



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL



JOÃO JOSÉ DA SILVA CARRILHO

**ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO
A CIÊNCIA E O LÚDICO: DESAFIANDO E EDUCANDO**

FEIRA DE SANTANA - BA

SETEMBRO DE 2015

JOÃO JOSÉ DA SILVA CARRILHO

ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

A CIÊNCIA E O LÚDICO: DESAFIANDO E EDUCANDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia Profissional da Universidade Estadual Feira de Santana como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe.

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Delson Conceição de Jesus.

FEIRA DE SANTANA - BA

SETEMBRO DE 2015



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): João José da Silva Cavilhas
DATA DA DEFESA: 11/09/2015 LOCAL: LABORIS - SALA 03
HORÁRIO DE INÍCIO: 15:55 h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
<u>Pado César da Rocha Poppe</u>	<u>9262292700</u>	Presidente	DS	UEFS
<u>OLIVAL FREIRE JUNIOR</u>	<u>13300304525</u>	Membro	DS	UFBA
<u>Vera Aparecida Fernandes Martin</u>	<u>10442105835</u>	Membro	DS	UEFS
<u>_____</u>	<u>_____</u>	Membro	<u>_____</u>	<u>_____</u>

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO:**

Astronomia no Ensino Médio. Atividade e o Súdico: Desafiando e Educando.

****Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho**

Em sessão pública, após exposição de 35 min, o(a) candidato(a) foi arguido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 45 min. A banca chegou ao seguinte resultado:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 11 de setembro de 2015

Presidente: Pado

Membro 1: Olival Freire Jr

Membro 2: Vera A. F. Martin

Membro 3: _____

Candidato (a): João José da Silva Cavilhas

Coordenador do PGAstro: João M. G. Pereira

OBS: _____

O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado

Carrilho, João José da Silva

C312a Astronomia no ensino médio, A ciência e o lúdico: desafiando e educando/
João José da Silva Carrilho. - Feira de Santana, 2015.

166 f.: il.

Orientador: Paulo César da Rocha Poppe

Coorientador: Antônio Delson Conceição de Jesus

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Mestrado Profissional em Astronomia, 2015.

1. Astronomia - ensino. 2. Aprendizagem - ensino médio. 3. Pedagogia da autonomia. I. Poppe, Paulo César da Rocha, orient. II. Jesus, Antônio Delson Conceição de, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 521:37

Dedico esse trabalho aos meus alunos, elementos da minha inquietação. À minha família, sobretudo minha esposa (Adelaide) e filhos (João, Amanda e Fernanda), que sempre me incentivaram dando um novo sentido à minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma maneira para a concretização desse trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe, inteligente e competente, que dedicou parte de seu precioso tempo nas discussões sobre esse trabalho de pesquisa.

A todos os professores que fazem parte do corpo docente do Mestrado Profissional em Astronomia e de maneira especial ao Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro, pelas sugestões que contribuíram para a melhoria desse trabalho.

Aos colegas, Diretor do Colégio Anísio Teixeira, professor Antonio Walter de Moraes Lima, a Coordenadora Geral do Ensino Médio, Adriana Mascarenhas Mattos Bulos e a Coordenadora Pedagógica do Ensino Médio, Mayane Carvalho Lima, por terem criado condições favoráveis para a realização desta pesquisa e, de modo especial, pelo ambiente de paz.

Ao amigo Jorge Antonio Guedes Curvelo, prestativo e sempre atencioso a esta aventura, acompanhando em muitos momentos, a produção dos kits que fazem parte desta dissertação de mestrado.

Aos colegas de mestrado, que caminharam juntos comigo nessa jornada, em especial a professora Milena Pedreira, colaboradora, prestativa e sempre atenciosa as minhas discussões.

Ao professor Marcos Vinícius Lima Souza, pela sua atenção de sempre, e, de modo especial, pela grande contribuição na coleta dos dados dessa pesquisa.

À minha querida Fernanda Raquel Carrilho pela grande ajuda na tabulação dos dados.

Ao amigo e filho leal João Carrilho, pelo seu incentivo e, de modo especial, pelas ajuda e sugestões na informática.

A minha família, especialmente a irmã Joalice Maria, pela atenção de sempre e suas preocupações com as questões da educação.

Aos meus alunos do Colégio Anísio Teixeira, sem os quais esse trabalho seria espúrio.

