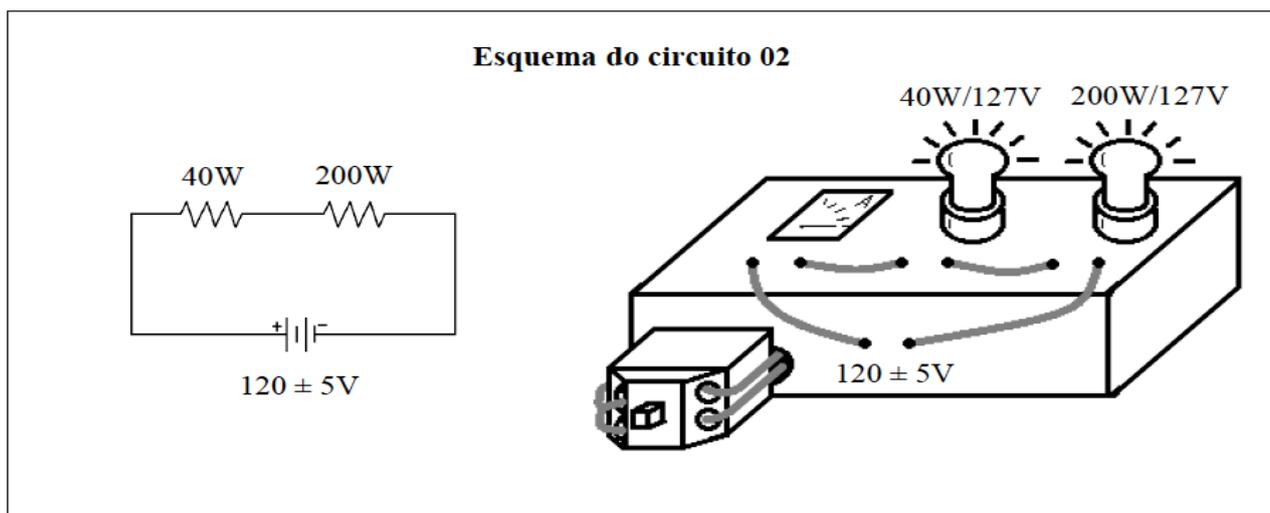


Figura 02: esquema do circuito 02

¹ A expressão $V = R \cdot I$ normalmente é chamada de lei de Ohm, porém vale ressaltar que o verdadeiro significado da lei de Ohm consiste na indicação da proporcionalidade direta da tensão com a corrente (para alguns materiais). A equação $R = \frac{V}{I}$ e $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$ define resistência para qualquer condutor, mas somente no caso de R ser constante é que essa relação é chamada corretamente de lei de Ohm.

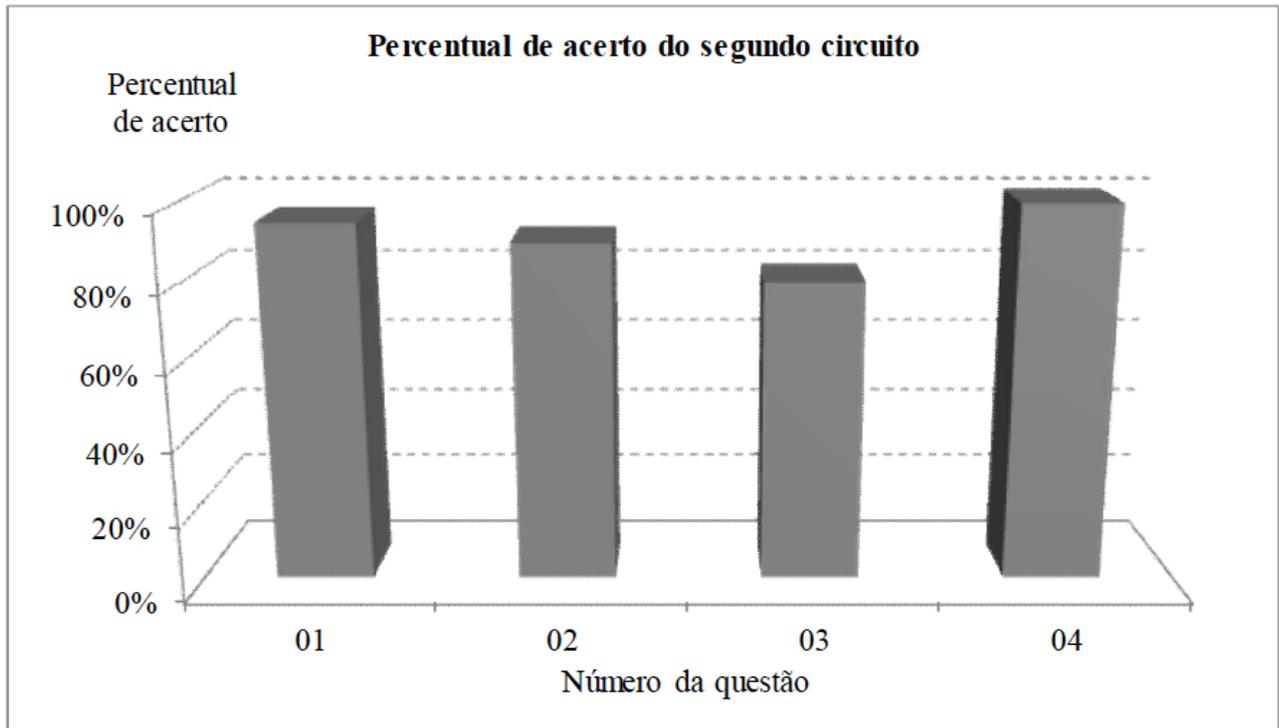


Gráfico 03: referente ao questionário do circuito 02

Ao final da montagem do primeiro circuito, o mediador corrigiu as questões citadas acima informando a maneira correta de arredondamento e as respectivas unidades. Com isso, observou-se, no segundo circuito, um resultado um pouco mais expressivo em relação aos erros cometidos anteriormente. Entretanto alguns grupos, por desatino, continuaram a desconsiderar tais informações. Em relação à quarta questão pudemos observar dos grupos uma real agregação com o brilho associado a potencia calculada tendo 100% de acerto.

CIRCUITO 3

No terceiro circuito, constitui de uma associação em série das lâmpadas de 60W/127V, 100W/127V e 150W/127V.

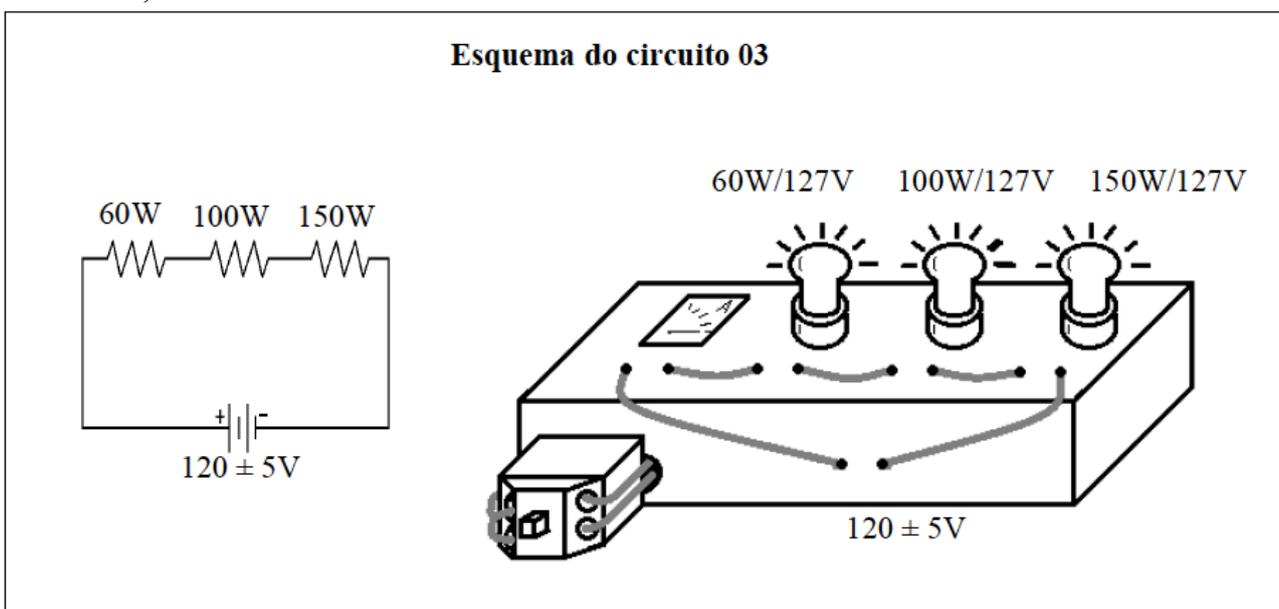


Figura 03: esquema do circuito 03

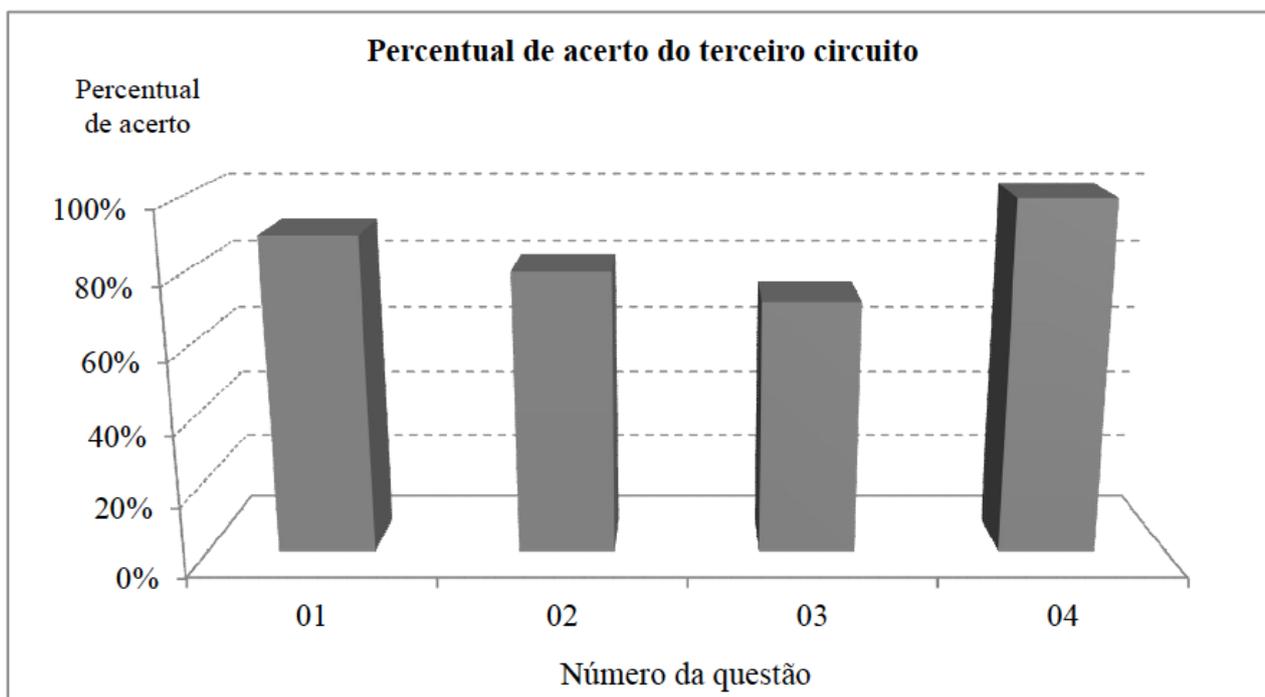


Gráfico 04: referente ao questionário do circuito 03

No terceiro circuito, observou-se uma pequena dificuldade por parte de alguns grupos, em função da conexão de três lâmpadas em série. Contudo, o desempenho dos grupos foram extremamente satisfatório obtendo um grande número de acertos sendo possível observar um grande crescimento no processo ensino-aprendizagem.

IV . CONCLUSÃO

Durante a realização dos experimentos pudemos constatar grandes evoluções nas turmas do ensino médio em relação aos conceitos relacionados aos fenômenos elétricos. A definição de corrente elétrica era um dos assuntos que geravam maiores dúvidas, onde a maioria esmagadora dos alunos respondeu inicialmente de forma errada ao conceito. No momento da experimentação todas as concepções errôneas foram confrontadas com os conceitos corretos e observou-se uma grande evolução nas explicações posteriores sobre o assunto registradas em um relatório final. Analisando quantitativamente a corrente, a tensão elétrica, a potência elétrica e a resistência pudemos notar um grande progresso ao associar os conceitos com a ferramenta matemática e a aplicação da 1ª lei de Ohm nos circuitos em série.

Outro fator observado durante os experimentos foi a seriedade e a participação dos alunos. Nas duas turmas analisadas, todos os alunos realmente se envolveram nas etapas propostas pelo mediador contribuindo com fatos observados em seu cotidiano gerando perguntas e curiosidades sobre a eletricidade.

Concluimos, também, que o trabalho teve um cunho social em função da comunidade que frequenta a escola. A maioria dos alunos nunca havia tido uma aula experimental durante o ensino fundamental e médio, por se tratar de uma escola estadual em zona rural onde o investimento em laboratórios tende a zero. Muitos nunca tinham manuseado voltímetros e nem conheciam os disjuntores e acreditamos que o trabalho proporcionou essa relação entre a teoria e a prática.

V . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAQUERO, R. (2001) Os processos de Desenvolvimento e as Práticas Educativas. Trad.: ROSA, E. F. F. Vygotsky e a aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, p.89
- BARBOSA, J. O.; PAULO, S. R. & RINALDINI, C. (1999) Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. Cad. Cat. Ens. Fís., V.16, n.1, p. 105-122.
- CARVALHO, A. M. C. et al. (Coord.) (2010) As práticas experimentais no ensino de Física. Ensino de Física. São Paulo: Checagem Learning, p.53-74.
- FREITAG, B. (2001) Aspectos filosóficos e sócio-antropológicos do construtivismo pós-piagetiano. In: GROSSI, E. P.; BORDIN, J. (Org.) Construtivismo pós-piagetiano. Petrópolis: Editora Vozes, p.26-28.
- GRAVINA, M. H. & BUCHWEITZ, B. (1994) Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. Revista Brasileira de Física, vol. 16, n°s (1-4), p.110-119.
- RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. (2000) The effect of talk and writing on learning Science: An Exploratory Study. Science Education, 84, p. 566-593.
- SAVIANI, D. et al. (2005) A pedagogia histórico-crítica no quadro das tendências críticas da educação brasileira. Pedagogia Histórico-Crítica. Campinas: Autores associados. p.76-77

Anexo I

Questionário sobre conceitos relacionados aos fenômenos físicos

- 1- Comente o que você acha que é a corrente elétrica.
- 2 - Ao chegar à casa a primeira coisa que você faz é tocar o interruptor para acender a lâmpada do seu quarto. Imediatamente ela acende. O deslocamento orientado dos elétrons permite tal fenômeno. A velocidade desses elétrons é muito grande, normal ou muito pequena quando comparada com a velocidade de uma pessoa? Justifique a sua resposta.
- 3 - Um circuito em série, como o pisca-pisca (enfeites de árvores de Natal), tem três lâmpadas. Se uma queimar o que acontecerá com as outras?
- 5 - Por que os aparelhos com grande potência não podem ser conectados em fios muito finos?
- 6 - Se colocarmos num circuito em serie uma lâmpada de 40W, uma de 60W e uma de 100W quem brilhará mais? Justifique a sua resposta
- 7 - Você já ouviu falar em disjuntores? Qual é a sua função?

Anexo II

Questionário

- 1 - Qual a corrente que atravessa o circuito?
- 2 - Qual a tensão em cada lâmpada?
- 3 - Qual a potência dissipada em cada lâmpada?
- 4 - Qual lâmpada brilhará com mais intensidade?

NOÇÕES DE FORÇA GRAVITACIONAL DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR NA PERSPECTIVA PIAGETIANA

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

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

Faculdade de Educação – UFRGS.

Campus Centro, 90046-900. Porto Alegre, RS – Brasil.

Núcleo de Estudos em Epistemologia Genética e Educação/NEEGE

João Alberto da Silva [joaosilva@furg.br]

Instituto de Educação - FURG

Campus Carreiros, 96201-900 - Rio Grande, RS - Brasil

Núcleo de Estudos em Epistemologia Genética e Educação/NEEGE

Núcleo de Estudos em Epistemologia e Educação em Ciências

Resumo

O fenômeno de atração dos corpos, inferido especialmente na queda livre, é tão casual que às vezes não se dá a devida importância a ele, principalmente por muitos professores que cada vez mais se tornam reprodutores de conhecimento ao invés de construtores e interlocutores. Neste trabalho buscou-se, centrado nas bases da Epistemologia Genética, analisar a compreensão de alunos do Ensino Superior sobre fenômenos que envolvem a força gravitacional. A partir das respostas apresentadas e principalmente da interpretação dos mecanismos mentais envolvidos frente às situações propostas, obteve-se diferentes noções de força gravitacional conforme os processos mentais elaborados pelos sujeitos.

Palavras chave: Força Gravitacional; Epistemologia Genética; Método Clínico.

INTRODUÇÃO

É nítida a dificuldade de sujeitos escolares referente a conteúdos de Física. Professores se queixam da falta de empenho de seus alunos, enquanto estes julgam que essa Física só pode ser aplicada a outro mundo, um mundo ideal de constantes e equações. Juntamente com a Matemática e a Química, a Física é vista por muitos alunos como algo de difícil entendimento e que apesar de pretender explicar a natureza parece não haver vínculo algum com esta. Não obstante a isso, a Física parece exigir um elevado grau de formalização para seu entendimento, fonte de possíveis dificuldades de aprendizagem. Num primeiro momento isso pode parecer contraditório, já que a Física tenta entender fenômenos cotidianos. Contraditório porque entender o real não deveria necessariamente estar ligado a um formalismo, já que se trata de fenômenos empíricos. Porém, mesmo se tratando do estudo destes fenômenos (e suas relações) há necessidade do sujeito construir modelos explicativos para sua interpretação.

Baseando-se teoricamente na Epistemologia Genética de Jean Piaget, procurou-se investigar os processos de pensamento que constituem noções de força gravitacional em sujeitos do Ensino Superior. Este trabalho dá continuidade e complementa a pesquisa feita sobre a queda livre dos corpos (FREZZA & SILVA, 2009; LUDUVICO; FREZZA & SILVA, 2009), onde, como resultado, obteve-se, perante sujeitos das mais variadas idades, noções relacionando a massa dos objetos com o tempo de queda dos mesmos quando soltos da mesma altura (frente um Referencial Inercial) e ao mesmo instante de tempo. No trabalho sobre a queda livre dos corpos se analisou, por meio de dois corpos de massas diferentes, visualmente idênticos, largados ao mesmo tempo de uma mesma altura, qual dos corpos colidiria primeiro ou se ambos colidiriam com o solo ao mesmo tempo. Unanimemente os sujeitos afirmaram que o de maior massa cairia primeiro. Efetuando-se o experimento proposto, alguns conseguiram

abandonar este modelo explicativo conseguindo construir um modelo baseado não mais em seu senso comum, mas em pressupostos baseados em uma nova realidade. Outros, porém, não conseguiram assimilar o fenômeno de que dois corpos, mesmo possuindo diferentes massas, poderiam chegar ao solo ao mesmo tempo. Isso nos evidenciou o caráter ativo do real frente à assimilação pelo sujeito.

Por conseguinte, neste trabalho, dando continuidade ao primeiro, buscou-se analisar como e porquê estes corpos caem quando largados a certa altura dentro da compreensão dos alunos do ensino superior.

ASPECTOS FÍSICOS RELEVANTES AO TEMA

No que diz respeito ao estudo da força gravitacional, é de primordial importância o conhecimento das leis de Kepler sobre o movimento planetário e as leis que se relacionam à lei da gravitação de Newton. Levando em consideração a evolução desta ciência ao longo da história, é interessante destacar (mesmo que brevemente) os principais modelos astronômicos que visavam explicar o movimento dos corpos celestes conhecidos. O primeiro modelo foi elaborado por Cláudio Ptolomeu (c.90-168 d.C.), aproximadamente em 140 d.C. Seu modelo, conhecido como modelo geocêntrico, propunha a Terra como centro do universo. Segundo seu modelo, os demais planetas orbitariam a Terra em trajetórias constituídas por pequenos círculos sobrepostos aos círculos maiores, enquanto o Sol transladaria a Terra em trajetória circular simples.

O complexo modelo Ptolomaico (hoje visto como não condizente com a realidade) prevaleceu por quatorze séculos até ser polemicamente substituído, em 1543, pelo modelo de Nicolau Copérnico (1473-1543), no qual, o sol e outras estrelas eram fixos e os planetas, inclusive a Terra, orbitavam em torno do sol em órbitas circulares.

No final do século XVI, o astrônomo Tyco Brahe (1546-1601) estudou os movimentos planetários, fazendo observações que foram consideradas as mais exatas até então disponíveis. Com estes dados, Johannes Kepler (1571-1630), depois de muitas tentativas, descobriu que as trajetórias reais dos planetas em torno do sol eram elípticas e não circulares como afirmavam os modelos antecessores. Afirmou também que os planetas não se movem com velocidade constante, dependendo, esta, da distância daqueles em relação ao sol.

Finalmente, Kepler descobriu uma relação matemática precisa entre o período de um planeta e sua distância média do sol. Estes dados foram enunciados como três leis do movimento planetário (ROCHA, 2002, p.80-81):

- “Todos os planetas do sistema solar executam trajetórias elípticas tendo o sol em um dos focos”
- “A linha que liga o sol aos planetas varre áreas iguais em tempos iguais”.
- “O quadrado dos períodos das órbitas dos planetas é proporcional ao cubo de suas distâncias médias ao sol”.

Foram estas leis que, de certa forma, proporcionaram a Newton a base para a elaboração da lei da gravitação. Em 1665, Isaac Newton (1642-1727), então com 23 anos, alavancou o progresso da ciência mostrando que a força que atrai, por exemplo, uma maçã, é a mesma força que mantém a Lua em sua órbita.

Newton concluiu que não somente a Terra atrai uma maçã ou a Lua, mas que qualquer corpo no universo atrai todos os demais, e que uma casca esférica uniforme de matéria atrai uma partícula (estando esta fora da casca) como se toda sua massa estivesse concentrada no seu centro. Assim, quantitativamente, esta força de interação entre as massas pode ser expressa como:

$$F = K \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

Pode-se, ainda, enunciar a lei da gravitação universal do seguinte modo: dois corpos se atraem gravitacionalmente com força cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros de massa. Nota-se na expressão que representa a força de interação entre duas massas, G^1 é a constante gravitacional cujo valor é $6,67 \times 10^{-11} \text{N.m}^2/\text{Kg}^2$, m_1 e m_2 são os valores da massa de cada corpo e r representa a distância entre os centros de massa dos corpos.

METODOLOGIA CONCEITUAL

Pode-se considerar que a lei da atração universal de Newton e as Leis de Kepler são conhecimentos acabados, senão pelo menos momentaneamente válidos. Porém, se são acabados, o são para quem? A questão que nos motiva a escrever um artigo sobre as noções de força gravitacional é buscar analisar e explicitar que, assim como estes, todos os conhecimentos são construídos pelos alunos. Pensar em conhecimento acabado é, de certa forma, acreditar na transferência de conhecimento pronto para o aluno, algo que não se concretiza no dia a dia escolar. Por outro lado, é inconcebível pensar que um aluno ao ingressar na sala de aula, esperando que o professor ministre uma aula relacionada à Astronomia, possua conhecimento algum frente ao que será abordado. Provavelmente alguma noção, seja esta mais ou menos geral e, conseqüentemente, mais ou menos aceita pela comunidade científica, o aluno terá construída, por mais simples e particular que seja.

Baseando-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget, entendendo que o sujeito aprende agindo sobre o conteúdo que busca compreender, visou-se encontrar as possíveis razões para a construção de tais noções que supostamente tinha-se como hipóteses. Mas se a construção é devida a uma interação entre sujeito e objeto de conhecimento, como afirma Piaget, no momento em que o sujeito age sobre o conteúdo que busca dominar, porque não o faz de acordo com a realidade, ou de acordo com o conhecimento aceito pela comunidade científica, ao invés de deformá-lo?

O sujeito age sobre o objeto de conhecimento, mas ao mesmo tempo o objeto impõe certa dificuldade de assimilação, ou seja, o próprio objeto age sobre o sujeito. Daí a necessidade de uma teoria interacionista, que leva em conta os dois pólos, o caráter ativo do sujeito e do objeto, que se funde em uma interação. Piaget (1983, p. 6) afirma que:

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

Isso nos remete então a ideia de uma construção de noções, que, por sua vez, implica uma construção de esquemas e/ou uma nova relação dos esquemas já construídos. Frente a isso, entende-se que o sujeito, ao se deparar com o objeto de conhecimento, busca assimilá-lo a seus esquemas. Estes últimos sendo resultantes da generalização de uma ação, conceito principal na visão interacionista do desenvolvimento.

Neste artigo optou-se por analisar os dados coletados utilizando-se do processo de Tomada de Consciência elaborada por Piaget. Talvez neste ponto, dentre outros distorcidos por parte dos estudiosos dos processos de desenvolvimento e aprendizagem, poder-se-ia pensar em

¹ A constante da gravitação universal G teve seu valor comprovado experimentalmente por Henry Cavendish por meio de um instrumento denominado balança de torção.

um inatismo na teoria de piagetiana. É interessante colocar isto à discussão para melhor compreender as ideias de Piaget.

Piaget diferencia, na obra intitulada *A tomada de consciência* (1977), o **processo** de Tomada de Consciência do *insight*, este muito difundido pelo senso comum. Em paralelo com a construção do conhecimento, que é um processo, a passagem do inconsciente ao consciente não se dá de forma abrupta e simples. Esta passagem não pode ser entendida como mera iluminação, mas, como afirma Piaget (1977, p. 11), “[...] sob o ponto de vista psicológico, constitui um processo bem mais complexo do que uma simples percepção interior e ainda precisam ser analisadas as leis da conceituação que ele supõe em todos os casos”. Nesta citação, Piaget diferencia o *insight* do processo que ele chama de Tomada de Consciência pois, esta, “[...] trata-se, na realidade, de uma verdadeira construção, que consiste em elaborar, não, a “consciência considerada como um todo, mas seus diferentes níveis enquanto sistemas mais ou menos integrados” (PIAGET, 1977, p. 9).

Poder-se-ia pensar que para Piaget todo o conhecimento é inato e basta este processo de Tomada de Consciência para ser reconhecido pelo sujeito? Em outras palavras, estaria o conhecimento já constituído no inconsciente do sujeito? Uma afirmação de qualquer uma destas perguntas menosprezaria todo o trabalho de mais de 70 livros publicados por Piaget e seus colaboradores. Não apenas menosprezaria, como descaracterizaria a própria Epistemologia Genética. Epistemologia Genética significa o estudo do conhecimento a partir da sua origem. Por isso Piaget se interessou em pesquisar crianças, pois assim compreenderia de onde “surge” o pensamento do adulto. Para desenvolver uma resposta para justificar o porquê das perguntas levantadas serem incabíveis, tem-se que compreender os conceitos de **forma** e **conteúdo** na teoria piagetiana.

Sobre o conceito de **forma**, existiria alguma semelhança com o estágio operatório formal? Sim e não. Afirmativo pois neste estágio do desenvolvimento tem-se formas de pensamento bem definidas, porém não necessariamente esgotadas ou finalizadas, já que os estados finais de equilíbrio são relativos, mesmo podendo, a um dado nível, separar-se de seu **conteúdo**. Negativo pois não é somente neste estágio (operatório formal) que existem estas formas, pois se a estrutura cognitiva do sujeito tende ao pensamento reversível, correlativamente a um estado de maior equilíbrio cognitivo, as formas de pensamento têm também uma gênese. Esta gênese, como de todo o desenvolvimento, está na AÇÃO do sujeito. Piaget (1971, p. 344) afirma que “[...] existe complementaridade total entre o conteúdo e a forma do pensamento, com o conteúdo consistindo nos dados do mundo tal como ele é percebido e a forma consistindo o único dispositivo que permite passar do estado T deste mundo para o estado T-1, ou seja, tornar a realidade reversível pelo pensamento”.

Distinguidos os conceitos de conteúdo e forma, pode-se retornar ao processo de Tomada de Consciência e buscar distanciar a teoria piagetiana de más interpretações. O mecanismo da Tomada de Consciência possibilita compreender como as formas de pensamento que, construídas inconscientemente, podem vir à luz da consciência e possibilitar a **compreensão** de algo que se fazia com **êxito**. Ou seja, em aspectos cognitivos, não são os conteúdos que se tornam conscientes pelo processo da Tomada de Consciência, mas sim, as formas de pensamento que podem ou não estarem relacionadas aos conteúdos que as deram origem. Então, pensar que todo o conhecimento está no inconsciente e que basta o sujeito torná-los consciente por meio do processo de Tomada de Consciência é reduzir este a um maturacionismo, algo que não acreditamos e que se diferencia dos ideais piagetianos.

MÉTODO DE COLETA DE DADOS

Buscou-se utilizar o Método Clínico piagetiano por duas razões: a primeira porque o presente trabalho se fundamenta teoricamente na Epistemologia Genética de Jean Piaget; e a segunda razão porque consideramos um método que possibilita perseguir o pensamento do sujeito. Mais do que coletar as respostas finais dos sujeitos frente aos problemas propostos, está-

se interessado nos processos de que derivam tais respostas. Assim sendo, qualquer protocolo de perguntas deve ser extremamente flexível para dar conta das inúmeras variáveis que surgem ao longo da entrevista. Isto porque o Método Clínico constitui-se de um interrogatório “[...] adaptado a cada sujeito. A partir de algumas questões básicas, procura-se desenvolver um diálogo dirigido por hipóteses formuladas pelo examinador no decorrer da entrevista. Cada resposta dada... [pelo sujeito]...leva à formulação de uma hipótese que engendra uma nova questão do examinador. É este encadeamento e sucessão de pergunta, resposta, nova hipótese, nova pergunta que dá coerência e unidade ao interrogatório” (LEITE, 1995, p. 115). Isto, por sua vez, exige uma organização muito rápida das hipóteses e do pensamento do pesquisador que tem como objetivo compreender o pensamento do sujeito.

Piaget (1926, p. 7) afirma que, no método de exploração crítica, o essencial é não induzir o pensamento, não sugerir a resposta, “[...] mas em fazer falar livremente e em descobrir tendências espontâneas, em vez de canalizá-las e as conter. Consiste em situar qualquer sintoma dentro de um contexto mental, em vez de fazer abstração do contexto”. Não obstante, os processos de pensamento não são visíveis exclusivamente pela observação pura do comportamento. O sujeito pode estar em alta atividade mental sem produzir qualquer ação observável. Por isso a importância do Método Clínico na coleta de dados, pois possibilita analisar o raciocínio empregado pelo sujeito e não somente a observação pura dos comportamentos e respostas.

Para este trabalho, criou-se um equipamento constituído de duas bolinhas (esferas de vidro e isopor), uma garrafa de vidro transparente e um aparelho capaz de retirar os gases contidos na garrafa. Abaixo segue um esquema deste equipamento:

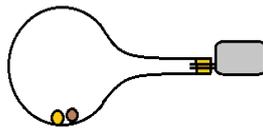


Figura 1

Além disso, elaborou-se também um protocolo de perguntas básicas que norteou as entrevistas. Abaixo seguem algumas das perguntas realizadas:

1.Sobre a gravidade na Terra-utilização de uma bolinha de vidro

- 1.1. Se eu soltar este corpo desta altura, o que acontece? Por quê?
- 1.2. De onde vem essa força (ou gravidade, dependendo da resposta anterior)?

2.Sobre a gravidade na Lua

- 2.1. Há alguma diferença entre eu soltar este corpo na Lua ou na Terra? Por quê? Explique.

3.Experimento-Utilização do equipamento(Figura 1)

- 3.1. Se eu colocar este corpo dentro desta garrafa e, por meio deste aparelho, retirar todo o ar de dentro da mesma, o que acontecerá? Por quê?
- 3.2. (Após o experimento) O que você constatou? Como você explica o ocorrido?

Esta investigação teve como sujeitos quatorze alunos regularmente matriculados na disciplina Física I-C, oferecida pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS para alunos das Engenharias, Química e Ciência da Computação. A escolha por alunos do Ensino Superior se julgou interessante para analisar as noções de força gravitacional que eles trazem consigo e que, agora no Ensino Superior, mais do que nunca se faz necessária para a construção do conhecimento no que se refere aos conteúdos abordados na disciplina.

ANÁLISE DOS DADOS

A questão principal consiste em analisar as possíveis relações da força gravitacional com a massa dos objetos (Terra, Lua e/ou bolinha (de isopor e de vidro)) e a pressão atmosférica. Com os dados coletados elaborou-se três noções de força gravitacional, constituindo, cada uma, níveis de compreensão sobre os problemas propostos. A seguir expõe-se trechos das entrevistas realizadas que, por análise das inferências dos processos mentais, findam-se em noções de força gravitacional.

Noção I: A força gravitacional está relacionada com a existência de ar.

Ali: Se eu pegar essa bolinha e soltar de certa altura, o que acontece? *Ela vai cair.* Porque ela cai? *Por causa do campo gravitacional que existe na Terra.* E porque existe esse campo gravitacional? *Porque existe uma força, chamada força peso, que a tendência de toda massa é ser puxada para baixo, pelo fato desta gravidade.* Existe essa força porque tem um campo gravitacional, ou tem um campo gravitacional porque existe essa força? *Existe esta força porque tem um campo gravitacional.* E de onde surge este campo gravitacional? *Ele se encontra no centro da Terra. Porque ela atrai todas as massas para baixo. Então qualquer coisa que estiver pendurada em qualquer lugar, sempre vai ser atraída para o centro da Terra. Vamos supor que seja um ímã que puxe tudo para baixo.* Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que aconteceria? *Esse objeto iria flutuar pelo fato da gravidade da Lua ser muito menor que a gravidade da Terra.* Porque a gravidade da Lua é menor que a da Terra? *Pelo fato de não ter...humm...é pela falta de oxigênio.* Mas tu falaste que a gravidade vinha do centro da Terra. *Sim...ãn...posso mudar de opinião? Então se a gravidade vem do centro da Terra então na Lua a gravidade será menor, porque este corpo estará muito mais distante da Terra.* E se a massa da Terra fosse menor, a gravidade continuaria a mesma ou mudaria? *Tem nada a ver.* Teve um outro aluno meu que ele afirmou o fato de existir um campo gravitacional por causa da existência de ar. Segundo ele o ar faria uma pressão no corpo das pessoas, que empurrariam elas para baixo. *Mas essa pressão exercida pelo ar é por causa da gravidade. Não por causa do ar que faz a gravidade. É a gravidade que faz com que o ar permaneça aqui embaixo.* (Sobre o experimento). *Ela vai flutuar. Porque vai tirar o ar, e a gravidade vai ficar menor.* Mas tu falaste que a gravidade tinha nada a ver com o ar. *Hum...eu não sei...* (Faz-se o experimento). Como você explica isso? *Hum...não sei. Eu achava que iria flutuar. Hum...mas se a gravidade vem do centro da Terra, então não tem o porque ser afetada pela ausência de ar. Então ela não flutua.*

Dou: [Inicia com as mesmas reações de *Ali*] *Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que aconteceria? Vai ficar parado. Por que fica parado? Por causa do vácuo.* (Sobre o experimento). *Iriam ficar paradas, mas se tu virasses a garrafa (giro de 180°) elas ficariam lá em cima [...]*

O sujeito *Ali* julga corretamente a existência de um campo gravitacional, assim como de uma força gravitacional e a dependência deste com aquele. Ao responder “*Esse objeto iria flutuar pelo fato da gravidade da Lua ser muito menor que a gravidade da Terra*”, poder-se-ia inferir que ela relaciona a massa da Lua com a intensidade da ação gravitacional, mas logo afirma que “*Tem nada a ver*”. Julga que o campo gravitacional vem do centro da Terra e limita a esta como o único corpo capaz de “*atrair todas as massas para baixo*”. Assim sendo, confirma a ideia de que, para *Ali*, a força gravitacional independe da massa do corpo considerado.

É interessante como *Ali* muda de opinião ao longo da entrevista. Ao afirmar que na Lua a

gravidade seria menor, primeiramente ela a julga pela falta de “*oxigênio*”. Posteriormente julga pelo fato do objeto, estando próximo da superfície da Lua, estar muito distante da Terra (que para *Ali* é a fonte do campo gravitacional). Cabe buscar explicar tal efeito e para isso pode-se levantar duas hipóteses: a primeira, que tal efeito foi resultado de uma sugestão do entrevistador, como se, de alguma forma, a pergunta influenciou *Ali* a dar tal resposta; e a segunda, que buscaremos provar e para isso diferenciar da primeira hipótese, de que *Ali* tomou consciência de um conflito entre duas justificativas não coerentes entre si para o mesmo problema.

A intervenção do entrevistador (que estamos analisando se foi ou não causa da mudança na justificativa de *Ali*) foi “Mas tu falaste que a gravidade vinha do centro da Terra”. Esta intervenção é o que se chama de contra-argumentação. Ao se aplicar o Método Clínico, o entrevistador pode se valer do uso de contra-argumentos para verificar a estabilidade e confiança da resposta do entrevistado. Porém, esta contra-argumentação é oriunda justamente da resposta anterior da *Ali*. Então realmente houve uma mudança na sua justificativa ou simplesmente para casos isolados ela se utilizava de explicações diferentes? Notamos que *Ali* explicita esta mudança de justificativa para resolver um problema proposto e compreendido como tal. Então a primeira hipótese levantada para explicar a mudança de justificativa na entrevista pode ser descartada, não sendo ela a causa para tal efeito.

É possível, e neste caso provável, que *Ali*, ao se deparar com os mais variados problemas, buscava explicações baseadas em duas premissas: no vácuo a aceleração da gravidade é nula ($g = 0$); e que a força gravitacional é proveniente, e somente proveniente, do planeta Terra. Ou seja, para diferentes problemas se utilizava de diferentes explicações e isto não a causava contradição já que, para tal efeito, seria necessário um determinado problema que confrontasse estas duas explicações e, como explicação final, nem uma nem outra satisfariam. Nesta situação, por mérito também do Método Clínico, muitos dos sujeitos, em especial *Ali*, puderam compreender o problema proposto e agir em busca de uma solução, mesmo que esta não tenha sido atingida.

O que há em comum nas entrevistas de *Ali*, *Dou* e nos demais sujeitos que têm esta noção, é que há uma implicação entre a força gravitacional e o ar, como se a ausência deste acarretaria na anulação daquela. Porém, um grande avanço se faz presente em *Ali*, diferentemente de *Dou*, no sentido em que, agindo sobre o problema, se vê frente a uma impossibilidade daquilo que até então tinha como verdadeiro (no caso o fato da força gravitacional vir do centro da Terra). Vê-se isso como uma etapa necessária para a mudança de sua explicação frente ao problema proposto.

Noção II: Início da diferenciação entre a ação da massa de um corpo celeste e existência de ar como causa da força gravitacional.

Gre: Se eu pegar essa bolinha e soltar de certa altura, o que acontece? *Ela vai cair. Porque ela cai? Por causa da gravidade. E de onde vem essa gravidade? Viria da massa da Terra, do centro da Terra. Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que aconteceria? Ela também cairia, mas com velocidade menor. Por que menor? Porque a gravidade na Lua é menor do que na Terra. E por que lá é menor? Porque a massa da Lua é menor. (Sobre o experimento). Vai flutuar. Se não tiver nenhum ar ali dentro, elas flutuariam. (Faz-se o experimento). O que tu observaste? Não aconteceu nada, continuaram ‘presas’, não flutuaram. Mas tu achaste que iria flutuar. É, eu achei que iria. E como você explica isso? Talvez pela gravidade mas não saberia por outro motivo.*

Ric: Se eu pegar essa bolinha e soltar de certa altura, o que acontece? *Vai bater no chão. Por quê? Por que vai ter a fora da gravidade puxando para baixo. E de onde vem essa gravidade? Vem da atração que o núcleo da Terra faz na bolinha. É a força que a Terra tem. Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que*

aconteceria? *Vai cair também, mas mais lento porque a força da gravidade é menor, eu acho. Porque a massa da Lua é menor que a da Terra. Teria alguma relação com o fato de na Lua não ter ar? Acho que tem nada a ver, porque o ar faria uma força dissipativa, teoricamente seria que nem no vácuo, ela cairia mais rápido.* (Sobre o experimento). *Ela vai flutuar. Por quê? Porque não vai ter coluna de ar sobre ela né... não vai ter pressão atmosférica... eu acho.* (Faz-se o experimento). *O que tu observaste? Não era o que esperava. Como tu me explicas? Não tenho nem idéia... porque ainda assim teria uma força da gravidade atuando sobre ela. Mas tinha me falado sobre pressão, não? É, mas teoricamente... tem uma coluna de ar que empurra a gente para baixo. Mas agora não tem coluna de ar, e as bolinhas continuam para baixo. Pois é, deve ser a gravidade que é mais forte. Porque lá na Lua a gente cai mais lento, porque a gravidade é menor. E não tem ar. Se lá na Lua não tem ar e a gente cai mesmo assim, é porque existe uma força da gravidade.*

Nota-se que tanto *Gre* quanto *Ric* compreendem que a Terra possuiria uma propriedade capaz de atrair outros corpos, cuja causa seria a gravidade e esta “*Viria da massa da Terra, do centro da Terra*” ou “*da atração que o núcleo da Terra faz na bolinha. É a força que a Terra tem*”. Apesar de *Ric* falar sobre uma atração do núcleo da Terra com a bolinha, afirma a Terra como agente desta atração como se, de alguma forma, talvez até misteriosa, a Terra teria esta propriedade. Quando indagados sobre a situação na superfície da Lua, ambos afirmam que a gravidade(*g*) seria menor, implicando tal justificativa com o fato da massa(*M*) da Lua ser menor.

$g \rightarrow M$

Isto fica claro quando afirmam “*Porque a massa da Lua é menor*” e “*porque a força da gravidade é menor, eu acho. Porque a massa da Lua é menor que a da Terra*”. Porém, mesmo *Ric* respondendo a contra-argumentação sobre uma possível relação com a ausência de ar e a diminuição da gravidade, afirmando “*Acho que tem nada a ver, porque o ar faria uma força dissipativa, teoricamente seria que nem no vácuo, ela cairia mais rápido.*”, acaba por, frente ao experimento, afirmar que as bolinhas vão “*flutuar*”.

Nota-se, então, que em um plano hipotético (experimento na superfície da Lua) os sujeitos implicam $g \rightarrow M$, porém, frente ao experimento proposto acabam implicando a gravidade com a existência de ar (*a*):

$g \rightarrow a$

Para estes sujeitos, analisando-se as duas situações isoladamente, as implicações $g \rightarrow M$ e $g \rightarrow a$ são coerentes, isso porque respondem aos problemas propostos. A contradição se faz presente quando, frente ao experimento, nada acontece com as bolinhas que estão dentro da garrafa de vidro. Ou seja, experimentalmente coloca-se um novo problema em que a implicação $g \rightarrow a$ não explica os fatos da realidade. Há, então, a necessidade de superar tal conflito entre o que se esperava e o que realmente acontece experimentalmente. Com isso, após o experimento, os sujeitos buscam dar uma explicação para o fenômeno inesperado visando mais do que dar uma resposta ao experimentador, mas sim, construir uma resposta que seja coerente e aceitável para ele próprio. Isso fica evidente na fala de *Ric* quando busca uma explicação: “*Porque lá na Lua a gente cai mais lento, porque a gravidade é menor. E não tem ar. Se lá na Lua não tem ar e a gente cai mesmo assim, é porque existe uma força da gravidade*”. Ressaltando que no início de sua entrevista *Ric* afirma que a gravidade vem do “*núcleo da Terra*”, poder-se-ia concluir que ele visa a generalizar, mesmo que somente para as duas situações apresentadas, a implicação $g \rightarrow M$.

Noção III: Diferenciação completa entre a massa de um corpo celeste e a existência de ar como causa da força gravitacional. Compreensão da atração mútua de corpos físicos.