“Lá fora se encontrava esse vasto mundo, que existe independentemente de nós, seres humanos, defrontando-nos como um grande e eterno enigma, pelo menos parcialmente acessível a nosso exame e ao pensamento. A investigação desse mundo trazia o apelo de uma libertação... O caminho para este paraíso ... não desmereceu da minha confiança, e jamais me arrependi de tê-lo escolhido.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	11
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	13
LISTA DE TABELAS.....	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 A origem desse trabalho e desafios.....	18
1.2 Justificativa, objetivos e busca pelo problema de pesquisa	20
2 . REVISÃO DA LITERATURA	27
2.1 Material didático instrucional na área de Astronomia	27
2.2 Materiais didáticos em Física, Astronomia e Matemática	27
2.3 Referencial teórico	31
2.3.1 A Teoria de Vygotsky como fundamentação para as atividades experimentais.....	37
2.3.2 A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Assubel	40
3 . MATERIAL E MÉTODO.....	43
3.1 O contexto da aplicação	43
3.2 O manual de atividades experimentais (MAE) e os KAE	46
3.3 Abordagem de tópicos de Astronomia.....	49
3.4 Abordagem de tópicos de Física	51
3.5 Abordagem de tópicos de Matemática	52
4 RESULTADOS.....	55
4.1 Análise estatística do pré-teste e pós-teste	55
4.2 Avaliação da metodologia pelos alunos.....	70
5 . DISCUSSÃO	75
6 . CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE 1 - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	84
APÊNDICE 2 - AVALIAÇÃO METODOLÓGICA	91
APÊNDICE 3 - TABELAS DOS KITS	93

PRODUTO EDUCACIONAL

APÊNDICE 4 - O MANUAL DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS..... 1-187

INTRODUÇÃO	9
O QUE É ESTE MANUAL	10
COMO UTILIZAR ESTE MANUAL	12
1. REALIZANDO MEDIDAS	13
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA REALIZANDO MEDIDAS	19
2. BALANÇO MÁGICO	22
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA BALANÇO MÁGICO	27
3. FAZENDO VOAR	30
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA FAZENDO VOAR	36
4. TRAÇANDO ÓRBITAS.....	38
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA TRAÇANDO ÓRBITAS.....	44
5. RELÓGIO SOLAR	46
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA RELÓGIO SOLAR	53
6. PUXANDO ÁGUA.....	56
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA PUXANDO ÁGUA.....	64
7. MEDINDO FORÇA	66
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA MEDINDO FORÇA	72
8. ESTUDANDO ÍMÃS	74
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA ESTUDANDO ÍMÃS	80
9. MOTOR ELÉTRICO	82
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA MOTOR ELÉTRICO	87
10. DOBRANDO A LUZ.....	90
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA DOBRANDO A LUZ.....	96
11. RODANDO EM TORNO DO SOL.....	100
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA RODANDO EM TORNO DO SOL.....	107
12. AS CORES DA LUZ DO SOL	110
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA AS CORES DA LUZ DO SOL.....	115
13. OBSERVANDO A LUA	118
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA OBSERVANDO A LUA.....	123

14. ACOMPANHANDO O SOL.....	126
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA ACOMPANHANDO O SOL.....	132
15. RECRIANDO IMAGENS.....	135
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA RECRIANDO IMAGENS.....	143
16. GERANDO ENERGIA	145
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA GERANDO ENERGIA	151
17. OLHANDO CONSTELAÇÕES.....	155
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA OLHANDO CONSTELAÇÕES	161
18. RESSONÂNCIA	164
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA RESSONÂNCIA	169
19. ACENDENDO LÂMPADAS	172
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA ACENDENDO LÂMPADAS	177
20. VENDENDO DE LONGE	179
COMENTÁRIOS SOBRE A EXPERIÊNCIA VENDENDO DE LONGE.....	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAT	Colégio Anísio Teixeira
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
KAE	Kit de Atividades Experimentais
MAE	Manual de Atividades Experimentais
MCT	Museu de Ciência & Tecnologia
PCN+EM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RELEA	Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -ESTUDANTES UTILIZANDO OS KAE	45
FIGURA 2 - ..ESTUDANTE UTILIZANDO RECURSO EXTRA PARA DESENVOLVER O KAE- AS CORES DA LUZ DO SOL	46
FIGURA 3 -ESTUDANTES DISCUTINDO SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA.....	47
FIGURA 4 -.....ESTUDANTE AVALIANDO SEU PROTÓTIPO PARA OBSERVAR AS MARÉS	50
FIGURA 5 - . ESTUDANTES UTILIZANDO A MATEMÁTICA PARA CONFECCIONAR O MODELO	53
FIGURA 6 -FIGURA MOSTRANDO AS FASES DA LUA	61
FIGURA 7 -FIGURA MOSTRANDO AS FASES DA LUA	66

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RESULTADOS DO PRÉ-TESTE COM A PARTICIPAÇÃO DE TODOS OS ALUNOS	56
GRÁFICO 2 - QUESTÃO 05.....	57
GRÁFICO 3 - QUESTÃO 07.....	58
GRÁFICO 4 - QUESTÃO 08.....	58
GRÁFICO 5 - QUESTÃO 10.....	59
GRÁFICO 6 - QUESTÃO 11.....	60
GRÁFICO 7 - QUESTÃO 13.....	60
GRÁFICO 8 - QUESTÃO 16.....	62
GRÁFICO 9 - QUESTÃO 17.....	62
GRÁFICO 10 - QUESTÃO 19.....	63
GRÁFICO 11 - QUESTÃO 23.....	64
GRÁFICO 12 - QUESTÃO 24.....	65
GRÁFICO 13 - QUESTÃO 27.....	66
GRÁFICO 14 - QUESTÃO 29.....	67
GRÁFICO 15 - QUESTÃO 30.....	68
GRÁFICO 16 - RESULTADOS DO PÓS-TESTE DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DOS KAEs	69
GRÁFICO 17 - RESULTADOS DO PÓS-TESTE DOS ALUNOS QUE NÃO PARTICIPARAM DOS KAEs	69
GRÁFICO 18 - DESEMPENHO DOS ALUNOS EM CADA KAEs	70
GRÁFICO 19 - AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PELOS ALUNOS	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CONCEITOS DE ASTRONOMIA RELACIONADOS AOS TEMAS DOS KAEs	50
TABELA 2 - CONCEITOS DE FÍSICA RELACIONADOS AOS TEMAS DOS KAEs..	51
TABELA 3 - CONCEITOS DE MATEMÁTICA RELACIONADOS AOS TEMAS DOS KAEs	52

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da utilização de um material didático chamado de Kit de Atividades Experimentais (KAE), no qual teve como finalidade a elaboração de um Manual de Atividades Experimentais (MAE) para ensino nas áreas de Astronomia, Física e Matemática, dentro de um contexto interdisciplinar. O trabalho foi embasado nas teorias dos pensadores David Ausubel (Teoria da Aprendizagem Significativa) e Lev Vygotsky (Teoria da Interação Social).

A intervenção do trabalho científico foi desenvolvida, na disciplina Física, junto a um grupo de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de um Colégio da rede particular de ensino de Feira de Santana - Bahia, entre os anos de 2014 e 2015, na qual os estudantes tiveram aulas de Física com a montagem dos referidos kits para observação e discussão de alguns fenômenos físicos e astronômicos.

Com a finalidade de mediar o conhecimento adquirido pelos participantes dentro deste processo de formação, realizamos neste trabalho pré e pós-testes com questões que permitiram extrair importantes resultados e conclusões. Nesse sentido, os resultados do pós-teste e da Avaliação da Metodologia, submetidos a uma análise de conteúdo, indicaram que os alunos que participaram do desenvolvimento dos kits conseguiram apropriar-se mais dos conceitos, além de demonstrarem mais interesse nas aulas e empolgação com o trabalho da construção dos kits, ratificando que a experimentação é um dos fatores que mais agradaram ao longo das aulas.

Do exposto acima, podemos concluir neste trabalho a necessidade de se pensar em uma nova abordagem na utilização de atividades práticas, mesmo sabendo que já existem diversas estratégias bem sucedidas, acreditamos que a utilização do MAE trará importantes contribuições que são descritas ao longo da metodologia desse trabalho.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Manual de Atividades Experimentais, Pedagogia da Autonomia, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This master thesis presents the results of the use of a didactic material called Experimental Activity Kit (KAE), which was intended to draw up an Experimental Activities Manual (MAE) for teaching astronomy, physics and mathematics. This material was influenced by the teachings of David Ausubel about meaningful learning and Lev Vygotsky, with the theory of acquiring knowledge through practical activity in a social environment.