Vin: Se eu pegar essa bolinha e soltar de certa altura, o que acontece? *Ela vai cair.* Porque ela cai? *Por que tem uma atração entre dois corpos.* E de onde vem essa atração? *Da massa...da gravidade.* Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que aconteceria? *Tenderia a ir para o centro da Lua.* Por quê? *Por que lá também tem uma gravidade.* Vai cair igual aqui na Terra? *Não, por que lá tens uma força diferente.* Por quê? *Por que a Lua tem muito menos massa do que a Terra, então na Lua teria uma força gravitacional menor.* (Sobre o experimento). *Não vai ter resistência do ar, só isso.* Mas teve um colega teu que disse que iria flutuar. *Olha...eu não acredito nisso.* Mas o mesmo colega disse que existi um campo gravitacional por causa da existência de ar. Segundo ele o ar faria uma pressão no corpo das pessoas, que empurrariam elas para baixo. Na Lua como não tem ar, então lá a bolinha iria flutuar, por não ter gravidade. *Mas a própria pressão atmosférica é uma resultante da força gravitacional, que puxa o ar.*

Mau: Se eu pegar essa bolinha e soltar de certa altura, o que acontece? *Vai cair.* Porque ela cai? *Por causa da gravidade, da força gravitacional.* E de onde vem essa gravidade? *Da atração do centro da Terra com o centro de massa da bolinha. Os centros de massa dos objetos se atraem, no caso.* Agora se eu pegar esse mesmo objeto e soltar na superfície da Lua, o que aconteceria? *Provavelmente cairia mais devagar.* Porque a gravidade da Lua é menor, porque a massa dela é menor. *É que a gravidade depende da massa né...* (Sobre o experimento). *Acho que elas não vão se mexer, vão ficar paradas. Porque vai continuar com a gravidade normal da Terra né...* Mas teve um colega teu que disse que essa bolinha flutuaria. *Não, no caso elas estão sobre a gravidade da Terra, tu só retiraste o ar.*

Neste nível, diferentemente dos anteriores, tem-se uma evolução frente à noção de força gravitacional. Neste sentido, pode-se perceber que há algumas semelhanças entre as falas dos sujeitos deste nível com as dos anteriores. Porém, detenhamo-nos às características que as diferenciam, possibilitando concluir este nível como o que responde uma maior gama de problemas da Física. Desta forma, não vemos os níveis anteriores, I e II, como refletindo um pensamento errôneo dos sujeitos, até porque todo pensamento é coerente frente a uma totalidade já constituída pelo sujeito, mas sim um pensamento proveniente de uma estrutura cujas implicações limitam a responderem poucos problemas da Física que envolvam tais conteúdos. Buscando compreender o processo pelo qual as respostas são percebidas como uma etapa final, mesmo que relativa, pode-se perceber a evolução das respostas dos sujeitos comparando os diferentes níveis de raciocínio empregados para a resolução dos problemas propostos. Diferente dos sujeitos dos níveis I e II, Vin afirma que a bolinha cai em direção à Terra “*Por que tem uma atração entre dois corpos*”. De forma similar, Mau explica o fato pela “*atração do centro da Terra com o centro de massa da bolinha. Os centros de massa dos objetos se atraem, no caso*”. Pode-se notar que os sujeitos deste nível buscam uma explicação perante uma atração entre os corpos envolvidos, como se a ideia de força gravitacional somente seria coerente se esta fosse relacionada dentro de um sistema constituído por, no mínimo, dois corpos.

Um dos aspectos interessantes em se analisar as entrevistas dos sujeitos deste nível é o quanto estável são as implicações que visam dar significado e coerência às situações propostas. Quando indagado sobre o experimento, Vin responde simplesmente que “*Não vai ter resistência do ar, só isso*”. Mau, mais contido, explicita: “*Acho que elas não vão se mexer, vão ficar paradas. Porque vai continuar com a gravidade normal da Terra né...*”. Antecipam corretamente o que acontecerá experimentalmente, restando, após efetuar o experimento, apenas comprovar tais antecipações. Mau resume com clareza a todas as contra-argumentações feitas

pelo entrevistador: “*Não, no caso elas estão sobre a gravidade da Terra, tu só retiraste o ar.*” Nota-se que, mesmo frente a contra-argumentações, os sujeitos deste nível não as vêm como coerentes frente às suas explicações para os problemas propostos. Isso mostra a estabilidade da implicação $F_g \rightarrow Mm$, ou seja, a força gravitacional(F_g) implicando atração mútua entre dois corpos(Mm) de massas M e m .

CONCLUSÕES

Pode-se perceber que, frente aos dados coletados, mesmo que quantitativamente insuficientes para generalizarmos, os sujeitos, independentemente de terem ou não sido expostos ao ensino formal, tem noções que visam explicar e dar coerência aos problemas propostos ou postos pela realidade. Abaixo é apresentado um gráfico com as proporções encontradas na presente coleta de dados, relacionando o número de sujeitos com as noções que deles provêm:

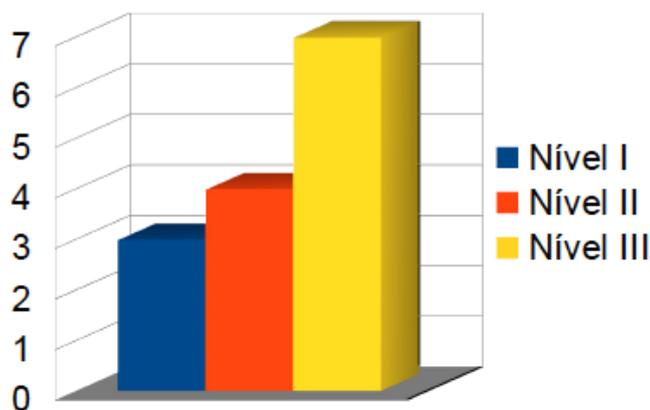


Gráfico 1

Partindo destas noções, é inconcebível um professor, ao preparar uma aula sobre qualquer assunto, não ter a consciência de que não necessariamente, após a exposição dos conteúdos por ele, todos os alunos irão passar a pensar da forma que ele gostaria ou almeja. Entendendo o conhecimento como uma construção individual, porém compartilhada no meio social por transmissão de informações, é também função do professor conhecer ou buscar conhecer as possíveis noções que seus alunos tem frente ao que procura ensinar. O problema é como, frente às noções que se encontrou nos dados coletados e analisados, o professor poderá trabalhar problemas relacionados à força gravitacional à luz da construção do conhecimento.

Pode o professor simplesmente ignorar tais noções e buscar ensinar o que é certo (vinculado ao saber aceito pela comunidade científica) reprimindo, ou buscando reprimir ou extinguir, os saberes errôneos (compreendido assim pelo professor quando se compara este conhecimento com a da comunidade científica). Ou o professor pode, com posse do conhecimento das noções dos seus alunos, propor situações onde as noções I e II, logo menos elaboradas e menos gerais, começam a ser questionadas quanto a sua validade. Ou seja, o professor proporia situações que possibilitasse o sujeito agir sobre seu conhecimento, modificando sua noção visando construir uma totalidade mais equilibrada, mais estável frente às perturbações, consequentemente mais geral, possibilitando uma aproximação gradativa e coerente do conhecimento aceito pela comunidade científica. Gradativa pois o conhecimento é um processo de construção, logo mediato, envolvendo as peculiaridades do que se busca assimilar e os esquemas já construídos pelo sujeito. Desta forma, pensa-se que o professor deve, além de, necessariamente, dominar o conteúdo que busca ensinar, conhecer que o aluno aprende não por transferência dos conhecimentos, mas por uma construção que, sendo um processo ativo do sujeito, exige do professor conhecer ou buscar conhecer as noções que os alunos já construíram. Assim exerce-se o

papel de professor, contribuindo para aprendizagem de seus alunos visando a autonomia, aspecto fundamental para se viver e aprender em sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREZZA, J. & SILVA, J. A. (2009) Um estudo transversal sobre a construção do conhecimento no movimento de queda livre dos corpos na perspectiva da Epistemologia Genética. In: MOREIRA, M. A. et al. (Ed.). III ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA, Porto Alegre: 2009. Atas do III Encontro Estadual de Ensino de Física. Porto Alegre: Instituto de Física, p. 37-48.

LEITE, B. (1995) **Piaget e a Escola de Genebra**. São Paulo: Cortez.

LUDUVICO, L. P. ; FREZZA, J. S. & SILVA, J. A. . A Epistemologia Genética na Física: uma análise sobre as operações mentais envolvidas na interação com o fenômeno da queda livre de corpos. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009, Vitória - ES. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009., 2009.

PIAGET, J. & INHELDER, B. (1971) **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança: conservação e atomismo**. Rio de Janeiro: Zahar.

PIAGET, J. (1926) **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro: Record.

_____. (1977) **A tomada de Consciência**. São Paulo: Melhoramentos/Edusp.

_____. (1983) **A epistemologia genética / Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**. 2a ed. São Paulo: Abril Cultural.

ROCHA, J. F. M.(Org) **Origens e evolução das ideias da Física**. Bahia: EDUFBA, 2002.

O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DO ESTUDO DA ULTRASSONOGRADIA, DA PRODUÇÃO E INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM O CORPO HUMANO: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA¹

Mara Fernanda Parisoto [marafisica@hotmail.com]

José Tullio Moro [tullio@feevale.br]

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil*

Resumo

Devido à falta de materiais diversificados, interdisciplinares e que visem aprendizagem significativa no Ensino de Física aplicada na Medicina, percebemos a necessidade de construir materiais didáticos para suprir esta lacuna. O presente trabalho busca analisar uma parte de uma pesquisa que trata da Física aplicada na Medicina para dar sentido a conceitos de Ondas, Óptica, Eletromagnetismo, Física Moderna e Contemporânea. O objetivo desta pesquisa foi a construção de materiais alternativos que potencializem uma aprendizagem significativa e não mecânica, considerando os conhecimentos prévios dos alunos. Esse artigo trata da análise de um teste qualitativo aplicado com o intuito de avaliar a primeira parte do curso. Esta análise visou obter indícios de aprendizagem significativa, devido à utilização da ultra-sonografia, da produção e interação da radiação com a matéria para dar sentido aos conceitos de Física. As respostas dos alunos foram classificadas como as que forneceram indícios de aprendizagem ou que não forneceram. Partindo da avaliação das respostas dos alunos damos um feedback a eles com a análise das questões, após isto pedimos para eles corrigirem as respostas a partir de leitura do material de apoio e de discussão entre os alunos e o professor. Posteriormente, reavaliamos as respostas dos alunos. Os pontos que ainda não estavam claros foram explicitados e reexplicados durante uma entrevista, que foi realizada no fim do curso e que será colocada sua análise em um próximo trabalho. Observamos, a partir da análise das respostas, que os alunos sabiam muito pouco sobre conteúdos trabalhados durante a primeira parte do curso antes da aplicação. Depois da aplicação do curso, através da análise do pós-teste, percebemos que houve uma melhora significativa por todos os alunos, que é necessário explicar a eles o que são conceitos e que os Raios-X não são apenas produzidos em máquinas como explicitado por eles.

Palavras-chave: ensino de Física; Física aplicada na Medicina; aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

Devido à falta de materiais diversificados, interdisciplinares e que visassem aprendizagem significativa no Ensino de Física aplicada na Medicina, percebemos a necessidade de construir materiais didáticos para suprir esta lacuna.

Investigando as aplicações do Eletromagnetismo, da Óptica, da Física Moderna e Contemporânea na Medicina foi possível desenvolver uma proposta alternativa, que originou um curso, para ensinar conceitos de Física. Para tanto, foi necessário compreender quais seriam, especificamente, conteúdos do Ensino Médio que poderiam ser utilizados na Física aplicada à Medicina e que abordagem (ns) didática(s) poderia(m) ser potencialmente facilitadora(s) da aprendizagem significativa nessa área.

Tal curso foi aplicado em quatro oportunidades. Analisaremos aqui a última aplicação que foi de um curso de 40 horas, sendo 32 horas presenciais e 8 horas de ensino à distância. Nessa aplicação

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

nosso objetivo principal foi buscar indícios de aprendizagem significativa, e buscar pontos que precisávamos melhorar para facilitar tal aprendizagem. O material foi avaliado, de modo a buscar melhorá-lo, através de questionários e entrevistas semi-estruturadas, respondidas pelos alunos. Foram aplicados pré e pós-testes aos participantes dos cursos de modo a perceber se há indícios de aprendizagem significativa. Além disso, foram também usados questionários abertos, diagramas, mapas conceituais, questões respondidas por eles, entrevista semiestruturada e respostas a situações-problemas, além de fazer observações e anotá-las em um diário de bordo. Essa avaliação foi quantitativa e qualitativa. Aqui analisaremos o teste qualitativo.

- A relevância didática e acadêmica deste trabalho está no fato dele proporcionar uma discussão acerca de novas possibilidades para ensinar Física utilizando materiais instrucionais para tornar as aulas potencialmente significativas, criando um espaço interativo e criativo que favoreça a aprendizagem, visando contribuir para melhorar o Ensino de Física.

- Neste artigo buscaremos, a partir da análise de um questionário qualitativo, indícios de aprendizagem significativa na primeira parte do curso que versa sobre ultra-sonografia, produção e interação da radiação com a matéria.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (Ausubel, 2002), na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira (Moreira, 2005), na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (Moreira, 2004) e na Epistemologia de Toulmin (Toulmin, 1977).

Utilizamos o seguinte da teoria de Ausubel (2002): 1) os conhecimentos prévios (conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno); 2) organizadores prévios (material utilizado para fazer uma ponte entre o que o aluno já sabe com o que será ensinado); 3) a diferenciação progressiva (parte-se do mais geral para o mais específico diferenciando-se conceitos semelhantes); 4) reconciliação integradora (voltasse ao ensinado, buscando as diferenças e semelhanças entre os conceitos, destacando as partes mais relevantes, discutido os erros e acertos dos alunos).

- Da teoria de Vergnaud (Moreira, 2004) utilizamos a teoria dos Campos Conceituais (conjunto de situações que o sujeito é capaz de manejar). Buscamos ajudar os alunos a fazerem a transposição dos conceitos e teoremas implícitos para os conceitos e teoremas explícitos, como sugere Vergnaud.

- De Moreira (2005) utilizamos a importância da criticidade e das várias estratégias de ensino.

- Da epistemologia de Toulmin (1977) utilizamos a negociação de significados e a evolução dos conceitos.

METODOLOGIA DA PESQUISA

- Na metodologia da pesquisa foram seguidas as seguintes etapas: 1º) estudo de materiais alternativos, utilizando várias estratégias de ensino, conforme sugere Moreira (2005), 2º) confecção de sugestões de atividades educacionais; 3º) organização do teste qualitativo; 4º) aplicação do pré-teste qualitativo; 5º) aplicação do curso; 6º) aplicação do pós-teste qualitativo; 7º) análise das respostas dadas pelos alunos buscando: a) indícios de aprendizagem significativa (Ausubel, 2002), b) equívocos, c) pontos relevantes que os alunos não mencionaram; 8º) *feedback* dos erros dos alunos para que pudessem evoluir seus conceitos de senso comum para científicos como sugere Toulmin (1977) e de conceitos implícitos para explícitos como sugere Vergnaud (Moreira, 2004).

DESCRIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO

O curso foi realizado em 4 sábados, com carga horária semanal de oito horas, totalizando 32 horas de curso presenciais e oito horas de atividades à distância. Estas horas à distância foram utilizadas para os alunos confeccionarem mapas conceituais e os corrigirem.

O grupo era formado por 18 alunos. Destes cinco são da licenciatura em Física, um que se formou no bacharelado, um que ministra aulas em um Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRGS) e 11 são professores do mesmo estado.

DESCRIÇÃO PARTES FUNDAMENTAIS DA AULA

Inicialmente, os alunos começaram respondendo a um questionário qualitativo, o qual foi avaliado, parcialmente, no presente artigo.

Em seguida, mostramos um esquema da máquina de ultra-sonografia, que possuía todas as partes dela. Explicamos superficialmente a função de cada uma, e falamos que posteriormente analisaríamos cada uma das partes mais profundamente, tendo como objetivo iniciar com o mais geral e depois partir para as especificidades, como propõem Ausubel (2002).

Começamos então a falar sobre as partes mais específicas necessárias para compreender o aparelho de ultra-sonografia. Iniciamos explicando sobre os tipos de ondas (longitudinal, transversal- mecânicas e das ondas eletromagnéticas) e sobre suas características (comprimento, frequência, período, amplitude, altura).

A partir das placas de trânsito chegamos à fórmula da velocidade para os corpos e depois encontramos a expressão matemática da velocidade para as ondas. Para isso relacionamos a distância percorrida com o comprimento de onda e o tempo com a frequência.

Em seguida usamos o método PIE (Predizer, Interagir e Explicar)², perguntando aos alunos antes de fazer a simulação: 1. O que você acha que irá ocorrer se as ondas estiverem em fase? 2. E se elas estiverem em fases opostas?

A simulação encontra-se em:

<http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/waveSuperposition/waveSuperposition.html>

Os alunos que responderam oralmente falaram corretamente que quando as ondas estão em fase elas se somam aumentando a amplitude (interferência construtiva) e se as ondas estiverem em fases opostas elas se anulam (interferência destrutiva).

Na sequência passamos a explicar o que é reflexão e refração, fornecendo aos alunos vários exemplos do dia-a-dia. Depois dividimos a reflexão em difusa e regular, explicamos e exemplificamos ambas.

Depois passamos a explicar as leis da refração e da reflexão. Através da lei de Snell chegamos à reflexão total e a refração em duas lâminas.

Em seguida fizemos à simulação que encontra-se em: <http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/propagation/propagation.html>. Antes de vermos a simulação foi indagado aos alunos: O que você acha que irá ocorrer quando a onda passar de um meio a outro com índices de refração diferentes: a) com a velocidade? b) com o comprimento da onda? c) com a frequência?

Passamos a estudar sobre as características do som (altura, timbre, intensidade, velocidade, comprimento de onda e frequência) e as características do timbre (forma da onda, envelope sonoro-ataque, decaimento, sustentação e relaxamento). Utilizamos, para que os alunos compreendessem

² Para mais detalhes ver Dornelles (2008).

melhor tais características, o programa Audacity. Nesse programa há a possibilidade de mudarmos a altura do som, as suas características, colocar eco, observar tais fatores e gravar o que os alunos falam.

Explicamos as características do infrassom e do ultrassom mostrando suas diferenças e semelhanças em relação ao som. Explicamos que o ultrassom é utilizado no aparelho de ultrasonografia e que este é empregado para saber informações sobre o tamanho, anomalias anatômicas e função dos órgãos do corpo.

Na sequência mostramos o esquema de um aparelho de ultrassom, um ultrassom móvel e um ultrassom fixo e começamos a explicar cada uma das partes do aparelho, desde o fornecimento de corrente elétrica pela fonte até a formação da imagem no monitor.

Explicamos que o ultrassom também pode ser utilizado para sabermos se alguma veia está entupida, através do efeito Doppler e detalhamos qual é o procedimento para fazer isso.

Em seguida, explicamos o que é um mapa conceitual³, como funciona o software Cmap Tools e pedimos para que os alunos, em duplas, fizessem um mapa conceitual para posterior apresentação e discussão sobre o aparelho de ultra-sonografia, de maneira a fazer a reconciliação integradora proposta por Ausubel (2002). Tais mapas foram criticados pela pesquisadora e pelos alunos, de modo a favorecer a criticidade proposta por Moreira (2005). Os alunos e a pesquisadora deram várias sugestões de como melhorar os mapas. Os alunos, na sequência, tinham como objetivo melhorar o mapa e reentregá-los para posterior reavaliação do mesmo, fazendo uma análise ao longo de todo o processo da aprendizagem dos alunos.

Por fim, foi reentregue o mesmo teste respondido no começo da aula pelos alunos, para que eles respondessem, de modo que pudéssemos buscar indícios de aprendizagem significativa em suas respostas e também buscar equívocos apresentados pelos alunos para que, consciente deles, pudéssemos enfrentá-los e superá-los.

ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO QUALITATIVO

A seguir listamos as questões que foram entregues para os alunos:

1. *O aparelho de ultra-sonografia envolve muitos conceitos de Física. Descreva aqueles que você considera importante na máquina de ultra-sonografia. Justifique.*
2. *Descreva, fisicamente, o funcionamento de uma máquina de ultra-sonografia.*
3. *Os transdutores, no aparelho da ultra-sonografia, são formados por material piezoelétricos. Quais são as características desse tipo de material?*
4. *Como a informação captada pelos nossos olhos chegam até o cérebro? Explique através do efeito fotoelétrico.*
5. *Quais são as três formas de interação da radiação com a matéria? Cite aplicações de cada uma delas.*
6. *Qual (is) relação (ões) existe(m) entre a imagem radiográfica e o Efeito Fotoelétrico?*
7. *Qual (is) relação (ões) existe(m) entre a imagem radiográfica e o Efeito Compton?*
8. *Como é utilizada a Aniquilação de Pares na Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET)?*
9. *Como são produzidas as radiações?*

³ Para mais detalhes sobre mapas conceituais pode-se consultar Moreira (1980).

Devido às limitações de espaço será analisando apenas o pré-teste e pós-teste da aluna Marta (*nome fictício*), pois foi à aluna que apresentou melhores indícios de aprendizagem significativa. Colocaremos as transcrições do pré-teste, do pós-teste e por último a análise das respostas.

Teremos como objetivo principal buscar indícios de aprendizagem significativa e pontos que há necessidade de enfatizar com os alunos ao longo do curso.

Pré-teste 1- *“Acredito que: ondas sonoras emitidas em frequência mais alta do que a faixa do audível; peça de tradução de leitura de vibração mecânica para elétrica (luz; imagem)”*.

Pós-teste 1- *“O aparelho de ultra-sonografia trabalha com os conceitos: corrente elétrica alternada; campo magnético alternado; ondas mecânicas ultrassônicas (frequência acima do som); ondas eletromagnéticas; piezoelétricos; reflexão; absorção; densidade; polarização; pressão. A justificativa está na descrição do funcionamento na questão 2”*.

Análise das respostas à questão 1- Escreveu vários conceitos, embora não escreveu nenhum conceito relacionado à formação de imagens no monitor de televisão, o que nos fornece indícios de que a aluna aprendeu significativamente o funcionamento do aparelho de ultra-sonografia, mas não fornece indícios da aluna ter aprendido como se dá a produção de imagem no monitor de televisão.

Pré-teste 2- *Não respondeu**.

Pós-teste 2- *“A máquina de ultra-sonografia é formada por fonte, material piezoelétrico polarizado, transdutor e monitor. O transdutor é o responsável pela “leitura”, e é nele que está o material piezoelétrico (é a parte que entra em contato com o corpo do paciente). A fonte de corrente alternada gerará um campo magnético alternante na região próxima ao material piezoelétrico. Como este material está polarizado, a tendência das cargas negativas será a de oscilarem à medida que o campo magnético varia, provocando assim uma alteração na espessura deste material. Esta variação de espessura gerará, por uma diferença de pressão, ondas de frequência acima do som (daí o nome “ultrassom”), que atravessarão o corpo do paciente. Uma vez acontecido isso, essas ondas serão mais refletidas (pelo que for mais denso) ou menos refletidas (pelo que for menos denso). É assim que adquire-se a diferença de intensidade no monitor. Refletidas, elas retornam ao transdutor, perturbando o material mais uma vez. Agora, está oscilação do material polarizado criará uma corrente elétrica alternada, que voltará pelo fio e será lida pelo aparelho de som, sendo decodificada em imagens no monitor”*.

Análise das respostas à questão 2- As respostas da aluna nos forneceram indícios de que a aluna aprendeu significativamente parcialmente o funcionamento do aparelho de ultra-sonografia. Não nos forneceu indícios de que aprendeu significativamente como as ondas de ultrassom geram corrente elétrica e como ocorre a produção de imagem no monitor.

Pré-teste 3- *“São materiais que, quando submetidos a um aumento de pressão, liberam uma carga elétrica. O cristal de quartzo é um exemplo deste tipo de material, e o funcionamento do “Magiclick” é baseado nisto”*.

Pós-teste 3- *“Um material piezoelétrico é um material que tem a propriedade de gerar corrente elétrica quando submetido a uma pressão. São exemplos: cristal de quartzo e algumas cerâmicas”*.

Análise das respostas à questão 3- Faltou mencionar que o material piezoelétrico é polarizado e que gera pressão a partir de corrente elétrica. Apresentou indícios de que aprendeu significativamente que o material piezoelétrico gera corrente quando submetido à pressão, mas não forneceu indícios de saber como isto ocorre e como o material piezoelétrico gera pressão a partir de corrente elétrica.

Pré-teste 4- *“Imagino que, uma vez que a luz pode ser considerada uma onda eletromagnética, a imagem formada na retina estimula os sensores nervosos deste local. Estes sensores, por sua vez, “traduzem” a imagem como pulsos elétricos, enviando esta “decodificação”, então, para o cérebro”*.

Pós- teste 4- *“Em nossa retina, temos bastonetes e cones. Os cones são os responsáveis pela diferenciação de cor (vermelho, verde e azul: RGB.). Quando a luz incide na retina, ela arrancará e dará mais energia cinética para os elétrons dos cones correspondentes à frequência da luz incidente. A frequência necessária para excitar um cone azul, por exemplo, será maior do que a para excitar um cone vermelho. Essa leitura é feita pelo nervo ótico”*.

Análise das respostas a questão 4- A resposta da aluna foi correta, mas faltou falar sobre a função dos bastonetes e relacioná-los ao efeito fotoelétrico. Mostrou haver aprendido significativamente a relação existente entre a incidência de luz branca em nossos olhos, ao efeito fotoelétrico, a como esta informação é levada dos nossos olhos até o cérebro e a nossa consequente visão das cores.

Pré-teste 5 Não respondeu*

Pós-teste 5-

“Efeito fotoelétrico, utilizado em postes de luz, visão, radiologia”.

Efeito Compton, semelhante ao efeito fotoelétrico, com a diferença de que há radiação que não é absorvida, também presente na radiologia.

Produção de Pares, útil na Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET)”.

Análise das respostas a questão 5- A resposta do pós-teste da aluna está dentro do esperado, já que não foi solicitado que explicasse os três tipos de interação da radiação com a matéria. A aluna citou as três formas de interação da radiação com a matéria bem como os exemplos trabalhados no curso, fornecendo indícios de que aprendeu significativamente quais são os três tipos de interação da radiação com a matéria, bem como os respectivos exemplos.

Pré-teste 6- Não respondeu*

Pós-teste 6- *“É graças ao efeito fotoelétrico que as imagens radiográficas são feitas. Os Raios-X incidem sobre as partes do corpo a serem escaneadas e é absorvido pelas mais densas. Isso porque a probabilidade de um fóton colidir com um elétron (gerando o efeito fotoelétrico) é maior em átomos maiores (quanto mais prótons, mais elétrons).”*

Análise das respostas a questão 6- Relacionou corretamente a densidade, à absorção e o efeito fotoelétrico, fornecendo indícios de aprendizagem neste tópico.

Pré-teste 7- Não respondeu*

Pós-teste 7- *“O efeito Compton é o “destruidor de imagens” na radiografia, pois, como parte da radiação não é absorvida, por reflexão ela acaba criando campos cinza na imagem gerada, gerando uma imagem que não equivale a estrutura humana real, em alguns pontos”.*

Análise das respostas a questão 7- Relacionou corretamente o efeito Compton com a distorção na imagem. Entretanto, os Raios-X não são refletidos, mas sim são absorvidos e reemitidos. Forneceu indícios de que aprendeu significativamente a relação entre o efeito Compton e a formação de imagens radiográficas.

Pré-teste 8- Não respondeu*

Pós-teste 8- *“O paciente ingere uma substância (exemplo Flúor 18), ligada a uma molécula orgânica (glicose ou iodo) que libera pósitrons. Como temos, em nosso organismo, elétrons, estes pósitrons encontram-se com estes elétrons, que é a aniquilação deste par matéria e anti-matéria. O resultado desta aniquilação são dois raios gama. Estes raios serão mais intensos na região do cérebro (ou tireóide) que estiver ativa. Assim, é o paciente que emite radiação, que é lida pelos detectores”.*

Análise das respostas a questão 8- A resposta apresentada pela aluna é completa e não apresenta nenhum erro conceitual, nos fornecendo indícios de que a aluna aprendeu significativamente como é utilizada a Aniquilação de Pares na Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET).

Pré-teste 9- Não respondeu*

Pós-teste 9- *“Alfa → é composta por dois prótons e dois nêutrons. É liberada por átomos com mais de 82 prótons, na busca de um equilíbrio. Por isso, é uma radiação ligada ao núcleo de átomos instáveis.*

Beta → pode ser beta “+” e beta “-”. A radiação beta é liberada quando um átomo busca igualar o número de prótons e de nêutrons do seu interior. Será beta “+” quando um próton se transformar em um nêutron e, beta “-” quando um nêutron se transformar em um próton. A beta “-” é um elétron e a beta “+” é um pósitron.

Gama → radiação formada a partir da aniquilação de pares, ou seja: quando um elétron encontrar sua anti-matéria, o pósitron, essas massas se transformam em energia, do tipo radiação gama. Para conservação de momento, dois raios gama são liberados perpendicularmente a direção de viagem do pósitron e do elétron.

Raios-X → pode ser a formação característica, onde um fóton incidente arranca um elétron de camada mais interna, cujo espaço é ocupado por outro de uma camada mais externa. Como o que estava na camada mais externa possuía mais energia, a energia em excesso é emitida na forma de Raios-X (quanto mais prótons, mais probabilidade de essa emissão ser de Raios-X.) Outra forma é por freamento: quando um elétron se aproxima de um núcleo, ele é freado, ou seja, perde energia cinética. Essa energia perdida é reemitida em forma de radiação, dependendo novamente da quantidade de prótons no núcleo para ser um Raios-X ou não”.

Análise das respostas a questão 9- houve um equívoco quando a aluna afirmou que apenas há a produção de radiação alfa quando há mais do que 82 prótons. Mencionou que há a emissão de radiação alfa para o átomo manter equilíbrio, mas na realidade o átomo é instável quando a força elétrica é maior do que a força nuclear forte.

Na radiação beta faltou colocar que quando um nêutron se transforma em próton há emissão também de um neutrino. A radiação gama não ocorre apenas quando matéria e antimatéria se encontram.

Explicou corretamente a produção de Raios-X, mas não explicou por que há a necessidade de haver um material com alto número atômico para que ocorra a sua produção.

Nesta questão a aluna apresentou indícios de que sabe significativamente parcialmente as características de cada tipo de radiação e de como elas são produzidas, pois apresentou os equívocos mencionados anteriormente.

Os alunos demonstraram não saber qual a definição de conceitos. Na primeira questão todos confundiram, pelo menos, algumas coisas mais gerais com conceitos. Também percebemos a importância de pedir aos alunos para escrever as respostas às perguntas antes das simulações computacionais feitas ao longo do curso.

Observamos, a partir da análise das respostas, que os alunos sabiam muito pouco sobre os conteúdos trabalhados durante a primeira parte do curso antes da aplicação. Depois da aplicação do curso, através da análise do pós-teste, percebemos que houve uma melhora significativa por todos os alunos, alguns mais do que outros. Relacionamos essas diferenças no aprendizado, principalmente, a maior ou menor participação em sala de aula, a possuírem ou não conhecimentos prévios anteriores ao curso e a disposição ou ausência dela para aprender (alguns alunos vinham de cidades do interior do estado, pegavam ônibus de madrugada para chegar no horário do curso e por isso ficaram em alguns momentos sonolentos, o que dificultava a estes prestarem atenção, refletindo, conseqüentemente, no aprendizado dos conteúdos utilizados no curso).

Também, através da análise, percebemos que o que os alunos sabiam antes do curso era geralmente descontextualizado, ou seja, às vezes sabiam os nomes, o que é, mas não sabiam relacionar tais conteúdos com suas respectivas aplicações. Muitas vezes, sabiam descrever, mas não sabiam explicar⁴.

A partir da avaliação das respostas dos alunos damos um *feedback* a eles com a análise das questões, pedimos para eles corrigirem suas respostas a partir de leitura do material, discussão entre os alunos e o professor. Na sequência reavaliamos as respostas dos alunos. Os pontos que percebemos que ainda não estavam claros, para os alunos, foram explicitados e reexplicados durante a entrevista que foi realizada no fim do curso.

Também percebemos, através da análise das respostas dos alunos, que é necessário explicar a eles o que são conceitos, que os Raios-X não são apenas produzidos em máquinas, retomar os equívocos apresentados por eles em suas respostas e os assuntos que não conseguiram explicar. Isto foi feito e seus resultados serão publicados em outros trabalhos.

CONCLUSÃO E CONTINUIDADE

Através da análise do que os alunos escreveram no pré-teste podemos perceber os reflexos de um ensino descontextualizado, pois os conceitos necessários para compreender o aparelho de

⁴ Para compreender melhor a diferença entre explicação e descrição pode-se consultar Treagust (2000).

ultra-sonografia, a produção de radiação e a interação da radiação com a matéria já foram explicados ao longo da vida acadêmica dos alunos e mesmo assim a maioria mostrou desconhecer os assuntos ou responder de forma bastante superficial, enfatizando a descrição em detrimento da explicação. Com a aplicação do mesmo questionário no fim do curso encontramos, como já foi visto, alguns indícios de aprendizagem significativa devido ao tratamento dado.

Seria possível, embora pouco provável, que encontrássemos resultados semelhantes mediante a uma abordagem tradicional⁵. Afirmamos pouco provável, pois há várias teorias de aprendizagem, por exemplo, a TAS, que nos embasamos, que fundamentam que para ocorrer uma aprendizagem significativa há a necessidade de contextualização, de levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, de haver diversas atividades para atender os alunos que aprendem de diversas formas: visual, auditiva e cinestésica.

Para diminuirmos a probabilidade dos resultados encontrados serem apenas por aprendizagem mecânica, foram feitas várias análises ao longo do curso: três testes, avaliação de Vêz de Gowin, análise de mapas conceituais evolutivos, entrevista semiestruturada, gravação de discussões dos alunos em situação de resolução de problemas e análise do ocorrido na sala de aula.

Também poderia ser utilizado um grupo experimental (aulas conforme a proposta) e um grupo de controle (aulas não embasadas na proposta), para haver a possibilidade de analisar as diferenças entre ambos os grupos. Esta abordagem, embora possível, é difícil de ser implementada, pela dificuldade de haver a formação de dois grupos que façam o curso simultaneamente.

Há a possibilidade também de aplicar o teste depois de algum tempo, para buscar indícios de aprendizagem significativa, já que a aprendizagem mecânica tende a permanecer pouco tempo na estrutura cognitiva no sujeito.

Finalmente, cabe reiterar que este trabalho, relata apenas uma parte (de cinco) de uma das implementações da proposta (até o momento foram quatro implementações, esta refere-se à quarta). Em outros, apresentaremos resultados das correções feitas pelos alunos no teste analisado nesse artigo, a análise dos demais testes aplicados (que já foram mencionados) e da correlação das análises dos diversos testes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. (2002). **Retenção e aquisição de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

BUSHONG, S. C. (2002). **Manual de Radiologia para Técnicos**. 8º ed. Houston: Elsevier Mosby.

DIMENSTEIN, R.; Netto, T. G. (2005). **Bases físicas e tecnológicas aplicadas aos Raios-X**. 2º ed. São Paulo: Editora SENAC.

DORNELES, P.; ARAÚJO, I.; VEIT, E. Simulação e Modelagem Computacionais no Auxílio à Aprendizagem Significativa de Conceitos Básicos de Eletricidade. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 1806-1117, setembro. 2008.

DURÁN, J. E. R. (2003) **Biofísica: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

GARCIA, E. A.C. (2002). **Biofísica**. São Paulo: Sarvier.

MOREIRA, M. A. (2005). **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

⁵ Tradicional no sentido de apenas serem utilizadas aulas expositivas e do professor não levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 4, 474-479, fevereiro. 1980.

MOREIRA, M. A. **La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud**: la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004.

TOULMIN, S. **La comprensión humana**: el uso colectivo y evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

TREAGUST, D.; HARRISON, A. In Search of Explanatory frameworks: an analysis of Richard Feynmann's lecture 'Atoms in Motion'. **International Journal of Science Education**, Perth, v.22, n. 11, 1157-1170, outubro. 2000.

O ENSINO/APRENDIZAGEM DE MECÂNICA QUÂNTICA NA LICENCIATURA EM FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO

Marcos Antônio Barros¹ [marcos_fis@hotmail.com]
*Universidade Estadual da Paraíba, CEP 58100-000
Campina Grande, PB - Brasil*

Olival Freire Jr. [olival.freire@gmail.com]
*Instituto de Física, Departamento de Física Geral, Universidade Federal da Bahia
Campus de Ondina, 40210-340, Salvador, BA - Brasil*

Resumo

O presente artigo se propõe, inicialmente, a descrever de forma detalhada o procedimento metodológico de nosso estudo em que foi priorizada a abordagem qualitativa. A opção por uma investigação qualitativa ocorreu em decorrência do contexto a ser investigado, bem como do problema que se colocava frente ao desafio de um estudo de caso sobre a formação de Professores de Física em relação à Mecânica Quântica, em curso de Licenciatura em Física. Propomos também, fazer uma breve descrição dos dados colhidos nas observações, nas entrevistas e nas diversas avaliações (provas e exercícios) realizadas em sala de aula, durante o acompanhamento da disciplina Estrutura da Matéria I, do curso de Licenciatura em Física na UFBA. Em seguida, sistematizaremos essas informações, de forma a poder ter uma visão mais acurada a respeito da formação desses licenciandos ser ou não adequada em relação aos fundamentos da Mecânica Quântica.

Palavras-chave: formação de professores de física, ensino e aprendizagem de Mecânica Quântica.

INTRODUÇÃO

Atualmente a Mecânica Quântica (MQ) é o fundamento teórico de muitas áreas da alta tecnologia moderna. O laser não seria imaginado sem a teoria quântica, sem ela não teríamos os semicondutores, sem os semicondutores não haveria o computador moderno e sem o computador moderno não existiriam coisas tão simples como o telefone celular. Dessa forma, há um despertar natural para esses fundamentos, uma vez que essa miniaturização da eletrônica e da nanotecnologia chama a atenção, faz parte da vida das pessoas e conseqüentemente exige dos cursos de formação uma instrução mais adequada e mais eficaz da MQ, no sentido de que os futuros professores possam inserir esses conhecimentos no Ensino Médio. No entanto, pesquisas realizadas nos últimos anos, por educadores brasileiros e estrangeiros, revelam que a maioria dos alunos que saem dos cursos de formação em Licenciatura em Física termina as disciplinas relativas aos fundamentos da MQ e suas aplicações, com sérias dificuldades conceituais (Ostermann e Ricci, 2005). Por conseguinte, a aplicabilidade desses fundamentos no Ensino Médio têm se revelado um verdadeiro desastre pedagógico, pois os professores de Física que ali lecionam não se sentem preparados, não dominam e nem sabem quais conteúdos ensinar.

Para esse quadro acima, a literatura tem nos mostrado ainda que o ensino de MQ nos cursos de Física tem sido muito formal e de difícil compreensão (Mannila et al, 2002; Greca and Freire, 2003). No entanto, as pesquisas não nos mostram por que a formação do licenciando em física é inadequada em MQ. Nessa direção, tendo optado por uma abordagem qualitativa de pesquisa, descrevemos e analisamos como se dá o processo de formação do licenciando em Física em relação ao ensino da disciplina Mecânica Quântica (MQ), utilizando-nos de vários métodos e instrumentos de coleta de dados que são peculiares e indicadores adequados para o entendimento da natureza do

¹ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências da UFBA.

nosso problema de pesquisa, como a observação direta (não participante), análises documentais e entrevistas.

Neste artigo, apresentamos a análise dos primeiros resultados dessa pesquisa² desenvolvida junto aos alunos da disciplina Estrutura da Matéria I, no oitavo período do curso de Licenciatura em Física da UFBA – noturno, levando em consideração os seguintes instrumentos de coleta de dados: a observação não participante, documentos didáticos (livro texto, provas e exercícios) e as entrevistas. A relevância desta pesquisa reside no fato de tratar-se de um estudo sobre a formação do professor de um componente curricular que, historicamente, tem demonstrado ineficiência no processo de ensino/aprendizagem.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Nossa opção por uma investigação qualitativa ocorreu em decorrência do contexto a ser investigado, bem como do problema que se colocava frente ao desafio de um estudo de caso sobre a formação de professores de física em relação à Mecânica Quântica (MQ), no curso de Licenciatura em Física da UFBA. Partimos do pressuposto de que a formação do licenciando em Física ainda na graduação possui falhas ou não é adequada no que se refere ao ensinamento dos fundamentos da MQ, no entanto não há estudos como este que propomos que mostrem por que ela é inadequada. Esta pesquisa se configura como um estudo de caso, em que descrevemos, em particular, os fatos e fenômenos encontrados neste estudo. Justifica-se a opção pelo estudo de caso, visto que sua essência é tentar esclarecer heurísticamente, situações reais vivenciadas por indivíduos em grupos, dentro de um contexto real, onde múltiplas fontes de evidências são expostas, oferecendo informações várias sobre “background” teórico que determina o estudo em questão. Assim sendo, Patton (2002) complementa com:

“os estudos de caso são particularmente úteis quando se pretende compreender determinados indivíduos, determinado problema ou uma situação particular, em grande profundidade” (p. 55)³.

Neste trabalho, utilizamos os dados da observação direta do tipo não participante, as provas realizadas e as entrevistas estruturadas realizadas com alunos e professor, após o término do curso. Entendemos que qualquer desses instrumentos utilizados na coleta de dados oferece uma leitura interpretativa que não encerra em si uma verdade absoluta. Entretanto, erros interpretativos podem ser minimizados pela variedade desses mesmos instrumentos. É importante acrescentar que o uso de cada um desses instrumentos, contudo, implicava sempre a um retorno às discussões teóricas, cujo desenvolvimento foi feito paralelamente à investigação empírica e às primeiras tentativas de escrever sobre o que o professor dizia ou escrevia e sobre o que o aluno perguntava. O esforço de evitar a simples descrição e buscar a integração entre observação e reflexão teórica e de articular os acontecimentos ali vivenciados tornou-se um movimento concreto, quase palpável, na medida em que circulávamos entre o material empírico e as leituras teóricas.

Escolha da amostra foi norteada pelo número de seis licenciandos do oitavo período, que cursavam a disciplina de Estrutura da matéria I. Levamos em consideração dois critérios básicos para a observação: alunos que participavam das aulas, fazendo perguntas, tirando dúvidas, procurando interagir de alguma forma e os que não participavam ou demonstravam pouco interesse pelos assuntos discutidos. Esses estudantes escolhidos, não apresentaram oposição à sua participação na pesquisa. Por outro lado, o professor que lecionou a disciplina naquele período, quando contatado sobre a possibilidade da realização da pesquisa em sua sala de aula, mostrou-se resistente. Com o

² Este trabalho se insere no âmbito de um projeto de tese, representando parte de um dos capítulos já concluído.

³ Tradução nossa.

passar dos dias e depois de muitas explicações, ele aceitou, mostrando-se disposto a contribuir conosco.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apresentamos aqui uma breve discussão sobre os resultados obtidos, pautados nas nossas ferramentas de coleta de dados, como: observações em sala de aula do tipo não participante, análises de documentos didáticos e entrevistas estruturadas, que são instrumentos peculiares e indicadores adequados de uma abordagem qualitativa. Esses instrumentos, comparados entre si, são capazes de oferecer uma leitura interpretativa, a fim de que, dessa forma, possamos contemplar, respondendo de forma abrangente, se os nossos objetivos foram ou não atingidos, ou seja, se o processo de formação do licenciando em Física em relação ao ensino de Mecânica Quântica (MQ) é ou não adequado e o seu por quê. No entanto, antes de iniciar essas discussões, é necessário esclarecer que, por questões éticas, resguardaremos o anonimato do professor e dos alunos envolvidos na pesquisa. Nesse sentido, usaremos letras acompanhado de um número, que corresponde à cidade e o aluno observado. Por exemplo: A2S (aluno 2 – Salvador). PS (professor – Salvador).

Estrutura da Matéria I é a única disciplina obrigatória oferecida aos concluintes da Licenciatura em Física, curso noturno, na UFBA, que trata, em parte, da introdução à MQ. Há outras disciplinas optativas que tratam, em seu currículo, dos aspectos da MQ, no entanto, a maioria dos alunos prefere cumprir o restante dos créditos com as disciplinas que dão ênfase à prática de sala de aula e suas metodologias, conforme eles argumentaram após as entrevistas com o pesquisador. Em paralelo, os alunos cursam uma disciplina obrigatória, em laboratório, cujo objetivo é a demonstração de experimentos que versam sobre fenômenos clássicos e híbridos (Espectro de absorção, Espectroscopia Óptica, Efeito Fotoelétrico, Medidas de Campos Magnéticos, Efeito Hall, experimento de Franck-Hertz, Interferômetro de Michelson, Efeito Faraday e Carga Específica do Elétron), totalizando 120 horas-aulas.

A nossa análise foi focada na parte teórica da sala de aula e não houve por nossa parte um acompanhamento aos alunos às aulas experimentais, que ocorreram durante o período da tarde no laboratório, lecionada por outro professor do departamento de Física. Durante as aulas da disciplina Estrutura da Matéria I, houve pouca interação entre a parte teórica e experimental. Por apenas uma vez o professor comentou sobre um dos experimentos realizados no laboratório, referindo-se à determinação experimental da constante de Planck, durante sua aula sobre o efeito fotoelétrico. Infelizmente, o experimento citado pelo professor não foi realizado, pois, segundo os alunos, o mesmo não estava funcionando.

O objetivo dessa disciplina, conforme explicitado pelo Professor, é descrever a matéria com um forte apelo à chamada “velha Mecânica Quântica”. Os assuntos contemplados em suas aulas seguiram o roteiro do livro de Caruso & Oguri (2006)⁴, começando pelo Atomismo na física, o movimento Browniano, a natureza clássica da luz, eletrólise de Faraday, os raios catódicos, a radiação do corpo negro e os modelos atômicos clássicos, como ele mesmo sinalizou durante sua entrevista:

“O eixo central desta disciplina é estudar o modelo desenvolvido para a matéria, no século XIX, ao modo microscópico, envolvendo diversas teorias: a clássica, eletromagnetismo, um pouco de teoria da relatividade restrita e MQ; então ela tá envolvida com diversas teorias da física. Mas, o eixo central é... o que me parece...”

⁴ F. Caruso & V. Oguri: Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

a estrutura... é uma disciplina... até quanto você pode descrever a matéria no modelo clássico. O problema da crise toda na teoria clássica, tá certo? em descrever a matéria e a radiação, então isso é o que é importante. Muita gente acha que é MQ, mas eu acho que não é MQ. Tem que começar pela teoria cinética dos gases, desenvolver tudo isso até as equações de Schroedinger e algumas aplicações”.

Ao expor os objetivos da disciplina, o professor contempla em parte a sua ementa, uma vez que em sala de aula, o professor reconhece e sugere que os alunos deveriam fazer uma disciplina de introdução à MQ, pois o objetivo desta disciplina (EM I) não chega a um estudo mais profundo da Quântica e nem conceitual, sugerindo a criação de uma nova disciplina para o curso noturno, com esses objetivos. Para o que ele chamou de MQ, o professor destinou em torno de três semanas e uma aula extra, conforme nossas anotações, de todo o conteúdo, destinado, conforme a ementa, a “conhecer a equação de Schroedinger e fazer algumas aplicações”. Nas nossas anotações de sala de aula, os assuntos referentes à MQ, foram os seguintes:

- Efeito fotoelétrico e efeito Compton;
- Átomo de Bohr;
- Experimento da dupla fenda com elétrons; onda de matéria de De Broglie;
- A interpretação probabilística de Max Born;
- Princípio da Incerteza;
- Equação de Schrödinger e aplicações (aula extra).

Ao longo das observações realizadas em sala de aula ou na análise de suas provas e entrevistas, constatamos várias discrepâncias, com relação aos assuntos que envolviam conteúdos realmente quânticos. Se por um lado o professor descrevia alguns fenômenos quânticos utilizando ou incorporando elementos clássicos em suas explicações, por sua vez os alunos absorviam tal abordagem, expressando reações de continuidade da Física Clássica, como fruto apenas de uma “ruptura”, acrescentando-lhe elementos novos, como por exemplo, o fóton, que tem uma “dualidade” a seu favor, podendo passear por entre essas analogias. Dizia o professor:

- Nunca diga: uma hora ela é partícula, na outra ela é onda; isso tá errado!!!
- A luz, Srs., é o que é; eu não sei o que ela é. A manifestação da onda e da matéria sempre será como quanta;

Nessa aula, o professor desenha no quadro o esboço do que representa o experimento e o gráfico do efeito fotoelétrico, explicando cada etapa do fenômeno em questão. Surgem os seguintes diálogos:

- As pessoas devem entender o que é o quantum de luz; a hipótese é de que a luz é composta por pacotes de energia hf ou fóton de luz, capaz de arrancar elétrons da placa (PS1);
- Quando tiverem oportunidade, voltem ao laboratório para observar essa coisa da função trabalho do material que compõe uma célula fotoelétrica (PS1);
- Há alguma relação entre o quantum de luz e uma quantidade mínima de eletricidade? (A4S);
- Não; essas quantidades são diferentes e não se relacionam (PS1);
- Professor, como uma onda arranca um elétron? (A5S);
- Chacoalhando o elétron com bastante energia. No efeito fotoelétrico, senhores, um fóton é completamente absorvido por um elétron. (PS1).

O professor continua a aula, desenvolvendo a equação referente ao fenômeno discutido, acompanhando a sequência linear do livro citado acima. No entanto, o professor não realiza exercícios com os alunos, o que eles se questionam afirmando que talvez tenha sido isso que gerou o péssimo rendimento na primeira avaliação:

- Talvez isso tenha influenciado nos resultados, comenta (A2S).

- Nem precisa ele resolver, os exercícios já estão resolvidos, comenta (A3S), referindo-se ao livro de exercícios adotado pelo Professor.
- O que eu queria era que ele tirasse as dúvidas, acrescenta (A3S);

Na entrevista, A3S repete o que disse em sala de aula, esclarecendo:

“Olha eu resolvi muitos problemas, estavam fáceis e repetitivos no livro de exercícios. Fiz resumos para tentar entender cada assunto, mas não fizemos exercícios conceituais, como você deve ter notado. Eram as questões prontas do livro de exercícios (Caruso & Oguri, 2009)⁵. Tiramos Xerox do livro e era só repetir o que estava ali”.

Em uma das avaliações realizada com a turma, o professor solicitou dos alunos que respondessem a seguinte questão sobre o efeito fotoelétrico:

Questão 2- (2 pontos) Sobre o “efeito fotoelétrico” responda as questões a seguir.

- Qual a hipótese de Einstein para explicá-lo? Escreva a equação básica do modelo de Einstein e o significado de cada termo.
- Sabendo que num dado metal o comprimento de onda correspondente ao limiar do efeito fotoelétrico é 3.400Å , determine: (i) a função trabalho (em eV), (ii) a energia cinética máxima dos fotoelétrons ejetados por uma luz de comprimento de onda 2.000Å .

Dos nossos alunos observados, no total de seis, apenas três responderam a proposição (a) da questão acima, denotando uma boa compreensão do fenômeno, desvinculando corretamente a intensidade da radiação incidente com a energia dos elétrons emitidos pelo metal, atribuindo essa liberação a uma determinada frequência dessa radiação, a exemplo do aluno (A2S):

- Einstein concluiu que esta propriedade deveria ter uma dependência com a frequência da luz que incidia no metal e não com a intensidade. Ele observou que como a energia de uma onda eletromagnética depende da frequência, ele sugeriu que a luz deve transportar energia em quantidades bem definidas, que mais tarde foi denominada de quantum de energia.

A aula seguinte foi dedicada a explicar e desenvolver no quadro todo o aparato matemático necessário para o modelo atômico de Bohr. Houve alguns comentários entre professor e alunos a respeito da teoria envolvida, que dizem respeito à inclusão desse assunto no Ensino Médio:

- Esse é um dos poucos assuntos que trabalho em sala de aula... Faço isso na quarta unidade do primeiro ano (A2S);
- Eu também... Só que no final do terceiro ano e para quem quer... (risos)... Poucos vão.(A4S)

O professor corrige algumas distorções conceituais, notadamente no que se refere ao modelo pensado por Bohr, diferentemente do imaginado por Rutherford, causando certo desconforto em alguns dos alunos observados. Observamos que alguns comentários ditos pelo professor durante essa aula, ou não foram compreendidos ou não estavam de acordo com o que alguns alunos estavam esperando ouvir. O professor foi coerente em suas explicações, diferentemente de alguns alunos que continuaram expressando seus pensamentos em função do modelo de Rutherford, gerando algumas confusões a esse respeito. Por outro lado, esperávamos que o professor tivesse aproveitado o momento para enfatizar a diferença conceitual entre o elétron em uma órbita quantizada no modelo semiclássico de Bohr e o elétron em um orbital atômico, no qual o atributo “posição” não está bem definido.

⁵ Caruso & Oguri. Física Moderna. Exercícios resolvidos. Ed. Elsevier; Rio de Janeiro, 2009.

Verificamos essas falsas concepções numa das questões da prova, quando eles foram solicitados que respondessem a seguinte questão:

Questão 3 – (2 pontos) Sobre o modelo de Bohr do átomo de hidrogênio, responda:

- Descreva o modelo e seus postulados.
- Quais são a energia, momento e comprimento de onda de um fóton emitido pelo átomo de hidrogênio ao fazer uma transição direta de estado excitado com $n=4$ para o estado fundamental?

Em se tratando da questão sobre modelo atômico de Bohr, a maioria dos respondentes associa esse modelo ao de Rutherford, imaginando elétrons como “bolinhas” que giram em torno do núcleo, mantendo suas órbitas definidas, absorvendo ou liberando energia na mudança de órbita e com uma estrutura semelhante ao sistema solar. Vejamos:

- Assemelha-se ao modelo planetário pensado por Rutherford; a diferença é que os elétrons como “bolinhas” passam a ter órbitas definidas. (A1S).
- O modelo do átomo de Bohr foi uma junção do modelo atômico de Rutherford com as ideias de Planck. Rutherford sugeriu que o átomo tinha uma estrutura semelhante ao sistema solar, em decorrência de suas experiências com o bombardeamento de folhas de ouro com partículas alfas. Esse modelo apresentou problemas, no sentido de que ao se movimentar em torno do núcleo, emitindo radiações, o elétron iria colidir com o núcleo, colapsando o átomo. Para Bohr, não deveria haver emissão de radiação, enquanto orbita em torno do núcleo. (A2S).

Essas são premissas bastante arraigadas nas concepções dos alunos, parecem vir ainda do Ensino Médio e foram fortemente reforçadas durante as aulas, no contexto de que a ideia de “bolinha” foi constantemente mencionada por professor e alunos, não só nessa aula, mas também durante o experimento da dupla fenda. Vez ou outra o professor enfatizava que o elétron é uma “bolinha”, o que terminou por disseminar entre os alunos uma perspectiva clássica para as partículas microscópicas. Possivelmente, por causa desse reforço na falsa concepção para elétrons, como nos observa Greca *et al.* (2001), muitos dos alunos que cursaram a disciplina de MQ em sua pesquisa, continuaram associando conceitos clássicos a fenômenos quânticos.

Não houve por parte do professor, nenhuma utilização de tecnologias associadas ao ensino. Recursos do tipo áudio visual, experimentos virtuais e outras ferramentas metodológicas não foram usados durante suas aulas, resumindo-se ao ensino tradicional com uso de lápis e quadro branco. O professor parece repetir um modelo de ensino de sua época de graduação no curso de Bacharelado em Física, com aulas predominantes expositivas, inclusive utilizando-se dos mesmos instrumentos classificatórios de avaliação. A ideia de formação de professores é ainda pautada no modelo tradicional, ou seja, na reprodução de conhecimentos cristalizados, prontos.

Na entrevista, ele admite suas limitações para o ensino da disciplina Estrutura da Matéria I para licenciandos, dizendo-se iniciante e angustiado com o rumo que ela poderia tomar. Faz crítica à estrutura da atual disciplina, incentivando os alunos a irem ao departamento de Licenciatura em Física, solicitarem uma disciplina introdutória de MQ, exclusiva para licenciandos, em que a “dualidade” fosse o pilar central desse curso:

- Eu acho que uma abordagem branda sobre MQ, do tipo da dualidade, é o ideal para vocês; essa é a abordagem que vou tentar administrar neste curso, pois essa é a primeira vez que leciono esta disciplina e, portanto, deverá ter um aspecto diferente, mais flexível. Eu não sei, mas talvez seja este o caminho para se inserir Física Moderna no ensino médio (P1S);

Embora tenha demonstrado uma preocupação com aquela disciplina que havia lecionado, tendo em vista que não era uma disciplina própria para os ensinamentos dos fundamentos quânticos, quando teve, no final do curso, a oportunidade de ensinar somente os princípios quânticos, ele não o fez, continuou enfatizando uma essência semi-quântica, apelando fortemente para o aspecto matemático.

Esse procedimento distanciou suas aulas das competências e habilidades sugeridas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais, para a formação de professores. Isso ficou notório, por exemplo, quando nas aplicações de autovalores do observável energia, para alguns potenciais particulares (poço infinito, degrau de potencial e barreira de potencial), exigiu-se apenas o raciocínio dedutivo, fazendo com que os alunos decorassem uma sequência de resolução, ao invés de alertar, também, para uma compreensão das bases conceituais decorrentes desses fenômenos analisados e de suas relações com o funcionamento e o uso de equipamentos tecnológicos recentes, a exemplo dos microscópios de tunelamento.

A exemplo disso, o aluno A4S revela, na entrevista, que as suas dificuldades foram com relação aos conceitos e à ferramenta matemática, vejamos:

“Olha, os conceitos são assustadores... Né? Sem enfeitar muito o discurso, os conceitos são assustadores. Só não é mais assustador, porque a nível microscópico a gente não vivencia essas coisas por aí, tomando susto em cada esquina. Mas os conhecimentos são abstratos, e muito... Ah... Surpreendentes. No entanto, a dificuldade principal eu acho que é o tratamento matemático. Nosso professor não enfatizou muito na resolução de problemas, pois o tratamento matemático não é trivial e é bem sofisticado; faltaram evidências”.

Durante as aulas sobre a experiência da dupla fenda com a luz, a maioria dos alunos observados admite a existência da difração e da formação de um padrão de interferência. No entanto, quando o professor declarou, durante a aula, que o experimento da dupla fenda já era conhecido deles, e que eles já tinham estudado esse assunto na óptica ondulatória, uma apreensão generalizada tomou conta da turma, entreolhando-se e balançando a cabeça negativamente, em especial os alunos A1S, A5S e A6S. Isso ficou mais fortemente evidente, quando da explicação relativa à difração de fótons ou de elétrons. A maioria não apresentou um bom domínio na interpretação desses fenômenos, em especial quando no experimento era solicitado apenas um fóton por vez. Confuso, o aluno A4S pergunta como isso seria possível, não obtendo uma resposta esclarecedora do professor e nessas circunstâncias, a questão da “dualidade” tornou-se o aporte usado para explicar essas estranhas aparências dos fótons/elétrons, como partícula ou como onda.

- Tudo isso pessoal, é muito estranho! Isso é a dualidade. Os elétrons e demais partículas subatômicas não são nem partículas clássicas e nem ondas clássicas. E como conciliar essa coisa? Isso só foi resolvido com a interpretação probabilística de Max Born (P1S);

Em aulas seguintes, utilizando-se do mesmo experimento, o professor utilizou, como exemplos, balas de uma metralhadora incidindo sobre as fendas e posteriormente elétrons emitidos por uma fonte térmica aquecida. Ao comentar a experiência, o professor não deixa clara a relação entre o diâmetro das balas e as larguras das fendas, gerando dúvidas, que levaram o aluno A2S a perguntar por que não via aquilo acontecendo no dia a dia. Como resposta o professor apenas desenhou no anteparo pontinhos representativo do toque das balas e no outro anteparo os diversos pontinhos brilhantes de elétrons incidentes, com ênfase atrás das fendas. Não houve preocupação em mostrar esses experimentos de outra forma, inclusive não dando ênfase à contribuição do aluno A2S quando sugeriu o uso de dois experimentos virtuais, encontrados na NET, que segundo o aluno mostrava os fenômenos sugeridos pelo professor naquela aula, de forma gráfica, ilustrativa e mais concreta:

- Professor, o Senhor já viu na net um programinha chamado de Dr. Quantum sobre essa experiência? Tem também um experimento virtual usado pela professora Fernanda da UFRGS, dando conta do experimento da dupla fenda com diversas partículas, onde se pode observar nitidamente isso que o Senhor tá dizendo, inclusive usando outras partículas (A2S);
- Já, os resultados ali são muito bons (P1S);

O professor apenas ressaltou que o acúmulo de elétrons no ponto central do anteparo, representava a superposição construtiva, típico de uma interferência quântica e que essa maior intensidade denotava uma maior probabilidade de atuação dos elétrons naquele local, resolvido através da interpretação probabilística de Max Born. Nesse contexto, o professor explica o problema da medida, usando expressões como:

- Se você resolver olhar por onde esse elétron está passando, você irá interferir no sistema e deverá destruir o padrão ondulatório e o elétron será considerado uma partícula; sem olhar o padrão ondulatório será mantido. Na verdade pessoal isso passa a ser chamado, a partir de hoje, de colapso da função de onda. Seria uma forma de você gerar um obstáculo à onda, um bloqueio que se produz e aí você destrói o padrão de onda, tornando-a corpúsculo. (P1S).
- Então professor, esse fenômeno é dual? E se eu olhar estraga o experimento? É isso? (A3S);
- É... se você medir, altera o estado do sistema, ou seja, as franjas de interferências viram bolinhas. Srs. o universo conspira para que isso aconteça (P1S);
- Professor, o elétron se divide nas fendas? Ele sabe que está sendo observado? (A2S);
- Não sabemos o que acontece; a natureza não nos permite verificar. Para Bohr, não faz sentido perguntar por onde o elétron passou (P1S);
- Isso tá mais para bruxaria, Professor (risos) (A3S);

O colapso no ato da medida foi discutido acima, sem que houvesse por parte do professor um esclarecimento sobre esse postulado. Os alunos “aceitaram” passivamente as consequências da medição, demonstrando interesse pelo assunto. Percebemos ainda, que o professor baseou suas explicações na interpretação usada por Bohr, no entanto, ele fez isso não por ter dado um caráter filosófico ao contexto de suas aulas, até porque ele nunca teve contato em sua formação com esses aspectos filosóficos da MQ, como ele mesmo informou na entrevista, mas muito mais por intermédio do livro texto (Eisberg e Resnick⁶), que fundamenta suas informações na interpretação de Copenhague (inclusive reservando uma seção na página 113), para abordar a filosofia da MQ. Notadamente, por duas vezes ao longo do curso, o professor cita Bohr, quando afirma:

- Para Bohr, um fenômeno é ou corpuscular ou ondulatório, mas nunca os dois ao mesmo tempo.
- Para Bohr, não faz sentido perguntar por onde o elétron passou.

Além disso, não houve em nenhum momento do curso, interesse em outras interpretações para os poucos fenômenos quânticos ali abordados.

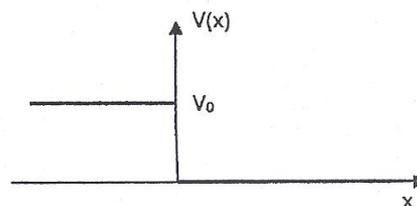
As aulas seguintes foram dedicadas ao tipo de função destinada a descrever o comportamento ondulatório da matéria, através da equação de Schrödinger dependente do tempo, com intenção de calcular a energia e o estado de um sistema quântico. O professor descreve todo aparato matemático da função de onda, com aplicações de autovalores do observável energia, para alguns potenciais particulares (poço infinito, degrau de potencial e barreira de potencial). Os alunos parecem compreender ou acompanhar o desenvolvimento matemático, no entanto, postos a resolverem e explicarem na prova a questão abaixo, relativa a esses assuntos, não responderam a letra “c”, parecendo-nos que não houve uma compreensão satisfatória do formalismo descrito em sala de aula. Vejamos:

⁶ Eisberg e Resnick. Física Quântica. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 1979.

Questão 4 – (3 pontos) A equação de Schrödinger em uma dimensão espacial é dada por:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x, t) + V(x) \psi(x, t)$$

- Escreva sobre a "Interpretação probabilística".
- Escreva sobre o "Princípio de incerteza".
- Obtenha a solução da equação de Schrödinger para os estados estacionários submetida ao potencial dado pelo gráfico ao lado, para o caso em que a energia total da partícula $E < V_0$



Apenas três alunos (A2S, A4S e A5S) responderam as questões (a) e (b) do problema acima. Para a proposição (a), os respondentes identificaram a interpretação probabilística de Max Born, apenas como uma função estatística com o objetivo de quantificar um fenômeno quântico, em oposição ao seu lado teórico que caracteriza as grandezas quânticas não comutáveis. Assim, na proposição (b) quando solicitados a responderem sobre o princípio da incerteza, a maioria não consegue estabelecer diferenças entre os observáveis clássicos e quânticos. Parece não entender que na MQ nem sempre os observáveis são compatíveis entre si, como por exemplo, determinar simultaneamente a posição e o momento linear para um objeto quântico. Apesar de o professor ter descrito coerentemente o princípio da incerteza, mostrando suas equações heurísticas, não houve uma compreensão satisfatória para o que significa esse princípio, uma vez que seus parâmetros (posição e momento, energia e tempo) estão fortemente atrelados aos nossos conceitos clássicos de partículas, reforçados pela quantificação do princípio a partir de dois exemplos (um elétron e um grão de areia) resolvidos no quadro, dando ênfase a impossibilidade de conjecturar esse princípio no mundo macroscópico.

Para a resposta da letra "b" dessa questão, o aluno A2S respondeu:

"O princípio da incerteza quer dizer que não podemos determinar com a mesma precisão a posição e o momento de uma partícula. Este princípio é melhor ilustrado no experimento da dupla fenda com elétrons, onde é inserido uma lâmpada entre a barreira com as fendas e o anteparo para poder determinar por qual das fendas o elétron passou. Antes da inserção da lâmpada podemos determinar com boa precisão os momentos dos elétrons que atingem o anteparo, mas a posição é dada por distribuição de probabilidade. Ao inserirmos a lâmpada a posição do elétron passa a ser bem definida, mas o momento passa a ser desconhecido, a figura de interferência no anteparo desaparece."

A partir da resposta do aluno A2S, fica perceptível que o mesmo ao se referir a simulação observada por ele na NET, facilitou a sua compreensão, inclusive acrescentando à sua resposta um elemento novo (a lâmpada), que não foi abordado em sala de aula, no papel do observador.

Notamos que poucas reflexões foram realizadas e conceitos importantes foram relegados a rápidas informações, às vezes distorcidas ou insatisfatórias, a exemplo do conceito de estado quântico e superposição linear de estados quântico. Quando solicitado a responder sobre o conceito de estado quântico, o professor termina definindo um "observável" clássico, deixando os alunos confusos e sem uma noção de estado e observável quânticos. Vejamos:

- Você sabe definir o estado de um objeto clássico? Então, é a mesma coisa... É... Quando você determina a posição de um objeto dentro da sala, através de sua velocidade, momento, energia, tempo, etc.

Posteriormente, por ocasião da explanação e dedução heurística sobre princípio da incerteza, através de um gráfico de um pacote de onda, o professor volta a ser indagado sobre a definição de estado quântico, dando a seguinte definição:

- É o estado quântico que representa uma partícula localizada em uma região do espaço e representada pela função $\Psi(x,t)$. (P1S);

Quando perguntamos aos alunos, na entrevista, os que eles entendiam por estado quântico, obtivemos as seguintes respostas:

- É um estado bem definido, com níveis bem definidos. (A1S);
- Ainda não sei... Tenho que estudar mais. (A2S);
- Não... Sem chance. Foi um curso mais técnico, sem conceitos, sem teorias e não tivemos incentivo para isso.(A3S);
- Eu não tenho segurança pra falar; não... Não sei exatamente o que é estado quântico. Mas me parece que tem haver com o estado de energia das partículas quânticas, eu acho. (A4S);
- Refere-se a uma função de onda, que na verdade não existe. Seria um pacote de onda onde você tem a probabilidade de ter um elétron ali. Então, estado quântico é uma região onde temos uma probabilidade de encontrar o elétron, sendo que o estado carrega o elétron. (A5S);
- É algo similar ao estado termodinâmico, a partir do qual descrevemos suas propriedades, considerando essa comparação grosseira, ou seja, podemos descrever as propriedades quânticas de um sistema através do seu estado, como posição e momento, por exemplo. Talvez seja isso, assim nessa analogia. (A6S).

Como podemos verificar, faltou um enfoque mais amplo sobre os conceitos de estado quântico e superposição de estados quânticos, mostrando que, assim como ondas clássicas e vetores geométricos, os estados quânticos também podem ser superpostos gerando outros estados quânticos. Notadamente, analisando a tabela acima, o conceito de estado e observável quântico não ficou bem definido, gerando insegurança e falta de informação adequada ao seu conhecimento, com definições voltadas aos conceitos clássicos de sistemas macroscópicos, como por exemplo, o estado termodinâmico.

Em nossas conversas iniciais e informais, o professor nos alertou para uma discrepância existente entre licenciandos e bacharelados, demonstrando que na formação do professor de Física não lhe é necessário um aprofundamento maior da MQ, apenas uma moderada compreensão da sua ruptura com a Física Clássica (FC). Sentimos ainda em sua declaração que o professor compara os licenciandos do turno da manhã com os do noturno, aprovando que no turno da manhã há uma relação natural e benéfica entre os bacharelados e licenciandos, de tal forma que há um núcleo comum entre os cursos, e que a disciplina Estrutura da Matéria I (EM I) ali ministrada é nivelada “por cima”, ou seja, o conhecimento físico que o licenciando deve adquirir, deve se amoldar ao do bacharelado, o que não ocorre no curso noturno.

Esse tipo de pensamento tem sido apontado, como mostramos na nossa revisão de literatura, como um pensamento estagnado, ao tempo em que se tornou um gargalo ou um dos obstáculos à melhoria na formação daqueles futuros professores de Física em relação aos fundamentos da MQ. Quando perguntado sobre quais assuntos, relativo à MQ abordaria no Ensino Médio, a maioria dos alunos observados foi enfática ao afirmar que “não se sentiam seguros”, que “foi um curso altamente técnico”, que “deveria ser mais teórico”, que “foge a realidade dos alunos do Ensino Médio”, enfim mostrando-nos que há de fato uma inadequação acentuada, definida em função da formação de licenciandos em física em relação aos fundamentos da MQ.

CONCLUSÃO

A Licenciatura de Física apresenta lacunas e inadequação no que se refere ao ensino dos fundamentos da MQ. Essa inadequação começa com a inclusão de conteúdos clássicos, semiclássicos e quânticos em uma única disciplina que serve como aporte para o entendimento necessário à teoria quântica. Entendemos que esses conteúdos trabalhados na disciplina em questão são essenciais à formação do professor, no sentido de que eles são fundamentais para o desenvolvimento inicial da Física Moderna, e realiza bem o seu papel em difundir a Estrutura da Matéria. No entanto, acrescentar ao final dessa disciplina aspectos superficiais e fragmentados da MQ não produziu bons resultados e de um modo geral a análise dos nossos resultados mostram que, apesar das aceitação dos alunos a dualidade dos fótons e elétrons, a maioria não consegue compreender o seu real significado, contempla o lado clássico dado às partículas e não se apresenta preparada para a inserção desse conteúdo no ensino médio. Além disso, a aplicabilidade desses conteúdos quânticos ocorreu de forma tradicional, com um forte apelo matemático e sem uma discussão conceitual e filosófica de seus fundamentos.

Nessas circunstâncias, acreditamos que para uma formação adequada deve-se apelar não apenas para uma exigência maior sobre a conceituação dos fenômenos quânticos possíveis de ser abordados, mas também para uma mudança na postura do professor formador, aberto à contextualização e à interdisciplinaridade, articulador e facilitador, voltando-se para a utilização de ferramentas metodológicas que ampliem o processo de aprendizagem de seus alunos, tendo sempre em mãos o desenvolvimento das competências e habilidades sugeridas nos documentos oficiais para licenciandos.

REFERÊNCIA

- GRECA, I. M & FREIRE, O. Jr. Does an emphasis on the concept of quantum states enhance student's understanding of Quantum Mechanics? **Science & Education**, v.12, p. 541-557, 2003.
- GRECA, I. M; MOREIRA, M. A; HERSCOVITZ, V. Uma proposta para o ensino de mecânica quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.23, n. 4, p. 444-457, dez. 2001.
- OSTERMANN, F; RICCI, T. S. F. Conceitos de Física quântica na formação de professores: relatos de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 22, n. 1, p. 09-35, abr. 2005.
- MANNILA, K *et al.* Building a Picture of student's conceptions of wave and particles-like properties of quantum entities. **European Journal of Physics**, v.23, p. 45-53, 2002.
- PATTON, M. Q. **Quantitative research and evaluation methods**.3. ed. California: Sage Publications, Inc; 2002.

O PLANISFÉRIO LUNAR COMO INSTRUMENTO AUXILIAR NO RECONHECIMENTO DAS FASES DA LUA

Adriano Pieres [0036980@vortex.ufrgs.br]

Maria de Fátima Saraiva [fatima@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil*

Odilon Giovannini [ogiovannini@gmail.com]

*Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – UCS
Campus Caxias do Sul, 95070-560, Caxias do Sul, RS - Brasil*

Resumo

O planisfério lunar é um dispositivo para auxiliar no reconhecimento das fases da Lua e na compreensão de como elas ocorrem. Baseados em um modelo pronto existente para o hemisfério norte, em língua inglesa, fizemos uma versão em português para o hemisfério sul. Neste trabalho apresentamos o planisfério, explicamos como pode ser usado e discutimos a nomenclatura usada para identificar as fases lunares.

Palavras-chave: Astronomia - fases da Lua – planisfério lunar

INTRODUÇÃO

“Nem todos que admiram um crescente da Lua são capazes de dizer, corretamente, se ela é Nova ou, ao contrário, Minguante”
Perelman, 1940, p. 81.

Por ser o astro mais brilhante do céu depois do Sol, a Lua chama a atenção e encanta as pessoas mesmo nas grandes cidades, onde a poluição luminosa obscurece a maioria das estrelas. Isso torna o estudo de nosso satélite uma porta de entrada para o Ensino de Astronomia que pode ser mais bem explorada.

A causa das fases da Lua é conhecida desde a antiguidade, tendo sido explicada por Aristóteles, no século III AC (Oliveira Filho & Saraiva, 2004, p. 40). Apesar de fácil observação, o ciclo lunar não um fenômeno de fácil compreensão, e são poucas as pessoas que entendem por que ele ocorre ou mesmo que reconhecem a fase em que a Lua se encontra apenas observando sua aparência no céu.

A aparência da Lua em determinada fase é diferente quando observada de hemisférios opostos da Terra; observadores em altas latitudes do hemisfério sul vêem a Lua na fase Quarto Crescente com a metade esquerda iluminada; ao passo que observadores de altas latitudes do hemisfério norte vêem a Lua, na mesma fase, com a metade direita iluminada. É de fácil confusão para quem se guiar apenas pelo aspecto de “C” ou “D” de nosso satélite para saber se a fase é crescente ou minguante, mas o observador atento vai perceber que, nas fases crescentes, independentemente da latitude do local, o lado iluminado está sempre voltado para leste e, nas fases minguantes, o lado iluminado está sempre voltado para o oeste. Uma explicação mais detalhada sobre este assunto pode ser encontrada em Saraiva et al., 2007.

O planisfério lunar¹ é um instrumento que tem o objetivo de auxiliar no reconhecimento das fases lunares e também na compreensão de por que elas ocorrem. Pelo motivo exposto no parágrafo

¹ Embora não se trate de uma esfera planificada, adotamos o nome “planisfério das fases lunares” pela semelhança do dispositivo com os planisférios celestes, no sentido de que, como estes, é formado por dois círculos, um girando sobre o outro.

anterior, um planisfério lunar projetado para o hemisfério norte não serve para o hemisfério sul e vice-versa; no caso de latitudes equatoriais nenhum dos dois é perfeitamente adequado.

Neste trabalho apresentamos um planisfério lunar adequado para latitudes da região sul do Brasil ou de qualquer localidade do hemisfério sul com latitudes tão extremas ou mais do que aproximadamente 30° S.

O PLANISFÉRIO LUNAR

O presente planisfério lunar é uma adaptação da “Moon Gazer’s Wheel”, de Bob Crelin (2009), feito para o hemisfério norte. É formado por um disco inferior, maior, e outro superior, menor, solidariamente unidos por uma presilha, que permite que um disco gire livremente sobre o outro. O disco superior possui um corte em “V”, cujo espaço permite visualizar, no disco inferior, a fase da Lua que se quer identificar. O planisfério lunar para latitudes do sul do Brasil está disponível para efetuar o “download” para impressão na rede (<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/planlunar/planisferio-lunar-hem-sul.pdf>) e pode ser visualizado na figura 1, onde aparece a frente e o verso do disco inferior e o disco superior. Na página onde está disponível o planisfério encontram-se também as instruções de montagem.



Figura 1: Páginas do arquivo para impressão do planisfério lunar disponível para download.

USO DO PLANISFÉRIO LUNAR

Através deste planisfério o observador poderá:

1. Identificar a fase correspondente da Lua no céu;
2. Identificar com certa precisão angular a geometria das posições relativas entre a Terra, a Lua e o Sol em cada fase e comparar a forma aparente da Lua com a porção do disco iluminado voltado para a Terra na fase correspondente;
3. Identificar aproximadamente a hora de nascimento e de ocaso da Lua;
4. Identificar as horas do dia em que a Lua é visível no céu;
5. Identificar o tempo decorrido em dias a partir da última Lua Nova (primeiro dia do ciclo lunar).

A intenção com o uso do planisfério é que o usuário compreenda o movimento da Lua em torno da Terra e sua posição relativa com o Sol, bem como a razão pela qual a forma aparente da Lua muda dia a dia.

O reconhecimento da fase pode ocorrer durante o período diurno ou noturno, desde que a Lua esteja visível no céu. Após encontrar a Lua, procede-se ao giro do disco superior (o disco superior sempre

fica com o recorte em “V” para cima), até que a figura dentro do recorte em “V” tenha a forma mais parecida com a da Lua no céu. Cumprido este passo, pode-se ler a fase em que se encontra a Lua, escrita sobre a representação da Lua, no recorte do disco. Acima do “V”, no disco inferior, estão impressas ilustrações com o aspecto que a Lua possui para um observador externo que olha o plano da órbita da Terra e da Lua, estando numa linha perpendicular a esses planos. Nota-se que, em todos os casos, apenas metade do disco lunar é iluminado pelos raios solares ao longo de sua órbita. Porém, a fração iluminada desse disco que vemos, da perspectiva geocêntrica, varia, indo de um mínimo (Lua Nova), passando pelo Quarto Crescente até chegar à totalidade da superfície lunar visível iluminada, quando é Lua Cheia. Após, volta a diminuir passando pela fase Quarto Minguante e voltando para a Nova.

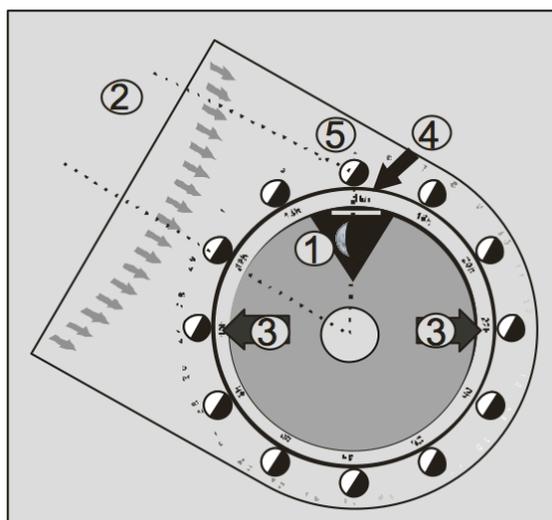


Figura 2: As possibilidades do planisfério lunar. Os números se referem às identificações: 1) Fase da Lua na hora da observação; 2) Geometria Terra-Lua-Sol; 3) Horas do nascer e do ocaso da Lua; 4) Hora em que a Lua está mais alta no céu; 5) “Idade” da Lua (número de dias decorridos desde a última Lua Nova).

No planisfério, quando identificada a fase da Lua, as setas em azul no disco superior informam o horário aproximado em que a Lua nasce e se põe. Estas horas devem ser acrescidas de 1 hora caso o local de observação esteja com seu horário alterado para o horário de verão. O intervalo de tempo entre o nascimento e o ocaso da Lua é o período do dia que a Lua pode ser vista no céu. Afora esse intervalo de tempo, a Lua encontra-se abaixo do horizonte, e não pode ser vista.

No círculo desenhado externamente à órbita da Lua estão representados números que indicam os dias decorridos desde a última Lua Nova. Assim, o Quarto Crescente ocorre aproximadamente no sétimo dia do ciclo que iniciou com a Lua Nova e o Quarto Minguante ocorre, 21 dias depois da Lua Nova.

Cabe ressaltar que o planisfério não está em escala real; a relação entre os tamanhos da Terra e da Lua não estão corretos - embora aproximados -, e a distância Terra-Lua está extremamente reduzida em comparação com a distância entre a Terra e a Lua, pois essa distância é de 30 diâmetros terrestres, ou de 110 diâmetros lunares.

Outro cuidado que se deve tomar é quanto à orientação da parte iluminada do disco lunar em relação ao horizonte, pois, além dela variar com a latitude, também varia com a hora do dia e mesmo com a data do ano. As formas mostradas no planisfério, assim como na maioria das ilustrações sobre as fases vistas do hemisfério sul da Terra, correspondem às formas características da Lua nas diferentes fases para quem vê a Lua quando ela está entre o zênite e o ponto cardeal norte; se vemos a Lua muito perto do zênite, ou muito para o leste ou muito para o oeste, ela

aparece um pouco girada. Por exemplo, o planisfério mostra a Lua nos primeiros dias do ciclo lunar com a forma de um arco fino lembrando a letra “C”; mas, como vemos a Lua nessa fase quando ela já está perto do horizonte oeste, esse “C” em geral aparece meio “deitado”.

A NOMENCLATURA DAS FASES DA LUA

As quatro fases principais da Lua possuem denominações bem estabelecidas: a Lua Nova é a fase em que a Lua nasce e se põe junto com o Sol, tendo 0% do seu disco iluminado; Quarto Crescente é a fase em que a Lua está “atrasada” 6 horas em relação ao Sol, tendo 50% de seu disco iluminado- a metade voltada para o oeste-; na fase Cheia a Lua está defasada 12h em relação ao Sol e tem 100% de seu disco iluminado; Quarto Minguante é a fase em que a Lua está 6 horas “adiantada” em relação ao Sol, e novamente tem 50% do disco iluminado, só que agora é a metade voltada para o leste.

Essas denominações são amplamente utilizadas em livros de Astronomia e mesmo em livros didáticos escolares (Barros & Paulino, 2008; Boczko, 1984; Moreno & Freitas, 2009; Mourão, 1982, p. 74). O quadro 1 resume as características mais marcantes das quatro fases principais.

Quadro 1: Fases principais da Lua.

Geometria da fase	Aparência da face visível	Nomenclatura
Lua em conjunção com o Sol (nasce e se põe junto com o Sol)	Círculo escuro, não se vê a Lua	Lua Nova
Lua em quadratura leste com o Sol (nasce e se põe 6 horas depois do Sol)	Meio-círculo iluminado, com a borda reta voltada para o leste.	Quarto Crescente
Lua em oposição ao Sol (nasce quando o Sol se põe e se põe quando o Sol nasce)	Círculo completo iluminado.	Lua Cheia
Lua em quadratura oeste com o Sol (nasce e se põe 6 h antes do Sol)	Meio-círculo iluminado, com a borda reta voltada para o oeste.	Quarto Minguante

Quanto às fases intermediárias, por exemplo, as fases entre a Nova e a Quarto Crescente, ou entre a Cheia e a Quarto Minguante, não há um consenso sobre a nomenclatura.

Algumas referências para os nomes intermediários das fases da Lua em português são muito pouco difundidas. A Wikipédia, na sua página em português sobre as fases da Lua, adota os nomes Lua Crescente e Lua Gibosa para as fases antes e depois do Quarto Crescente e Lua Balsâmica e Lua Minguante para as fases antes e depois do Quarto Minguante, respectivamente. A raiz do adjetivo “giboso” é também utilizada em inglês (gibbous) para a denominação dessa fase da Lua. No Dicionário Novo Aurélio (Ferreira, 1999) o verbete adjetivo “giboso” possui significado associado à Astronomia: “diz-se dum astro sem luz própria no qual a parte iluminada ocupa quase todo o disco aparente”. Significado análogo apresenta o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (Houaiss, 2009): “astr.: sem luz natural e cuja parte iluminada cobre quase todo o disco visível (diz-se de astro)”.

A fase chamada de Lua Balsâmica pouco esclarece sobre seu aspecto. Além do mais, o adjetivo “balsâmico(a)” não possui qualquer significado associado à Astronomia em nenhum dos dois dicionários anteriormente citados, mesmo no verbete “lua”.

No planisfério aqui proposto, as denominações para as fases intermediárias foram adotadas como uma composição das denominações das fases principais adjacentes, o que nos pareceu mais adequado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atribuição de denominações para as fases intermediárias da Lua tem relevância questionável, uma vez que sempre podemos dizer, estando estritamente corretos, que a Lua está em fase crescente nas duas primeiras semanas do ciclo, começando na Lua Nova, e em fase minguante nas duas últimas semanas do ciclo, a partir da Lua Cheia. Essa é a denominação sugerida por Mourão (1982, p.74), que afirma que “antes do plenilúnio a Lua se diz na Crescente e, após, Minguante”.

Por outro lado, a associação de uma imagem à ideia sobre a qual queremos formar um conceito facilita a aprendizagem. Ao falar em “lua crescente”, que ideia se forma na cabeça de quem escuta? É comum, no hemisfério sul, se adotar como ícone da Lua crescente uma figura que lembra a letra C; no entanto, a Lua só apresenta essa forma na primeira semana do ciclo lunar, entre Nova e Quarto Crescente. Para complicar, os calendários normalmente usam esse símbolo para se referir à segunda semana do ciclo lunar, começando no Quarto Crescente. O uso de denominações distintas para as formas claramente diferentes da Lua em diferentes períodos do ciclo, além de facilitar a visualização de uma forma da Lua mais próxima da sua aparência em cada fase, contribui para a percepção do aspecto gradual do ciclo de fases.

Os nomes que atribuímos às fases intermediárias são apenas sugestões provisórias que o usuário vai seguir ou não; nossa intenção é facilitar a compreensão do ciclo de fases e não dificultar introduzindo nomes novos. Para verificar se esses nomes são adequados ou se outros teriam maior aceitação estamos realizando uma pesquisa sobre que nomes as pessoas associam às diferentes aparências da Lua ao longo do mês. Os resultados desse levantamento serão descritos em outro trabalho.

REFERÊNCIAS:

- BARROS, C. & PAULINO, W. (2008). **Ciências – O Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Ática.
- BOCZKO, R. (1984). **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.
- CRELIN, B. **Moon Gazers’ Wheel**. Disponível em: <http://www.bobcrelin.com/moonwheel.html>
- FERREIRA, A. B. H. (1999). **Novo Aurélio – O Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira
- HOUAISS, A. (2009). **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva.
- MORENO, P. G. & FREITAS, P. L. (2009). **Conhecendo a Terra**. Rio de Janeiro: Editora Pollux Ltda.
- MOURÃO, R. R. F. (1982). **Da Terra às Galáxias – Uma introdução à Astrofísica**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, pag. 74.
- OLIVEIRA FILHO, K. S. & SARAIVA, M. F. O. (2004). **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- PERELMAN, Y. I. (1961). **Brincando com Astronomia**. São Paulo: Editora Fulgor.

SARAIVA, M. F. S. et al. (2007). As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 4, p. 9-26.

<http://www.relea.ufscar.br/num4/A1_n4.pdf>. Acessado em 7 de julho de 2011.

Wikipédia (2011). **Fases da Lua**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/fases_da_lua.