The study was developed during high school physics classes in Feira de Santana, Bahia, between 2014 and 2015, in which the students had to assemble the kits and observe physics and astronomical phenomena. In order to measure the knowledge acquired by the participants in this training process, we perform pre and post-tests with questions that allowed extract important results and conclusions.

The results of the exams and evaluation of the methodology, submitted to a content analysis, indicated that students who saw reasoning as emerging through the assembly of the kits developed higher cognitive functions and showed greater interest and excitement in class, confirming that experimentation is one of the factors that most pleased the students during the lessons.

This indicates the necessity of a new approach and use hands-on activities, even knowing that many strategies are already available, we believe that the use of MAE brings important contributions, which are described along this work.

Keywords: Astronomy Education, Handbook of Experimental Activities, Pedagogy of Autonomy, Meaningful Learning.

1 INTRODUÇÃO

“Observe as estrelas, e aprenda com elas”.

ALBERT EINSTEIN

A origem desse trabalho e desafios

A nossa inquietação tem origem nas práticas realizadas no Museu de Ciência & Tecnologia (MCT), entre os anos de 1985 e 1987, durante a realização de um projeto chamado Prociências, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), atendendo 11 escolas públicas, que tinha como finalidade a melhoria do ensino de Ciências.

Em 1987, assumi a coordenação do projeto e a partir deste momento, comecei, sistematicamente, a dotar o Ensino de Física com atividades experimentais de baixo custo como objeto de questionamento e reflexão, transformando-as em ações pedagógicas nas escolas particulares de Salvador.

O trabalho com o projeto criou perspectivas para o convívio com outros similares e colegas pesquisadores que comungavam das mesmas preocupações. Em 1987, como participante da 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), UNB - Brasília, DF, e da exposição sobre “Materiais de baixo Custo”, aponto que o interesse particular foi sendo delineado, desde então, até chegar ao objeto da pesquisa atual.

O referido projeto envolvendo às áreas de Física, Biologia e Química não conseguiu avançar por entraves burocráticos, mas deixou sementes que puderam germinar e dar frutos, como os Kits de Atividades Experimentais (KAE), junto com o Manual de Atividades Experimentais (MAE).

O entusiasmo e a dedicação pelo ensino da Física utilizando experimentos ao longo de três décadas, além da preocupação com as questões de aprendizagem desta ciência, em especial dos alunos do Ensino Médio, permitiu a reflexão e a análise dessa Dissertação. Seguramente, existem outras abordagens com relação ao ensino de Astronomia, Física e Matemática utilizando material de baixo custo, mas a proposta deste trabalho é inter-relacionar alguns de seus conteúdos.

Todos os antecedentes relatados construíram as condições para que o desafio fosse assumido de forma consequente, enquanto instrumento para conhecimento, que, numa investigação qualitativa e quantitativa, não pode prescindir da observação participante, coleta, análise e interpretação de informações.

Nesse sentido, o apoio do Colégio Anísio Teixeira (CAT), de Feira de Santana-BA, foi decisivo, possibilitando e viabilizando no curso de Física, com uma carga horária de 20 horas inserida ao longo das quatro unidades para o primeiro ano do Ensino Médio. Este apoio, seguramente, foi influenciado pela visão pedagógica da Instituição que prega práticas educativas reflexivas e críticas, voltadas para a excelência na aprendizagem e para formação integral do ser humano. Nesse espaço, onde os alunos participantes foram reconhecidos como sujeitos que elaboram conhecimentos, foi possível observar a real possibilidade da inserção de atividades experimentais.

Nesta pesquisa, optamos pelo uso de Kits de Atividades Experimentais (KAE) que estivessem relacionados com temas da Astronomia, Física e Matemática, sendo o ponto de partida da discussão conceitual sobre os fenômenos naturais.

Procuramos, neste trabalho, uma maneira de minimizar este quadro inquietante no que diz respeito ao uso de materiais didáticos experimentais. Para tanto, construímos um material interdisciplinar que possibilita uma abordagem experimental de alguns conceitos de Astronomia, Física e Matemática. O material relaciona tópicos selecionados nos conteúdos estudados no 9º ano do Ensino Fundamental e nas séries do Ensino Médio, com fenômenos do dia a dia que procuram demonstrar que as teorias envolvidas é o resultado do conhecimento humano em constante construção.