USO DO LABORATÓRIO DIDÁTICO MÓVEL EM UMA ATIVIDADE PRESENCIAL INTERDISCIPLINAR DE FÍSICA E QUÍMICA NA EJA/EAD

Karen Espíndola [renaka@pop.com.br]

SEC/RS e SESI/RS, Porto Alegre, RS – Brasil

Michele Roos Marchesan [miche_marchesan@yahoo.com.br]

SESI/RS, Porto Alegre, RS - Brasil

Maria Luisa Schneider Kircher [marialuisakircher@yahoo.com.br]

SEC/RS e SESI/RS, Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

O artigo relata uma prática desenvolvida em aulas presenciais nos componentes curriculares de Física e Química. A atividade foi aplicada em alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), na forma de Educação a distância (EAD), uma nova modalidade de ensino oferecida pelo SESI/RS aos industriários e seus dependentes, que atende alunos do Ensino Fundamental e Médio. A prática didática desenvolvida utilizou o laboratório móvel didático (LDM) como um instrumento motivador e desencadeador da atividade presencial obrigatória para o público referido. A atividade proporcionou aos alunos a possibilidade de utilizar aparelhos didáticos de um laboratório de Física e Química, onde foi possível mostrar a eles uma aplicação dos conceitos de “Transformações Gasosas” nos dois componentes curriculares. A metodologia empregada possibilita o desenvolvimento de competências e habilidades importantes na EJA para a formação básica destes indivíduos em diferentes áreas do conhecimento e, em especial, aquelas relacionadas ao setor industriário, e ainda, uma melhora significativa no índice de aprovação nas disciplinas.

Palavras-chave: educação de jovens e adultos, (EJA/ EAD), ensino de Física, ensino de Química e interdisciplinaridade.

1. INTRODUÇÃO

O SESI/RS oferece aos trabalhadores da indústria e seus dependentes uma modalidade de educação básica na forma de EAD. Em todo o Estado do RS existem diferentes Polos de EAD, vinculados à Escola Eraldo Giacobbe, em Pelotas, porém a presente prática foi desenvolvida no Polo de Apoio Presencial de Porto Alegre. Os alunos não precisam frequentar a escola todos os dias, a não ser em três momentos que são: plantões de atendimento, atividades presenciais e nas avaliações. O plantão de atendimento serve para tirar dúvidas dos alunos, funciona de forma que os tutores ficam à disposição em datas e horários definidos e os alunos procuram-nos para ajuda. Na atividade presencial, são desenvolvidos exercícios relacionando o material da apostila a aplicações e situações do cotidiano, envolvendo as diferentes áreas do conhecimento. Assim sendo, a atividade presencial é o momento de integrar este aluno ao âmbito escolar, fazendo-o pensar e aplicar conteúdos teóricos a situações do dia-a-dia. A avaliação presencial, constituída de uma prova objetiva com quatorze questões, é uma forma de mensurar os conhecimentos construídos por este aluno no período.

Como a EJA/EAD na educação básica é uma modalidade de ensino recente, passando ainda por profundas transformações, o maior desafio foi trilhar caminhos para que o aluno consiga, em pouco tempo, construir conhecimentos das áreas relacionando-os com situações que fazem parte de suas vidas. Não foi fácil, mas optamos por criar formas de participação deste aluno mais ativas no processo de ensino e aprendizagem, já que ele não frequenta a escola todos os dias, além de estarem retornando após terem se afastado dela durante muito tempo.

A partir de reflexões sobre a realidade, as dificuldades e peculiaridades da modalidade e do público atendido, optamos em utilizar metodologias diferenciadas, mas relacionadas com o público das indústrias. Para tanto, a cada atividade presencial, escolhemos um tema gerador que norteia toda a atividade. A partir desta definição, cada área do conhecimento organiza-se em

reuniões pedagógicas semanais para montar a atividade relacionando os conteúdos de cada componente curricular ao tema gerador. Esta forma é utilizada para que os conteúdos sejam significativamente aproveitados pelos educandos, visto que esses não frequentam o Pólo por um período extenso. Assim sendo, a escolha de temas geradores atuais torna a aprendizagem dos alunos mais interessante e faz com que eles fiquem motivados em buscar e compartilhar o conhecimento, pois percebem que este terá um impacto imediato sobre a sua visão de mundo e a sua vida. Assim sendo, o nosso grande desafio a cada período

avaliativo é pensar em uma forma de trabalhar os conteúdos, que são apresentados nas apostilas relacionando-os aos temas geradores propostos. O desenvolvimento de competências e habilidades com a utilização de temas geradores é mais evidente, porque observamos que o educando, no momento da atividade presencial, consegue relacionar os conhecimentos prévios existentes em sua estrutura cognitiva, por experiências de vida pessoal ou profissional, com os conteúdos envolvidos nas áreas dos conhecimentos.

A Atividade Presencial, que serve como referência para o presente artigo, foi desenvolvida em março de 2011, com um grupo de 75 alunos da EJA/EAD Ensino Médio Etapa 2, nas componentes de Física e Química, vinculados ao Polo de Apoio Presencial de Porto Alegre.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A EAD no contexto da educação básica

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

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

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

2.2 Temas Geradores na EJA/EAD

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

Neste sentido, acreditamos na utilização de temas geradores como uma estratégia desencadeadora da ação educativa e diferenciada de ensino para este público. Contudo, a participação efetiva dos alunos neste tipo de estratégia de ensino é fundamental. Assim sendo, a motivação, os conhecimentos prévios, seus interesses, tudo deve ser considerado e aproveitado em todas as etapas da aprendizagem.

Por isso, ao escolher um tema gerador é necessário refletir sobre as possibilidades que este tem de potencializar uma aprendizagem significativa. Portanto, para se trabalhar com temas geradores, é necessário que se definam os eixos ou os núcleos temáticos considerados relevantes, a partir dos quais será possível o desencadeamento de uma série de ações didático-pedagógicas em direção à construção de competências, através da mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para a solução de problemas reais, de forma eficiente e eficaz. (BEILLA, 2010, p.3)

Acreditamos que a utilização de temas geradores facilita e motiva a aprendizagem de alunos adultos, visto que na EJA, mais especificamente na forma EAD, o tempo é limitado, pois os alunos frequentam a escola somente em três ocasiões: nos plantões de atendimento, na atividade presencial e na avaliação presencial. Então, o convívio do aluno com a situação de sala de aula é muito pequeno. Esta é mais uma razão para o uso de estratégias diferenciadas.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3 Interdisciplinaridade

A escola, desde seus primórdios, funciona focada em uma cultura separatista, em que as

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

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

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

A interdisciplinaridade perpassa todos os elementos do conhecimento, pressupondo a integração entre eles. Porém, é errado concluir que ela é só isso. A interdisciplinaridade está marcada por um movimento ininterrupto, criando ou recriando outros pontos para discussão. Já na ideia de integração, apesar do seu valor, trabalha-se sempre os mesmos pontos, sem a possibilidade de serem reinventados: busca-se novas combinações e aprofundamento sempre dentro de um mesmo grupo de informações. Desta fala, sobre o conceito de interdisciplinaridade, deduz-se que existe uma relação entre os conhecimentos científicos de diferentes assuntos e os conhecimentos construídos nos bancos escolares. O conceito resume a prática de interação entre os componentes do currículo, sendo uma estratégia pedagógica que assegura aos alunos a compreensão dos fenômenos naturais e sociais. Ao remeter o conhecimento escolar aos contextos naturais e sociais de onde foi extraído e onde é aplicado, a escola deve fornecer aos alunos as ferramentas mentais para a compreensão e a ação. E, como o mundo físico e social é um enorme oceano, em que os fenômenos nadam de forma “interdisciplinar”, é preciso construir essas ferramentas – as competências –, partindo dos conhecimentos específicos e fazendo-os interagir.

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

Apesar das discussões já realizadas acerca da interdisciplinaridade, para muitos não passa apenas de um modismo e, para outros, de uma opção didático-pedagógica que tem como finalidade a efetiva construção do conhecimento por parte dos educandos. Nós ficamos com a segunda opção e, através das nossas práticas interdisciplinares, possuímos indicadores efetivos da diferença entre um processo de ensino baseado em disciplinas isoladas e em um ensino fundamentado e orientado pela interdisciplinaridade a partir de temas geradores.

2.4 Ensino de Física e o laboratório prático

É fato que as atividades práticas experimentais são essenciais para que o aluno faça uma relação entre a teoria e a prática. Mas sabe-se também, que os experimentos são pouco utilizados nas escolas de educação básica e quando são, apresentam-se de formas demonstrativas para que os alunos possam relacionar os conceitos com alguma atividade física.

Os estudos mostram que as práticas pedagógicas que permitem uma participação ativa dos indivíduos envolvidos nelas proporcionam uma aprendizagem construtiva e significativa para que

estes jovens e adultos tornem-se indivíduos capazes de exercerem sua cidadania, consciente e responsável diante de suas possibilidades de interferência nos grupos sociais em que convivem. A utilização de atividades experimentais como formas de ensino de Física tem sido apresentada por professores e alunos como uma das maneiras mais simples e eficiente de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

As práticas experimentais são pouco utilizadas nas escolas de educação básica. Quando é feito, se utiliza de formas demonstrativas para que os alunos possam relacionar os conceitos com alguma atividade física, Muitas vezes de uma forma ilustrativa ou quantitativa. Segundo Araújo; Abib (2003, p. 191), “há uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa.”.

2.5 Ensino de Química e o laboratório prático

O motivo de ensinar Química é a formação de cidadãos conscientes e críticos, e CHASSOT (1990, p. 30) explica o porquê: “A Química é também uma linguagem. Assim, o ensino da Química deve ser um facilitador da leitura do mundo. Ensina-se Química, então, para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”.

Sabe-se que os alunos possuem grande dificuldade de assimilar os conteúdos e por consequência apresentam frustrações por não se acharem capazes de aprender química e também por não perceberem a importância dessa disciplina no seu dia a dia.

Segundo Peluso (2003):

“Se considerarmos as características psicológicas do educando adulto, que traz uma história de vida geralmente marcada pela exclusão, veremos a necessidade de se conhecerem as razões que, de certa forma, dificultam o seu aprendizado. Esta dificuldade não está relacionada à incapacidade cognitiva do adulto. Pelo contrário, a sensação de incapacidade trazida pelo aluno está relacionada a um componente cultural que rotula os mais velhos como inaptos a frequentarem a escola e que culpa o próprio aluno por ter evadido dela.” (PELUSO, 2003, p.43).

As aulas práticas são maneiras eficientes de ensinar e melhorar o entendimento dos conteúdos de química relacionando o conhecimento teórico com o prático, facilitando a aprendizagem.

Para Nascimento (2003):

“a aula prática é uma sugestão de estratégia de ensino que pode contribuir para a melhoria na aprendizagem de química. Os experimentos facilitam a compreensão da natureza da ciência e dos seus conceitos, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não científicas. Contribuem também para despertar o interesse pela ciência.”

O método experimental permite que os alunos vivenciem suas diferentes etapas como: manipulação, observação, investigação e interpretação. O laboratório de química contribui para o aluno adquirir uma vivência e manuseio de instrumentos, que irão lhe permitir conhecer diversos tipos de atividades, contribuindo para a curiosidade e a vontade de vivenciar a ciência. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade.

3. METODOLOGIA

A prática desenvolvida na atividade presencial foi realizada no mês abril de 2011, com alunos do ensino médio etapa 2, com um total de 75 alunos jovens e adultos, industriários ou seus dependentes.

Nas atividades presenciais procuramos proporcionar a eles atividades diferenciadas, sempre

procurando utilizar um tema gerador para o período.

Os temas geradores são definidos em reuniões pedagógicas, realizadas semanalmente, pelos educadores com a orientação da supervisão pedagógica.

Como o público alvo de nossa instituição são industriários e seus dependentes, escolhemos sempre, um tema gerador que envolve a indústria. Temos a disposição inúmeros recursos pedagógicos e didáticos oferecidos pela empresa, tais como: currículos contextualizados¹, metodologia Lego², com orientações organizado para a EJA/EAD, biblioteca com excelentes livros, laboratórios de atividades práticas fixo e móvel e laboratório de informática. Todos estes recursos ficam a disposição da equipe de tutores para utilização em todos os momentos do trabalho pedagógico.

Em cada área do conhecimento os educadores procuram trabalhar de forma interdisciplinar. No primeiro período de 2011, o tema gerador escolhido foi Indústria Metalúrgica. Na área Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias, nos componentes de Física e Química, para a realização da atividade presencial foi utilizado o laboratório didático móvel (LDM). A atividade escolhida envolveu o Estudo dos Gases, um conteúdo da etapa dois do ensino médio de ambas as disciplinas.

Os alunos deveriam colocar duas gotas de hidróxido de amônio ($\text{NH}_4 \text{OH}$) no tubo de ensaio aquecido, inserir um balão de látex na extremidade, e segurando o tubo com uma pinça de madeira aquecer o conjunto. Deveriam observar o que acontecia após o aquecimento e ainda mergulhar o conjunto em um copo de Becker com água e gelo.

Observar novamente e anotar tudo. Após a prática retomamos os conceitos envolvidos na prática experimental.

O aquecimento aumenta a energia das moléculas que passam a colidir com maior violência contra as paredes do recipiente, aumentando a pressão e ocorrendo a expansão.

O $\text{NH}_4 \text{OH}$ é uma mistura gasosa de NH_3 e H_2O . Quando colocamos essas misturas, no tubo previamente aquecido, a liberação do NH_3 gasoso é favorecida, pois as moléculas de NH_3 adquirem maior energia cinética, aumentando a pressão interna do gás no interior do balão, ocorrendo a expansão.



Quando colocamos o tubo no béquer com gelo, ocorre o efeito contrário para um gás ideal. Explicamos algumas situações do cotidiano que envolvem os conhecimentos discutidos na atividade presencial, como exemplo, o estouro de um pneu desgastado, após rodar grandes distâncias num dia de calor intenso. As moléculas do gás sofrem aquecimento, há aumento da energia cinética e com isso aumenta a pressão interna do gás e esse aumento prossegue até que rompe a parede do pneu, provocando o estouro, que foi devido à violência das colisões moleculares do gás aquecido contra as suas paredes internas.

Depois, os alunos responderam alguns itens de questões relacionados com o experimento dos dois componentes curriculares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos correlatos, pôde-se perceber que a utilização dos temas geradores em atividades presenciais na EJA/EAD é uma prática que torna a aprendizagem deste aluno mais significativa, mais interessante e instigadora.

Quando o professor consegue relacionar conteúdos com situações da vida pessoal ou profissional, o aluno mostra-se mais motivado em aprender, principalmente nas disciplinas de Física e Química que normalmente são disciplinas de difícil compreensão pela maior parte dos alunos.

A utilização dos temas geradores que envolvem segmentos da indústria proporciona ao aluno uma

¹ Material organizado pelo DN do Sesi, onde estão organizados textos, imagens, tabelas e informações sobre conceitos relacionados com os segmentos da indústria.

² Metodologia de ensino com orientações direcionadas à EJA/EAD.

apropriação dos conceitos, visto que ele vivencia algumas situações no dia-a-dia do seu trabalho. A utilização do LDM, foi uma atividade simples, mas dinâmica, criativa e interativa, o que instigou os alunos a exposição de suas idéias e opiniões sobre aplicações dos conceitos vistos na AP, dando a possibilidade à busca de vários conhecimentos. Fica evidente que o conhecimento transmitido pelo professor não é algo pronto, mas uma construção sujeita a acertos e erros.

Considerando que os alunos da EJA/EAD estiveram afastados muito tempo dos estudos e mesmo retornando, têm contato restrito com a escola, a atividade experimental desenvolve a habilidade para a manipulação de materiais experimentais aos quais eles não tem acesso e muitas vezes não conhecem. Este contato, para muitos, novo é importantíssimo para desenvolver a relação entre conceitos e práticas envolvendo as disciplinas de Física e Química.

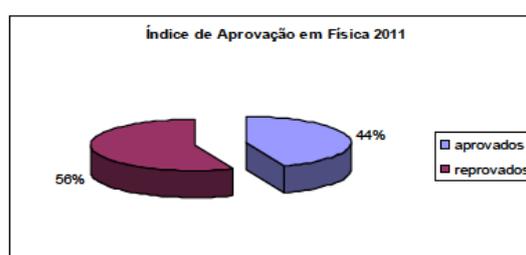
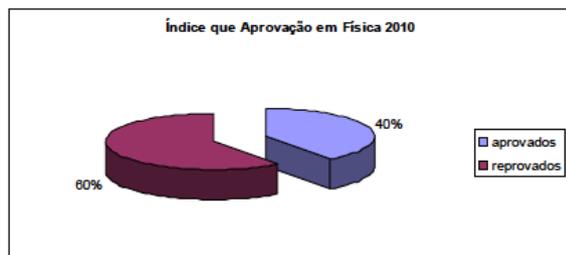
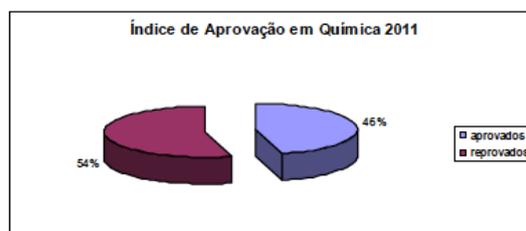
Os alunos que passam por atividades diferenciadas, onde o conteúdo é mostrado de forma desfragmentada, com certeza serão pessoas mais críticas, mais informadas e desenvolverão sua própria autonomia em relação ao seu aprendizado.

Temos observado que o índice de reprovação na EJA/EAD nas disciplinas de Física e Química é muito elevado, e isto acontece por vários motivos:

- Pouca procura pelos plantões de atendimento;
- Os alunos não têm o hábito de estudar;
- Pouco contato com a escola;
- Muito tempo afastado dos estudos, em torno de 20 ou 30 anos;
- As dificuldades que fazem parte das disciplinas de Física e Química;

A prática demonstrou que houve uma diminuição no índice de reprovação nas duas disciplinas com relação a um período equivalente do ano anterior. Acreditamos que a utilização do LDM e os temas geradores proporcionaram esta melhora.

Os gráficos a seguir apresentam o percentual de aprovações e reprovações dos alunos das disciplinas de Física e Química em 2010, sem aplicação da prática diferenciada e em 2011 quando aplicamos a atividade com o LDM e trabalhamos com temas geradores. Fazendo a comparação entre os índices dos dois anos é possível perceber que em Química houve uma mudança significativa, em Física a mudança foi pequena, mas aconteceu.



5. REFERÊNCIAS

BIELLA, Jaime; CASTRO, José de. Temas geradores. Natal: SESI, 2010.
 Colaboração: Gilson Gomes de Medeiros, Ilane Ferreira Cavalcante, Artemilson Alves de Lima, Zilmar Rodrigues de Souza. Projeto SESI - Curso Currículo Contextualizado. Disponível em: <<http://www.sesi.webensino.com.br>>.

BUDEL, G. J.; GUIMARÃES, O.M. (2009) Ensino de Química na EJA: Uma proposta Metodológica com Abordagem do Cotidiano, 1º CPEQUI - CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1763->

[8.pdf](#), acesso em 21/06/2011.

BUENO, L. et. Al. O Ensino De Química Por Meio De Atividades Experimentais: A Realidade Do Ensino Nas Escolas, <http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>, acesso em 21/06/2011.

CASTRO, José de e BIELLA, Jaime. Interdisciplinaridade: riscos, desafios e encontros. Natal: SESI, 2010. Colaboração: Artemilson Alves de Lima, Gilson Gomes De Medeiros, Ilane Ferreira Cavalcante, Zilmar Rodrigues de Souza. Projeto SESI - Curso Currículo Contextualizado. Disponível em: <<http://www.sesi.webensino.com.br>>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CORRÊA, Juliane. **Livro 1: Cenário atual da EAD**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, e-book do curso de especialização em educação a distância, 2007.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979, p. 8-9.

FAZENDA, Ivani (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo, Papirus, 1994.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HERNANDEZ, F. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora UnB, 1999.

NOGUEIRA, A. (Org.) **Contribuições da interdisciplinaridade para a ciência, para a educação, para o trabalho sindical**. Petrópolis: Vozes, 1994.

OLIVEIRA, M. K. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Belo Horizonte, n. 12, p. 59-73, set./dez. 1999. SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

RAMAL, Andréa Cecília. Entre mitos e desafios. In: **Livro 1: Cenário atual da EAD**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, e-book do Curso de Especialização em Educação a distância, 2007.

TORRICELLI, E. DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA. www.eduk.com.br/?q=node/123 acesso em 21 de junho de 2011.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. (2008) O professor de Química e as Aulas Práticas VIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO da PUCPR – EDUCERE <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/36> acesso em 21 de junho de 2011.

APRESENTAÇÕES EM PÔSTER (Resumos)

A EXPERIMENTAÇÃO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: AS CONCEPÇÕES DO PROFESSOR

Grasiele Ruiz Silva [ruiz.grasi@gmail.com]

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências/FURG

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

João Alberto da Silva [joaosilva@furg.br]

Depto de Física – FURG– Caixa Postal 474

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

O presente resumo vem apresentar os primeiros passos de um projeto de dissertação de mestrado, o qual tem como o foco a experimentação no ensino de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A ideia de experimentação não se restringe a um processo que exige materiais complicados que “organizados” geram um experimento que apresenta um conceito aos alunos, ele vai além disso. Experimentação é o ato de desafiar, manipular, conhecer o novo e aprimorar o velho. É levar o aluno a interagir com o objeto do conhecimento, sendo essa interação não apenas um ato de agir fisicamente, mas, também, a agir mentalmente. Para Borges e Moraes (1998), “experimentar, portanto, é submeter à experiência; é por à prova; é ensaiar; é conhecer ou avaliar pela experiência” (p. 30). Através dela a criança não apenas adquire conhecimento, mas também desenvolve a capacidade de pensar e agir racionalmente. Além disso, segundo Piaget (1994), “uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento” (p. 17). Dessa forma, o projeto busca investigar qual o papel da experimentação no Ensino das Ciências nos anos iniciais; tendo como um dos seus focos a concepção do professor sobre o uso da experimentação para trabalhar as Ciências. Para tanto, a pesquisa iniciou-se através de entrevistas semi-estruturadas com professores atuantes nessa etapa de escolarização. Com tais entrevistas pretende-se saber de que forma a experimentação é contemplada e qual a importância da mesma ao ver de cada professor para o processo de aprendizagem da criança. Desde as primeiras entrevistas realizadas, pode-se perceber que a experimentação se apresenta, nos discursos dos professores, como sendo uma forma de mostrar a relação das Ciências com o dia-a-dia dos alunos e que este ajuda a incentivá-los a gostar de Ciências. Em uma das falas o professor justifica o gostar de experimentação dizendo que a utiliza “*porque eles vivenciam, eles constroem o conhecimento, e tiram outras conclusões além do esperado*” (S4), outro afirma que ao utilizá-la “*o aluno é o sujeito da ação [...] ele fixa melhor o conteúdo*” (S5). Com relação à realização de registros pelos alunos grande parte dos professores deixa claro que se fazem é com o objetivo de fixar os conceitos trabalhados ou para poderem mostrar aos pais o que tem sido feito na sala de aula. Quando se discuti sobre a forma de avaliar uma atividade experimental um dos professores conta que “*se interessou o aluno*” (S1) a atividade foi positiva, e que o importante é fazer com que o aluno preste atenção. Com essas entrevistas pudemos perceber que a experimentação tem se apresentado, nas salas de aula desses professores, como um atrativo, tendo um papel motivacional para o Ensino de Ciências. Dessa forma, nesses primeiros passos do projeto vemos que a experimentação tem sido visto por estes professores como um auxiliar e não com um objeto didático que pode ajudar a criar as condições necessárias para que o aluno realize uma interação com o conhecimento, para que se desenvolva cognitivamente. Todo saber experimentado pelo aluno pode proporcionar que ele reconstrua conceitos e teorias já elaboradas pelas ciências, permitindo que, além de reorganizar suas estruturas cognitivas também se aproprie dos modos de produção e construção das ciências, mas para que isso ocorra devesse ir além do “adestrando” de comportamentos, o qual rompe com o processo “natural” de construção dos saberes científicos.

Apoio: CAPES

A FORMA COMO O CONHECIMENTO DA FÍSICA SE CONSTRÓI DE MANEIRA SIGNIFICATIVA PARA OS ALUNOS

Marília Britto Corrêa [marry-britto@hotmail.com]
Gêison Mendes de Freitas de Oliveira [geisonfisica@yahoo.com.br]
Georgina Helena Lima Nunes [geohelena@yahoo.com.br]
*Instituto de Física - UFPEL - Caixa Postal 354.
Campus Universitário, 96010-900, Pelotas, RS – Brasil.*

A proposta desse trabalho se inicia em uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1980). Foram elaboradas aulas para o ensino médio, com alunos que estavam no 2º ano do Colégio Agrícola Visconde da Graça (CAVG). Essas aulas obtinham três objetivos. Primeiro, aproximar a disciplina de física de um modo a torná-la menos impessoal (humana); Segundo, ensinar física de uma forma significativa; Terceiro, lecionar física em um formato lúdico.

A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais, utilizando como meio mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz. A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno, e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa ligação e atribuição de significado, o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.

Para atingir o primeiro objetivo foi utilizado um jogo, o jogo dos adjetivos, uma forma de aproximar os alunos entre si e entre o professor. Dinâmica do jogo: cada aluno escolhia em uma caixa adjetivos, e pendurava no pescoço do colega, explicando porque estava dando aquele adjetivo ao colega, o jogo foi planejado de forma que não tivessem adjetivos pejorativos, de maneira a aproximar os alunos do professor e da matéria.

No segundo objetivo, os conteúdos abordados foram, Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Movimento de Queda Livre (MQL), Leis de Newton. Montou-se mapas conceituais, conforme Ausubel, e o conteúdo foi ensinado de uma maneira significativa fazendo associações com o cotidiano deles (alunos), juntamente com associação a desenhos da TV e dos quadrinhos, fazendo com que a aprendizagem fosse mais prazerosa para os alunos.

No terceiro objetivo, as avaliações foram realizadas baseadas em três processos, exercícios (para entregar, realizado individualmente) ao final de cada aula para avaliar o que foi estudado, um jogo de tabuleiro (em tamanho real, feito dos seguintes materiais: eva, tnt e silicone) onde eles eram as peças, e só avançavam no tabuleiro se respondessem corretamente os questionamentos sobre a disciplina, por último eles montaram uma história em quadrinhos (trabalho realizado em aula), contando a física do cotidiano, dentro do que foi ensinado no trimestre.

A avaliação deste trabalho foi surpreendente, pois obtivemos como resultados a aprovação dos alunos quanto ao tipo de avaliação realizada, de uma maneira diferente intercalando, trabalhos, jogos e desafios. O aproveitamento da turma no trimestre foi de 88%. As histórias escritas por eles no trabalho final ficaram muito bem elaboradas do ponto de vista físico (conceitos) e da interdisciplinaridade (português, história, atualidades).

A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA INTEGRADA COM A DE DIVULGADORES CIENTÍFICOS: UMA EXPERIÊNCIA COM ASTRONOMIA

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Olivier Allain [olivier@ifsc.edu.br]

IF/SC, Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Geison João Euzébio [geisoneuzebio@gmail.com]

Bolsista de Iniciação Científica (CNPq/IF-SC)

Foi em conformidade com dois preceitos: (i) de formar professores capazes de lecionar em ambientes não-formais e (ii) professores divulgadores de ciência, que o projeto aqui relatado foi planejado e realizado. Participou do projeto a primeira turma que ingressou no curso de Licenciatura em Ciência da Natureza com habilitação em Física do IF-SC de Araranguá, em 2009/1. As atividades se desenvolveram durante quatro semestres, sendo um deles somente para o ensino de temas que seriam abordados na exposição itinerante e os três seguintes para a realização dela em ambientes não formais de ensino. O projeto foi intitulado como Ciência Massa e se constituiu de uma exposição itinerante que contava com alguns objetos de aprendizagem, tais como: dois telescópios newtonianos para observação noturna, um planetário construído pelos próprios alunos que usa dois datashows para a projeção, os quais eram usados ainda para as palestras que os alunos ministravam. Também faziam parte da exposição pôsteres produzidos pelos alunos que falavam de assuntos diversos como, por exemplo, buracos negros e a construção de um telescópio caseiro. As atividades de ensino se constituíram de três cursos, todos com carga horária de 20 horas. Os temas geradores eram Relatividade Geral, Buracos Negros e medição do raio da Terra com precisão mais de trezentos anos antes de Cristo. E como temas geradores eles serviam para introduzir uma gama grande de assuntos, com os quais os alunos poderiam ter mais ou menos afinidade de modo a produzirem o material para a exposição. Após os cursos de ensino de temas de Astronomia, os alunos tiveram como incumbência preparar o material que seria exposto. As atividades desenvolvidas foram palestras, realização de alguns experimentos e exposição de pôsteres com temas afins. Para tanto, os alunos interagiram com os telescópios para que pudessem se tornar monitores das observações. Para que isto fosse possível, eles utilizaram um software gratuito na internet que permite observar os astros do céu, na tela do computador, e assim orientar as observações com o telescópio. Além disso, eles prepararam palestras em que abordariam temas de seu interesse e que foram discutidos durante os cursos de ensino. Foram preparadas quatro palestras, com temas como Buracos Negros, astronomia de posição, Astrologia e estrelas. Também puderam pesquisar mais sobre temas de seu interesse com a orientação dos professores. Esta atividade foi para que produzissem pôsteres para a exposição que ficaria no local durante a semana de atividades. No segundo semestre do projeto, a exposição já tendo sido formatada, era possível começar as exposições nas comunidades. Optou-se por fazer as mostras nas próprias escolas, que modo a envolver toda a comunidade ligada a ela. As escolas visitadas foram: EEB Neusa Ostetto Cardoso, EEB Apolonio Ireneo Cardoso, e EEB Araranguá. No primeiro semestre de 2010 foram visitadas as escolas EEB Maria Garcia Pessi e o Centro de Educação de Jovens e Adultos. No segundo semestre de 2010, o campus Araranguá voltou a fazer as atividades de exposição e observação com telescópios. Desta vez, preferiu-se montar a exposição no centro da cidade no espaço chamado “Centro Cultural”. Neste espaço, ficavam expostos pôsteres nos períodos matutinos e vespertinos, e grupos agendavam para que os licenciandos estivessem presentes para uma visita monitorada. Além disso, havia sessões de observação noturna com telescópios nos períodos de lua cheia. A avaliação do projeto conta com dados fornecidos pelo público atingido, além de um grupo focal realizado com os licenciandos participantes. Esta análise está em desenvolvimento e sua finalização está prevista para até o fim de 2011.

Apoio: CNPq

Palavras-chave: formação de professores, divulgação científica, Astronomia.

A FOTOGRAFIA COMO FORMA DE EXPRESSÃO DA FÍSICA

Ana Paula Santos Pereira [anasanper@yahoo.com]

Escola Estadual de Ensino Médio Lília Neves

EAD – FURG– Caixa Postal, 474

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

Patrese Coelho Vieira [patrese.vieira@gmail.com]

Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.

A fotografia ganhou as graças de pessoas de todas as idades. Máquinas fotográficas digitais e celulares disseminaram um gosto que pertenciam a vários indivíduos, mas que ficava limitada a poucos devido à dedicação dispensada e aos gastos com compras de filmes e revelações. Se hoje é possível retirar diversas fotos de uma mesma cena, muito se deve aos avanços ocorridos nas ciências, principalmente na Física, durante o século XX, e que ainda estão em curso. Pensando nessas novas relações incorporadas à rotina principalmente de diversos jovens, foi criado em maio de 2011 o projeto “Olhares sobre a Física: a Ciência num lugar comum”, realizado juntamente à escola estadual Lília Neves, situada no bairro Quinta, em Rio Grande, RS. O presente projeto visa mobilizar estudantes dos segundos e do terceiro ano do turno da manhã a registrar fotografias sobre suas impressões a respeito da Física, instigando-os a expressar seu olhar a respeito do mundo que os cerca, seja através de uma situação inusitada ou de algo previamente planejado. Dessa forma, é dada ao estudante a possibilidade de opinar sobre a disciplina de uma maneira que enfoca a liberdade artística, diferentemente dos métodos mais formais que por vezes acaba por engessar o ensino da Física, tornando-o, na extensa maioria das vezes, um fato isolado, sem adicionar qualquer sentido ou relevância ao dia-a-dia dos alunos e alunas. Estas fotografias serão compartilhadas através de um blog, desenvolvido por um dos estudantes envolvidos, onde serão comentadas pelos demais discentes e professores da escola, estando todos convidados a participar. Tal ideia segue um formato semelhante ao das redes sociais, tão trivial a boa parte dos adolescentes, no qual fotografias ganham uma descrição seguida de comentários e *feedbacks*. Numa segunda etapa, os estudantes do terceiro ano participarão de um concurso de fotografia e dissertação, onde relatarão suas motivações e constatações no que toca a imagem escolhida, o que vai ao encontro dos anseios dos que pretendem ingressar numa universidade, seja através do ENEM ou de vestibular. A eleição da fotografia vencedora será feita pelos alunos, professores e artistas convidados. Espera-se que tal atividade contribua para ampliar os horizontes do alunado quanto à Física, auxiliando na assimilação tanto de antigos quanto também de novos conceitos, bem como que esta se torne uma experiência prazerosa e elucidativa, buscando mostrar que uma atividade com um viés lúdico pode ser incorporada ao Ensino Médio não almejando somente uma mera diversão, mas sim a aprendizagem.

Apoio: CAPES

Palavras-chave: ensino de Física; fotografia; estratégias de ensino.

A INSERÇÃO DA FÍSICA NO FIM DO ENSINO FUNDAMENTAL POR MEIO DA CONSCIENTIZAÇÃO ECOLÓGICA

Graciane Gonçalves Farias [gracyg1@hotmail.com]

Hellen Soares [hellen.aru@hotmail.com]

Márcia Elida Domingos Prudêncio [márcia_elida@hotmail.com]

Najara Bonoldi Pereira [najarabonoldi@hotmail.com]

Tairini da Silva [taitds@hotmail.com]

Bolsistas de Iniciação à Docência (CAPES/IF-SC)

Norma Samira Matos [samira.matos@hotmail.com]

Escola de Educação Básica Castro Alves

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Quando se visa o interesse de alunos por temas de Física já no seu primeiro contato formal no fim do Ensino Fundamental, uma das abordagens possíveis é por meio de assuntos ligados ao seu cotidiano e que estejam presentes na mídia. Uma das opções adotadas neste trabalho foi a questão ambiental, mais precisamente o despertar dos alunos para uma consciência ecológica. Para isso nos valeremos de materiais reutilizáveis e de baixo custo, proporcionando também a interdisciplinaridade. O objetivo geral é identificar os problemas ambientais e conscientizar professores e alunos da importância que a ciência e a educação ambiental têm em sala de aula para a vida futura do ser humano, e que é possível ensinar estes mesmos conteúdos por meio de experimentos sem aplicações de fórmulas e contas. O projeto está previsto para ser implementado durante o ano letivo de 2011. Ele conta com três etapas de preparação, além da aplicação dos conteúdos desenvolvidos em três turmas de oitava série do Ensino Fundamental, atingindo cerca de noventa alunos. As etapas de preparação envolvem a seleção de projetos experimentais que possam servir de temas geradores, os já escolhidos são: (i) construção de uma usina térmica, (ii) construção de um gerador de energia elétrica, (iii) construção de painéis solares para aquecer água e (iv) aula de culinária com forno solar. A etapa posterior é a preparação de aulas teóricas em *software* de apresentação de *slides* que abordem os temas levantados nos projetos experimentais: (i) temperatura e calor, (ii) corrente elétrica, diferença de potencial e indução eletromagnética, (iii) formas de calor e (iv) luz, óptica geométrica, reflexão luminosa e espelhos. A última etapa de preparação envolve a exploração destes temas, utilizando recursos disponíveis na *internet* como os *Phet*, *applet Java* e simulações em *flash*. A aplicação já teve início no mês de março com a realização da construção da usina térmica e a discussão dos temas em aula teórica, além das aulas no laboratório de informática. A análise parcial dos resultados mostra que os alunos se sentem mais motivados e com maior interesse nas aulas. No entanto, uma análise mais profunda ainda vai ser realizada ao final do projeto. Este está prejudicado pela greve dos professores estaduais de Santa Catarina que é a maior dos últimos vinte anos.

Apoio: CAPES

Palavras-chave: Consciência ecológica, Física e materiais reutilizáveis e de baixo custo.

A RACIONALIDADE DA FÍSICA CLÁSSICA À QUÂNTICA NO OLHAR DE LAUDAN

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

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – aluna PEC do PPGEDU

Campus Centro, 90040-060, Porto Alegre, RS – Brasil

Este trabalho objetiva fazer revisão sobre o momento histórico da Física do final do século XIX e início do século XX. Pretendemos ainda fazer uma releitura desses fatos à luz da epistemologia de Larry Laudan. Pretendemos analisar a partir do olhar de Laudan quais os problemas conceituais, quais os empíricos, que tradições de pesquisa conviviam, ou ainda convivem na Física; como podemos falar da racionalidade da Física Clássica à Quântica; quais os principais cientistas vinculados a estas tradições de pesquisa e como é a convivência deles e delas? Para tal, foi feito, em um primeiro momento um resgate histórico da Física Clássica e da Física Quântica, com a tentativa de localizar o nascer da racionalidade clássica e quântica, a seguir é apresentada uma síntese da teoria epistemológica de Laudan, a partir de conceitos fundamentais: problemas, tradição de pesquisa, etc. Apresentamos ainda a nossa visão de qual seria no Olhar de Laudan sobre a Racionalidade da Física Clássica e da Quântica.

Palavras-chave: Teoria de Laudan, Tradição de pesquisa, solução de problemas, Física Clássica e Física Quântica.

A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS COMO FERRAMENTA PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM DE ÓTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO

Angelita Leite Machado [angelitaleitemachado@hotmail.com]
Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa
Campus Bagé, 96.413-170, Bagé, RS – Brasil

A física tem sido apresentada no ensino médio através de uma metodologia de ensino tradicional, com aulas teóricas, de quadro negro e giz, sem a utilização de nenhum tipo de atividade experimental para que os alunos possam relacionar a teoria com a prática. Este projeto foi desenvolvido de forma a montar um kit com materiais didáticos para abordar os conteúdos de ótica geométrica, a fim de serem implementados em escolas de Ensino Médio, com o intuito de facilitar a aprendizagem sobre a propagação, reflexão e refração da luz.

O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual de Educação Básica Professor Justino da Costa Quintana, no município de Bagé, e as aulas foram implementadas no turno da noite nas turmas de segundo ano do Ensino Médio. As atividades são compostas por uma sequência de três aulas. Buscamos, em cada aula, iniciar a discussão a partir de uma breve abordagem histórica, seguida da explicação sobre os conceitos físicos e finalizando com a realização de experimentos relativos ao conteúdo discutido. Anterior ao início das atividades foi feito um breve questionário para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de buscar uma aprendizagem significativa sobre ótica geométrica.

Durante a primeira aula trabalhamos a questão da história da ótica geométrica e logo em seguida falamos um pouco sobre fontes de luz, corpos luminosos, e o conceito principal da aula, a propagação retilínea da luz. A aula foi finalizada com a apresentação de uma câmara escura confeccionada em caixa de sapato. Na segunda aula o conteúdo abordado foi sobre espelhos planos e associação de espelhos planos. Um experimento para determinar a relação entre a posição do objeto e da imagem e o número de imagens produzidas em uma associação de espelhos foi utilizado ao final da aula. Por fim, na terceira falou-se sobre refração da luz, utilizando uma lâmpada preenchida com água como lente.

No decorrer destas aulas procurou-se sempre relacionar os conteúdos com o cotidiano do aluno, tentando com isso motivar o aluno para o ensino de física. No final foi aplicado um questionário com fotos dos fenômenos óticos que haviam sido observados nos experimentos aplicados com o intuito de avaliar o conhecimento dos alunos perante os conteúdos explicados.

Apoio: CAPES/PIBID

Palavras-chave: Experimentos, Ótica geométrica, Aulas expositivas-práticas.

ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DE LIMITE DE UMA FUNÇÃO NO CONTEÚDO DE ELETROSTÁTICA

Lucas Domingui [lucas.domingui@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Santa Catarina – IF/SC

Campus Criciúma, 88813-600, Criciúma, SC – Brasil

Solange Freitas Gomes [soll_fg@hotmail.com]

Ester de Souza Bittencourt Alves [ester_alvess@hotmail.com]

Pós-Graduação em Educação Matemática – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC

CEP 88806-000, Criciúma, SC – Brasil

Fábio Domingui [fabiomingui@ifsc.edu.br]

Suzy Pascoali [suzy@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Nos últimos anos vem ocorrendo uma defesa em favor da inclusão de elementos de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio, integrado a conteúdos de Física. Dessa forma, pretende-se divulgar uma atividade de ensino-aprendizagem onde o conceito de limite de uma função é trabalhado de forma contextualizada, em física. O conceito de força elétrica é utilizado para explicar a tendência de uma função. Segundo um dos princípios fundamentais da eletrostática, quanto mais próximo duas cargas estiverem, maior será a intensidade da força que atua entre elas; para cargas de mesmo sinal a força será repulsiva e para cargas de sinais diferentes, atrativa. Porém, o que acontece com o valor da força quando se aproximam/afastam duas cargas idênticas ao máximo? A partir dessa reflexão, o presente trabalho retrata uma experiência de ensino na qual se aborda o conceito de limite de uma função a partir do conceito de força elétrica, com o objetivo de demonstrar ao aluno o conceito de limite de uma função, necessário para compreensão de alguns fenômenos físicos. O presente trabalho foi aplicado na disciplina de Física, no terceiro ano do Ensino Médio. Inicialmente é apresentada aos alunos uma situação problema, neste caso, envolvendo força elétrica. Duas cargas idênticas, postas no vácuo a uma distância (d). Na sequência buscou-se modelar matematicamente o referido fenômeno, por meio da equação de Coulomb. A partir da modelagem matemática, simularam-se condições de aumento ou diminuição da distância, verificando tendências de respostas. Com os dados de tendência, definiu-se o conceito de limite de uma função e, por consequência, o valor da força elétrica a distâncias muito pequenas ou muito grandes. Os alunos observaram que quando adotado valores de distância cada vez menores, a força tende a valores muito grandes, ou seja, infinito. Quando se adotou valores cada vez maiores de distância, a força diminuía até resultados próximos de zero. Com isso, os alunos puderam compreender o significado de limite de uma função tendendo a zero e ao infinito. Ao final, observou-se o resultado de aprendizagem dos alunos, por meio de situações problemas similares. Ao ser aplicado esse conteúdo em outras situações problemas, os alunos conseguiram identificar os limites das funções, mostrando que uma abordagem contextualizada desse conteúdo no Ensino Médio é possível de ser realizada com sucesso. Ao final conclui-se que a aplicação de modelagens matemáticas em física auxilia na compreensão dos conteúdos e que o conteúdo de limite de uma função pode ser ministrado no Ensino Médio.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Modelagem Matemática; Limite de uma Função; Força Elétrica.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA INCERTEZA DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA ABORDAGEM HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE LUZ

Rita Margarete Grala [ritagrala@hotmail.com]
 EMEB Dr. Liberato Salzano Vieira da Cunha.
 CEP 91110-440, Porto Alegre, RS – Brasil

Através de pequenas pesquisas para responder perguntas convenientemente organizadas, procurou-se guiar os alunos na descoberta de que a ciência é uma construção humana que vem sendo aprimorada ao longo dos séculos por um grande número de pessoas. Buscou-se também despertá-los para duas constatações, quais sejam: a de que o conhecimento científico, sendo uma construção humana, pode estar errado e de que é necessário aceitar o erro como fator fundamental na produção de todo conhecimento. Nortearam esta proposta os nove princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica¹ (MOREIRA, 2005). O método empregado foi o de pequenas pesquisas semanais e um teste final. Todo o projeto estendeu-se por seis semanas e consistiu na execução de seis tarefas. A primeira, um teste surpresa, individual e sem consulta com apenas um questionamento: “Na tua concepção, o que é a luz?”. Esta primeira intervenção teve o objetivo de trazer, à consciência do aluno, o que ele já sabe, uma vez que o conhecimento prévio é o fator que mais influencia na aprendizagem significativa (MOREIRA, 2005). As tarefas subsequentes foram realizadas com uma semana de prazo entre cada uma e tiveram por fim levá-los a perceber que explicar a realidade é uma aspiração comum às pessoas desde os primórdios da civilização. A segunda tarefa foi uma pesquisa para responder a pergunta: “Como os antigos gregos pensavam que fosse a luz?”. A terceira, também uma pesquisa: “O que era a luz para Isaac Newton?”. A quarta indagava: “Como Huyghens e Young acreditavam que fosse a luz?”. A quinta tarefa devia responder ao questionamento: “Qual o modelo atualmente aceito para explicar a natureza da luz?”. As fontes de pesquisa foram diversificadas: livros didáticos, sites da internet e entrevistas com professores da área de filosofia e história. Na sexta semana, os trabalhos foram devolvidos aos alunos para serem usados como consulta na última tarefa: um teste individual. Os resultados da aplicação desta atividade foram animadores. De um total de 63 alunos participantes, 35 concluíram e entregaram pelo menos metade das tarefas e 48, na avaliação final, demonstraram ter deduzido que o modelo atualmente aceito para explicar a luz é apenas provisório e que pode ser adaptado se surgirem fatos novos. Sendo assim, uma prática de fácil execução mostrou-se muito eficiente para muitos objetivos: ensinar um assunto da física através da história da ciência, estimular a aceitação do erro como uma etapa importante da construção do conhecimento, mostrar que a ciência é uma construção coletiva, de inúmeras pessoas ao longo de muitos séculos e não um tema acabado como encontramos nos livros didáticos.