A percepção dessa realidade, acumulada ao longo dos anos, converge para os resultados desta pesquisa, conforme será abordado na revisão da literatura, apontando para uma nova estratégia a respeito do uso desse recurso.

Justificativa, objetivos e busca pelo problema de pesquisa.

Alguns professores têm trabalhado com aulas práticas, com o objetivo de motivar e estimular os alunos na aprendizagem dos conceitos de Ciências. Parece que há um consenso de que as aulas teóricas, principalmente de Física e Astronomia, não podem ser dissociadas de aulas práticas/observacionais. Por outro lado, segundo a análise de alguns autores, muitas vezes essas aulas têm servido apenas como um apêndice das aulas teóricas, sem a devida importância para construção significativa do conhecimento (Peruzzi e Fofonka 2014).

Podemos citar também Priante Filho e Rinaldi (1996), Ventura e Nascimento (1992), Alves Filho (2000), que acreditam que as aulas práticas, sendo demonstrativas ou não, servem para melhorar o desempenho dos alunos nas disciplinas citadas, além de auxiliá-los na construção de novos conceitos. Em geral, estes autores concordam que essas práticas devem ser concomitantes às aulas teóricas, e não devem seguir um roteiro tipo “receita de bolo”, o que p uma verdade, embora não podemos também deixar os alunos a deriva, pois é possível que os resultados da experiência sejam inócuos.

Segundo Alves Filho (2000a),

A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas”. “Assim (...) passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica p a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito.”(Henry, 1998 apud Alves Filho, 2000a, p.150.).

Entendemos que as atividades práticas não devem trazer respostas prontas e bem articuladas a perguntas pré-concebidas. Por isso, os referidos KAE que fazem parte desse trabalho, problematizam, desafiam e conduzem o experimentador na

construção do seu conhecimento. O docente atuará mais como um facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Os conceitos selecionados e os princípios tidos como fundamentais não podem ser colocados como dogmas ditados por uma ordem superior. Devem ser sim, construídos como respostas as suas indagações e questionamentos. Só assim esse conhecimento será apossado pelo educando de maneira contextualizada e com real significado para o experimentador.

É preciso estar diante do próprio fenômeno para que o educando interprete os processos naturais que possam ocorrer, levando assim à participação ativa dos alunos, os quais assumem um papel significativo no processo de construção do conhecimento.

Segundo Pinho Alves (2000),

Uma das principais razões que justificam o laboratório didático certamente p o “tratamento” das ideias prpvias. Por meio do laboratório didático, se torna possível, através de um diálogo questionador, perceber quais as argumentações utilizadas pelos estudantes para explicar o fenômeno envolvido. As diferentes argumentações permitirão ao professor mapear quais os equívocos de interpretação. Cria-se, então, uma oportunidade importante para o professor, que pode discutir tais ideias prévias, colocando-as em cheque concretamente.

Villani (1988) enfatiza ainda que o professor ideal tem um conhecimento das ideias dos estudantes, das dificuldades que eles encontram na aprendizagem e das possibilidades adquiridas com seu desenvolvimento intelectual; está a par das várias maneiras de interagir com os estudantes e dos métodos mais eficazes para provocar suas mudanças conceituais e para facilitar o seu acesso a Ciência.

Segundo Villani(1988),

O professor ideal mantém sempre atualizado seu conhecimento; conhece os resultados das pesquisas mais recentes e procura torná-las familiares aos seus alunos. (...) procura estimular dúvidas e

reflexões em seus estudantes. Aliás, esta é a sua preocupação constante: criar situações (teóricas e/ou experimentais) de perturbação intelectual que constituam o ponto de partida para que seus estudantes comecem a elaborar seus conhecimentos de maneira pessoal.

A escolha da Astronomia, Física e Matemática como “carro chefe” nesse processo, deve-se ao fato de que essas três ciências, principalmente a Astronomia, dado a seu caráter interdisciplinar, leva a uma gama maior de possibilidade, e a declaração abaixo do educador, Prof. Dr. Herch. Moysés Nussenzveig, justifica por si só, todo o nosso desejo de investigação através dessa nova perspectiva.