Palavras-chave: aprendizagem significativa crítica, história da ciência, natureza da luz.

Referências

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre, 2005.

¹ 1º Princípio da interação social e do questionamento. 2º Princípio da não centralidade do livro de texto. 3º Princípio do aprendiz como perceptor. 4º Princípio do conhecimento como linguagem. 5º Princípio da consciência semântica. 6º Princípio da aprendizagem pelo erro. 7º Princípio da desaprendizagem. 8º Princípio da incerteza do conhecimento. 9º Princípio da não utilização do quadro de giz.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PELO DIÁLOGO

Joecir Palandi [joecir@gmail.com]

Dartanhan Baldez Figueiredo [dartanhanbf@gmail.com]

Karla Weber [karlaweberfisica@gmail.com]

Departamento de Física – UFSM

Centro de Ciências Naturais e Exatas, 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil

Este trabalho tem como objetivo refletir sobre o papel do diálogo no processo de formação do educador e como estratégia de ensino em sala de aula.

O Curso de Licenciatura em Física da UFSM possui quatro disciplinas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física. De modo geral, no estágio I, os acadêmicos estudam a estrutura organizacional e a estrutura didática da escola em que devem realizar os demais estágios. No estágio II, realizam um pré-planejamento das aulas que devem executar com os alunos. No estágio III, escrevem detalhadamente cada aula e assistem algumas aulas do professor regente da turma. No estágio IV, executam as aulas com os alunos do Ensino Médio.

O pré-planejamento e a preparação das aulas são realizados durante dois semestres letivos. No nosso caso, os conteúdos e a forma como deveriam ser abordados foram discutidos com profundidade, aula por aula, com o professor orientador. O diálogo da estagiária com o professor orientador revelou-se fundamental para que ela adquirisse domínio dos conteúdos e uma visão clara de suas interrelações. O diálogo da estagiária com o professor orientador, na construção das aulas, serviu de exemplo para o diálogo da estagiária com seus alunos.

Por outro lado, as aulas foram planejadas para discutir, com ênfase, as leis, os princípios e os conceitos físicos mais relevantes usando, para isso, um ou dois exemplos bem estruturados ou um experimento. As tarefas de casa envolviam apenas um ou dois exercícios. Além disso, as discussões partiam de uma situação do cotidiano dos alunos e se desenvolvia rumo à concretização dos objetivos da aula a partir de perguntas previstas no planejamento.

As discussões em sala de aula, com suas idas e vindas, considerando as ideias, exemplos e propostas de cada aluno, só podiam ser sustentadas pela estagiária porque ela tinha domínio do conteúdo. Quando as ideias dos alunos fugiam bastante do tema, ele era esclarecido do motivo pelo qual aquele assunto não seria discutido naquele momento.

O diálogo em sala de aula, da maneira como foi desenvolvido, contribuiu para o estabelecimento do processo de ensino-aprendizagem, modificando, inclusive, atitudes e comportamentos. Por exemplo: os alunos passaram a participar das aulas, antecipando as possíveis explicações do conteúdo, compartilhando o quadro-negro para melhor expor suas ideias, questionando palavras e termos novos, tomando a iniciativa da montagem e realização dos experimentos e não mais aceitando passivamente a palavra da estagiária.

É importante salientar que esses e outros resultados, foram obtidos basicamente porque a estagiária tinha domínio do conteúdo e suas interrelações, visão clara da sequência didática planejada e conseguiu sustentar um diálogo centrado em leis, princípios e conceitos físicos.

AQUISIÇÃO DE DADOS VIA PC COMO MÉTODO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE FÍSICA

Guilherme Espósito Querelli [querelli@globo.com]

Marisa Almeida Cavalcante [marisac@pucsp.br]

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – PUC-SP

CEP 01303-050, São Paulo, SP – Brasil

O uso do computador no dia-a-dia já é indispensável, devemos extrair dele o máximo possível para facilitar, simplificar e tornar mais prática nossa vida. Um dos ambientes onde cada vez mais substituímos equipamentos analógicos por digitais são os laboratórios das universidades. De cronômetros a termômetros e até mesmo a famosa régua, todos podem ser trocados por um equivalente digital.

Na internet estão disponíveis softwares gratuitos de análise de imagens. São programas de computador que possibilitam fazer medições de distâncias, ângulos, tempos, inserção de vetores, forças e uma infinidade de possibilidades. Esse tipo de programa nos permite trabalhar no PC com uma foto ou vídeo de algum experimento. Com os vídeos ainda surge uma particularidade, vídeos, que nada mais são do que uma sequência de fotos apresentadas em um curto período de tempo, podemos nesse tipo de software, analisar uma a uma as imagens ao saber o intervalo de tempo entre elas e desta maneira, conseguimos descobrir velocidades, acelerações e etc.

Trabalhei com um software chamado TRACKER desenvolvido pela universidade americana Cabrillo Colege. Durante o período de um ano, filmei e analisei diversos experimentos clássicos da graduação em física e engenharias da PUC-SP e experimentos que também podem ser usados em aulas de ensino médio.

Dentre os temas trabalhados, temos a comprovação da conservação de energia mecânica em um pendulo longo, a medição da aceleração da gravidade local através de um movimento de queda livre e o cálculo da densidade linear de um fio inextensível usando uma montagem que gera nele ondas estacionárias. Esse último mostrou-se inesperadamente proveitoso, pois na maneira clássica de fazer o experimento surgia, entre o resultado esperado e o calculado da densidade linear do fio, um coeficiente de $\frac{1}{4}$. Isso também ocorreu em montagens semelhantes do mesmo experimento feitas em outras universidades.

Para isso foi usada para tais filmagens uma câmera de alta velocidade que captura 10 vezes mais quadros por segundo do que uma câmera comum, quando esses quadros foram analisados, observei uma diferença entre a frequência que era lida no gerador de áudio e a frequência de oscilação do fio. Essa diferença era exatamente metade e depois nos cálculos como esse valor é elevado ao quadrado, encontramos o $\frac{1}{4}$. Algo assim impossível de se constatar a olho nu, pois não notamos movimentos tão rápidos (abaixo de $\frac{1}{30}$ segundo).

Esse novo método de realização de experimentos clássicos tem sido muito positivo, pois simplifica cálculos e diminui as incertezas relativas no resultado final. Facilita a compreensão de fenômenos e nos propicia algumas descobertas.

Apoio: CNPq

Palavras-chave: Aquisição de dados; novas tecnologias em laboratório; ensino de física.

ASTRONOMIA OU ASTROLOGIA? CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO REGULAR NA CIDADE DE RIO GRANDE-RS

Vanessa de Oliveira Gil¹ [nessa.holopainen@gmail.com]
Franciele Pires Ruas¹ [franzinhah_ruas@hotmail.com]
Pâmela Taís Dutra Mena¹ [pam_tais_rec@hotmail.com]
Letícia Moreira Hood¹ [letcahood@gmail.com]
Luiz Fernando Mackedanz² [luismackedanz@furg.br]
 IMEF – FURG– Caixa Postal 474.
 Campus Carreiros, 96.201-900, Rio Grande, RS – Brasil

Um dos maiores desafios para o Ensino de Ciências está em despertar e manter o interesse dos estudantes com o conteúdo. A disciplina de Física muitas vezes carece desse componente motivacional, necessitando de novos temas que possam ser usados nesse sentido. Muitos autores concordam que a Astronomia pode ser usada nesse contexto junto aos estudantes de Ensino Médio. Um cuidado que deve-se tomar, porém, é verificar os conhecimentos prévios destes estudantes, para identificar concepções alternativas ou errôneas.

Com este objetivo, o presente trabalho utiliza um questionário de pesquisa onde são abordadas algumas questões que envolvem conceitos básicos sobre o assunto. Temos como finalidade identificar as diferentes falhas no que diz respeito à deficiência que circunda o assunto astronomia e sugerir metodologias que possam vir a sanar as carências do ensino.

Para cumprirmos nosso objetivo, aplicamos um questionário com dez perguntas abordando assuntos básicos que deveriam ter sido compreendidos pelo estudante durante sua formação na escola (níveis fundamental e médio). Aqui devemos ter presente que diversos tópicos relacionados ao assunto são recorrentes desde o 4º ano do Ensino Fundamental. As perguntas foram distribuídas em quatro turmas de uma escola estadual da cidade de Rio Grande onde cerca de 100 alunos e alunas participaram da pesquisa.

Analisando detalhadamente essas respostas, foi feito um levantamento qualitativo incluindo conceitos científicos formais até concepções intuitivas aprendidas fora do ambiente escolar. Observamos que grande parte delas mostravam-se incoerentes e desprovidas de fundamentos teóricos. Acreditamos que parte desse resultado deve-se à falta de incentivo ao estudo de Astronomia pelo professor e também à escolha de um livro didático inadequado para esse propósito. Apesar da falta de conhecimento científico sobre o tema, os estudantes mostraram-se curiosos e interessados, pois não sabiam que existe uma relação entre a Física e a Astronomia, já que o pouco que lembravam advém das aulas de ciências no ensino fundamental.

Este levantamento permitiu propor estratégias que visam preencher essa lacuna na educação básica, introduzindo a Astronomia por meio de oficinas, unidades de aprendizagem e recursos multimídia. Tais atividades serão realizadas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Após a realização do ciclo de intervenções, ao final do ano letivo, será feito um novo levantamento com as mesmas questões, para verificar a efetividade da intervenção. Alguns resultados já obtidos serão apresentados.

¹ Licenciando bolsista CAPES-PIBID/FURG

² Coordenador subprojeto Física CAPES-PIBID/FURG, professor do Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências – PPGEC/FURG, professor do Programa de Pós-Graduação em Física – PPGFIS/FURG

BUSCANDO A FÍSICA NUM SUBMARINO

Celso Gonçalves de Quadros [cgquadros@yahoo.com.br]

Antonio Carlos de Francisco [acfrancisco@utfpr.edu.br]

Sani de Carvalho Rutz da Silva [sani@utfpr.edu.br]

UTFPR – Campus Ponta Grossa, 84016-210, Ponta Grossa, PR – Brasil

A Física utiliza-se de uma linguagem bastante específica, cujos fenômenos são traduzidos por funções matemáticas, requerendo dos alunos uma compreensão além do significado teórico. Há necessidade de uma interação maior que a utilização das equações, pois os valores numéricos incorporam sempre um significado prático, representando as grandezas com suas unidades específicas. Nas turmas de nível médio na disciplina de física, muitos alunos tendem a uma aprendizagem mecânica, apesar dos esforços que são feitos no sentido de fundamentar as leis traduzidas pelas equações. A proposta aqui apresentada foi aplicada na 1ª série do nível médio no ano de 2009 na UTFPR em Ponta Grossa, com o objetivo de reduzir a aprendizagem mecânica, construindo-se e utilizando-se um protótipo de submarino e dois tanques, além de um dinamômetro. O método sugerido é diferenciado na forma abordagem sequencial dos assuntos utilizando-se o protótipo, visando à integração dos conceitos físicos trabalhados. Ao utilizar-se por várias vezes o protótipo, com enfoques diferentes em cada situação, este se tornou um tema recorrente ao longo do ano, com uma ordem gradativa de informações e dificuldades. Desta forma, procurou-se promover aprendizagem significativa que é, segundo Moreira (2000, p. 153)¹, “um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, um conceito subsunção”. Observou-se que os alunos, inicialmente à partir de seus conhecimentos prévios e, posteriormente, dos conhecimentos remodelados por uma atividade anterior, tendem a deixar de utilizar a aprendizagem mecânica.

É oportuno destacar a necessidade de representação de forças pelos estudantes, que em física se refere especificamente ao uso de uma seta, que é um vetor “signo”. Consideremos o que dizem Diaz Bordenave e Pereira (1991, p. 188-189)²: “*signo*” é qualquer coisa que substitui ou indica outra coisa graças a algum tipo de associação entre elas. Por exemplo, quando vemos nuvens, pensamos em chuva, ou ainda, a cor amarela de uma folha de café indica a falta de nitrogênio. São signos naturais. Existem também os signos criados pelo homem, como por exemplo, os signos verbais, a escrita, a fala ou os sinais de trânsito, sendo que alguns têm seus significados comumente facilmente entendidos, e outros, necessitam de convenções específicas ou conhecimentos mais especializados. Todo signo tem dois aspectos: o *significante*, que é o próprio símbolo, e o *significado*, que é a ideia que se quer representar. Portanto, para a utilização do “vetor”, cuja função é complementar as características de algumas grandezas, foram constatadas dificuldades dos alunos com relação à força resultante aplicada a um corpo, porém, os alunos tiveram um desempenho geral satisfatório em termos de formação de conceitos, mesmo que alguns não tenham construído o modelo mental apropriado do protótipo em todas as suas nuances, em repouso ou em movimento uniforme ou acelerado, na superfície ou abaixo da superfície, para que os conhecimentos pudessem ser facilmente resgatados.

Apoio: FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA

Palavras-chave: ensino de Física, submarino, conhecimentos prévios.

¹ DIAZ BORDENAVE, J.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Petrópolis (RJ): Vozes. 1991.

² MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. ATAS DO ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2000, Lisboa. Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa, Peniche - Lisboa, 2000. p. 33-45.

CALORÍMETRO: EXPERIMENTO QUE FACILITA A COMPREENSÃO DOS ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE AS TROCAS DE CALOR

Gabriela Santos Lopes [gabriela.lopes@acad.pucrs.br]
William Mello Borgonhi [william.borgonhi@acad.pucrs.br]
Artur Majolo Scheid [artur.scheid@acad.pucrs.br]
Samara Oliveira Pinto [samara.pinto@acad.pucrs.br]
Pâmela Mielczarski [pamela.mielczarski.acad.pucrs.br]
Fabiana Pasqualotto [fabypas@gmail.com]
*Faculdade de Física – PUCRS – Caixa Postal, 1429.
CEP 90619-900, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Este trabalho tem como objetivo a construção de um calorímetro de baixo custo com alunos do ensino médio para facilitar a compreensão sobre trocas de calor. Ao observarmos o entendimento de uma turma com 20 alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola estadual, sobre as trocas de calor após uma aula teórica de termodinâmica, percebemos a dificuldade da compreensão do assunto. Preocupados com os conceitos errôneos dos alunos mesmo após a aula, concluímos que era necessário o uso de experimentos práticos para facilitar a compreensão de como ocorrem às trocas de calor. Após pesquisarmos um experimento que fosse de fácil construção e compreensão e de custo baixo, escolhemos a montagem de um calorímetro no qual é necessário material de fácil acesso, como isopor, latinha de alumínio, ebulidor e termômetro. Com o calorímetro os alunos puderam calcular a capacidade calorífica dele e comparar com outros recipientes que eles estão acostumados no cotidiano, como potes de plásticos, canecas de cerâmica, diversos tipos de potes de sorvete. Puderam investigar também os possíveis erros na medida da temperatura, como poderiam aumentar a eficiência do calorímetro e também quais os materiais dos recipientes que devem escolher dependendo das necessidades que tenham, como por exemplo, a necessidade de conservar a temperatura de um alimento. Após a realização do experimento, foi feito um questionário onde os alunos responderam questões que foram abordadas antes da aula prática e também tiveram a oportunidade de escrever o quanto facilitou ou não a compreensão sobre o calor após a construção do calorímetro e os estudos feitos através dele.

Apoio: CAPES

Palavras-chave: Calorímetro; trocas de calor; aula prática.

CHOQUE DE CIÊNCIA: O ENSINO DE CIÊNCIA PROMOVENDO A INDISSOCIABILIDADE ENTRE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO NO IF-SC

Olivier Allain [olivier@ifsc.edu.br]

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Adriano Antunes Rodrigues [nanoantunes@gmail.com]

Naiane Machado Mariano [naiane@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Geison João Euzébio [geisoneuzebio@gmail.com]

Bolsista de Iniciação Científica (CNPq/IF-SC)

O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IF-SC, de novembro de 2009, traz duas recomendações norteadoras de extrema importância no que tange as atividades de ensino, pesquisa e extensão: (i) estas atividades deverão ser baseadas na indissociabilidade, tomando-a como um princípio e (ii) cada uma destas tem um eixo fundamental: constituir a função social da instituição de democratizar o saber e contribuir para a construção de uma sociedade ética e solidária. Se o professor e o aluno forem sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem, o espaço acadêmico será, também, um espaço para produzir novos saberes, evidentemente, considerando as possibilidades de cada momento do percurso formativo. Para promover uma atividade onde existisse a indissociabilidade, orientou-se pela teoria sócio-cultural de Vigotsky, onde sugere que a estrutura mental do sujeito só é formada, para receber um determinado conceito, quando este é apresentado. O campo conceitual estudado deve estar além do conhecimento que o aluno já possui, a chamada zona proximal. Para que o aluno aprenda novos conceitos é necessário que haja interação social entre ele e um parceiro mais capaz que o leve até a zona proximal. O projeto aqui relatado, além da indissociabilidade também promoveu a interdisciplinariedade, pois as disciplinas de Português, Inglês, Artes, Física, Química e Biologia estavam envolvidas desde o início. O projeto começou com a tradução de uma obra em inglês, “Scary Science”, (sem tradução comercial para o português) que tem como tema experiências de ciência com potencialidade de serem assustadoras. Esta tradução ocorreu nas aulas de inglês por um período de dois meses com a orientação do professor, porém realizadas pelos alunos. Com a tradução finalizada, os alunos foram auxiliados pelos professores de ciência na realização dos experimentos, após estes serem executados os alunos foram orientados a estudar mais a fundo os conceitos científicos envolvidos na explicação dos experimentos, e esta por si só. Os alunos também tiveram que confeccionar pôsteres com as explicações estudadas e cuidar do ambiente visual. A data de execução do projeto foi escolhida propositalmente para reafirmar sua temática, assim optou-se pela sexta-feira 13 de maio de 2011 e toda a decoração dos ambientes remeteram ao tema do “sinistro”, fazendo referência ao livro traduzido. A exposição foi direcionada para alunos de escolas públicas, principalmente para oitavas séries e Ensino Médio. A avaliação do projeto pôde ser medida pela repercussão na mídia local, tanto televisiva, radiofônica e escrita, como no número de visitantes que ultrapassou a duas centenas. Ainda faz parte da avaliação do projeto um grupo focal realizado com os alunos participantes, todos do terceiro módulo do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do campus Araranguá, no mês de junho de 2011. A análise deste grupo focal está sendo realizada e seu término está previsto para o final do segundo semestre deste ano. Porém os resultados preliminares são positivos e animadores, ultrapassando as expectativas, o que sugere que a indissociabilidade como princípio tem a potencialidade de promover o ensino de ciência para os licenciandos e principalmente para o público em geral trazendo novos conhecimentos e fomentando o interesse pela ciência.

Palavras-chave: formação de professores, interdisciplinariedade, indissociabilidade

CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL PARA FACILITAR O USO DO DIAGRAMA V DE GOWIN COMO ORGANIZADOR DE CONHECIMENTO

Jaqueline Rodrigues [jaque92-rodrigues@hotmail.com]

*Bolsista do Programa Institucional de Incentivo à
Produção Científica e Inovação Tecnológica (PIPCIT - IF-SC)*

Luciana Bolan Frigo [luciana.frigo@ararangua.ufsc.br]

*Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Campus Universitário, 88040-970, Florianópolis, SC – Brasil*

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC
Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil*

Para David Ausubel, a aprendizagem se dá na organização e integração das informações na estrutura cognitiva do indivíduo. A definição mais importante da obra de Ausubel é a de aprendizagem significativa. Este é o processo em que uma nova informação interage com a estrutura cognitiva do indivíduo e se ancora nos conceitos pré-existentes. O V de Gowin, ou diagrama V, foi proposto por Gowin como instrumento de análise de artigos, livros, entre outros. Tinha, inicialmente, a intenção de “desempacotar” o conhecimento contido no material instrucional do currículo. Na visão de Gowin, o processo de pesquisa leva à tríade evento-fato-conceito. O formato em V permite visualizar a ligação entre um evento de pesquisa, o domínio conceitual que a guiou e seus resultados. No IF-SC, campus Araranguá, o diagrama V e os mapas conceituais têm sido usados sistematicamente como instrumento de análise e organização de conhecimento, bem como de avaliação no curso Licenciatura em Ciência da Natureza com habilitação em Física. Os mapas conceituais têm uma ferramenta para sua construção virtual muito bem estabelecida, o *Cmap tools*, no entanto, os diagramas V ainda não a possuem. O objetivo do projeto aqui relatado, uma parceria entre o IF-SC e a UFSC, é o de desenvolver um aplicativo que facilite a utilização de diagramas V. A metodologia do projeto consiste em três fases distintas, que estão sendo desenroladas durante o ano de 2011 nos campus Araranguá de cada uma das duas instituições envolvidas. Na primeira, a bolsista PIPICIT foi orientada diretamente pela co-orientadora da UFSC, que desenvolve trabalho na área de Tecnologias da Informação e Comunicação, para que uma primeira versão do aplicativo fosse elaborada. O desenvolvimento está sendo feito através da ferramenta de programação chamada Lazarus[®], esta ferramenta livre permite compilar um único código para várias plataformas. Durante os meses de março, abril, maio e junho, esta primeira versão foi criada. Na segunda fase do projeto, sob a co-orientação do IF-SC, esta primeira versão foi usada na formação de professores de Física no IF-SC, na expectativa de auxiliar e sistematizar de maneira mais adequada o uso de diagramas V no curso de Licenciatura, o que acreditamos seja de importância fundamental para o processo de aprender a aprender destes futuros professores. Nesta segunda fase, os licenciandos fizeram sugestões para melhoria da plataforma virtual que orientaram a terceira fase do projeto. Nesta última, a bolsista volta a ser orientada pela sua co-orientadora da UFSC para implementar as modificações sugeridas pelos licenciandos. O projeto aqui relatado está ainda em desenvolvimento, porém as primeiras impressões sugerem que o uso de uma plataforma virtual é um fator que permite um maior acesso e interação dos licenciando com os diagramas V, de forma semelhante ao que eles já possuíam com os mapas conceituais.

Palavras-chave: diagramas V, aprendizagem significativa, plataforma virtual

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE APOIO PARA AULAS DE FÍSICA: ÓPTICA E FÍSICA MODERNA

Cristine Inês Brauwerts [crisbrauwerts@hotmail.com]

Luan Araújo dos Santos [luan.pqno@hotmail.com]

Laboratório de Ensino de Física – UNIVATES

Eliana Fernandes Borragini [eliana@univates.br]

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIVATES

CEP 95900-000, Lajeado, RS – Brasil

Neste trabalho é apresentada a construção de um dispositivo simples para uso em aulas de óptica e física moderna, que tem a finalidade de captar sinais eletromagnéticos e enviá-los para o computador. A utilização do dispositivo deve ser associada a um *software* que permita a análise do sinal, que no nosso caso foi o *Audacity*. A atividade foi desenvolvida no Laboratório de Ensino de Física do Centro Universitário Univates pelos estudantes de graduação que nele realizam seu estágio, e que são os autores principais deste trabalho.

O desenvolvimento do dispositivo foi inspirado por uma palestra apresentada no 4º Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari (4º CCTEC) e a base para sua construção está no material didático produzido por Cavalcante e Tavolaro (2007), sendo Cavalcante a ministrante da palestra. Foram feitas pequenas adaptações na proposta original apresentada.

O dispositivo consiste em um circuito montado com dois sensores luminosos, o LDR e o fotodiodo. O LDR (*Light Dependent Resistor*) tem a função de detectar a luz visível, enquanto o fotodiodo tem a função de detectar a luz do espectro infravermelho. Há a necessidade de dois sensores, pois o LDR tem uma baixíssima resposta para o espectro infravermelho, sendo quase impossível diferenciar o sinal do ruído, enquanto o fotodiodo, devido às suas características de funcionamento, apresenta resposta nula para o espectro visível. Foi também utilizado um LED (*Light Emitting Diode*) que, como o nome sugere, é um diodo emissor de luz. Ele é caracterizado por funcionar com pequenas correntes elétricas, da ordem de 20 mA, e uma baixa tensão de alimentação, aproximadamente 1,7 V. Inicialmente sua função era a de sinalizar que o circuito estava sendo excitado, porém, devido ao consumo do LED, o sinal de saída sofreria uma atenuação que reduziria um pouco a relação sinal ruído. Assim ele passou a ter apenas a função de sinalizar que o circuito não estava sofrendo excitação externa, não interferindo, desta forma, na amplitude do sinal de saída. Há um capacitor de desacoplamento na saída do circuito, para prevenir que altas tensões em corrente contínua fossem enviadas para a placa de som do computador, deixando passar apenas a corrente alternada.

Utilizando também, como ferramenta essencial, o *software Audacity*, instalado no computador, pode-se realizar atividades para determinar frequências, velocidades e transformar em ondas sonoras as ondas eletromagnéticas de diversas frequências captadas pelo detector. Os detectores estão sendo construídos para uso nas aulas experimentais de física básica e as atividades para seu uso estão em fase de elaboração.

REFERÊNCIAS:

M.A. Cavalcante e C.R.C. Tavolaro, *Física Moderna Experimental* (Editora Manole, São Paulo, 2007).

Audacity®: <http://audacity.sourceforge.net/?lang=pt>

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DIDÁTICO PARA O SISTEMA SOLAR**Luan Araújo dos Santos** [luan.pqno@hotmail.com]**Cristine Inês Brauwerts** [crisbrauwerts@hotmail.com]**Marcelo Vettori** [mvetorri@gmail.com]**Eliana Fernandes Borragini** [eliana@univates.br]*Projeto de extensão em Astronomia – UNIVATES***Sônia Gonzatti** [lagonzatti@bewnet.com.br]*Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIVATES**CEP 95900-000, Lajeado, RS – Brasil*

O projeto de extensão “Astronomia: Desvendando o céu do Vale do Taquari” está sendo desenvolvido no Centro Universitário UNIVATES. Neste projeto, temos o envolvimento de alunos voluntários, estagiários e professores colaboradores. Uma das ações desenvolvidas é a elaboração de um software didático, com o objetivo de servir de apoio para aulas de astronomia na escola básica, em especial, para o ensino de alguns dos movimentos e fenômenos relacionados ao nosso sistema solar. É comum que se encontre erros conceituais em materiais didáticos populares, como os livros de ensino fundamental e médio. Percebe-se também que alguns professores se sentem inseguros em abordar o assunto em aula. A simulação é um modelo simplificado da realidade e, embora se possa perder algumas informações mais complexas, justamente pela simplificação o modelo permite a visualização de alguns fenômenos isoladamente e tridimensionalmente, o que pode vir a facilitar sua compreensão. É possível, por exemplo, visualizar o nosso sistema solar, com Sol e os oito planetas, a Lua, que é o satélite natural da Terra e os anéis de Saturno. Algumas das possibilidades de manipulação do software são: a opção de girar cada astro nos 3 eixos; aproximar e afastar a visualização; ampliar os detalhes; aumentar e reduzir a velocidade da animação; pausar; ligar e desligar as sombras; visualizar as órbitas dos astros considerando o ponto de vista da teoria geocêntrica, heliocêntrica e de possibilidades de órbitas com qualquer dos outros planetas como astro central. O programa foi desenvolvido em linguagem Java, para aumentar a portabilidade para outros sistemas operacionais (compatível com Windows e Linux), no ambiente de desenvolvimento *NetBeans*, que possui ótimas ferramentas para agilizar o desenvolvimento de aplicações em Java. Foi utilizada a biblioteca livre JOGL¹. Existem outros softwares disponíveis com funções similares, mas muitos deles apresentam um manuseio muito complexo, que os torna de difícil utilização. Optou-se, então, por desenvolver um software de nível iniciante, com vantagens e limitações que sejam de nosso conhecimento e domínio, pois limitações conhecidas podem ser melhoradas e transformadas em qualidades.

¹ <http://java.net/projects/jogl/>

DISCUTINDO CONCEITOS DE TEMPERATURA E CALOR ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE SOLAR

Daniela B. Pavani [dpavani@if.ufrgs.br]

*Departamento de Astronomia – Instituto de Física – UFRGS - Caixa Postal 15051
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil*

Karen Espíndola [renaka.karen@gmail.com]

SEC/RS e SESI/RS, Porto Alegre, RS – Brasil

Guilherme F. Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]

Márcia Maria Lucchese [mmlucchese@gmail.com]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS - Brasil

Considerando que os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam os temas estruturantes para o ensino de Física, e que estes temas são formas de organizar as atividades didáticas para que o aluno entenda e relacione melhor os conceitos abordados nas aulas de Física, desenvolvemos uma sequência didática envolvendo Astronomia e Conceitos de Termodinâmica. Este projeto surgiu da necessidade de tornar as aulas tradicionais que envolvem conceitos de temperatura e calor, constantes no Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia, mais motivadoras e interessantes. Nesse sentido, pretendemos oferecer uma alternativa para abordagem do tópico trabalhando seu aspecto interdisciplinar além de contextualizá-lo historicamente, sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em física. Partindo da pergunta que os astrônomos se faziam no fim do Século XIX: *Que forma de energia está sendo convertida em calor no Sol?* podemos relacionar as Unidades Temáticas 1 – Fontes e trocas de calor, e 4 – Energia: produção para uso social. Para tanto, a sequência didática parte da realização de um experimento que permite determinar o valor da constante solar, isto é, o fluxo de radiação luminosa do Sol recebida aqui na Terra, em unidades de energia. Através da comparação entre o resultado obtido experimentalmente pelos alunos com aqueles advindos do cálculo da quantidade de energia liberada em outros processos envolvendo, por exemplo, a queima de carvão em uma fornalha ou o gasto de energia elétrica de uma residência durante um mês, a sequência didática permite discutir as diferentes fontes de energia, bem como as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor. De forma complementar, permite também apresentar aos alunos como ocorre a geração de energia nos interiores estelares. Assim, podemos relacionar Astronomia com conteúdos da Física clássica que sempre são apresentados aos alunos do ensino médio, além disto, proporcionamos a estes alunos a oportunidade em conhecer diferentes formas de propagação de calor e como estão relacionadas.

Palavras chaves: termodinâmica, energia, calor, temperatura, astronomia.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA ATRAVÉS DA ASTRONOMIA: DESVENDANDO O CÉU DO VALE DO TAQUARI

Elise Cândida Dente [elisedente@universo.univates.br]

Cristine Brauwers [crisbrauwers@hotmail.com]

Luan Araújo dos Santos [luan.pqno@hotmail.com]

Nestor Antônio Bresolin Júnior [nbresolin@gmail.com]

Projeto de extensão em Astronomia – UNIVATES

Eliana Fernandes Borragini [eliana@univates.br]

Sônia Elisa Marchi Gonzatti [lagonzatti@bewnet.com.br]

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIVATES

CEP 95900-000, Lajeado, RS – Brasil

O projeto de extensão “Astronomia: Desvendando o céu do Vale do Taquari” está sendo desenvolvido no Centro Universitário UNIVATES, em Lajeado, no Vale do Taquari, região centro-serra do Rio Grande do Sul. Participantes de pelo menos 20 municípios da região já participaram das diferentes atividades. Um dos objetivos do projeto é contribuir para a melhoria do ensino de Astronomia, através da capacitação teórico-metodológica de professores da educação básica, e também oferecer atividades de complementação e enriquecimento curricular no ensino de ciências. Além disso, visa divulgar a cultura científica e oferecer formação básica em astronomia para o público em geral.

Dentre as atividades desenvolvidas, é oferecido um curso de extensão, que tem como público-alvo professores e comunidade em geral. Esta atividade já envolveu, desde 2009, um público de 114 pessoas. Em 2011, este curso está sendo desenvolvido em dois módulos, sendo um em cada semestre letivo. O primeiro módulo contou com 22 participantes, podendo se destacar a participação de estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior das diferentes áreas do conhecimento. Os cursos de extensão oferecidos têm sido um importante espaço de divulgação da cultura astronômica.

Outra atividade ligada ao projeto é o atendimento de escolas e comunidade em geral para observações astronômicas, no observatório astronômico da instituição. O mesmo conta com um telescópio refletor do tipo Newtoniano e dois binóculos. A atividade já envolveu 303 pessoas. Dentro desta, realizamos exposições orais sobre os assuntos de maior interesse e utilizamos o *software Stellarium* como material de apoio.

Entre as atividades previstas para 2011, está a realização da exposição *Paisagens Cósmicas*, em parceria com o planetário José Baptista Pereira, da UFRGS, nos meses de setembro e outubro. Ainda, serão oferecidas oficinas. Uma delas ocorre em julho, na qual será montada uma luneta astronômica utilizando material alternativo. A outra oficina prevista será voltada para jovens e adolescentes. Outra meta para este ano é aumentar o número de observações, tentando envolver mais a comunidade acadêmica, melhorando a divulgação interna e externa das atividades do observatório.

As diferentes ações desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão tem se mostrado um importante espaço de ensino não-formal, na medida em que lida com um público marcadamente eclético, bem como oferece atividades de complementação curricular na área do ensino de física e de astronomia para as escolas da educação básica da região.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DOCENTE: CONSTRUINDO E DIVULGANDO O CONHECIMENTO POR MEIO DO RÁDIO

Tatiane Gonçalves Elias Goulart¹ [taty_2558@hotmail.com]

Adriano Antunes Rodrigues² [adriano.rodrigues@ifsc.edu.br]

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Olivier Allain [olivier@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

A divulgação científica é um fator importante a ser considerado quando se fala em ensino de ciências. Muitas vezes a compreensão dos conceitos científicos pelo público geral não ultrapassa os limites da divulgação científica nos meios de comunicação de massa, embora esse tipo de divulgação seja alvo de críticas ferrenhas no âmbito acadêmico. Esta divulgação, principalmente em meios não especializados (televisão, rádio, revistas, sites), pode sair do alcance do crivo acadêmico, buscando impressionar o público-alvo e normalmente colocada a serviço do consumo. Seria esta prática um desserviço à educação científica? Embora não pretendamos responder a esta pergunta, partimos do pressuposto que a divulgação científica pode ser uma aliada importante no ensino de ciências, principalmente quando explorada desde sua concepção. Para tanto, estamos implementando um programa de divulgação científica por meio do rádio. Uma proposta apoiada em referenciais teóricos de ensino para validar uma prática que se pretende apor ao currículo da formação de professores no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do *Campus Araranguá*. Pautados na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, os estudantes (licenciandos) devem trabalhar na elaboração e avaliação de *spots* (pequenas inserções de até dois minutos) para divulgação científica no rádio. Pretende-se mediar a aprendizagem dos estudantes através do engajamento destes na elaboração dos *spots* sobre conteúdos da Física, baseados na teoria sociocultural de Vigotsky que sustenta a importância da interação entre os estudantes e um parceiro mais capaz (mediador) para a aprendizagem dos conceitos científicos, de forma que este mediador proponha atividades de aprendizagem dentro de uma zona de desenvolvimento proximal, que é o elo entre o que o estudante já sabe (real) e aquilo que se pretende ensinar (ideal). Espera-se que a formação estudantes seja favorecida pelo envolvimento no processo de produção do material a ser levado ao público, tanto na compreensão dos conceitos científicos explorados e peculiaridades da comunicação social quanto dos referenciais teóricos de ensino que podem subsidiar a elaboração dos *spots* para o rádio. As etapas do trabalho são basicamente: i) capacitação para o manuseio de tecnologias para captação e edição de áudio; ii) definição e estudo de temas a serem divulgados por meio do rádio; iii) definição e estudo do referencial teórico de ensino para a elaboração dos *spots*; iv) elaboração dos textos (roteiros) dentro do referencial escolhido e gravação dos *spots*; v) avaliação do impacto na comunidade; vi) avaliação das contribuições com a formação dos licenciandos. Esperamos que o projeto ofereça importantes contribuições para o ensino de ciências, na medida em que pode: i) apresentar uma alternativa para a superação do modelo tradicional de ensino, constituindo-se como uma atividade potencialmente motivadora, em que o estudante é autor em seu processo de aprendizagem; ii) desenvolver e avaliar produtos educacionais destinados à divulgação científica ainda não explorados na região de abrangência do IF-SC; iii) consolidar uma metodologia de ensino baseada em pressupostos construtivistas na tentativa de superação do modelo tradicional de ensino; iv) contribuir com o ensino público de qualidade, unindo ensino, pesquisa e extensão em um trabalho educacional socialmente contextualizado.

Palavras-chave: divulgação científica, ensino de Física, formação de professores.

¹ Bolsista do Programa Institucional de Incentivo à Produção Científica e Inovação Tecnológica (PIPCIT - IF-SC)

² Aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Física – Instituto de Física UFRGS

EMPREGO DE MAPAS CONCEITUAIS NO PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES EM CLUBES DE CIÊNCIAS

Silvio Luiz Rutz da Silva [rutz@uepg.br]

André Maurício Brinatti [ambrinatti@uepg.br]

Jeremias Borges da Silva [silvajb@uepg.br]

Departamento de Física – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Campus Uvaranas, 84030-900, Ponta Grossa, PR – Brasil.

O Grupo de Instrumentação para o Ensino de Física (GIEF) do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa desenvolveu o projeto de extensão “Criação de Clubes de Ciências”, inserido no programa “Universidade Sem Fronteiras”, subprograma “Apoio às Licenciaturas” da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná no Brasil (SETI – PR). O projeto, do ponto de vista de extensão, se propôs a disseminar e a criar espaços não formais nas escolas de Ensino Básico que permitissem a discussão de temas importantes para o cotidiano da sociedade, proporcionando uma forma diferenciada do aluno aprender Ciências. Outro objetivo do projeto, esse de característica mais acadêmica, foi contribuir para a formação de professores proporcionando aos acadêmicos das áreas das Ciências Naturais a interação com os estudantes, e seu cotidiano, bem como com a escola em um ambiente sem a rigidez da sala de aula. Este convívio e a possibilidade de aprofundar estudos seguindo uma metodologia científica fornecem uma rica experiência extracurricular. Neste trabalho apresentamos a experiência do uso do mapa conceitual no planejamento de atividades interdisciplinares. Esta estratégia foi aplicada para planejar e definir projetos de estudos e pesquisa interdisciplinar em espaço não formal de Clube de Ciências com estudantes do Ensino Fundamental e Médio. Na elaboração e execução das ações propostas utilizou-se o mapa conceitual como instrumento para a organização e planejamento das atividades a partir de um tema central, construindo-se uma visão global e estruturada do conhecimento prévio para desenvolver ações relativas a três temas geradores: Aquecimento Global, Viagem ao Espaço e Energia. A estratégia permitiu a proposição de projetos em biologia, geociências, química e física que puderam ser trabalhados de forma interdisciplinar, levando os estudantes a compreender as inter-relações entre essas ciências.

O uso de mapas conceituais no processo de planejamento e execução de projetos tem sido cada vez maior em função das facilidades de visualização e de exposição dos problemas e estratégias de solução que são encontrados, convertendo-se em um banco de recursos facilitador da determinação de competências e habilidades necessárias para a execução e desenvolvimento das proposições elaboradas em tal planejamento. Neste trabalho, pode-se ressaltar que o uso de mapas conceituais para o planejamento e execução de projetos permite: identificar as carências que geraram o problema, permitindo identificar e localizar as informações e conhecimentos capazes de suprir tais carências; gerar e disseminar o conhecimento a nível interorganizacional; integrar os diversos níveis e áreas de conhecimento; orientar sobre os conceitos fundamentais bem como indicar como estão vinculados; e permitem representar iconograficamente um modelo didático que pode introduzir ao estudante novas concepções sobre o conhecimento e os processos de aquisição e desenvolvimento do mesmo. Finalmente os mapas conceituais constituem-se num instrumento pelo qual os estudantes podem aprender e representar seu próprio conhecimento, em um processo de aprendizagem colaborativo que requer que os mesmos compreendam que o processo de aprendizagem decorre da indagação e que o conhecimento é uma propriedade que emerge quando se trabalha com as interpelações e interpretações adequadas das informações disponíveis.

Apoio: Fundação Araucária – Programa Universidade Sem Fronteiras: Apoio às Licenciaturas

Palavras-chave: Planejamento; Interdisciplinaridade; Clube de ciências; Mapa conceitual; Ensino de ciências.

ENSINO A DISTÂNCIA: O PAPEL DA INTERMEDIÇÃO PEDAGÓGICA NA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE FÍSICA

Lisete Funari Dias [lisetefunaridias@gmail.com]

Fábio Teixeira Dias [diasft@gmail.com]

Carmem Regina Diehl [crpsdiehl@gmail.com]

Maria Joseane R. da Silva [josichuvisca@hotmail.com]

Curso de Licenciatura em Matemática – UFPel

Centro de Educação a Distância, 96010-000, Pelotas, RS – Brasil

Este trabalho resulta da experiência docente no Ensino de Física, para o Curso de Licenciatura em Matemática a Distância (CLMD), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com os diversos desafios na construção dos conceitos envolvidos nas disciplinas de Física. Ao final de 6 semestres, em dois projetos da Universidade Aberta do Brasil (UAB), envolvendo cerca de 900 alunos, é possível concluir sobre muitos aspectos de ensino e aprendizagem. Mesmo com a utilização de vários recursos tecnológicos, a exemplo do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), Web Conferência, Vídeo-Aula e materiais impressos, são diversas as dificuldades, no que se refere ao ensino e aprendizagem de Física, estendendo-se também, aos desenvolvimentos matemáticos. Em dados já obtidos, identificamos que cerca de 80% pretendem ser professores, justificando assim, que devam ter domínio sobre os conceitos científicos e a matemática. As análises desta experiência nos levaram a propor uma estratégia de ensino com base na metodologia de Intermediação Pedagógica Múltipla (Okada, 2008) e na visão de aprendizagem e formação de conceitos como processo sócio-histórico-cultural (Vigotski, 2000). A metodologia é de aprendizagem colaborativa e tem como objetivo, motivar o aluno a ser um mediador pedagógico ao lado de seu professor, que segundo Okada é “*o aprender ensinando e o ensinar aprendendo*”. Partindo deste suporte teórico, esta estratégia tem como fundamento a interação, intermediação e a colaboração professor-aluno ou aluno-aluno e, a expressão dos conceitos pela linguagem escrita. Este aprender e ensinar refere-se aos conceitos envolvidos nas disciplinas de Física do CLMD, que se construídos pelos próprios alunos, com a mediação e colaboração dos professores e colegas de grupo, devem levar a uma aprendizagem mais significativa. Com isso, os alunos terão a oportunidade de ampliar seu conhecimento, tanto ao nível da ciência da natureza, quanto ao da matemática, utilizando as tecnologias de informação e comunicação (TIC's), como prática pedagógica. Esta estratégia compreende construir o conhecimento sobre determinado assunto, sendo que, o primeiro trabalho desenvolvido, foi a “representação vetorial”. No segundo, utilizamos o conteúdo de “Gravitação”. A apresentação é forma de slides, simulando uma aula preparada aos colegas, denominados aprendizes. A interação se dá durante a construção do trabalho, com os colegas e com o professor orientador, via *e-mail* ou mensagem no AVA (*Moodle*). A versão final é avaliada quanto à criatividade, uso de referências, construção do conceito cientificamente aceito e interação. Uma das versões finais é selecionada e postada no *Moodle* para a apresentação aos demais alunos, que deverão interagir, com questões, entre todos os participantes. Com esta experiência, concluímos que é possível aprender ensinando e ensinar aprendendo, utilizando uma adaptação da metodologia de Intermediação Pedagógica Múltipla (Okada, 2008). Embora tenhamos utilizado somente a base desta, que é a intermediação através das TIC's na EaD, confirmamos que a interação social e o uso da linguagem escrita, conforme Vigostki (2000) é fundamental na construção do conceitos. Nossa intenção, com este trabalho, é relatar e refletir sobre uma experiência que obteve resultados de aprendizagem, mas com o aperfeiçoamento, pode vir a se constituir em mais uma forma de ação e colaboração na aprendizagem dos conceitos de Física na EaD.