“O Brasil está entre os países menos bem situados no mundo no ensino de ciências em nível médio. É raro que nossos estudantes tenham acesso a laboratórios onde possam manipular objetos reais de seu estudo e perceber como se aplicam os conhecimentos adquiridos. As crianças em idade pré-escolar, demonstram uma curiosidade insaciável sobre tudo que as rodeia, querendo entender o porque das coisas. Essa é também a principal motivação dos cientistas. Por que um ímã atrai alfinetes? Por que as lentes aumentam o tamanho aparente dos objetos? Por que os filhos se parecem com os pais? As crianças aprendem manipulando e brincando com os objetos. (NUSSENZVEIG, 2013)

Assim, a ideia de contrastar as aulas de Física com atividades experimentais, com aulas expositivas ou aulas de laboratório com um roteiro padrão, desencadeou a formulação do problema central desta pesquisa. O problema que se coloca é: **A estratégia didática da construção do equipamento, que servirá de investigação pelo próprio aluno, poderia possibilitá-lo, compreender melhor os fenômenos naturais, apossando-se mais dos conhecimentos?**

Justifica-se a relevância desta questão, considerando a possibilidade concreta de facilitar para os alunos a aquisição de significados de conceitos da ciência, e sobre ciências, capazes de oferecer uma adequada e fecunda dimensão do impacto científico e tecnológico, que a Astronomia e a Física, trouxeram para a cultura dos séculos XX e XXI.

É muito importante perceber que o problema desta pesquisa envolve tanto o conhecimento de conceitos de Física como de Astronomia, bem como a importância da Matemática para o conhecimento sobre a natureza destas ciências. A Astronomia permite investigar fenômenos que se apresentam na natureza e necessitam de explicações que está nas Teorias Físicas. É impossível, explicar sem se apoiar das previsões físicas e sem os conceitos próprios desta ciência.

Não podemos negar que a Astronomia é uma área do conhecimento que abre diversas possibilidades pedagógicas e seu estudo se faz altamente necessário devido à relevância dos temas que ela trata. Segundo Oliveira (1997):,

A Astronomia, por sua universalidade e por seu caráter inerentemente interdisciplinar, é de fundamental importância para uma formação minimamente aceitável do indivíduo e cidadão do mundo atual - intrínseca e profundamente dependente da ciência e das tecnologias. (OLIVEIRA,1997, p.37)

A compreensão dos princípios da Astronomia para a formação do cidadão do mundo atual, tal qual comenta Oliveira (1997), está em acordo com as ideias da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para o Ensino Médio, que, com força de lei, estabelece que os alunos do Ensino Médio devam ter “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (LDB, 1996).

É importante destacar que a ausência de conhecimento de conteúdos de Astronomia, por parte dos alunos do Ensino Médio, não inviabiliza uma compreensão da investigação que propõe o KAE. A abordagem desses conceitos, tal como foi feito em sala de aula, em condições reais, aparecem de forma explícita que descrevemos no Capítulo Material e Método.

Sabemos da deficiência e inadequação dos ensinamentos de Astronomia, Física e Matemática nos estabelecimentos escolares do Ensino Fundamental e Médio, a partir das várias constatações feitas em encontros de educadores. Comprova-se que existem poucas abordagens experimentais nestas Ciências, não só pela carência de recursos materiais, como pela insegurança de alguns professores em relação aos diversos temas nelas abordados. Sabemos também que não somos os únicos a pensar em novas abordagens e que os professores de ciências mais incomodados

ratificam a necessidade de mudar e gostariam de levar adiante uma proposta onde o educando se engaje, se interesse, e tenha participação mais ativa no processo, onde o prazer de descobrir e de investigar estejam presentes.

Ao relacionar os problemas, muitos professores acrescentam outras dificuldades enfrentadas ao implementar trabalhos experimentais nessas áreas do conhecimento na escola. Muitas vezes, a escola não dispõe de um laboratório para a realização de experiências, de modo que a metodologia empregada no uso dos kits dispensa um local específico. Não é necessário grande investimento financeiro e possibilita muita liberdade do professor na escolha do conteúdo que será abordado.

Comprovamos a afirmativa acima nessa tentativa de avaliação desse projeto, visto que tínhamos a intenção de realizar uma investigação mais ampla, com um número maior de professores e alunos envolvidos e notamos o receio por parte dos professores solicitados em enfrentar esse novo desafio; mesmo tendo todo o material disponível, desde o custo financeiro até sugestão de metodologia e acompanhamento dos roteiros.