Palavras-chave: Intermediação, Formação de Conceitos, Educação a Distância

EXPERIMENTO DE QUEDA LIVRE COMO METODOLOGIA PARA APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

Lucas Domingui [lucas.domingui@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Criciúma, 88813-600, Criciúma, SC – Brasil

Fábio Domingui [fabiodomingui@hotmail.com]

Suzy Pascoali [suzy@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC-Brasil

O processo de ensino-aprendizagem está fundamentado na necessidade do ser humano de compreender as múltiplas determinações existentes na natureza. Neste contexto, a Física é de fundamental importância uma vez que é a ciência que estuda os fenômenos naturais. Ao ingressar no Ensino Médio, o aluno passa a conviver com o componente curricular Física. Um dos conteúdos de ensino nessa etapa da escolarização é o movimento dos corpos, entre eles do de Queda Livre. O presente trabalho visa relatar uma experiência prática no ensino de Física. Tem como objetivo auxiliar o aluno no processo de apropriação dos conceitos de aceleração da gravidade, por meio da compreensão experimental de um fenômeno físico. Para tal, emprega metodologias de ensino que aumentam a participação e a interatividade dos alunos sem detrimento do acesso ao conhecimento científico, tornando a aula mais dinâmica com efeitos positivos no processo de ensino-aprendizagem. O movimento de queda livre é um movimento unidimensional, vertical, impulsionado pela ação do campo gravitacional terrestre. É o movimento de subida e descida dos objetos, onde a força do campo gravitacional terrestre produz modificações uniformes neste movimento, produzindo uma aceleração constante, a aceleração da gravidade (g). Trata-se de um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), onde a posição do objeto é determinada pela equação (1):

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (1)$$

Durante a descida há um movimento acelerado – aumento da velocidade – e durante a subida um movimento retardado – diminuição da velocidade. Portanto, a aceleração da gravidade é negativa no eixo y . Ao nível do mar, possui valor de $9,8 \text{ m/s}^2$. Como metodologia, buscou-se um ponto elevado dentro do espaço escolar, soltou-se um objeto de massa m , elevada o suficiente para que seja desprezada a resistência oferecida pelo ar, sem impulsioná-lo ($v_0 = 0 \text{ m/s}$). O tempo de queda (t) foi cronometrado e altura de queda (h) medida com auxílio de uma corda e uma trena. O experimento foi repetido cinco vezes pelos alunos, sendo utilizado o tempo médio de queda para os cálculos. Os alunos obtiveram resultados experimentais entre $9,04 \text{ m/s}^2$ e $9,52 \text{ m/s}^2$. Mais importante do que a exatidão do resultado está o fato de que, após essa aula experimental, os alunos apresentaram rendimento no conteúdo Queda Livre superior a turmas que não realizaram a atividade prática. Dessa forma, a experimentação no Ensino de Física se mostra uma ferramenta útil e necessária. Ela não substitui o ensino de conteúdos, mas o complementa.

Palavras-chave: Ensino de Física; Queda Livre; Aceleração da Gravidade.

EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE HIDROSTÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA DO PIBID/UNIPAMPA

Kennedy Ortiz Barilari [k.barilari@hotmail.com]
Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise das contribuições do uso de experimentos e simulações computacionais, aliados a uma abordagem com perspectivas histórica e tecnológica de alguns conteúdos de Hidrostática, visando à obtenção de uma aprendizagem mais significativa. O módulo didático, descrito neste trabalho, foi implementado em turmas da 2ª série do ensino médio da Escola Estadual Prof. Waldemar Amoretty Machado, em Bagé-RS. Este módulo contém uma série de 3 aulas. O primeiro passo em busca de uma aprendizagem significativa foi aplicar um questionário objetivo, visando identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de hidrostática, incluindo situações presentes no dia a dia. Nas aulas, foram trabalhados os conteúdos sobre densidade, pressão e pressão atmosférica, dentre outros, partindo de uma abordagem com ênfase na descrição dos conceitos físicos e, a partir dela, fazendo uma relação com situações conhecidas do dia a dia que envolvem estes conceitos. Juntamente, foram utilizados alguns experimentos que, acreditamos, tornaram possível aos alunos, além da compreensão, também a reflexão crítica acerca das situações apresentadas.

Em alguns momentos foi iniciada uma abordagem histórica, como forma de mostrar que a procura por uma explicação científica esteve sempre presente na busca do conhecimento. O uso de eventos noticiados pela mídia também foram utilizados, como por exemplo, a influência da variação da altitude na realização de partidas de futebol. Finalmente, simulações sobre os efeitos da pressão foram utilizados para ilustrar problemas quando não tínhamos o recurso do experimento.

Além do questionário sobre conhecimentos prévios, apresentamos aos alunos um questionário após o desenvolvimento do módulo didático, a fim de avaliar a eficácia do mesmo. Com a análise destes questionários foi possível perceber por parte dos alunos, um significativo avanço na compreensão dos conceitos físicos quando estes foram questionados para explicar determinadas situações presentes no dia a dia. Assim, coletamos algumas evidências de que a aproximação dos conceitos físicos com a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, desenvolvidos em nosso trabalho, contribuíram para uma aprendizagem um pouco mais significativa, permitindo ao aluno compreender e refletir sobre problemas de seu cotidiano.

Apoios: CAPES/PIBID

Palavras-chave: experimentos, pressão, aprendizagem

FAZENDO UMA AULA DIFERENTE: HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA ASTRONOMIA

Geison João Euzébio [geisoneuzebio@gmail.com]

Thayse Adíneia Pacheco [thayse.pacheco@gmail.com]

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

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Há uma constante preocupação dos educadores com a maneira com que o ensino de física vem sendo aplicado em sala de aula. Segundo relatos de alguns professores da rede estadual de educação da cidade de Araranguá – SC, a disciplina de física é trabalhada de forma extremamente tradicional (matéria e quadro) sem a utilização de ferramentas que possam atrair a atenção dos alunos. Este trabalho teve, então, como impulso inicial, propor uma abordagem atrativa de tópicos de Astronomia com foco principalmente no fator histórico, auxiliando o processo de ensino-aprendizagem. Com desenvolvido na cadeira de didática do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IF-SC – Campus Araranguá.

O presente trabalho teve como objetivos: propor uma nova abordagem de tópicos de Astronomia; atrair a atenção dos alunos por meio das histórias em quadrinhos; tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo para a vida dos alunos; viabilizar materiais (histórias em quadrinhos) para professores que tenham interesse em aplicá-los em suas aulas.

Após pesquisa sobre o tema proposto, os autores elaboraram textos e montaram histórias em quadrinhos, em um site específico para a criação de histórias em quadrinhos e tirinhas, que estão publicadas no endereço <http://www.pixton.com/geison>. As histórias seguem uma ordem cronológica, com o intuito de mostrar aos alunos que as teorias científicas estudadas nos livros didáticos são uma constante evolução de conceitos e que uma teoria depende das suas antecessoras para ser construída.

As histórias em quadrinhos foram aplicadas a quatro turmas da 1º série do Ensino Médio na Escola de Ensino Básico de Araranguá. Em cada turma a dinâmica utilizada seguiu os seguintes passos: I – A turma foi dividida em grupos de no máximo cinco alunos; II – Cada grupo recebeu um exemplar de história; III – Cada alunos efetuou a leitura da história e discutiu sobre ela com o grupo; IV – Cada grupo socializou a história – lida e discutida – para o grande grupo; V – Os autores explanaram sobre cada história – lendo e discutindo – para o grande grupo.

A primeira história trata dos pensamentos de Eudóxio, Platão e Aristóteles: o formato do planeta Terra; o conteúdo do Universo; a divisão entre os mundos sensível e das ideias. A segunda história faz referência às observações celestes de Tycho Brahe, os aprimoramentos e construção de um mapa planetário por Johannes Kepler com consequência na elaboração das conhecidas três leis de Kepler. A terceira história contempla a criação da luneta por Hans Lipershey e as observações feitas por Galileu Galilei usando-a. Ele percebeu que a Lua tem crateras, que o planeta Júpiter também possui luas, que o planeta Vênus passa por fases e que existem manchas no Sol. A quarta e última história abordada explora a vida de Isaac Newton com foco na anedota da maçã, na sua contribuição para a teoria da gravitação universal e as três leis, denominadas leis de Newton.

Na visão dos autores, considerou-se como asserção de valor que depois de preparar e apresentar as histórias em quadrinhos o assunto proposto ficou muito mais claro para todos, tanto para os autores quanto para os alunos privilegiados com a aplicação do trabalho. Os alunos da rede estadual de educação relataram que a abordagem conseguiu prender sua atenção e que a compreensão desses como também de outros conteúdos podem ser facilitados por meio das histórias em quadrinhos.

Palavras-chaves: Histórias em quadrinhos; Astronomia; Ensino de Física.

FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO

Izabel Cristina Freitas dos Santos [izabel@svs.iffarroupilha.edu.br]
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – IFF.
Campus São Vicente do Sul, 97420-000, São Vicente do Sul, RS-Brasil.

Lisiane Barcellos Calheiro [lisbarcellos@hotmail.com]
Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi.
CEP 97035-250, Santa Maria, RS-Brasil.

Joecir Palandi [joecir@gmail.com]
Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
Cidade Universitária, 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil

A grande maioria da população completa seus estudos no ensino médio. Desse modo, é nesse nível de ensino que deveria encontrar os conhecimentos científicos que formam a base da moderna maneira de ver e compreender o Universo e isso não apenas por uma questão de conhecimento, mas também por uma questão de cidadania, para poder participar de forma consciente nas discussões e decisões importantes que, cada vez mais, giram em torno de questões científicas. Os meios de comunicação bombardeiam a população com notícias das mais variadas áreas científicas e quando o adolescente busca, na escola formal, os conhecimentos que estão na base de tais notícias, encontra a biblioteca sem acervo adequado, currículos desatualizados e professores despreparados. O ensino de Ciências e o de Física, em particular, desenvolvido na escola de nível médio é baseado no livro-texto e na resolução de um sem número de exercícios. É rotineiro e desestimulante. O professor não encontra textos de apoio, oficinas de conhecimento e materiais alternativos para suas aulas e para sua educação continuada. O conhecimento sobre as partículas elementares e sobre os grandes instrumentos usados no seu estudo, pela sua atualidade e pela circunstância de envolver uma série de conteúdos do ensino médio, é interessante para tornar o ensino mais atraente para os alunos e para motivar o professor na busca de temas sobre os quais apoiar suas estratégias de ensino. Com esses objetivos, no presente trabalho, selecionamos alguns tópicos fundamentais da Física de Partículas para inserção no ensino médio. Em alguns deles, transposições didáticas originais devem ser implementadas. A seguir detalhamos um pouco cada tópico que, em princípio, pode ser desenvolvido em duas horas/aula. (i) Partícula elementar: discussão da distinção entre os conceitos de molécula, átomo, partícula constituinte da matéria e partícula elementar. Além disso, discussão de que o conceito de partícula elementar é relativo à energia associada ao processo de detecção e/ou observação. (ii) Férmions e bósons: discussão de que, na eletrosfera atômica, os elétrons não podem ocupar todos a mesma órbita por causa do princípio de exclusão de Pauli e que, por isso, os elétrons são classificados como férmions. Além disso, discussão de que qualquer radiação eletromagnética e, em particular, a radiação laser, é composta de partículas chamadas fótons, todas com a mesma energia e que, por isso, são classificadas como bósons. Então, estender a discussão para incluir outras partículas em cada categoria. (iii) Interações fundamentais: discussão da diferença entre os conceitos de interação e força e a compreensão do modelo em que a interação entre duas partículas pode ser representada por duas forças e do modelo em que a interação entre duas partículas pode ser representada pela troca de partículas virtuais e que essas partículas são bósons. Então, estender a discussão relacionando as quatro interações fundamentais às respectivas partículas mediadoras. (iv) Confinamento de quarks: discussão do fato de que nunca foram observados quarks livres e que eles existem apenas em estados ligados formando outras partículas (mésons e bárions). Além disso, discutir a propriedade de liberdade assintótica, pela qual a interação quark-quark se torna menos intensa à medida que eles se aproximam um do outro, e explicar, com um modelo relativístico simples de produção de pares, a propriedade de confinamento.

Palavras-chave: Física de partículas, transposição didática, inserção no ensino médio.

FÍSICA EM FOCO - UMA MANEIRA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Talissa Cristini Tavares Rodrigues [talissa.trodrigues@gmail.com]
Estevão Luciano Quevedo Antunes Júnior [eantunesjr@gmail.com]
Leopoldo Lobo da Rocha Junior [leopoldolobo_allstar@hotmail.com]
Alunos da Faculdade de Física – PUC/RS
Cíntia Soares Silveira [cinss@terra.com.br]
Faculdade de Física – PUC/RS
CEP 90619-900, Porto Alegre, RS – Brasil

Em entrevistas realizadas durante o mês de novembro de 2010, com os alunos do Instituto Estadual Rio Branco (IERB), constatou-se a falta de motivação na disciplina de Física. Com base nesses relatos, o Grupo PIBID (Programa de Incentivo de Bolsas de Iniciação à Docência) - Física PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), presente no IERB desenvolveu atividades que fogem da rotina tradicional da sala de aula mostrando que esta disciplina não é apenas a reprodução de um livro de equações e fórmulas, mas que seus conhecimentos podem se difundir a todas as idades. As atividades desenvolvidas foram: oficina “*Contos de física*”, “*Cine Física*”, “*Show de Mágica*” e “*Informatização da Física por meio de redes sociais e “blog”*”.

A oficina “*Contos de Física*” aplicada ao Ensino Médio estimulou os alunos a buscar o conhecimento, uma vez que criaram e contaram o seu próprio conto. No Ensino Fundamental, ela serviu para estimular o lado investigativo da criança que por meio dos contos conheceu a Física do seu dia a dia. O uso de personagens fantoches e imagens coloridas ajudaram a estimular o lado criativo e imaginário da criança, despertando as suas ideias a respeito de como as coisas funcionam ou como ela as vê funcionar. O despertar dessas ideias é o primeiro passo para iniciar a construção do conhecimento científico.

O “*Cine Física*” consistiu em sessões de cinema com filmes que contextualizam Física. Os primeiros filmes utilizados foram “*Gravidade*”, “*E=m.c² Equação de Vida e Morte de Einstein*”, distribuídos pelo History Channel e disponibilizados por “*Física.Net*”, “*Uma noite de Natal – As aventuras de Tom e Jerry*”, disponibilizado pela Warner Bros. Após as sessões, os vídeos eram discutidos em seminários, elucidando as idéias da Física.

O “*Show de Mágica*” apresentou experiências de Física para todas as idades com o objetivo de entretenimento lúdico despertando interesse e curiosidade dos alunos e instigando-os à pesquisa.

A “*Informatização da Física por meio de redes sociais e o blog Física em Foco- IERB¹*” apresentam as novidades e curiosidades da comunidade científica, links relacionados à disciplina, atividades propostas e realizadas pelo grupo na escola, plantão de dúvidas on-line, etc.

A realização de uma nova entrevista com alunos identificou que as atividades propostas atingiram o seu objetivo de motivá-los em relação a esta disciplina. Observou-se aprimoramento nos trabalhos apresentados em aula e interesse por outros assuntos relacionados à Física que não fazem parte do currículo escolar, bem como o pedido de aumento da carga horária das aulas.

¹ <http://fisicaemfoco-ierb.blogspot.com>

FORÇA GRAVITACIONAL, ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE E VELOCIDADE DE ESCAPE: UMA PROPOSTA DESENVOLVIDA NO PIBID/UNIPAMPA

Daniele P. Castro [daniele.danizinha@hotmail.com]
Jackson K. L. Da Silva [jacksonksilva@gmail.com]
Guilherme F. Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

O curso de licenciatura em Física da Unipampa/Campus Bagé possui, desde 2010 um subprojeto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES). O programa conta com um coordenador, dois supervisores e dez bolsistas de iniciação à docência. Este trabalho apresenta uma breve sequência didática de três aulas, sobre gravitação, desenvolvida dentro do programa. Tendo em vista a dificuldade em demonstrar a Gravitação Newtoniana em sala de aula, foram desenvolvidas aulas diferenciadas com a utilização das novas tecnologias, como o ensino mediado por computadores, o uso de vídeos e apresentação de experimentos, onde foram utilizadas atividades demonstrativas, com materiais de fácil aquisição.

As aulas e os experimentos didáticos foram desenvolvidos em busca de uma aprendizagem mais significativa. Como forma de alcançar este objetivo, antes da apresentação das aulas foi aplicado um questionário, visando conhecer quais as pré-concepções dos alunos sobre o assunto a ser abordado. Em seguida foram desenvolvidas três aulas sobre Gravitação: a primeira, uma aula introdutória sobre Força de Atração Gravitacional; a segunda sobre Aceleração da Gravidade; e a terceira sobre Velocidade de Escape. A fim de buscar uma aprendizagem significativa, além da investigação sobre os conhecimentos prévios, cada aula foi organizada de forma a fornecer subsunçores para a aula seguinte.

O objetivo das aulas foram: i) ensinar que a força de atração gravitacional é o que mantém a órbita

da Terra em torno do Sol e também a Lua em torno da Terra; ii) ensinar como e para que saber calcular essa Força; iii) ensinar que esta mesma força nos prende à superfície da Terra, responsável pela queda dos corpos; iv) ensinar o conceito de queda livre e a relação com o que observamos (Dois corpos caem com a mesma aceleração?); v) apresentar o conceito de Velocidade de Escape.

Apoio: CAPES/PIBID

Palavras-chave: Força Gravitacional, Aceleração da Gravidade, Velocidade de Escape

FORMAÇÃO BÁSICA DE PROFESSORES: PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS DOS ESTÁGIOS CURRICULARES SUPERVISIONADOS DA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNIPAMPA

Pedro Fernando Teixeira Dorneles [pedro.dorneles@unipampa.edu.br]

Edson Massayuki Kakuno [edson.kakuno@unipampa.edu.br]

Vania Elisabeth Barlette [vania.barlette@unipampa.edu.br]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA – Caixa Postal 15051

Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

Na década de noventa, a maioria dos cursos de licenciatura plena possuíam apenas uma disciplina de estágio, no último semestre. Com a homologação do Parecer 28/2001 do Conselho Nacional de Educação (CNE), sobre a duração e carga horária dos cursos de formação de professores para educação básica, as disciplinas de estágios curricular supervisionado dos cursos de licenciaturas tem apresentado constantes mudanças. Segundo o CNE, os cursos de licenciaturas devem ter *400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado a partir do início da segunda metade do curso*. O curso de Licenciatura em Física da Unipampa foi concebido levando em consideração esse parecer, e os estágios foram planejados para terem início a partir do quinto semestre e apresentarem uma gradual inserção dos licenciandos à docência. No presente trabalho, apresentamos a estrutura dos estágios, alguns depoimentos de alunos das escolas sobre a atuação dos estagiários e perspectivas futuras. Os estágios estão divididos em quatro disciplinas (Estágios I, II, III e IV). No Estágio I, o licenciando realiza uma observação participante. Após uma série de observações, o licenciando é desafiado a elaborar e testar hipóteses sobre suas concepções em relação ao processo de ensino-aprendizagem, em especial sobre “como é o ensino de Física” e “como deveria ser”. Com base nessas experiências, no Estágio II o estagiário irá conceber e implementar um projeto de ensino e, nos estágios III e IV é que ele assume a regência de uma turma. Todos os estágios possuem dois créditos teóricos que são utilizados para discussão de tópicos relativos a subsídios teórico-metodológicos e epistemológicos para o ensino de Física e contribuições para a melhoria do ensino de Física no ensino formal e informal. Como requisito parcial de avaliação dos estagiários, é cobrada a elaboração e a apresentação de um trabalho de conclusão de estágio curso¹, que, além de conter uma análise dos resultados e uma discussão de suas principais dificuldades em sala de aula, deverá conter uma discussão sobre a importância ou não do estágio na sua futura prática docente. Um dos principais resultados dos estágios já concluídos trata-se da boa interação entre os estagiários e os alunos. A seguir apresentamos dois depoimentos de alunos da Educação Básica: *Ela tem boa vontade, paciência e gosto para ensinar e a cada dia mostra mais surpresas sobre seu conhecimento. É um tipo de professora amiga. Ela sempre procura induzir a parte prática da física ...; Ele foi um ótimo professor, aprendemos várias coisas que tínhamos dúvidas*”. Destacamos que, apesar da excelente articulação entre os estagiários, as escolas e os professores supervisores de estágio, temos encontrado inúmeras dificuldades, tais como: licenciandos inseguros com sua futura profissão e desmotivação dos alunos das escola. Dado esse contexto, consideramos que temos encontrado um caminho interminável de formação para todos os envolvidos e o percorremos com avanços, retrocessos e mudanças, mas sempre superando nossas expectativas. Temos como perspectivas futuras a investigação de como os estágios estão contribuindo para a formação dos licenciandos, principalmente sobre as experiências que surgem da prática e da reflexão em transformar e construir sua trajetória profissional (Tardif, 2002).

Palavras-chave: Estágio curricular supervisionado; Formação de professores.

Referências

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

¹ Disponíveis em: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/licenciaturaemfisica/pesquisa/estagios>.

INCLUSÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS NÃO-LINEARES EM DISCIPLINAS DE MECÂNICA DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E ÁREAS AFINS ATRAVÉS DA MODELAGEM CIENTÍFICA E COMPUTACIONAL

Andrea Regina Zeni [arzeni@ucs.br]

*Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – UCS
CEP 95070-560, Caxias do Sul, RS – Brasil*

Eliane Angela Veit [eav@if.ufrgs.br]

Ives Solano Araujo [ives@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051.
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.*

Sistemas dinâmicos não-lineares constituem-se em um tópico da Física Contemporânea de grande interesse, descrevendo sistemas importantes como lasers, circuitos elétricos, reações químicas, atmosfera, população de ecossistemas, sistemas econômicos, sistema cardíaco, entre outros. Os efeitos dinâmicos da não-linearidade são estudados por uma variedade de pesquisadores, incluindo matemáticos, físicos, engenheiros, biólogos, astrônomos, químicos, economistas. A dinâmica de alguns sistemas não-lineares pode tornar-se caótica: pequenas incertezas nas condições iniciais crescem exponencialmente, tornando impossível prever o comportamento do sistema por longo tempo. A partir de 1963, quando E. N. Lorenz descobriu um dos primeiros exemplos de caos determinístico em sistemas dissipativos, sistemas caóticos têm crescido como um campo independente de pesquisa. Apesar do caráter interdisciplinar e contemporâneo, sistemas dinâmicos não-lineares e a sub-área sistemas caóticos não fazem parte do currículo das disciplinas de Física básica dos cursos de graduação em Engenharia e áreas afins. Muitos trabalhos na área de ensino apresentam programas de simulação numérica e experimentos de sistemas caóticos para serem apresentados em cursos de graduação. Poucos trabalhos, contudo, propõem uma visão epistemológica ou sugerem uma metodologia para discutir a questão ensino-aprendizagem da dinâmica não-linear. Neste trabalho apresentamos os resultados de um primeiro estudo sobre a inclusão da dinâmica não-linear em disciplinas de mecânica de cursos de graduação em Engenharia estruturada em um modelo didático baseado na modelagem científica e na modelagem computacional. No que tange à modelagem científica, optamos por seguir a visão epistemológica de Mario Bunge. As questões envolvendo aprendizagem foram estruturadas tendo como referencial a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. O trabalho envolve duas etapas. A primeira etapa refere-se ao processo da transposição didática, descrevendo o resultado da pesquisa realizada com especialistas da área de dinâmica não-linear, professores de cursos de Engenharia e pesquisa em livros de dinâmica não-linear, tendo como referencial a teoria da *Transposição Didática*, proposta por Yves Chevallard. A segunda etapa apresenta os resultados de uma aplicação em sala de aula, para uma turma de 20 alunos da disciplina de Física das Rotações e Oscilações do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Caxias do Sul. Nesta segunda etapa foi utilizada uma metodologia quantitativa, através de um teste inicial e um teste final, para avaliar a aprendizagem do campo conceitual de sistemas dinâmicos não-lineares. A estratégia didática consistiu de atividades computacionais utilizando o *software Modellus*.

Palavras-chave: dinâmica não-linear, ensino de física, modelagem científica, modelagem computacional, transposição didática.

LINGUAGEM PYTHON E SÉRIES DE FOURIER: FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DE APOIO AO DOCENTE

Marcos Araquem Scopel [scopel@ifsc.edu.br]

Karina dos Santos Timboni [kagotika@hotmail.com]

Thayse Adineia Pacheco [thayse.pacheco@gmail.com]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

O recém criado grupo de pesquisa foi idealizado para atender as demandas do também recente público formado de acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Física do IF-SC, Campus Araranguá. A ideia desenvolvida em nossa linha de pesquisa é a de poder contribuir com o aprimoramento da formação desses acadêmicos, futuros docentes, docentes e/ou pesquisadores, com subsídios diferenciadores que os potencialize para o sucesso em suas carreiras. Nesse sentido propomos trabalhar com duas poderosas ferramentas, a linguagem de programação Python e as Séries de Fourier.

O enfoque em nosso trabalho foi o de produzir material de apoio ao professor em sala de aula. Nessa fase, scripts foram gerados em Python que reproduziram funções periódicas e suas respectivas expansões em Séries de Fourier, scripts de animações que reproduziram a propagação de ondas e textos de apoio sobre fenômenos ondulatórios.

No início do projeto foi realizada uma revisão bibliográfica, para analisar os trabalhos que existem na área de Séries de Fourier e programação Python. Foi verificado que há pouquíssimas publicações e o que se encontra está em inglês.

Após a revisão bibliográfica, mini-textos explicativos foram escritos e exemplos foram plotados graficamente sobre reflexão e pulso, refração e pulso, superposição de ondas ou interferência, batimento, música e ondulatória, cálculo da série de Fourier, onda quadrada, onda triangular, onda dente de serra e, por fim, animações de ondas. Este material está sendo disponibilizado em um site criado para disponibilizar o material de apoio ao professor que foi construído.

Inicialmente, os testes foram realizados no programa Gnuplot e posteriormente estes foram plotados em Python para uma melhor observação dos fenômenos que são calculados por meio das Séries de Fourier.

Utilizamos com sucesso o código Python em aplicações de ondulatória. A principal vantagem dessa linguagem é a sua sintaxe simples que facilita o acesso de programadores iniciantes. As Séries de Fourier descreveram muito bem as funções ondas quadradas e dente de serra. O ajuste entre elas é melhor quanto maior o número de termos utilizados na expansão da Série. Em seguida, aplicaremos a mesma técnica de programação para aplicações em Física da Transformada Discreta de Fourier.

Pretendemos disponibilizar na internet os resultados do nosso grupo de trabalho para formar um banco de dados de aplicações dessa programação em problemas de física, matemática e outras áreas que possam auxiliar o professor em sala de aula. Com o intuito de incentivar a programação em Python iremos disponibilizar o código fonte dos arquivos.

Apoio: CNPq

Palavras-chave: Séries de Fourier; Python; Fenômenos ondulatórios; Física.

NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DA FÍSICA MODERNA E DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

Juliana Cougo Pereira [julianacougo@gmail.com]
Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96.413-170, Bagé, RS – Brasil

A nanotecnologia abre espaço para a inserção de vários temas, em diversas áreas do conhecimento, mas certamente é um tema instigante e atual, capaz de inserir física moderna no currículo do ensino médio. Hoje a nanotecnologia está presente onde menos imaginamos e, por este fato, além de trabalharmos conceitos de física moderna, também trabalhamos para uma conscientização sobre a presença da nanotecnologia em nossa vida. Nosso trabalho apresenta uma sequência didática de três aulas, apresentadas em uma turma de terceiro ano do ensino médio, na Escola Estadual de Ensino Médio Professor Waldemar Amoretty, no município de Bagé.

A nanotecnologia foi apresentada, de forma geral, na primeira aula, questionando e indicando onde esta nova tecnologia está presente. Como atividade relacionada à nanotecnologia, foi discutida a escala nano e a notação científica. Na segunda aula, ocorreu uma discussão sobre eletromagnetismo, de forma mais específica, discutimos o conceito de campo ao discutir o campo magnético. Ilustramos o campo magnético, relacionando-o com a nanotecnologia aplicada a trabalhos sobre despoluição de águas onde ocorreu derramamento de petróleo. Foi realizado um exemplo com limalha de ferro e óleo, sobre um vasilhame com água. Na terceira aula foi estudada a estrutura atômica, através de uma perspectiva histórica dos vários modelos atômicos que foram se desenvolvendo no decorrer do século XX, abordando-os através de uma maneira interativa utilizando os recursos audiovisuais e simulações.

Apoio: CAPES/PIBID

Palavras-chave: Nanotecnologia, Campo Magnético, Estrutura Atômica

O ENSINO DE CIÊNCIAS NO FIM DO ENSINO FUNDAMENTAL ORIENTADO PELA TEORIA DA APREDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Cristiane Machado de Souza [cristtyanne@hotmail.com]

Évelin Lambertes Pinto [evelin.lambertes@gmail.com]

Laura Freitas Figueredo [kiss.13@hotmail.com]

Bolsista de Iniciação à Docência (CAPES/IF-SC)

Elói Tomaz de Matos [etomazdematos@gmail.com]

Escola Básica Municipal Nova Divinéia

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Com o objetivo de fazer com que os alunos superem a visão negativa de que a ciência é uma disciplina difícil e que neles despertem interesse, fazendo uma adaptação ativa à vida, foi nosso objetivo do projeto aqui relatado realizado no ano de 2010. Orientados pela teoria de David Ausubel que define aprendizagem significativa como sendo quando uma nova informação se relaciona de alguma maneira (não literal e não arbitrária) com as informações pré-existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel conjectura princípios aplicáveis na apresentação e na organização sequencial de um campo de conhecimento, independente de sua área. Dois destes princípios são chamados por ele de *diferenciação progressiva e reconciliação integradora*. A diferenciação progressiva é o princípio de Ausubel que sugere que as ideias mais gerais devem ser apresentadas primeiro, e só depois que estas ideias gerais são de conhecimento do sujeito é que as ideias mais específicas são apresentadas. Na reconciliação integrativa sugere que deve-se organizar o conteúdo “descendo e subindo” na estrutura hierárquica do campo conceitual a medida que cada nova informação é apresentada. A principal sugestão de Ausubel para manipular a estrutura cognitiva do sujeito, para facilitar a existência de condições para que ocorra a aprendizagem significativa 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. Para se ensinar acústica na oitava série do Ensino Fundamental na E.B.M. Nova Divinéia orientou-se pelos princípios e estratégias de Ausubel. Como organizador prévio foi feita uma atividade, na qual alunos montaram uma banda para introduzir a música como objeto para estudar nas aulas de ciências. Ainda como organizador prévio foram realizadas diversas experiências sobre ondulatória e acústica antes da aula teórica com a intenção de organizar o conhecimento prévio dos alunos. A apresentação das aulas procurou respeitar a diferenciação progressiva apresentando os conceitos mais gerais antes dos específicos. A reconciliação integrativa foi promovida em todo momento, sempre revisitando os conceitos já apresentados. A avaliação do projeto está sendo concluída com entrevistas com alunos participantes e seus professores do Ensino Médio para avaliar se houve um impacto positivo na predisposição de aprender destes alunos em temas ligados à ciências da natureza, que é uma das condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo Ausubel. Os primeiros resultados indicam que os alunos se sentem mais motivados em relação a seus colegas, impressão semelhante tem seus professores perante estes alunos.

Apoio: CAPES

Palavras-Chave: Ensino-aprendizagem, Conhecimento prévio, Ciências.

O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS REALIZADAS NA INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UMA ESTAÇÃO RADIOAMADORA

Gentil César Bruscato [gentil.bruscato@ufrgs.br]

Colégio Militar de Porto Alegre – CMPA

CEP 90040-130, Porto Alegre, RS – Brasil

Paulo Machado Mors [mors@if.ufrgs.br]

Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil

Buscando oferecer uma maneira diferenciada, inovadora e motivadora para desenvolver o processo ensino-aprendizagem, implementamos, desde o ano de 2010, no Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA) a proposta de ensinar Física através do radioamadorismo. Para tanto, proporcionamos, aos alunos, um ambiente contextualizado que os motivou a aprenderem significativamente alguns conceitos físicos, além de possibilitar rica interação social, evidenciada na realização das atividades de montagem, instalação, operação e manutenção de material elétrico e equipamentos eletrônicos relacionados a uma estação radioamadora.

Os meios de comunicação atuais, tais como, telefone celular, e-mail, redes sociais através da internet e mesmo o telefone fixo, são sistemas que dependem de complexa estrutura de funcionamento, extensas redes de fiação de cobre, fibra ótica, *links* de micro-ondas, satélites de comunicações, computadores operando como *firewall*, servidores de internet, etc. Nesses sistemas há muitos equipamentos passíveis de falha, por requererem constante manutenção e níveis estáveis de fornecimento de energia elétrica e de conexão. Foi também, portanto, objetivo deste projeto, oportunizar aos alunos contato com um meio de comunicação que funciona com um mínimo de recursos e que coloca em contato pontos distantes até milhares de quilômetros. Para que a participação dos alunos na estação rádio não fosse encarada como mais uma disciplina a ser estudada, foi planejado que durante a aplicação do projeto os alunos recorressem aos conteúdos formais da Física quando sentissem necessidade de solucionar alguma dificuldade.

Ancoramos o nosso projeto nas teorias de aprendizagem de David Ausubel e Lev Vygotsky, ressaltando, como elementos marcantes dessas visões, o conhecimento prévio, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, de Ausubel, e a interação social e a zona de desenvolvimento proximal, de Vygotsky.

Por ser um trabalho com enfoque diferenciado foi elaborado material instrucional, num total de dez apostilas, abordando segurança com ferramentas, segurança em eletricidade, bancadas para eletrônica, frequência dos radioamadores, propagação de ondas eletromagnéticas, antenas, eletricidade e eletrônica, alfabeto fonético da OTAN e código internacional “Q”, código Morse, legislação, técnica e ética operacional do radioamador.

Considera-se como fator positivo na avaliação do projeto o fato de três instituições de ensino terem manifestado a intenção de replicá-lo. São elas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campi Restinga e Canoas, e Departamento de Engenharia Elétrica da UFRGS.

Apoio: CAPES.

Palavras-chave: Física, ensino-aprendizagem, Ausubel, Vygotsky, radioamadorismo, nível médio.

O ENSINO DE ÓPTICA MEDIADO POR AÇÕES SOCIOCULTURAIS VISANDO A EXPLORAÇÃO DE UM LABORATÓRIO PORTÁTIL

Bruna Gabrielly Penha Bencke [dpbenk@msn.com]

Carolini Felisberto de Souza [karolsouza18@gmail.com]

Leanny Karine Aguiar [leaguiarr@hotmail.com]

Lenise Silva de Souza [lenisesouza@gmail.com]

Michele Daniel [mychelynha_21@hotmail.com]

Monique Silva de Souza [moniquessouza@hotmail.com]

Bolsistas de Iniciação à Docência (CAPES/IF-SC)

Karine dos Santos Coelho [kakascoelho@hotmail.com]

Escola Estadual Apolônio Ireno Cardoso

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

Nosso objetivo é procurar iniciativas que possam contribuir para superar a barreira que existe entre o aluno e as Ciências Naturais, que fica evidente em muitos casos. Para nos auxiliar neste intento, utilizamos de um recurso chamado Autolabor[®], que é um laboratório portátil produzido por uma empresa catarinense e comprado pelo governo do estado para auxiliar às escolas públicas estaduais nas aulas de ciências. Este vem sendo subutilizado ou simplesmente ignorado pelos professores, por faltar capacitação de uso ou pela rotatividade de docentes nas escolas. Para orientar nosso trabalho, acreditamos, para que a estrutura do aprendiz se desenvolva e ele possa adquirir certos conceitos é necessário que estes o sejam apresentados. Ainda, acreditamos que para um aluno ingressar na Zona Proximal é necessário a interação com um parceiro mais capaz, em nosso projeto este papel foi desempenhado pelos bolsistas CAPES. O desenvolvimento das atividades pode ser dividido em cinco momentos. O primeiro foi o estudo do material disponível no Autolabor[®] que seria adequado as práticas de laboratório didático de óptica, pois assim todos os professores da rede estadual poderiam reproduzir as experimentações. O segundo foi o teste das experiências possíveis e a confecção de roteiros para sua realização em sala de aula pelos alunos. O terceiro foi à construção de aulas em *software* de *slides* que exploram os conceitos de óptica dos experimentos realizados. O quarto foi à realização das atividades, tanto de laboratório como de aulas teóricas, com os alunos do segundo ano do Ensino Médio nos períodos matutino e noturno, num total de 60 alunos atingidos. O quinto foi à exploração de recursos de informática que ainda abordam os conceitos levantados pelos experimentos e aulas teóricas e a construção de um *site* para divulgação do material produzido e que pode orientar à todos os professores interessados em explorar o Autolabor[®] nas aulas de óptica. O projeto está sendo desenvolvido durante o ano de 2011, e tem duração prevista até o mês de novembro. Os primeiros resultados apontam que, obtivemos êxito nas aulas práticas apresentadas aos alunos, pois os mesmos trabalharam sob a orientação das bolsistas seguindo um roteiro, por elas previamente preparado, para a realização das experimentações. Eles anotaram suas observações e conceitos, que começaram a ser formados através da prática. As anotações serviram posteriormente, para dar início a muitas perguntas nas aulas teóricas com a professora, que notou uma maior participação dos alunos durante a sua explicação. Porém, nosso projeto teve um imprevisto a partir do mês de maio, que foi a paralisação total por mais de um mês dos professores da rede pública estadual, que já é a maior greve do setor dos últimos 20 anos no estado.

Apoio: CAPES

Palavras-chave: óptica, Autolabor[®], teoria sociocultural.

O FUNCIONAMENTO DO CARRO BICOMBUSTÍVEL: DISCUTINDO AS VANTAGENS E LIMITES NAS AULAS DE TERMODINÂMICA

Eduardo Gois [seuggois@hotmail.com]

Álvaro Becker da Rosa [alvaro@upf.br]

Cleci Werner da Rosa [cwerner@upf.br]

Curso de Física – Universidade de Passo Fundo

CEP 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil

Devido aos poucos conhecimentos científicos das pessoas, determinados temas presente na sociedade acabam se tornando mitos e a população acaba ficando refém da divulgação feita pela mídia. O carro bicombustível é um exemplo disso. Essa inovação tecnológica foi aceita pela população como de grande valia econômica e social, pois contribui para diminuir a emissão dos gases poluentes na atmosfera. Porém, se questiona o que disso já foi mostrado e qual a verdadeira contribuição dessa inovação? Nesse sentido, muito se tem falado, mas pouco se tem verdadeiramente demonstrado. Em que o carro bicombustível se torna mais econômico? Sua eficiência é a mesma do carro a gasolina? Em que condições ele se mostra uma alternativa plausível para a população? Tais questões parecem ter diferentes respostas quando analisadas em diferentes públicos. Mas sob o ponto de vista científico qual a verdadeira razão de se utilizar carros bicombustíveis? Como trabalhar com esta questão em sala de aula no ensino médio? Que conhecimentos os alunos precisam ter para compreender e analisar as vantagens da utilização desse tipo de carro? O exposto nos leva a dizer que hoje se tem mais perguntas que respostas, principalmente em se tratando de fornecer subsídios para que os estudantes do ensino médio sejam capazes de formar opiniões mais científicas sobre o assunto. Com objetivo de contribuir para esclarecer tais questões e fornecer subsídios aos professores do ensino médio em suas aulas de Física (Termodinâmica), busca-se discutir a temática. A proposta metodológica envolve a realização de pesquisa empírica (questionário-sondagem), estudo teórico-bibliográfico sobre o tema e elaboração de uma proposta didática para trabalhar o tema no ensino médio. A pesquisa que está em fase de conclusão, apresenta as duas primeiras etapas concluídas e a última em fase de acabamento. As questões apresentadas na sondagem investigaram aspectos como: Você sabe o que é taxa de compressão nos motores a combustão interna? Em sua opinião, os carros bicombustíveis trouxeram economia tanto para o meio ambiente quanto para as pessoas que os utilizam? Em seu entendimento, qual combustível traz maior rendimento para o carro? É possível variar a taxa de compressão nos carros sem trocar alguma peça? Estas questões foram aplicadas a oitenta e dois sujeitos, escolhidas aleatoriamente na sociedade. Como resultados da pesquisa, as duas primeiras etapas já mostraram que a população comete um equívoco ao pensar que compram essa tecnologia e que estão economizando por disponibilizar de dois combustíveis e que estão contribuindo para diminuir a poluição do nosso planeta. O equívoco de compreensão está no acreditar que a taxa de compressão do carro bicombustível é uma média da taxa de compressão de carros que utilizam somente gasolina ou somente etanol, o que comprova que o carro bicombustível não rende o seu máximo nem a gasolina nem a etanol. A proposta didática em fase de conclusão está subsidiada pelos resultados encontrados na segunda etapa na qual se realizou um aprofundamento teórico sobre o tema, mostrando que os carros bicombustíveis não são econômicos na forma como anunciado na mídia e que para que isso seja atingido é necessário que o carro sofra modificações em sua estrutura física (cilindro de compressão). As alterações mecânicas que se fazem necessárias são justificadas nos princípios da termodinâmica, conteúdo, em tese, integrante do ensino médio. Tais resultados mostram a importância e a viabilidade de contemplar tais discussões no contexto da sala de aula contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e atuantes na sociedade.

BIBLIOGRAFIA

OLIVEIRA, M. (2005). **Termodinâmica**. São Paulo: Livraria da Física.

PENIDO FILHO, P. (1981). **O álcool combustível: obtenção e aplicação nos motores**. São Paulo: Nobel.

MORAN, M. J. & SHAPIRO, N. S. (2002). **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**. LTC.

O LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NA VISÃO DE UM GRUPO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Daniela Rita de Aguiar Varisa [agvarisa@hotmail.com]

Aluna do Curso de Física – Universidade de Passo Fundo – UPF

Cleci Werner da Rosa [cwerner@upf.br]

Universidade de Passo Fundo – UPF

CEP 99052-900, Passo Fundo, RS – Brasil

A presente pesquisa “vem sendo desenvolvida com o objetivo de constatar com qual frequência os professores de Física do ensino médio utilizam o laboratório como estratégia de ensino e qual o objetivo e a importância atribuída a estas experiências. Neste sentido, o estudo apresentado almeja verificar o processo histórico do laboratório didático no ensino brasileiro, elucidar os tipos e as abordagens possíveis para o laboratório didático segundo a literatura disponível (Moreira & Levandowsky, 1983; Ferreira, 1975; Pinho-Alves, 2000). Para alcançar os objetivos anunciados, adota-se uma pesquisa com abordagem quantitativa e análise qualitativa utilizando-se para tanto, um questionário com dez perguntas de múltipla escolha. O universo da pesquisa restringe-se a onze professores que ministram aulas de Física no Ensino Médio nas cidades de Lagoa Vermelha e Passo Fundo. Dos onze sujeitos da pesquisa, sete atuam em Lagoa Vermelha e quatro em Passo Fundo. Os professores do município de Lagoa Vermelha perfazem um total de 100% dos atuantes nas redes pública e privada do município e os do município de Passo Fundo são os que integram o Programa institucional de bolsa de iniciação a docência - PIBID¹. As questões foram organizadas de modo a investigar aspectos como: a importância da realização de atividades experimentais no ensino de Física; a utilização dessa ferramenta didática no ensino; o local em que estas atividades são realizadas; o tipo de equipamento didático utilizado; o incentivo dos dirigentes da escola para a realização destas atividades; os objetivos atribuídos a essas atividades (comprovação da teoria, cognitivo, motivacional, oportunidade de percorrer o caminho do cientista na “descoberta” do conhecimento ou como oportunidade de desenvolver habilidades de manuseio de materiais e equipamentos); investigação no interesse dos estudantes durante as atividades experimentais; o desempenho dos estudantes em conhecimentos que são abordados de forma experimental; a necessidade de realizar adaptações nos roteiros-guia em virtude das especificidades de cada turma e o tipo de roteiro-guia utilizado com frequência nas aulas. Como resultado da investigação obteve-se dados que estão sendo analisados a luz do referencial teórico construído sobre as possibilidades e os limites do laboratório didático no ensino de Física na educação básica. Os dados obtidos assinalam que os professores vem dando pouca importância ao laboratório e quando recorrem a esta ferramenta didática utilizam roteiros-guia presentes em livros ou manuais específicos para o laboratório e presente no ensino a décadas. Além disso, o estudo vem apontando para a falta de equipamentos didáticos nas escolas e a falta de condições dos professores para preparar aulas experimentais.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

- FERREIRA, N. C. (1985). **As diferentes formas de atuação no laboratório**. Tese (Doutorado) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MOREIRA, M. A.; LEVANDOWSKI, C. E. (1983). **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, UFRGS.
- PINHO-ALVES, Jose.(2000). **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

¹ CAPES.