Acreditamos que a iniciativa no sentido de repensar qualquer trabalho em Ciências deve passar por um processo de investigação através da experimentação. Por esses motivos, a produção dos KAEs e de um Manual de Atividades Experimentais (MAE) com descrição de possibilidades de uso, justifica a nossa pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional em Astronomia.

Deve-se ainda registrar que a aquisição de significados referentes aos conceitos da Física, não garante a aprendizagem significativa do aspecto preditivo desta ciência, traço este que parece ser a principal característica das Teorias Físicas. Nesse sentido, desde o início do primeiro ano de 2014, no CAT, foi abordada a ideia de predição física, por acreditar no pressuposto ausubeliano de que um curso deve começar tratando das ideias mais inclusivas possíveis, obedecendo a uma hierarquia conceitual (AUSUBEL, 1980).

Registre-se, finalmente, que esta pesquisa foi enriquecida pelas diversas e fecundas discussões partilhadas com os colegas do Mestrado Profissional de Astronomia, e com o Professor Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro ao longo das aulas da disciplina “Desenvolvimento e Produção de material didático (AST304)”.

Neste trabalho, iremos realizar uma discussão teórica em torno de materiais didáticos instrucionais e materiais didáticos em Astronomia, Física e Matemática. Em seguida serão analisadas teorias dos pensadores David Ausubel com a Teoria da Aprendizagem Significativa e Lev Vygotsky com a Teoria da Interação Social.

Como Apêndices, estão disponibilizados os instrumentos de coleta de dados, pré e pós-teste, questionário de avaliação da metodologia e um Manual de Atividades Experimentais (MAE), que será o produto educacional deste trabalho, de acordo com as orientações da CAPES para este tipo particular de Mestrado.

2 . REVISÃO DA LITERATURA

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

2.1 Material didático instrucional na área de Astronomia.

O ensino de ciências requer uma relação entre a teoria e a prática, entre conhecimento científico e senso comum. Essas relações enfatizam que a Astronomia sendo uma ciência experimental, mesmo sem utilizar os materiais de maneira concreta, a comprovação científica, articulada a pressupostos teóricos, é possível dar idéia de que a utilização das atividades experimentais seja difundida como uma grande estratégia didática para seu ensino e de outras ciências correlatas com a finalidade de melhorar a aprendizagem. No entanto, não deve ser encarada como uma prática pela prática, de forma utilitária e sim uma prática transformadora, adaptada à realidade, com objetivos bem definidos, ou seja, a efetivação da práxis (KOVALICZN, 1999).

Segundo Oliveira et al.

O trabalho de laboratório é explorado como elemento de aprendizagem e fonte de motivação, uma vez que, esse tipo de exercício experimental dá sentido real e concreto às definições e conceitos apresentados no livro texto (...) (Oliveira et al.1998, P.57)

2.2 Materiais didáticos em Física, Astronomia e Matemática.

Mesmo que a revisão da produção de material didático aqui feita não tenha guiado a escolha da proposição apresentada neste trabalho, os KAE podem contribuir para contemplar uma área carente de produção, sobretudo de propostas interdisciplinares inovadoras. A seguir, é apresentada uma síntese das propostas de materiais didáticos encontrados na área de Astronomia, Física e Matemática.

Em Astronomia, a construção de lunetas astronômicas de baixo custo foi a proposta mais comum de material didático encontrada nos artigos. CANALLE (2004) sugere a confecção de uma luneta astronômica com materiais de baixo custo com cano e lente de óculos e, no ano seguinte, sugere a simplificação do mesmo instrumento propondo, neste último artigo um tripé feito com garrafa pet (CANALLE, 2005). BERNARDES, LACHEL e SCALVI (2008) também discutem sobre a construção manual de telescópios para a abordagem de temas em óptica, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Nesse trabalho, os autores concluem que, com a utilização de telescópios, os alunos se sentem motivados a contemplar o céu e compreender muitos fenômenos celestes.

Em um outro trabalho, BERNARDES et al (2006) tratam da abordagem de conceitos de óptica por meio da construção de telescópios. Novamente, esta sugestão é retomada em uma proposta de motivação para o Ensino de Astronomia voltada para a formação continuada de professores (LACHEL et al, 2009).