O LHC, COLISÕES E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Reginaldo Freitas [rpazfreitas@gmail.com]
Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

Apresentamos, neste trabalho, uma sequência didática preparada com base nas atividades desenvolvidas no LHC (Grande Colisor de Hádrons), utilizando-o como um tema motivador para o ensino de colisões e conservação de energia. Esta sequência foi apresentada em três aulas, dentro de uma turma de primeiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Waldemar Amoretty Machado, no município de Bagé-RS. A primeira aula apresentou o CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), e também o LHC, o maior acelerador de partículas do mundo, localizado na fronteira de França e Suíça. Discutiu-se, a partir desta primeira abordagem, a evolução dos modelos atômicos, a pesquisa em física nuclear, a descoberta de novas partículas e o modelo padrão de partículas elementares. As aulas seguintes foram dedicadas a temas de física tradicionalmente apresentados no ensino médio, relacionados à temática LHC. Os tópicos escolhidos foram a conservação da quantidade de movimento e a conservação de energia. Buscando uma apresentar uma aula diversificada, foi utilizado, em seguida, uma apresentação com recursos áudio visuais de vídeo e simulações, falando sobre as diferentes formas de energia e em específico sobre Energia Mecânica. Nesta aula foi feita uma breve revisão sobre as formas de energia e a sua conservação. Por fim, utilizando com base as aulas anteriores, é então apresentado o conceito de conservação de quantidade de movimento e junto a isso um experimento que envolve os conceitos de colisões, energia potencial gravitacional e energia cinética. O experimento é utilizado inicialmente de forma demonstrativa, passando então a ser utilizado pelos alunos. A fim de avaliar a eficácia da nossa proposta, escolhemos realizar um pré e um pós-teste, cujos resultados são comparados. Acreditamos que o uso de um tema gerador atual como o LHC pode ser motivador e capaz de contribuir para uma aprendizagem mais significativa.

Apoio: CAPES/PIBID

Palavras-chave: LHC, Colisões, Energia

O OSCILOSCÓPIO COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO BÁSICO

Digiane Reis [digianereis@hotmail.com]

Francisca Pereira [fran_aru17@hotmail.com]

Juliane Souza de Oliveira [julianesouzaoliveira@gmail.com]

Rafael Ramos Maciel [rafael_turvo@hotmail.com]

Rosana de Melo Lourenço [zanaml@hotmail.com]

Bolsistas de Iniciação à Docência (CAPES/IF-SC)

Rodrigo Ramos [kbessa_ramos@hotmail.com]

Escola Estadual Maria Garcia Pessi

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF/SC

Campus Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC – Brasil

O ensino de Física no Ensino Básico, devido a uma série de fatores, tem preterido a realização de experimentos didáticos para aulas teóricas expositivas somente. Um dos fatores que podem explicar essa situação é a inexistência de equipamentos adequados para que se realizem experiências didáticas. O IF-SC Campus Araranguá, por meio do Programa de Iniciação à Docência da CAPES, tem acesso a equipamentos eletrônicos que podem auxiliar na realização de experimentos didáticos. Um destes equipamentos, que foi escolhido pelo projeto aqui relatado é o osciloscópio, que serviu como mediador para introduzir conceitos de Física no Ensino Básico. Para orientação do nosso trabalho, adotamos a Teoria Sociocultural de Vigotski. Segundo essa teoria a estrutura cognitiva do sujeito se desenvolve quando ela é exigida, então, não necessitamos esperar o desenvolvimento da mesma para introduzir o novo conceito ao aluno. Os conceitos ensinados ao aluno, não pode estar distante da realidade do mesmo, não desprezando assim seus conhecimentos prévios, permanecendo na Zona Proximal. Para que o aluno ingresse nesta Zona Proximal, é necessária a intervenção de um parceiro mais capaz, no caso deste projeto, os bolsistas CAPES desempenham este papel. Os cinco bolsistas foram divididos em três subgrupos: (i) responsável pela elaboração de experimentos, (ii) pela elaboração das aulas em *software* de *slides* com os experimentos como tema gerador, além do trabalho de monitoria e (iii) pela utilização de meios virtuais como recurso didático. As primeiras experiências foram construídas para serem utilizadas no primeiro e no segundo ano. São elas: (i) medição da velocidade do som no ar, (ii) medição da aceleração da gravidade e (iii) vendo o som e ouvindo a luz por meio da transmissão via satélite. Os assuntos abordados giravam em torno do (i) conceito de velocidade e o som como uma onda, (ii) movimento retilíneo uniformemente variado e (iii) lançamento de satélite e luz como onda eletromagnética. Todas estas experiências são seguidas pela exploração em aula expositiva por meio de um projetor multimídia, e são finalizadas com aulas na sala de informática que faz uso de simulações já existentes na *internet* em *flash* e *Java*. Os primeiros resultados do uso de osciloscópio como recurso didático são animadores, tanto que o projeto chegou ao conhecimento de professores de outras escolas que solicitaram que o grupo apresentasse as aulas em seus colégios, o que inicialmente não estava previsto. Então, além de o projeto estar sendo desenvolvido na EEB Maria Garcia Pessi, ele já foi expandido para outras escolas: EEB Apolônio Ireno Cardoso, EBM Nova Divinéia e EBM Otávio Manoel Anastácio, em todas o impacto foi muito positivo. O projeto está previsto para ser desenvolvido durante todo o ano de 2011, porém foi prejudicado pela maior greve no magistério público estadual de Santa Catarina dos últimos vinte anos.

Apoio: CAPES

Palavras-chave: osciloscópio, teoria sociocultural, experimentos didáticos.

O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DA MODELAGEM COMPUTACIONAL

Marcelo Esteves de Andrade [marcelo.1fisica@hotmail.com]

Instituto Adventista Cruzeiro do Sul

Silvio L. S. Cunha [silvio.cunha@ufrgs.br]

Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil

Neste trabalho apresentamos uma proposta de utilização de algumas tecnologias da informação e comunicação para desenvolver uma estratégia de ensino de Física para o Ensino Médio abordando o tópico da cinemática. O objetivo da estratégia de ensino foi o de analisar o desempenho dos alunos submetidos a atividades mediadas pelo uso do computador, a estratégia contou com a utilização de aulas e testes virtuais e também com atividades de modelagem computacional com o programa *Modellus*. Todas as atividades foram aplicadas no laboratório de informática e mediadas pelo computador. Esta estratégia foi aplicada em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Adventista Cruzeiro do Sul, localizado na cidade de Taquara, RS, entre os meses de março e maio, do ano letivo de 2009, e contou com uma carga horária de 22 horas – aula. A proposta teve como referencial teórico a Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud, que diz que a conceitualização é o centro do desenvolvimento cognitivo. Todo o material desenvolvido foi colocado em forma de um hipertexto que está disponível na internet de modo que outros professores façam uso destes recursos. Através das observações feitas durante a aplicação desta proposta, vimos que uma estratégia de ensino baseada no uso de tecnologias como estas, permitem um aprendizado mais eficaz, visto que o contato e a interação dos alunos com o objeto de estudo e com as ferramentas educacionais é muito maior quando comparado com as metodologias tradicionais, por isso esta estratégia apresenta um grande potencial como recurso educacional para o ensino de Física.

Palavras chave: Modelagem Computacional, *Modellus*, cinemática, campos conceituais.

O USO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA E CALORIMETRIA

Louise Patron Etcheverry [louise_patron@hotmail.com]
Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

Atualmente fala-se muito que o ensino de física é realizado de modo descontextualizado da realidade, onde o professor trabalha somente o conceito e de modo teórico. Com base neste dado, este projeto objetivou a utilização de experimentos, vídeos e simulações como pedagogia para dinamizar e potencializar as aulas de física sobre calor e temperatura. Também buscamos levar em consideração a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a relação dos conteúdos com os aspectos históricos, com destaque às aplicações tecnológicas dos temas e seus impactos ambientais. O referido projeto foi desenvolvido em turmas do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Waldemar Amoretty Machado, na cidade de Bagé-RS. Em uma sequência didática contendo três aulas sobre termologia e calorimetria, iniciamos a primeira aula realizando um teste com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos, para que o professor pudesse trabalhar em cima dos conceitos já adquiridos da turma e tentar, assim, aperfeiçoar as concepções que muitos alunos possuíam sobre calor e temperatura. Em cada uma das três aulas, os alunos foram colocados diante de uma situação-problema, com o intuito de refletir sobre a mesma.

Durante a primeira aula foram trabalhados os conceitos de temperatura e calor através de duas simulações; a primeira sobre o comportamento das moléculas e a segunda sobre como um corpo em contato com outro se comporta até atingir o equilíbrio térmico. Na segunda aula foram introduzidos os processos de transmissão de calor e abordados os conteúdos referentes à condução e à convecção, juntamente com simulações que refletiam situações do cotidiano e experimentos sobre condução e convecção nos líquidos e gases. Por fim, na última aula foi trabalhado o terceiro processo de transmissão de calor, a irradiação, ressaltando a importância de como o calor do Sol chega até nós. Foram dados como exemplos de aplicações dos conceitos apontados o aquecedor solar e a garrafa térmica.

No decorrer destas três aulas procurou-se fazer a relação dos conteúdos físicos com o que utilizamos na nossa vida durante o dia-a-dia como na cozinha, micro-ondas, lareira e ferro de passar roupa, numa tentativa de aproximação do ensino da física com a nossa vida. Um novo teste foi apresentado à turma ao final da aplicação desta sequência didática. Os objetivos deste teste foram: 1) verificar a evolução na forma como os conceitos relacionados ao calor eram compreendidos pelos alunos e 2) fornecer subsídios para a aplicação de uma nova sequência, aprimorada com base nos resultados iniciais. Com base nestes resultados, aplicamos a sequência em outras turmas, onde foi possível constatar uma evolução na compreensão dos conceitos relacionados ao calor, além de percebermos os alunos mais participativos e empolgados com as aulas.

Apoio: CAPES/PIBID

Palavras-chave: Experimentos, Simulações, Calor

ÓPTICA DE RAIOS: DEMONSTRAÇÕES INVESTIGATIVAS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA COM O USO DE LASERS

Edson Valentim Roberto [edsontaccari@yahoo.com.br]
Jéssica Fabiana Mariano dos Santos [jessica.santos@usp.br]
Gláucia Grüninger Gomes Costa [gggcosta@ifsc.usp.br]
Tomaz Catunda [tomaz@ifsc.usp.br]
Instituto de Física de São Carlos – IFSC – Caixa Postal 369
CEP 13560-970, São Carlos, SP – Brasil.

É consenso entre os pesquisadores que os métodos tradicionais de ensino norteados pela transmissão passiva do conhecimento não promovem o real engajamento dos estudantes no processo de ensino/aprendizagem. Para alterar esta realidade, consideramos importante o desenvolvimento de atividades que foquem a responsabilidade do aprendizado no aprendiz (aprendizagem ativa). A literatura nos fornece diversas atividades que podem proporcionar esta maior participação dos alunos, entre elas: resolução de problemas em grupo, discussão de textos, demonstrações investigativas (DI), testes conceituais, uso de computadores (objetos de aprendizagem), etc.[1] e [2] No desenvolvimento de nosso trabalho adotamos as DI ou demonstrações interativas (*interactive lecture demonstrations*). A denominação de “demonstração” descende da sua realização pelo professor e observação pelos alunos, entretanto, nas DI os alunos não tem a mera função de espectadores, eles devem explorar, desenvolver e avaliar suas próprias ideias. Para tanto se realiza um ciclo de aprendizagem – PODS (previsão, observação, discussão e síntese) ou POE (previsão, observação e explicação), no qual os alunos fazem previsões, discutem-nas em pequenos grupos, fazem observações, por meio das demonstrações realizadas pelo professor, e depois comparam os resultados com suas previsões [3].

Norteados por este ciclo, que estimula os alunos a construírem seu conhecimento de conceitos através da observação direta do mundo a sua volta, desenvolvemos uma sequência didática com roteiros de DI para o ensino de óptica geométrica abrangendo os seguintes temas: reflexão, refração, lentes (convergentes e divergentes), máquina fotográfica e olho humano.

Os roteiros propostos são iniciados por uma questão acerca do fenômeno físico que será evidenciado. Para que o aluno seja capaz de respondê-la são requeridas previsões, em uma seção por nós intitulada ‘Qual a sua ideia?’ nesta, ele deve propor hipóteses ou construir diagramas para justificar a situação apresentada. Na etapa seguinte, ‘Quais as ideias de seu grupo?’, os alunos devem discutir em pequenos grupos os registros das hipóteses formuladas individualmente buscando argumentos factíveis para justificar seu raciocínio aos colegas. Por fim, o professor faz a demonstração e os alunos observam se suas ideias se confirmam ou, se caso contrário, discutem quais as reformulações ou reprovações são necessárias para atender a solução do problema inicial, como sugerido na seção ‘Fazendo observações’.

Para a realização destes experimentos utilizamos uma ‘lousa óptica’ confeccionada com *laser pointer* (um ou mais) em uma superfície não polida (para espalhar a luz) tal como uma folha de cartolina ou isopor e lentes de acrílico.

[1] ARAÚJO, S. T.; ABID, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

[2] REDISH, E. F. *Teaching Physics: with the physics suite*. Danvers: John Wiley & Sons, 2003.

[3] SOKOLOFF, D.; RONALD, K. T. Using interactive lecture demonstration to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, v.35, 1997.

Apoios: CAPES , FAPESP e CNPq

Palavras-chave : demonstrações investigativas; óptica geométrica; aprendizagem ativa.

**PIBID-FÍSICA/UFRGS – RELAÇÕES COM A ESCOLA,
PROFESSORES E A DINÂMICA ESCOLAR**

Caren Rejane de Freitas Fontella [caren-rejane@ig.com.br]
Fernando Jose Vinhas Sousa Coelho [fernando_ufo9@hotmail.com]

Jennifer Carrion [jennifer-carrion@hotmail.com]

Rudimar Rangel Rodrigues [rudimarrangel@hotmail.com]

Bolsistas de Iniciação à Docência (UFRGS)

Maria Teresinha Xavier Silva [teka@if.ufrgs.br]

Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal, 15051.

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) foi criado com a finalidade de valorizar o magistério e apoiar estudantes de licenciatura plena, tendo também, como objetivos, a elevação da qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições de educação superior, assim como a inserção dos licenciandos o mais cedo possível no cotidiano de escolas. As escolas participantes do Programa pertencem à rede pública de educação. As atividades do PIBID-Física/UFRGS abrange três escolas, onde atuam cerca de seis licenciandos em cada uma. Os trabalhos dentro das escolas foram iniciados por meio de observações das turmas como tentativa de conhecer as dinâmicas escolares usando desta estratégia para construir um quadro teórico, epistemológico e metodológico consistente – embora objetivo dos bolsistas do PIBID-Física não fosse realizar atividades para testar teorias de aprendizagem –, coerente com as necessidades das escolas e com as linhas de trabalho pretendidas pelo PIBID-Física. Após este período, os bolsistas foram separados em duplas ou trios e foram realizadas monitoriais em turno inverso abrangendo os três anos do ensino médio, fazendo uso, muitas vezes, de recursos como atividades experimentais, pois, na avaliação dos licenciandos, estas atividades são motivadoras, esclarecedoras e aguçam a criatividade dos alunos, além do auxiliar na resolução de exercícios e aplicação de questões que visam identificar concepções alternativas, a fim de construir de forma significativa conceitos básicos de física. Outras atividades realizadas no turno inverso foram gincanas, mostras de experimentos, Clube de Astronomia, revisões visando o Vestibular e atividades envolvendo informática. Houve também a oportunidade participação dos licenciandos em sala de aula, sob a supervisão do professor titular da turma. O PIBID-Física é um programa importantíssimo quanto à formação da identidade docente, pois é por meio dele que é possível ter uma amostra de como é de fato uma sala de aula, oportunidade esta que só era obtida no estágio no último semestre.

Palavras-chave: identidade docente, ensino.

**PROJETO INCREMENTO DO USO DOS LABORATÓRIOS NAS ESCOLAS DO
 PIBID/PUCRS/FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS DIFERENCIADAS: O MOVIMENTO DE
 PROJÉTEIS SOB UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO ENSINO
 MÉDIO**

André Luiz Utinguassú dos Santos [andreluiz.fisico@gmail.com]

Andréia Caroline Fischer da Silveira Fischer [deia.fischer@gmail.com]

Ariane Treges Noronha Gonçalves [ariane.goncalves@acad.pucrs.br]

Miguel da Camino Perez [miguelprz@gmail.com]

Rodrigo Weber Pereira [rodrigo.weber@acad.pucrs.br]

Áurea Machado [aureaebeto@gmail.com]

João Batista Siqueira Harres [joao.harres@pucrs.br]

Faculdade de Física – PUCRS – CEP 90619-900, Porto Alegre, RS – Brasil.

O PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) tem como objetivos proporcionar meios para iniciação à docência de futuros professores (graduandos) de Física e propiciar aos professores em exercício uma reflexão crítica sobre a prática docente. Para tanto, pretende-se desenvolver experiências metodológicas e práticas docentes de caráter inovador, incluindo o uso de práticas experimentais (Menezes, 2000). Neste sentido, foi implementado o projeto “Incremento do Uso de Laboratórios nas Escolas do PIBID/PUCRS/FÍSICA”. Assim, o grupo de bolsistas do PIBID/PUCRS/Física do Colégio Estadual Florinda Tubino Sampaio, situado em Porto Alegre – RS, desenvolveu e aplicou um roteiro experimental de redescoberta referente ao *movimento de projéteis* e uma ferramenta de avaliação para o mesmo. Em virtude das dificuldades matemáticas envolvidas no tema, o roteiro foi desenvolvido de maneira simples e sistemática com o objetivo de facilitar a manipulação algébrica, que é, de fato, o maior obstáculo relatado pelos alunos (Luckesi, 2005). Com este projeto almeja-se uma maior compreensão por parte dos alunos acerca deste movimento e ampliar/estimular a utilização de aulas experimentais por parte dos professores em exercício na escola. **Metodologia:** O grupo de bolsistas elaborou o *roteiro* do experimento; um *questionário* das ideias prévias dos alunos, aplicado anteriormente à execução do roteiro; e uma *pesquisa de satisfação*, respondida após a atividade. O roteiro completo é dividido em dois módulos, sendo um deles responsável por abordar a parte de lançamento de projéteis sem ângulo com a horizontal, e o segundo (uma generalização do primeiro) tratando do lançamento oblíquo. Para os dois módulos o mesmo equipamento prático é utilizado (mini canhão construído com materiais de fácil acesso e baixo custo). O diferencial deste roteiro baseia-se na ideia de que todas as conexões lógicas que o aluno deve fazer para entender o fenômeno são desenvolvidas ao decorrer da leitura do mesmo, em conjunto com a coleta de dados. Isto possibilita ao aluno, mesmo que tenha tido uma fraca introdução da matéria (cinemática), chegar às conclusões satisfatórias a respeito das questões investigativas propostas ao final de cada tópico. A aplicação do roteiro foi feita em uma turma de 1º ano do Ensino Médio onde os conteúdos MRU e MRUV estava sendo abordado. **Resultados e conclusões:** Sem exceções, o roteiro juntamente com o equipamento prático foi recebido com entusiasmo pelos alunos (que relataram raramente ter aulas práticas de física), que antes mesmo de ler todo o roteiro já estavam adiantando questões investigativas relativas aos dois módulos. Cerca de 25% da turma teve dificuldades matemáticas já esperadas, mas como um todo essa questão foi superada, pois o roteiro é desenvolvido em grupos. Ao final da aplicação, concluímos que cerca de 80% dos alunos conseguiram responder satisfatoriamente as questões investigativas propostas. A nota média atribuída (pelos alunos) à atividade proposta foi de 8,33 e 100% da turma aprovou a atividade. **Perspectivas futuras:** Com base na análise da pesquisa de satisfação (sugestões e críticas) respondida pelos alunos desta turma, serão realizadas as modificações necessárias no roteiro. Feito isso, ele será aplicado nas demais turmas do 1º ano do E.M., utilizando a metodologia proposta neste trabalho, incluindo aprimoramentos. Uma vez finalizado, o roteiro será adicionado a um 'Banco de Experimentos' do colégio, visando apoiar/ampliar o uso de atividades práticas pelos professores de física em exercício.

Apoio: CAPES.

RELATO DE ATIVIDADE DE ESTUDO MEDIADA POR UMA HIPERMÍDIA EDUCACIONAL

Francis Jessé Centenaro [franciscentenaro@hotmail.com]

Franciele Faccin [francifaccin@yahoo.com.br]

Inés Prieto Schimidt Sauerwein [inespsauer@gmail.com]

Ricardo Andreas Sauerwein [r.a.sauer@gmail.com]

Departamento de Física – UFSM

Centro de Ciências Naturais e Exatas, 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil

Marise Superti Piber da Silva [marise_fis@yahoo.com.br]

E. E. Tancredo Neves

CEP 97030-020, Santa Maria, RS – Brasil

No presente trabalho é apresentada uma das atividades desenvolvidas pelo grupo PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da subárea Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria. Para a construção das atividades desenvolvidas, são realizadas reuniões de planejamento por parte da referida equipe do projeto, equipe essa que é formada pelo coordenador da área- docente da universidade, quatro professores supervisores da educação básica, oito estudantes bolsistas (divididos em quatro duplas) do curso de licenciatura da UFSM e um professor colaborador. A referida atividade foi implementada na Escola Estadual Tancredo Neves, da rede Pública de Ensino do Estado do Rio Grande do Sul, situada na cidade de Santa Maria, sendo implementada no contra turno dos períodos letivos, com alunos das duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio.

O PIBID é um projeto que tem como principal objetivo a inserção dos alunos de graduação, dos cursos de licenciatura, nas escolas. Com isso, busca-se uma troca de experiências e vivências entre as partes, fazendo com que os alunos de graduação estejam á par do funcionamento e desenvolvimento das atividades ligadas às escolas. Além disso, com essa interação, os graduandos dos cursos de licenciatura são possibilitados a estabelecer os primeiros contatos com alunos do Ensino Médio. A referida atividade, contou com a presença de 21 alunos, e teve duração de aproximadamente 2 horas e 15 minutos. Nesta, foi feita uma apresentação dos estudantes bolsistas do projeto PIBID aos alunos da Escola, e do projeto com seu respectivo objetivo, tendo em vista que este é o primeiro contato entre os mesmos.

Para o desenvolvimento da atividade disponibilizamos 25 CDs inicializáveis contendo um sistema operacional livre, o aplicativo octave e outras ferramentas necessárias para a realização de atividades futuras. A Escola nos disponibilizou 25 computadores dos quais todos estavam em bom estado e aptos para que a atividade programada fosse realizada com êxito. Com isso, foi possível trabalhar com cada aluno operando um computador, sem a necessidade de se trabalhar em duplas.

Após os alunos inicializarem os CDs a eles entregues, os mesmos foram orientados sobre como trabalhar com o aplicativo Octave. São especificadas então algumas das funcionalidades do mesmo, como: Calculadora; Atribuição de valores a variáveis; Inserir dados na forma de tabela; Construção de gráficos a partir de tabela de dados; Construção de gráficos a partir de uma das colunas da tabela de dados e de uma função; Construção de gráficos somente a partir da função (Grande número de dados); Resolução de problema com análise gráfica. (movimento de dois veículos).

Os alunos geraram tabelas de dados, referente ao movimento de carro (segundo exemplificação citada por eles), e com esses dados gerados no aplicativo octave, e obtiveram os gráficos correspondentes, também no mesmo aplicativo. Os mesmos ficaram entusiasmados com a possibilidade de analisar graficamente vários fenômenos vivenciados por eles, com o fato de utilizar um gráfico para entender como se dá um movimento, por mais simples que seja, mas que esteja ligado ao seu dia a dia. Por fim, vale ressaltar a atitude de certo número de alunos, dos presentes na atividade, de solicitarem o CD com o aplicativo para levar e treinar os comandos aprendidos em suas casas. Segundo eles, gostariam de praticar e desenvolver novos exercícios, além de trabalhar em sala de aula.

Apoio: CAPES.

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS: REFERENCIAL PARA O ENSINO DE FÍSICA¹

Thaís Rafaela Hilger [thais.hilger@ufrgs.br]

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051.

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil.

No ensino de Física a teoria das representações sociais é pouco conhecida e são poucos os estudos relacionados a esta área. Com o objetivo de introduzir este referencial, é apresentado um exemplo de pesquisa sobre os conhecimentos, de universitários (ingressantes e formandos) no curso de licenciatura/bacharelado em Física, a respeito da Física Quântica. Empregaram-se técnicas de Escalonamento Multidimensional (MDS) e de Análise de Agrupamentos Hierárquicos (AAH), a partir dos dados obtidos com o uso de Testes de Associação Escrita e Numérica de Conceitos (TAEC e TANC, respectivamente) pertencentes ao questionário respondido pelos estudantes, e técnicas adicionais para determinação dos elementos que compõe o núcleo e a periferia dessas possíveis representações sociais. Buscou-se, assim, estabelecer a relação entre o conhecimento sobre a Física Quântica e o período cursado por estes universitários, evidenciando o aumento de especificidade dos conceitos relacionados por eles nos testes à medida que tomam contato com a teoria. Através deste trabalho, espera-se ratificar a importância da teoria das representações sociais em pesquisas em ensino, contribuindo para sua inserção no ensino de Física.

Apoio: CAPES.

Palavras-chave: representações sociais, ensino de Física, Física Quântica.

¹ Trabalho apresentado na VII Jornada Internacional e V Conferência Brasileira sobre Representações Sociais, em 2011, Vitória - ES

TEOREMAS E CONCEITOS-EM-AÇÃO NA FÍSICA APLICADA NA MEDICINA

Mara Fernanda Parisoto [marafisica@hotmail.com]

José Tullio Moro [tullio@feevale.br]

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

*Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051
Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil*

O presente trabalho busca analisar três situações-problemas que fazem parte de um curso que trata da Física aplicada na Medicina para dar sentido a conceitos de Ondas, Óptica, Eletromagnetismo, Física Moderna e Contemporânea. O grupo, participante do curso, era formado por seis pessoas, sendo que quatro da licenciatura em Física, um professor de Física de um Instituto Federal (IF) e uma professora de Física do estado do Rio Grande do Sul. Os nossos objetivos foram, a partir das discussões dos alunos: 1) encontrar teoremas e conceitos-em-ação; 2) buscar indícios de aprendizagem significativa; 3) fazer uma ficha para cada aluno colocando os pontos que eles apresentam erros ou falta de conhecimento, utilizando tal ficha em uma entrevista semiestruturada. Tal entrevista foi aplicada ao final do curso, para elucidar os tópicos que eles ainda apresentam dúvidas ou não deixaram claro em suas respostas dando um feedback a eles, valorizando, desta forma o erro. Utilizamos, para tanto, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (2005) e a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002). Para isso seguimos a seguinte metodologia: 1º) transcrição das respostas gravadas pelos alunos; 2º) análise destas transcrições buscando: a) equívocos apresentados; b) teoremas-em-ação; c) conceitos-em-ação; d) indícios de aprendizagem significativa; e) pontos que os alunos não explicaram; 3º) discutir com os alunos os equívocos apresentados por eles, enfrentando, desta forma, os erros conceituais, buscando levar os conceitos e teoremas de senso comum encontrados para científicos e os conceitos e teoremas implícitos encontrados (conceitos e teoremas-em-ação) para conceitos e teoremas explícitos; 4º) os pontos que não foram mencionados na gravação das situações-problemas foram retomados com os alunos. Concluímos que na maioria dos casos os alunos nos fornecem indícios de aprendizagem significativa e, portanto, que o material aplicado é potencialmente significativo.

UM NOVO PROGRAMA PARA UMA VELHA MECÂNICA

Guilherme Frederico Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

Uma proposta didática para o ensino de mecânica é apresentada neste trabalho, juntamente com seus resultados preliminares. Esta proposta está sendo aplicada em um curso de Física-I (Mecânica), na Universidade Federal do Pampa, em uma turma de calouros do curso de Engenharia de Produção. O objetivo inicial deste trabalho foi verificar a possibilidade de desenvolver uma disciplina completamente baseada em artigos de revistas científicas que versem sobre o ensino de física. São aproximadamente 120 artigos publicados, por ano, apenas pela Revista Brasileira de Ensino de Física, pela Física na Escola e pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física e, aproximadamente um terço das propostas de experimentos ou atividades didáticas publicadas por estes três periódicos são referentes, ou podem ser enquadrados, na mecânica newtoniana, lecionada na disciplina de Física-I. A riqueza deste material proporcionou a seleção de 25 trabalhos que versam sobre cinemática, dinâmica e rotações, tornando possível o objetivo inicial de construção de uma disciplina totalmente baseada em artigos dirigidos ao ensino de física.

Os objetivos que seguem ainda estão sob avaliação e apenas resultados preliminares são apresentados aqui, necessitando de uma maior variedade de resultados que, ao serem confrontados com estes resultados preliminares, possam trazer informações sobre a eficácia desta proposta. Estes objetivos são: a) tornar o ensino da Física-I mais contextualizado; b) fazer do estudante um sujeito mais responsável por seu próprio aprendizado e c) proporcionar uma aprendizagem significativa, reduzindo o elevado índice de evasão dentro da disciplina e aumentar o número de alunos aprovados ao final do semestre letivo.

O objetivo (a) serve, inclusive, como elemento norteador para a escolha dos trabalhos a serem desenvolvidos. Foram escolhidos trabalhos que descrevem *A física nas transmissões esportivas*, *Um foguete de garrafas PET*, *Inclinação das ruas e estradas* e *A física do voo na sala de aula*, dentre outros. A proposta de atividades experimentais foi feita aos estudantes, sendo algumas apresentadas pelo professor e outras desenvolvidas pelos alunos, com a finalidade de atender ao segundo objetivo. Até o presente momento, a participação dos alunos na apresentação de atividades extraclasse, traz indícios de bons resultados. Ainda não possuímos os resultados para concluirmos sobre a possibilidade de uma aprendizagem significativa, mas verificamos suas potencialidades ao i) tornar a aprendizagem mais prazerosa e ii) ser uma fabulosa ferramenta para promover a reconciliação integrativa.

Até o presente momento foram aplicados dois testes sobre concepções alternativas, *Estrutura interna de testes de conhecimento em física: um exemplo em mecânica* e *O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton*, e uma prova. Uma vez que uma nova forma de ensinar foi utilizada, uma nova forma de avaliar fez-se necessária, entretanto, também foi necessário manter parte da avaliação similar às avaliações clássicas da disciplina de Física-I, a fim de comparar o desempenho dos estudantes.

Como resultado preliminar, o primeiro teste sobre concepções alternativas, respondido no primeiro dia de aula, apresentou um índice pouco maior que 17% de acertos. Após uma discussão sobre o teste, aulas sobre cinemática e algumas aulas sobre dinâmica, totalizando 5 semanas de aula, um novo teste foi aplicado, obtendo um índice de acertos superior a 47%. Por fim, a questão apresentada no segundo teste, com o menor índice de acertos, foi uma das questões presentes na primeira avaliação dos estudantes, após 7 semanas do início das aulas, apresentando um índice de acertos superior a 80%. Também é necessário ressaltar a grande participação dos estudantes na realização das atividades extraclasse.

Palavras-chave: Mecânica, Sequência Didática

UM POUCO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Letícia N. L. Torbes [leticia_torbes@hotmail.com]
Guilherme F. Marranghello [gfmarranghello@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Campus Bagé, 96413-170, Bagé, RS – Brasil

O presente trabalho foi desenvolvido dentro do Programa Institucional de Iniciação à Docência da Unipampa. Desenvolvido na Escola Estadual Professor Waldemar Amoretty Machado, na cidade de Bagé, ao longo do primeiro semestre de 2011, este projeto buscou inserir alguns tópicos de astronomia em sala de aula.

A astronomia é encarada, atualmente, como um tema de grande relevância para o ensino médio, estando presente nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, dentro do tema *Universo, Terra e Vida*. Assim, nos propusemos a inserir uma sequência de três aulas versando sobre a importância da astronomia, um pouco de sua história, estações do ano, eclipses e constelações. Estes tópicos foram escolhidos, dentre outros motivos, por apresentarem fortes concepções alternativas, onde os alunos acreditam que as estações do ano se devem à variação da distância Terra-Sol, ou que as constelações são formadas por conjuntos de estrelas que estariam próximas. Buscando uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à astronomia, trabalhar sabendo quais são os conhecimentos prévios dos alunos acerca deste tema é fundamental.

Buscamos desenvolver as nossas atividades utilizando não apenas aulas teóricas, mas também vídeos, simulações e o desenvolvimento de atividades práticas, utilizando materiais considerados potencialmente significativos.

Apoios: CAPES/PIBID

Palavras-chave: astronomia, estações do ano, constelações

UMA ANÁLISE MICROGENÉTICA DOS OBSTÁCULOS AO ENTENDIMENTO DA CINEMÁTICA GALILEANA

Larissa Pires Bilhalba [laripb82@hotmail.com]

Álvaro Leonardi Ayala Filho [ayalafilho@gmail.com]

*Departamento de Física – Instituto de Física e Matemática – UFPel – Caixa Postal 354
CEP 96010-900, Pelotas, RS – Brasil*

Historicamente, a disciplina Física Geral I do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas tem apresentado um alto índice de reprovação, o que evidencia a dificuldade existente na construção de conceitos físicos e a necessidade de introdução de novas práticas pedagógicas. Por outro lado, o currículo do curso não tem permitido a criação de alternativas pedagógicas dentro do espaço da grade curricular. Nessa perspectiva, os autores desse trabalho propuseram o projeto Oficinas de Construção dos Conceitos. Esse é um projeto de ensino e pesquisa que está desenvolvendo uma análise microgenética sobre o processo de construção dos conceitos científicos referentes às Leis de Newton por alunos da disciplina citada considerando o referencial da teoria sócio-histórica de Vigotski. O projeto pretende também desenvolver uma metodologia tutorial para a construção de conceitos científicos no âmbito dessa disciplina. Nessas Oficinas, os alunos participantes do projeto discutirão introdutoriamente a gênese histórico-cultural dos conceitos da Mecânica Newtoniana, utilizando como elementos mediadores diferentes abordagens e mídias. Paralelamente ao início dessa atividade de Ensino, foi feita uma investigação, através de testes de concepções e entrevistas, sobre as concepções dos alunos referentes à cinemática galileana. Nosso objetivo foi fazer uma investigação sobre as concepções alternativas em cinemática e analisar como essas concepções se constituem em obstáculos à construção dos conceitos Newtonianos, interpretando os resultados na perspectiva da teoria sócio-histórica. Quinze alunos da disciplina responderam por escrito a dois testes sobre cinemática e depois participaram de entrevistas individuais onde foram discutidas as respostas dadas e suas justificativas. A partir desses resultados foi possível traçar um perfil das concepções dos alunos e propor uma abordagem para o enfrentamento dos obstáculos. Esses resultados servirão de subsídios para a segunda parte do projeto.

Apoio: PET/SeSu

Palavras-Chave: Teoria Sócio-Histórica, Construção dos Conceitos.

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE TÓPICOS DE ELETROMAGNETISMO EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DOS MÉTODOS “INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS” E “ENSINO SOB MEDIDA”

Vagner Oliveira [vagnerjpn@pelotas.ifsul.edu.br]
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Campus Pelotas, 96.015-360, Pelotas, RS – Brasil

Eliane Angela Veit [eav@if.ufrgs.br]
Ives Solano Araujo [ives@if.ufrgs.br]
Instituto de Física – UFRGS – Caixa Postal 15051
Campus do Vale, 91501, Porto Alegre, RS – Brasil

Neste trabalho apresentamos uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo em nível de Ensino Médio usando as metodologias *Peer Instruction* (que aqui chamaremos de *Instrução pelos Colegas*) e *Just in Time Teaching* (que aqui chamaremos, em uma tradução livre, de *Ensino sob Medida*) com o objetivo de favorecer uma aprendizagem significativa dos conteúdos, criando um ambiente colaborativo em sala de aula. A implementação da proposta é alcançada através de leituras prévias por parte dos alunos; preparação de aulas sob medida por parte do professor; debates e discussões em sala de aula a respeito dos principais conceitos dos tópicos em estudo.

Utilizamos como referencial teórico a aprendizagem significativa de Ausubel, que ocorre quando uma nova informação interage de forma relevante com conhecimentos que já estão presentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Esse conhecimento prévio, que pode ser um conceito, uma ideia, uma observação, é chamado de subsunçor. À medida que um subsunçor vai sendo utilizado para aprendizagem de novos conceitos, ele fica mais elaborado, mais rico, mais sólido.

Pretendemos usar essas metodologias em uma turma do curso Técnico Integrado em Química (nível de Ensino Médio) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, na cidade de Pelotas – RS, no segundo semestre de 2011. Para sua implementação utilizaremos 11 encontros, cada um com uma hora e trinta minutos de duração, sendo que três deles serão utilizados para resolução de problemas numéricos, um para avaliar os conhecimentos assimilados pelos estudantes e sete encontros para o estudo dos conceitos de Eletromagnetismo, especificadamente os relativos ao estudo do campo magnético em ímãs e ao redor de fios percorridos por corrente elétrica, força magnética em cargas elétricas e fios condutores, magnetismo da matéria e indução eletromagnética.

Primeiramente, indicaremos aos alunos um hipertexto que deverá ser estudado antes da aula, e logo após deverão responder eletronicamente algumas questões que servirão de *feedback* para o professor planejar mini-exposições orais que atacam as principais dificuldades manifestadas pelos alunos nas respostas às questões, e também para definir os testes conceituais, que servirão para o estabelecimento de diálogos entre os alunos a respeito dos conteúdos, visando levá-los a uma aprendizagem mais significativa.

Até o momento, estamos trabalhando na elaboração dos hipertextos e dos testes conceituais. Esse material, organizado aula por aula, comporá um produto educacional. Estamos elaborando também, uma avaliação individual de aprendizagem e ainda os *flashcards* para o processo de votação dos testes conceituais. Por ocasião devemos ter os primeiros resultados da repercussão do projeto. Nossa expectativa é que essas metodologias possam promover uma mudança de atitude por parte dos alunos na hora de estudar ciência, que eles possam ser mais críticos, que expressem suas ideias em relação ao conteúdo, que valorizem os conceitos e busquem discuti-los com os colegas e professores.

UMA REVISÃO DAS PROPOSTAS DE ENSINO SOBRE RELATIVIDADE

Janaína Rosa Madruga [jana_madruga@hotmail.com]

Eliane Cappelletto [dfscapp@furg.br]

Departamento de Física – FURG, Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil

O cidadão precisa compreender o mundo em que vive e a escola deve auxiliá-lo nessa tarefa. Na Física, os currículos do ensino médio costumam tratar apenas das teorias desenvolvidas até o séc. XIX. A intensa pesquisa em Física desenvolvida no último século – a chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC) –, e seus desdobramentos tecnológicos, muito raramente são discutidos no ambiente escolar. Sabe-se que temas de FMC costumam despertar o interesse dos jovens, que os conhecem através da televisão, de filmes de ficção científica ou da internet. Então, por que estes assuntos não costumam ser abordados na escola? Pesquisas apontam que as principais dificuldades ainda são a falta de formação dos educadores e o pouco material disponível nos livros didáticos. Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão do ensino de Relatividade Especial (RE) e Relatividade Geral (RG). A investigação abrange os trabalhos de pesquisa mais recentes sobre a inserção dos conteúdos de RE e RG, entrevistas com educadores e uma análise de livros didáticos. Nos artigos publicados recentemente, buscou-se colher subsídios sobre dinâmicas e métodos de ensino de RE e RG que têm tido sucesso em sala de aula. As entrevistas com os educadores que atuam na cidade do Rio Grande, RS, permitem compreender as motivações e dificuldades que os educadores têm quando querem ensinar Relatividade. Os livros de Física selecionados foram aqueles fornecidos às escolas públicas pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio e outros livros de uso corrente por professores e estudantes. O intuito é saber quais tópicos de RE e RG são abordados e de que forma isso é feito. Ostermann e Moreira (2000), em uma revisão da literatura sobre a linha de pesquisa “FMC no ensino médio”, constataram que a maioria das publicações eram materiais de divulgação e que existia uma escassez de trabalhos sobre concepções alternativas dos estudantes sobre esses temas e de pesquisas testadas em sala de aula. Sobre a Relatividade, os trabalhos apontam erros conceituais evidenciados por professores e livros didáticos: noções newtonianas utilizadas para explicarem ideias relativistas; interpretações errôneas da relação massa-energia; dificuldades com os conceitos de espaço e tempo. Existem, também, propostas didáticas para ensinar Relatividade. Pereira e Ostermann (2009) apresentam uma revisão mais recente sobre o ensino de FMC, com 102 artigos publicados no período de 2001 a 2006. Os autores constataram que, apesar do aumento de publicações que apresentam resultados de pesquisa, a maioria dos artigos ainda se refere a textos de consulta para professores. Embora haja um número considerável de estudos envolvendo propostas didáticas inovadoras, poucos investigam os mecanismos envolvidos no processo de construção de conhecimentos em sala de aula. Destes 102 artigos analisados, apenas 23 abordam especificamente RE e RG. Esses trabalhos focalizam, em linhas gerais, os seguintes aspectos: discussão e incompreensão de *conceitos*, detalhamento de *princípios, leis e teorias*, discussão de *aplicações*. A análise dos livros didáticos de Física revela que a RE não consta na maioria das obras, ou muitas vezes sua abordagem deixa a desejar, seja por erros conceituais, seja pela superficialidade. Os autores dos livros mais recentes têm feito um esforço para introduzir o tema RE, ao final do livro ou nos capítulos de mecânica. Mas as situações utilizadas são insuficientes para que o aluno compreenda com profundidade os conceitos-chaves. Os professores têm poucas possibilidades de aperfeiçoamento, necessitando de mais e melhores materiais didáticos, especialmente aqueles fruto de pesquisas testadas em sala de aula.

Palavras-chave: currículo, processo de ensino-aprendizagem, física, relatividade.

Referências

- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. 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. 1, p. 23-48, jan. 2000.
- PEREIRA, A.P.; OSTERMANN, F. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma Revisão da Produção Acadêmica Recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 393-420, set. 2009.

USANDO O PROGRAMA *TRACKER* PARA ANALISAR O DESLIZAMENTO DE UMA ESFERA SOBRE PLANOS COM DIFERENTES PERFIS

Willian Rubira da Silva [willianrubira@hotmail.com]
Maico Antonio Cristani [maicocristani@yahoo.com.br]
Eliane Cappelletto [dfscapp@furg.br]
 Departamento de Física – FURG– Caixa Postal, 474.
 Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil

Na formação específica da Licenciatura em Física procura-se explorar vários aspectos do ensinar que o futuro professor do nível médio certamente terá que enfrentar. Os conteúdos de Física são discutidos recorrendo-se a teorias de aprendizagem, discussões conceituais e epistemológicas, uso de linguagem matemática e recursos didáticos diversos com ênfase em: situações do cotidiano do aluno; escolha e resolução de problemas; atividades experimentais; e o uso de novas tecnologias no ensino de Física. Busca-se explicitar e testar estratégias didáticas capazes de facilitar o processo de aprendizagem dos estudantes. No ano de 2011, durante as aulas da disciplina Atividades de Ensino de Física I, onde, no primeiro semestre, aborda-se a Mecânica Clássica, um tema intrigante surgiu a partir de um comentário de outro professor: Uma esfera deslizando por uma rampa inclinada leva um certo tempo para atingir o ponto mais baixo. *Qual deve ser a forma da rampa para que esse tempo seja mínimo?* Há cerca de 300 anos, Jean Bernoulli apresentou à comunidade científica este interessante problema: achar qual deveria ser o perfil de uma rampa para que uma partícula, partindo do repouso, deslizesse por ela sob a ação da gravidade e atingisse o ponto mais baixo da trajetória no menor tempo possível (BATISTA *et al.*, 2006). Desde os tempos de Isaac Newton sabe-se qual é a curva de tempo mínimo, a chamada “braquistócrona”. Contudo, para favorecer a aprendizagem significativa dos futuros licenciados, não basta simplesmente fornecer uma resposta teórica pronta à questão. Constatou-se ser muito mais proveitoso deixar que os estudantes se debruçassem sobre o problema, utilizando seu ferramental conceitual para discutir diferentes situações, diversos perfis possíveis, e, a partir de sua construção e análise experimental, chegar à solução esperada. Para realizar os experimentos foram construídas rampas com perfis diferentes, como o plano inclinado, um ramo de círculo e outros. Os experimentos foram filmados e utilizou-se o programa *Tracker*, um software livre em Java para análise de movimentos, para obter os parâmetros necessários. O *Tracker* constitui-se em uma interessante ferramenta didática, pois permite a análise e a modelagem física de vídeos, viabilizando ajustes de dados experimentais a modelos teóricos. A primeira conclusão surpreendente obtida pelos licenciandos é que o caminho mais curto, uma linha reta entre dois pontos, não é o caminho do menor tempo para a esfera chegar ao ponto final. Através da análise dessa e de outras situações teóricas e experimentais, e da articulação entre teoria e experimentos, procurou-se chegar a uma compreensão mais profunda dos conceitos de mecânica envolvidos, além de avaliar que estratégias têm mais potencialidade de serem eficazes no ensino deste e de outros conteúdos.

Palavras-chave: formação de professores, estratégias de ensino, integração teoria-experimento, filmagem de experimentos.

Referências:

- BATISTA, G. da S.; FREIRE, C.; MOREIRA, J. E. Experiências com a braquistócrona. **Física na Escola**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 58-60, Out. 2006.
- BROWN, D.; COX, A. J. Innovative Uses of Video Analysis. **The Physics Teacher**. New York, v. 47, n. 3, p. 145-150, Mar. 2009.
- MARION, Jerry B.; THORNTON, Stephen T. **Classical Dynamics of Particles and Systems**. 4 ed. Saunders College Publishing, 1995.
- VERGNAUD, G. La Théorie des champs conceptuales. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. Bordeaux, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990. (La Pensée Sauvage)

USO DE APPLETS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**Rafael Palota da Silva** [r.palota@yahoo.com.br]*Professor supervisor CAPES-PIBID/FURG, I. E. E. Juvenal Miller***Charles dos Santos Guidotti** [charles.guidotti@gmail.com]**Marcelo Fagundes Mirailh** [marc_sax@hotmail.com]**Alisson dos Santos Pereira** [aspereira1986@hotmail.com]*Bolsistas de Iniciação à Docência (CAPES/IF-SC)***Luiz Fernando Mackedanz** [luismackedanz@furg.br]*IMEF – FURG– Caixa Postal 474.**Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS – Brasil*

O cenário atual do ensino de Física nas escolas de educação básica, após algumas reformas no ensino, apresenta-se numa situação desfavorável, pois sofreu uma redução na carga horária, em virtude da inserção de novas disciplinas no quadro escolar, porém a quantidade de conteúdos continuou a mesma. A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exatas, conduz ao uso crescente e diversificado do computador no ensino de Física.

O computador oferece atualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular (Fiolhais & Trindade, 2003). A informática educativa cada vez mais é assunto entre professores e pesquisadores, pelo potencial que ela tem para provocar transformações no ensino e na aprendizagem. No ensino de Física, por suas características específicas, existem formas de utilizá-la que podem ser de grande valia na sala de aula (Coelho, 2002).

Silva e Filho (2004) investigaram o uso de imagens interativas do tipo *applets* no ensino de Física como forma de ilustrar fenômenos físicos. A leitura/análise que os autores apresentaram desses pequenos programas, pressupõe uma relevância de trabalhar a Física como uma construção de uma realidade Física em relação à realidade. Os autores afirmam que as análises dos dados apontam fortes indícios de que os *applets* podem mediar outra forma de relação dos alunos com a linguagem matemática de interpretação do mundo físico.

O objetivo desse trabalho é proporcionar aos alunos uma aprendizagem de Física mais significativa, através do uso de simulações virtuais do tipo *applets*. A metodologia dessa proposta está baseada na utilização de um *applets* que permita ao usuário construir circuitos elétricos bem como realizar análises físicas sobre o mesmo.

O programa utilizado é o Circuit Construction Kit (AC + DC)¹, Virtual Lab (3.19), onde o aluno pode construir, com auxílio do professor, circuitos a partir de desenhos esquemáticos; usar um ohmímetro e um voltímetro para realizar medidas e discutir relações básicas nos circuitos em série e em paralelo entre outras possibilidades que esse *applets* proporciona.

O trabalho aqui, apresentado está sendo executado na escola Juvenal Miller situado na cidade do Rio Grande, Rio Grande do Sul. A escola possui um laboratório de informática equipado com computadores novos, kit multimídia e acesso a internet. O *applets* utilizado não carece de custos.

Acreditamos que inovações curriculares devem ser implantadas e consolidadas no universo das escolas públicas, mesmo que obstáculos estejam presentes, como a falta de computadores e de manutenção, pois, com professores e professoras motivados, soluções podem ser buscadas e aplicadas.

¹ Disponível em <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>>

USO DE SIMULAÇÕES NO ESTUDO DE CINEMÁTICA: RELATO DE UMA ATIVIDADE DESENVOLVIDA PELO PIBID ENSINO DE FÍSICA DA UFSM

Dioni Paulo Pastorio [dionipastorio@hotmail.com]

Josemar Alves [josemarfis@hotmail.com]

Fernando Rosa [fernandorosa52@hotmail.com]

Inés Prieto Schimidt Sauerwein [inespsauer@gmail.com]

Ricardo Andreas Sauerwein [r.a.sauer@gmail.com]

Departamento de Física – UFSM

Centro de Ciências Naturais e Exatas, 97105-900, Santa Maria, RS – Brasil

A educação tradicional, especialmente no caso do Ensino de Física, pouco tem motivado e gerado a aprendizagem entre os estudantes do Ensino Médio. Com o desenvolvimento das ferramentas educacionais digitais e virtuais na Internet, surgem novas possibilidades de aproximar e envolver o estudante com sua própria aprendizagem de uma maneira muito eficaz e extremamente atrativa.

É neste sentido que o PIBID Ensino de Física é um projeto instalado na Universidade Federal de Santa Maria que tem como principal objetivo proporcionar ao acadêmico do curso de Licenciatura em Física, a experiência didática durante a sua formação. Essa experiência didática é construída em torno de atividades que utilizam recursos digitais, como softwares e o próprio computador como ferramenta básica.

O projeto contempla oito alunos da referida universidade, e quatro professores da rede pública, para atuarem nas escolas estaduais de Santa Maria. O presente relato foi uma atividade desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Fundamental Prof.^a Margarida Lopes.

A experiência didática foi elaborada em torno de um objeto virtual, desenvolvido pelo grupo Métodos e Processos de Ensino-Aprendizagem de Ciências (MPEAC) disponível no site www.graxaim.org (projeto em andamento). Auxiliado desta simulação computacional foi elaborado um roteiro para apresentação da atividade, onde é priorizada a interação entre o estudante do Ensino Médio e o software de ensino.

A atividade contou com vinte e três alunos, número considerado excepcional visto a três principais motivos:

1. As atividades são desenvolvidas no contra turno em relação às aulas normais dos alunos.
2. São três turmas convidadas a participar do projeto, o que totaliza aproximadamente sessenta alunos (frequência de aproximadamente 40%).
3. A grande maioria dos alunos trabalha no turno inverso a suas aulas.

A atividade teve duração de três horas e pela análise dos guias de resolução dos estudantes podemos constatar as seguintes considerações:

1. A grande maioria dos alunos não encontrou problemas em trabalhar com o computador e tampouco com o software, fato concluído facilmente visto as declarações que os alunos apresentaram durante as atividades.
2. Os conceitos físicos apresentados foram na sua maioria bem absorvidos pelos alunos, visto o aproveitamento considerável das questões apresentadas.
3. A experiência aponta um aumento significativo no interesse e no entusiasmo dos alunos durante a atividade, o que proporciona uma aula mais dinâmica e uma interação aluno-objeto e aluno-professor bem mais relevante.
4. Os alunos apresentam grande dificuldade na transformação de unidades e isolamento de variáveis,

Nessa experiência aprendemos e ensinamos que é viável e principalmente necessário, novas ações no ensino-aprendizagem de Física mediadas pelas Novas Tecnologias de Informação e Comunicação. Proporcionando um estímulo tanto ao aluno, como para o professor, de tal forma a proporcionar uma aprendizagem e um ensino de qualidade.

**RELAÇÃO DE
MINUCURSOS
OFERECIDOS**

MINICURSOS COM 6 HORAS-AULA

1) Implementando Atividades de Ensino-Aprendizagem de Física Moderna no Ensino Médio

Prof. Maurício Pietrocola (USP)

O objetivo desse curso é apresentar, desenvolver e avaliar atividades de ensino-aprendizagem envolvendo conteúdos de Física Moderna.

2) Experimentos de Física com o Sistema de Som do Computador

Prof. Carlos Eduardo Magalhães de Aguiar (UFRJ)

Mostraremos como o sistema de áudio de computadores comuns pode ser utilizado como cronômetro capaz de registrar frações de milissegundo. Realizaremos experimentos com essa técnica, medindo a velocidade de uma bola de futebol, o tempo de queda de corpos e a velocidade do som.

3) Usando Objetos de Aprendizagem no Ensino De Física

Profs. Alessandra Riposati Arantes e Nelson Studart (UFSCar)

O objetivo da oficina é familiarizar os professores com o uso em sala de aula ou no laboratório de objetos de aprendizagem (OA) desenvolvidos para o Ensino de Física. De início, apresentamos os principais repositórios nacionais e internacionais que armazenam esses recursos educacionais. Os participantes em grupos vão buscar e avaliar alguns objetos e elaborar situações de aprendizagem usando os OAs. A pesquisa deverá ser focada principalmente nas animações, simulações e vídeos. Espera-se que os professores se tornem usuários e divulgadores dessa nova ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem que possa vir a contribuir de forma significativa para a melhoria de sua prática docente.

4) Astronomia Dentro e Fora da Sala de Aula

Prof. Walmir Thomazi Cardoso (PUC-SP)

Reconhecidamente a Astronomia é um tema transversal e interdisciplinar fundamental para ser ensinado no ambiente da educação básica. Vamos tratar em nossos encontros de atividades práticas e investigações teóricas que podem ser feitas para estimular o estudante a compreender algumas questões relacionadas a tópicos estudados nos cursos de ciências naturais. Serão abordados: o Sistema Solar em escala; uso de aplicativos para técnicas de reconhecimento e contemplação do Céu; Construção de um relógio solar e interações Terra-Sol-Lua.

5) Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas Implicações para o Ensino da Física no Ensino Médio

Profs. Diomar Caríssimo Selli Deconto, Jorge Luís Alves da Silva, Ricieri Andrella Neto, Cláudio José de Holanda Cavalcanti e Fernanda Ostermann (UFRGS)

O minicurso tem como objetivo discutir as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), que são importantes para um ensino que tenha como prioridade a formação de cidadãos capazes de participar ativamente das mudanças na sociedade fundamentados no conhecimento científico e tecnológico, conforme sugerido nas orientações curriculares (nacionais e regionais). Serão apresentados os fundamentos teóricos dessa abordagem e exemplos de aplicações no Ensino de Física.

6) Animações 3D com VPython

Prof. Michel Betz (UFRGS)

Apresentar VPython, um pacote de recursos em linguagem Python destinado ao desenvolvimento de animações com perspectiva 3D. Ensinar aos participantes a montar as suas próprias animações. Ensinar aos participantes a associar controles e gráficos a uma animação.

7) Propostas de Atividades Didáticas com o Uso do Aplicativo Octave na Resolução de Simulações Computacionais

Profs. Dioni Paulo Pastorio, Francis Jessé Centenaro e Josemar Alves (UFSM)

A presente oficina tem por finalidade propor uma ferramenta didática para o professor do Ensino Médio ou uma atividade de aula para alunos de Ensino Médio. Objetivos Físicos: Este objetivo refere-se à avaliação dos conceitos físicos envolvidos na resolução da atividade. Aqui o participante deve apresentar, ao término da oficina, uma clareza dos conteúdos físicos apresentados, demonstrando sucesso nos resultados obtidos com a análise dos gráficos. Objetivos Computacionais: Este objetivo se relaciona à interação do indivíduo com o computador, a simulação computacional e ainda com o aplicativo octave. Neste sentido o participante deve apresentar uma excelente interação com a máquina e resolver as situações apresentadas com êxito, para que possivelmente consiga aplicá-las de forma satisfatória com seus referidos alunos. Objetivos Procedimentais: Este objetivo se relaciona a capacidade interpretação dos gráficos e de tomada de decisões durante as atividades.

8) Atividades Experimentais e Computacionais para o Ensino de Eletromagnetismo: Uma Proposta para o Ensino Médio

Profs. Nelson Luiz Reyes Marques, Alex Soares Vieira e Maykon Gonçalves Muller (UFRGS)

O minicurso tem por objetivo explorar o uso de experimentos e simulações computacionais, fornecendo aos participantes propostas de atividades didáticas para a aprendizagem de eletromagnetismo. As demonstrações experimentais e as simulações computacionais serão sobre o mesmo tópico de física; deste modo, os participantes poderão distinguir as vantagens e limitações de cada recurso. Além disso, serão apresentadas propostas didáticas que combinem o uso de ambos os recursos.

9) Nanociência para o Ensino Básico: Abordagens Metodológicas

Profs. Anderson Luiz Ellwanger (UFRGS) e Mateus Granada e Ícaro Silva (UNIFRA)

Esperamos que os participantes considerem-se aptos para aplicar essa proposta, tópicos de Nanociência, em seus ambientes de trabalho, uma vez que todos os participantes receberão materiais para serem usados nas suas instituições de ensino, e que isso venha a possibilitar uma motivação para o desenvolvimento de futuras práticas de ensino sobre esse e outros tópicos contemporâneos.

MINICURSOS COM 4 HORAS-AULA**1) Unidades De Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**

Prof. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Será proposta a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa e a dos campos conceituais. Serão abordados aspectos fundamentais das teorias e sugeridos passos para a construção de uma UEPS. Além disso, serão apresentados e discutidos alguns exemplos de UEPS.

2) Temas Instigantes em Física

Prof. Fernando Lang da Silveira (UFRGS)

O curso tem por objetivos abordar temas de Física Geral usualmente não tratados em livros-texto. Diversos temas independentes são abordados de maneira sucinta, remetendo aos artigos que se encontram em www.if.ufrgs.br/~lang/.

3) Estática Divertida: Exemplos de Experimentos Demonstrativos para a Educação Básica

Profs. Maria Teresinha Xavier Silva e Paulo Lima Junior (UFRGS)

O curso tem o objetivo de: 1) Disponibilizar aos cursistas experimentos demonstrativos de estática que sejam, ao mesmo tempo, surpreendentes para os alunos e pertinentes do ponto de vista da introdução de conceitos de mecânica em sala de aula. 2) Construir com os cursistas os recursos necessários para realização dos experimentos disponibilizados usando materiais e técnicas acessíveis. 3) Discutir com os cursistas estratégias de implementação desses experimentos demonstrativos em sala de aula.

4) Estratégias de Ensino Centradas no Aluno para a Aprendizagem de Física no Nível Médio

Prof. Anderson Coser Gaudio (UFES)

O curso capacitará os participantes para conhecer estratégias de ensino de Física para uso em sala de aula que vão além do uso do quadro de giz. Além disso, buscará demonstrar o uso dessas estratégias com a colaboração dos participantes do curso.

5) Atividades Experimentais e Computacionais para o Ensino de Mecânica: Uma Proposta para o Ensino Médio

Profs. Nelson Luiz Reyes Marques e Breno Dröse Neto (UFRGS)

O minicurso tem por objetivo explorar o uso de experimentos e simulações computacionais, fornecendo aos participantes propostas de atividades didáticas para a aprendizagem de mecânica. As demonstrações experimentais e as simulações computacionais serão sobre o mesmo tópico de física; deste modo, os participantes poderão distinguir as vantagens e limitações de cada recurso. Além disso, serão apresentadas propostas didáticas que combinem o uso de ambos os recursos.

6) O Ensino de Conceitos do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas e Física Moderna e Contemporânea através de Situações da Medicina

Prof. Mara Fernanda Parisoto (UFRGS)

Os objetivos do curso são: 1. Auxiliar os professores do Ensino Médio a fazer com que o ensino da Física se torne mais próximo à realidade dos alunos e mais interessante seu estudo, facilitando assim a aprendizagem significativa. 2. Contribuir na implementação de alguns fundamentos da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, da teoria de aprendizagem significativa crítica, dos campos conceituais de Vergnaud e da epistemologia de Toulmin na sala de aula de Ensino Médio. 3. Auxiliar os participantes a compreenderem a produção de radiação ionizante para tecidos biológicos, a interação da radiação com a matéria, a ultrassonografia, a partir de atividades diferenciadas, como atividades experimentais, simulações, modelagem computacional, mapas conceituais e músicas.

7) Uso do Aplicativo Powers Of 10 como Atividade Integradora em Ciências Exatas

Profs. Sônia Elisa Marchi Gonzatti e Eliana Fernandes Borragini (UNIVATES)

O uso de tecnologias no ensino pode auxiliar a fomentar discussões e incentivar a curiosidade dos alunos, mesmo com atividades simples. O objetivo desta oficina é abordar um conjunto de atividades baseadas em um aplicativo – powers of 10 – que possibilita uma revisão ou estudo dos conceitos matemáticos de maneira contextualizada. Permite trabalhar com ferramentas matemáticas, como notação científica e conversão de unidades, mas também, e ao mesmo tempo, pode ser utilizado como atividade integradora para as áreas de física, química e matemática. A versatilidade do aplicativo permite que ele seja utilizado em atividades que contemplem os seguintes objetivos específicos: ilustrar as diversas dimensões ou escalas utilizadas na física e na química, desde o anoluz até o Fermi; promover uma visão integradora das diferentes áreas de estudo da física, desde a cosmologia até as partículas elementares; abordar a possibilidade de uso do aplicativo como um organizador prévio, para introduzir noções de diversas áreas de conhecimento, como estrutura de moléculas, a constituição do DNA, entre outros; utilizar as medidas informadas nos diferentes slides para contextualizar o estudo sobre ferramentas matemáticas, como ordens de grandeza, potências de 10, notação científica, conversão de unidades, proporções.

8) Ferramentas Digitais no Ensino de Física

Prof. Leonardo Albuquerque Heidemann (UFRGS)

O objetivo do curso é apresentar algumas possibilidades de uso de ferramentas digitais despertando os participantes para as potencialidades do uso do computador como recurso auxiliar no ensino de Física.

9) Instrumentação para Laboratório; Dispositivos Eletrônicos Simples e Aquisição de Dados via Computador

Prof. Fernando Schuck de Oliveira (ETE Parobé)

O curso busca capacitar professores e licenciandos de Física no uso de componentes e dispositivos eletrônicos simples com aplicação na instrumentação no laboratório didático de Física. Ilustrar a aquisição de dados via computador.

10) Ensino de Astronomia: Ênfase Didática em Metodologias com Materiais Alternativos

Profs. Marcel Leonel Jorge, Neclito Pansera Junior e Guilherme H. Bagestan (UPF)

Proporcionar a implementação de laboratórios nas escolas, a partir de materiais alternativos, de modo a difundir e divulgar a Astronomia, motivando toda a comunidade acadêmica com o desígnio de participarem de eventos nesta área, através de: sites, de cursos básicos, e de acessórios na montagem desses observatórios.

PARTICIPANTES

Adriano Antunes Rodrigues	adriano.rodrigues@ifsc.edu.br
Alessandra Daniela Buffon	alessandra.buffon@bento.ifrs.edu.br
Alessandra Riposati Arantes	ale.riposati@gmail.com
Alex Ost	alex.ost@hotmail.com
Alex Soares Vieira	alex.vieira@ufrgs.br
Alexsandro Neves Silveira	silveira.a.n@gmail.com
Alice Lemos dos Santos	licelemos@yahoo.com.br
Aline Gonçalves	alliners@gmail.com
Aline Guedes	al_guedes85@yahoo.com.br
Alisson dos Santos Pereira	aspereira1986@hotmail.com
Álvaro Becker da Rosa	alvaro@upf.br
Álvaro Leonardi Ayala Filho	ayalafilho@gmail.com
Ana Cláudia Wrasse	ana_wrasse@hotmail.com
Ana Paula do Prado Donadel	anapauladonadel@hotmail.com
Ana Paula Picolo	anapaulapicolo@hotmail.com
Ana Paula Santos Pereira	anasanper@yahoo.com.br
Anderson Coser Gaudio	acgaudio@gmail.com
Anderson Luiz Ellwanger	pfandd@gmail.com
André Crivella Accurso	accurso@hotmail.com.br
André Luiz Utinguassú dos Santos	andreluiz.fisico@gmail.com
Andrea Regina Zeni	arzeni@gmail.com
Andréia Caroline Fischer da Silveira Fischer	deia.fischer@gmail.com
Angelisa Benetti Clebsch	angelisa@ifc-riodosul.edu.br
Angelita Leite Machado	angelitaleitemachado@hotmail.com
Anna Maria Daniele Adriano	annadaniele@colegiogloria.com.br
Ariane Treges Noronha Gonçalves	ari_noronha8@hotmail.com
Áurea Teresinha Machado dos Santos	aureaebeto@gmail.com
Bárbara Yasmin Andersen Duarte	baduarte2010@hotmail.com
Bárbara Canto dos Santos	babi_canto@yahoo.com.br
Breno Dröse Neto	brdrose@yahoo.com.br
Camila Brito Collares da Silva	camila_bcollares@hotmail.com
Camila de César	camicesaro@hotmail.com
Camila Paese	camilapaese@gmail.com
Camila Riegel Debom	camila.debom@ufrgs.br
Caren Rejane de Freitas Fontella	caren-rejane@ig.com.br
Carla Beatriz Spohr	carlaspohr@gmail.com
Carlos Eduardo Magalhães de Aguiar	carlos@if.ufrj.br
Cátia Peruzzo	catia_peruzzo@hotmail.com
Cesar Eduardo Krumreich	cesarkrumreich@hotmail.com

Charles dos Santos Guidotti	charles.guidotti@gmail.com
Cíntia Soares Silveira	cinss@terra.com.br
Cleci Teresinha Werner da Rosa	cwerner@upf.br
Cristian Schweitzer de Oliveira	cristian.oliveira@bento.ifrs.edu.br
Cristina Gabriela Aguilar Lara	gringa_espanhol@hotmail.com
Cristine Inês Brauwiers	crisbrauwiers@hotmail.com
Daiane Secco	daisecco@yahoo.com.br
Daniel da Silva de Ávila	ds_avila@yahoo.com
Daniel Flach	daniel.flach.df@gmail.com
Daniela Borges Pavani	dpavani@if.ufrgs.br
Daniela Rita de Aguiar Varisa	agvarisa@hotmail.com
Daniele Castro Pinto	daniele.danizinha@hotmail.com
Daysi Caroline Ragiuk de Oliveira	daysi.oliveira@acad.pucrs.br
Denise Daiane Ostroski	denisedaiane@yahoo.com.br
Digiane Reis da Silva	digianereis@hotmail.com
Diomar Caríssimo Selli Deconto	diomardec@gmail.com
Dioni Paulo Pastorio	dionipastorio@hotmail.com
Diorgines Jeremias Lacerda	diorgineslacerda@gmail.com
Djonathan André Boaro	boarinho@hotmail.com
Edi Terezinha de Oliveira Grings	editog@terra.com.br
Eduardo Gois	seuggois@hotmail.com
Eliana Fernandes Borragini	borragini@yahoo.com.br
Eliane Angela Veit	eav@if.ufrgs.br
Eliane Cappelletto	dfscapp@furg.br
Eliane Dias Alvarez Schäfer	elianealvarez@hotmail.com
Elias Gonçalves	elias@ifes.edu.br
Elisandra Scussel	eliscussel@yahoo.com.br
Elise Cândida Dente	elisedente@universo.univates.br
Eloir de Carli	eloir@if.ufrgs.br
Estevão Luciano Quevedo Antunes Júnior	eantunesjr@gmail.com
Fabiane Beatriz Sestari	fabisestari@hotmail.com
Fábio Domingui	fabiodomingui@hotmail.com
Fabio Kaupe Marins Martins	fabiokaupe@hotmail.com
Felipe Damasio	felipedamasio@ifsc.edu.br
Felipe Nunes Menegotto	felipemenegotto@gmail.com
Fernanda Battú e Gonçalves	fernanda-battuegoncalo@bol.com.br
Fernanda Cristina Pansera	fernandacpansera@hotmail.com
Fernanda Ostermann	fernanda@if.ufrgs.br
Fernando Jose Vinhas Sousa Coelho	fernando_ufo9@hotmail.com
Fernando Lang da Silveira	lang@if.ufrgs.br

Fernando Pagel Costa	fernando_pagel@yahoo.com.br
Fernando Schuck de Oliveira	fernandoschuck@hotmail.com
Franciele Pires Ruas	franzinhah_ruas@hotmail.com
Francis Jessé Centenaro	franciscentenaro@hotmail.com
Francisca Pereira	fran_aru17@hotmail.com
Gabriel Santos da Silva	gabriels.fisica@gmail.com
Gabriela Santos Lopes	ggabi_lopes@hotmail.com
Gabriela Scariot	gabriela.scariot@bento.ifrs.edu.br
Geison João Euzébio	geisoneuzebio@gmail.com
Gêison Mendes de Freitas de Oliveira	geisonfisica@yahoo.com.br
Gentil César Bruscato	gentil.bruscato@ufrgs.br
Gilberto Orenço de Oliveira	g.orengo@gmail.com
Gilmar Horchulhak	gilmarhorchulhak@gmail.com
Glauco Cohen Ferreira Pantoja	glaucopantoja@hotmail.com
Graciane Gonçalves Farias	gracyg1@hotmail.com
Grasiele Ruiz Silva	grasiruiz@yahoo.com.br
Guilherme Espósito Querelli	querelli@globo.com
Guilherme Frederico Marranghello	gfmarranghello@gmail.com
Guilherme Henkes Bagestan	guilherme_bagestan@hotmail.com
Helen Clemes Cardoso	helenclemes@hotmail.com
Hércules Borges Rodrigues	hercules@pelotas.ifsul.edu.br
Higor Edmundo Silva de Campos	abacatecaxias@gmail.com
Ícaro Ilo da Silva	icarofisik@gmail.com
Isadora Lopes Alves	isalalves@hotmail.com
Ives Solano Araujo	ives@if.ufrgs.br
Izabel Cristina Freitas dos Santos	izabel@svs.iffarroupilha.edu.br
Jader da Silva Neto	jader.neto@bento.ifrs.edu.br
Jaerson Santana de Oliveira	jaersonsantana@hotmail.com
Janaína Rosa Madruga	jana_madruga@hotmail.com
Jandrei Balestrini	jandreib@gmail.com
Jaqueline Menezes Dias	jaquemdias@gmail.com
Jaqueline Rodrigues	jaque92-rodrigues@hotmail.com
Jardel Nogueira Silva	jardelsilva13@hotmail.com
Jeferson Dias Gonçalves	jeferson.fisica@gmail.com
Jênifer Andrade de Matos	jeniferam2@hotmail.com
Jennie Elias Vieira	jennie2606@gmail.com
Jennifer Carrion	jennifer-carrion@hotmail.com
Jéssica Fabiana Mariano dos Santos	jessica.santos@usp.br
João Batista Siqueira Harres	jbharres@yahoo.com.br
João Geraldo Segala Moreira	jotasegala@gmail.com

Jocielli Maria Tolomini	jocielli_12_@hotmail.com
Joecir Palandi	joecir@gmail.com
Joel Luis Carbonera	joelcarbonera@gmail.com
Johnny Ferraz Dias	jfdias@if.ufrgs.br
Jordana Gabana Toscan	jootoscan@hotmail.com
Jorge Luís Alves da Silva	silva722@gmail.com
Josemar Alves	josemarfis@gmail.com
Josiane de Souza	josiane.souza@ufrgs.br
Juliana Cougo Pereira	julianacougo@gmail.com
Juliane Souza de Oliveira	julianesouzaoliveira@gmail.com
Juliano Aparecido Hernandez	juliano_physis@hotmail.com
Juliano Gatto	juliano.gatto@bento.ifrs.edu.br
Júnior Saccon Frezza	juniorfrezza@yahoo.com.br
Karen Espíndola	renaka.karen@gmail.com
Karina dos Santos Timboni	kagotika@hotmail.com
Karla Weber	karlaweberfisica@gmail.com
Kennedy Ortiz Barilari	k.barilari@hotmail.com
Kristine Sheila Schuster	kris-schuster@hotmail.com
Larissa Domingues Lemos	lari.lemos@gmail.com
Larissa Pires Bilhalba	laripb82@hotmail.com
Larissa Silva de Castilhos	familiacastilhos@uol.com.br
Laura Freitas Figueredo	kiss.13@hotmail.com
Leanny Karine Aguiar	leaguiarr@hotmail.com
Lenise Silva de Souza	lenisesouza@gmail.com
Leonardo Albuquerque Heidemann	leonardo@heidemann.com.br
Leonardo Decker	leo.decker@hotmail.com
Leopoldo Lobo da Rocha Junior	leopoldolobo_allstar@hotmail.com
Leticia Moreira Hood	letcahood@gmail.com
Letícia Nunes Lucas Torbes	leticia_torbes@hotmail.com
Lisete Funari Dias	lisetefunaridias@gmail.com
Lisiane Araujo Pinheiro	lisi.ap@terra.com.br
Lisiane Barcellos Calheiro	lisbarcellos@hotmail.com
Livia Camargos Cruz	liviaccruz@hotmail.com
Louise Patron Etcheverry	louise_patron@hotmail.com
Luan Araujo dos Santos	luan.pqno@hotmail.com
Luciano Pereira Luduvico	lucianoluduvico@yahoo.com.br
Luciano Soares Pedroso	luciano@paraisonet.com.br
Luís Fernando Gastaldo	lfgastaldo.uffs@gmail.com
Luís Gustavo Pires Rodrigues	gustavobass@hotmail.com
Luis Ricardo Pereira Mucciaroni	luisricardo.mucciaroni@yahoo.com.br

Luiz Rafael Kruger Menaré	rafaelmenare@hotmail.com
Maico Antonio Cristani	maicocristani@yahoo.com.br
Mara Fernanda Parisoto	marafisica@hotmail.com
Marcel Leonel Jorge	marcel@upf.br
Marcelo Esteves de Andrade	marcelo.1fisica@hotmail.com
Marcia de Melo Braga	brammar2@yahoo.com.br
Márcia Elida Domingos Prudêncio	marcia_elida@hotmail.com
Marcia Helena Vieira Alves Flores	mhalves@cpovo.net
Marco Antonio Moreira	moreira@if.ufrgs.br
Marcos Antonio Barros Santos	marcos_fis@hotmail.com
Marcos Vinicius Grala Barbosa	marcosgrala@live.com
Margaret Busse Avancini	mbavancini@cpovo.net
Maria de Fátima Oliveira Saraiva	fatima@if.ufrgs.br
Maria Eduarda Tesser Gugel	dudagugel@gmail.com
Maria Luisa Schneider Kircher	marialuisakircher@yahoo.com.br
Maria Teresinha Xavier Silva	tekaxsilva@gmail.com
Marilia Britto Corrêa	marry-britto@hotmail.com
Marina Dal Ponte	mari.dalponte@gmail.com
Marisete Vitter	marisete.vitter@gmail.com
Mateus de Almeida Granada	magranada@gmail.com
Matheus Bacigalupo Kiataki	matheusbacigalupo@gmail.com
Mauricio de Oliveira Vaz	mauriciofis04@hotmail.com
Maurício Pietrocola	mpietro@usp.br
Maximiliano Santos da Rocha	max.sdr@gmail.com
Maxmiller Silva Laviola	laviola.eletro@gmail.com
Maykon Gonçalves Müller	maykon_151@hotmail.com
Michel Emile Marcel Betz	betz@if.ufrgs.br
Michele Daniel	mychelynha_21@hotmail.com
Michele Ferreira Cardoso	105687@upf.br
Michele Roos Marchesan	miche_marchesan@yahoo.com.br
Michele Veleda Lemos	michelelemos@ibest.com.br
Miguel da Camino Perez	miguelprz@gmail.com
Milene Rodrigues Martins	milene_r_martins@hotmail.com
Monique Silva de Souza	moniquessouza@gmail.com
Nadine Cavalcante da Cruz	nadinecruz@ig.com.br
Naira Maria Balzaretta	naira@if.ufrgs.br
Nathan Carvalho Pinheiro	naasso@gmail.com
Necleto Pansera Junior	necri_junior@hotmail.com
Nelson Luiz Reyes Marques	nelsonreyes@terra.com.br
Nelson Studart Filho	studart@df.ufscar.br

Neusa Teresinha Massoni	neusa.massoni@if.ufrgs.br
Norma Samira Matos	samira.matos@hotmail.com
Pâmela Mielczarski Barboza	outro.end@gmail.com
Pâmela Taís Dutra Mena	pamelatdm@gmail.com
Patrese Coelho Vieira	p22.vieira@bol.com.br
Patrícia Wickert	91779@upf.br
Patrick de Souza Girelli	patrick@ifc-sombrio.edu.br
Paulo Machado Mors	mors@if.ufrgs.br
Paulo Ricardo Alcântara Goulart	goulart@pelotas.ifsul.edu.br
Paulo Roberto Menezes Lima Junior	paulolima2711@gmail.com
Pedro Fernando Teixeira Dorneles	pedroftd@gmail.com
Priscila Andrea Severino Vaz	priscilavaz@sinodal.com.br
Rafael Acker Brazil	rafael_acker@hotmail.com
Rafael de Souza	rafa_200423@click21.com.br
Rafael Ramos Maciel	rafael_turvo@hotmail.com
Rafael Uarth Fassbender	uarth.fisica@gmail.com
Ramires Giusti	ramires.silva@bento.ifrs.edu.br
Regina de Bastiani	reginadebastiani@yahoo.com
Regina Ghizzoni Duarte	reginaghizzoni@hotmail.com
Reginaldo Paz de Freitas	rpazfreitas@gmail.com
Renato dos Santos Rosa	renato_rosa@ifsul.edu.br
Renato Heineck	heineck@upf.br
Renato Pereira Cótica	renatocotica@hotmail.com
Ricieri Andrella Neto	ricierian@gmail.com
Rita Daniela Dieterich dos Santos	ritadietrich@bol.com.br
Rita Margarete Grala	ritagralla@hotmail.com
Roberta Gonçalves Schmitz	beta.schmitz@gmail.com
Robson Trevisan	robsontrevisan@yahoo.com.br
Rodrigo da Silva Franco	rodrigo_rco15@hotmail.com
Rodrigo Weber Pereira	rodrigo.weber@acad.pucrs.br
Rosana de Melo Lourenço	zanaml@hotmail.com
Rudimar Rangel Rodrigues	rudimarrangel@hotmail.com
Samara Oliveira Pinto	samara.op@gmail.com
Samuel Corvello Vilar	samuel.corvello@gmail.com
Sandra Luiza Forest	sandraluizaforest@gmail.com
Sani de Carvalho Rutz da Silva	sani@utfpr.edu.br
Sheila Correia Corrêa	sheilanunescorreia@gmail.com
Silvio Luiz Rutz da Silva	rutz@uepg.br
Silvio Luiz Souza Cunha	silvio.cunha@ufrgs.br
Sônia Elisa Marchi Gonzatti	lagonzatti@bewnet.com.br

Talissa Cristini Tavares Rodrigues	talissa.trodrigues@gmail.com
Tamara Salvatori	tamarasalvatori@gmail.com
Tatiane Gonçalves Elias Goulart	taty_2558@hotmail.com
Tatiane Strelow Lilge	tati_eita@hotmail.com
Terrimar Ignácio Pasqualetto	terrimar@gmail.com
Thaís Rafaela Hilger	thais.hilger@ufrgs.br
Tháisa Laiara Prediger	thaisa.prediger@acad.pucrs.br
Thayse Adineia Pacheco	thayse.pacheco@hotmail.com
Thiago Borges Pinto	thiagopinto90@gmail.com
Thiago da Silva Prestes	prestes.thiago@gmail.com
Thiago Flores Magoga	magoga_10@hotmail.com
Thiago Freire Sangoi	tsangoi@hotmail.com
Thiago Marques de Andrade	thiagoandrade85@gmail.com
Tiago Martins Roath	troath2005@gmail.com
Vagner Luis da Silveira Carbalho	vagner1sc@gmail.com
Vagner Oliveira	vagnerjpn@yahoo.com.br
Vanessa de Oliveira Gil	nessa.holopainen@gmail.com
Vania Elisabeth Barlette	v.barlette@gmail.com
Vinícius Moraes Faria	mfaria.vinicius@gmail.com
Vitória Machado Nani	vitoria.mnani@gmail.com
Wagner Possamai Cainelli	wagcainelli@gmail.com
Walmir Thomazi Cardoso	walmir.astronomia@gmail.com
William Mello Borgonhi	borgonhi@gmail.com
Willian Rubira da Silva	willianrubira@hotmail.com
Yuri Zanerippe Miguel	yuri_zanerippe@hotmail.com

ÍNDICE POR AUTOR

Aguiar, C. E. M.-----	177
Aguiar, L. K.-----	154
Allain, O.-----	47, 121, 133, 139
Alves Filho, J. P.-----	37
Alves, E. S. B.-----	126
Andrade, M. E.-----	159
Andrella Neto, R.-----	177
Antunes Júnior, E. L. Q.-----	146
Arantes, R. A.-----	177
Araujo, I. S.-----	149, 170
Ayala Filho, A. L.-----	169
Bagestan, G. H.-----	180
Barilari, K. O.-----	143
Barlette, V. E.-----	148
Barros, M. A.-----	91
Bencke, B. G. P.-----	154
Betz, M.-----	178
Bilhalba, L. P.-----	169
Borgonhi, W. M.-----	132
Borragini, E.-----	135, 136, 138, 180
Braga, M. M.-----	124
Brauwers, C. I.-----	135, 136, 138
Bresolin Júnior, N. A.-----	138
Brinatti, A. M.-----	140
Bruscato, G. C.-----	153
Calheiro, L. B.-----	145
Cappelletto, E.-----	171, 172
Cardoso, W. T.-----	27, 177
Carrion, J.-----	162
Castro, D. P.-----	147
Catunda, T.-----	161
Cavalcante, M. A.-----	129
Cavalcanti, C. J. H. C.-----	177
Centenaro, F. J.-----	164, 178
Coelho, F. J. V. S.-----	162
Coelho, K. S.-----	154
Corrêa, M. B.-----	120
Costa, G. G. G.-----	161
Cristani, M. A.-----	172
Cruz, L. C.-----	27
Damasio, F.-----	47, 121, 123, 133, 134, 139, 152, 154, 158
Daniel, M.-----	154
Deconto, D. C. S.-----	177
Dente, E. C.-----	138
Dias, F. T.-----	141
Dias, L. F.-----	141
Diehl, C. R.-----	141
Dominguini, F.-----	126, 142
Dominguini, L.-----	126, 142

Dorneles, P. F. T. -----	148
Dröse Neto, B.-----	179
Ellwanger, A. L.-----	178
Espíndola, K. -----	109, 137
Etcheverry, L. P. -----	160
Euzébio, G. J.-----	121, 133, 144
Faccin, F. -----	164
Farias, G. G. -----	123
Figueiredo, D. B.-----	128
Figueredo, L. F. -----	152
Fischer, A. C. F. S.-----	163
Fontella, C. R. F. -----	162
Francisco, A. C. -----	131
Freire Jr., O. -----	91
Freitas, R. -----	157
Frezza, J. S. -----	69
Friego, L. B.-----	134
Gaudio, A. C. -----	15, 179
Gil, V. O. -----	130
Giovannini, O.-----	103
Gois, E. -----	155
Gomes, S. F. -----	126
Gonçalves, A. T. N.-----	163
Gonzatti, S. -----	136, 138, 180
Goulart, T. G. E. -----	139
Grala, R. M.-----	127
Granada, M.-----	178
Guidotti, C. S. -----	173
Harres, J. B. S.-----	163
Heidemann, L. A. -----	180
Hilger, T. R. -----	165
Hood, L. M. -----	130
Jorge, M. L. -----	180
Josemar Alves -----	174, 178
Kakuno, E. M. -----	148
Kircher, M. L. S. -----	109
Laviola, M. S. -----	59
Lemos, M. V.-----	7
Lima Junior, P. -----	179
Lopes, G. S.-----	132
Lourenço, R. M.-----	158
Lucchese, M. M. -----	137
Luduvico, L. P. -----	69
Machado, A. -----	163
Machado, A. L.-----	125
Maciel, R. R.-----	158
Mackedanz, L. F.-----	130, 173
Madrugá, J. R. -----	171
Marcelo Vettori -----	136
Marchesan, M. R. -----	109
Mariano, N. M. -----	133
Marins, L. A. -----	59

Marques, N. L. R. -----	178, 179
Marranghello, G. F. -----	125, 137, 143, 147, 151, 157, 160, 167, 168
Matos, E. T. -----	152
Matos, N. S. -----	123
Mena, P. T. D. -----	130
Mielczarski, P. -----	132
Mirailh, M. F. -----	173
Moreira, M. A. -----	81, 165, 166, 178
Moro, J. T. -----	81, 166
Mors, P. M. -----	153
Muller, M. G. -----	178
Nunes, G. H. L. -----	120
Oliveira, F. S. -----	180
Oliveira, G. M. F. -----	120
Oliveira, J. S. -----	158
Oliveira, V. -----	170
Ostermann, F. -----	177
Pacheco, S. M. V. -----	47
Pacheco, T. A. -----	144, 150
Palandi, J. -----	128, 145
Pansera Junior, N. -----	180
Parisoto, M. F. -----	81, 166, 179
Pascoali, S. -----	126, 142
Pasqualotto, F. -----	132
Pastorio, D. P. -----	174, 178
Pavani, D. B. -----	137
Pereira, A. P. S. -----	122
Pereira, A. S. -----	173
Pereira, F. -----	158
Pereira, J. C. -----	151
Pereira, N. B. -----	123
Pereira, R. W. -----	163
Perez, M. C. -----	163
Pieres, A. -----	103
Pietrocola, M. -----	177
Pinto, E. L. -----	152
Pinto, S. O. -----	132
Prudêncio, M. E. D. -----	123
Quadros, C. G. -----	131
Querelli, G. E. -----	129
Ramos, R. -----	158
Reis, D. -----	158
Roberto, E. V. -----	161
Rocha Junior, L. L. -----	146
Rodrigues, A. A. -----	47, 133, 139
Rodrigues, J. -----	134
Rodrigues, R. R. -----	162
Rodrigues, S. C. -----	7
Rodrigues, T. C. T. -----	146
Rosa, A. B. -----	37, 155
Rosa, C. W. -----	37, 155, 156
Rosa, F. -----	174

Ruas, F. P. -----	130
Santos, A. L. U. -----	163
Santos, I. C. F. -----	145
Santos, J. F. M. -----	161
Santos, L. A. -----	135, 136, 138
Saraiva, M. F. -----	103
Sauerwein, I. P. S. -----	164, 174
Sauerwein, R. A. -----	164, 174
Scarabelot, D. M. -----	144
Scheid, A. M. -----	132
Scopel, M. A. -----	150
Silva, G. R. -----	119
Silva, I. -----	178
Silva, J. A. -----	69, 119
Silva, J. B. -----	140
Silva, J. K. L. -----	147
Silva, J. L. A. -----	177
Silva, M. J. R. -----	141
Silva, M. S. P. -----	164
Silva, M. T. X. -----	162, 179
Silva, R. P. -----	173
Silva, S. C. R. -----	131
Silva, S. L. R. -----	140
Silva, T. -----	123
Silva, W. R. -----	172
Silveira, C. S. -----	146
Silveira, F. L. -----	179
Soares, H. -----	123
Souza, C. F. -----	154
Souza, C. M. -----	152
Souza, L. S. -----	154
Souza, M. S. -----	154
Studart, N. -----	177
Timboni, K. S. -----	150
Torbes, L. N. L. -----	168
Varisa, D. R. A. -----	156
Veit, E. A. -----	15, 149, 170
Vieira, A. S. -----	178
Vieira, P. C. -----	122
Weber, K. -----	128
Zeni, A. R. -----	149