SILVA (2009) apresentou um material didático hipermídia sobre movimentos e fenômenos astronômicos presentes no cotidiano. A autora considera que professores e alunos têm dificuldade na compreensão de tais fenômenos e que o material por ela apresentado é uma alternativa para auxiliar na superação de tais dificuldades.

Um modelo para identificar o movimento aparente do Sol e estimar o intervalo de tempo em que ele fica no horizonte é proposto por SILVA et al. (2010). O modelo consiste em um cilindro transparente, no qual aparecem as trajetórias do movimento aparente do Sol, em diferentes locais da superfície terrestre.

LONGHINI e MENEZES (2010) propõem seis atividades de ensino planejadas a partir do uso do software Stellarium (versão 0.10.1), apresentadas na forma de situação-problema, abordando os movimentos e as posições do Sol, da Lua e das estrelas, assim como a localização geográfica. Também este mesmo software, aliado com a observação do céu, é usado em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) em um trabalho de BERNARDES (2010).

SILVA, RIBAS e FREITAS (2008) propõem um experimento de transformação de coordenadas, no qual alunos de Graduação ou Ensino Médio podem aplicar conceitos de Física e Matemática para a resolução de problemas decorrentes da construção de uma maquete tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul.

DOMINICI *et. al.* (2008) sugere o desenvolvimento de um kit contendo mapas celestes, uma esfera celeste e constelações tridimensionais, todos com aplicações em alto relevo para o público com deficiência visual.

BARROSO e BORGIO (2010) apresentam o processo de desenvolvimento e produção de um vídeo utilizando o software livre Celestia para se fazer uma “viagem” pelo Sistema Solar.

COMPIANI (2010) apresenta um estudo de caso com a utilização de narrativas e desenhos no Ensino de Astronomia e Geociências e, com isso, o autor afirma que os alunos desenvolveram “conceitos visuais”.

SARAIVA *et al* (2007) propõem um material didático de baixo custo para a demonstração do conceito de fases de um corpo iluminado. O material tem objetivo de facilitar a compreensão das fases da Lua na perspectiva de um observador na Terra.

CATELLI *et al* (2009) descrevem um dispositivo óptico simples para projetar a imagem do Sol, indicada para observações de eclipses solares e para se fazer uma estimativa do tamanho das manchas presentes na fotosfera solar.

MORETT e SOUZA (2010) propõem experimentos e slides apresentando conceitos de Astronomia nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Os autores consideram que o material foi uma ferramenta importante para o processo de ensino-aprendizagem de um grupo de estudantes e consideram satisfatórios os resultados obtidos com estes recursos.

Para tentar romper com a ideia de que constelação é um conjunto de estrelas, LONGHINI (2009) apresenta uma atividade de ensino na qual representa as cinco principais estrelas da constelação do Cruzeiro do Sul por LED's, inseridos em uma caixa, o que permite representar, em escala, a distância que estas estrelas se encontram da Terra.

LONGHINI, SILVESTRE e VIEIRA (2010) mostra a uma metodologia de confecção de uma rosa dos ventos com uma proposta que envolve diferentes disciplinas, como a Geometria e a Arte.

BERNARDES e GIACOMINI (2010) apresentam um jogo educativo desenvolvido com o intuito de estimular o interesse por ciências de alunos na faixa etária de 6 a 12 anos em um espaço não-formal de ensino. Segundo os autores, o

jogo se mostrou um excelente recurso para um primeiro contato de crianças com o tema.

MARRANGHELLO e PAVANI (2011) propõem uma forma simples e divertida, na concepção dos autores, de identificar as cores das estrelas nas constelações do Cruzeiro do Sul e Escorpião e estimar a temperatura utilizando imagens de uma máquina fotográfica digital.

LEÃO (2011) propõe a construção de um miniplanetário, disponibilizando eletronicamente um arquivo contendo os desenhos necessários para a confecção do texto e apresenta algumas possibilidades pedagógicas para o uso do material.

NUSSENZVEIG (2013) apresenta seu projeto de relançar kits científicos para crianças e adolescentes.

Associado ainda ao levantamento desses trabalhos, devemos também salientar o grande esforço que vem sendo feito quanto à utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades, tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores no Ensino Médio (ARAÚJO e ABIB 2003). Nesse sentido, os autores realizaram um interessante estudo pautado nos trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (e também no encarte Física na Escola da SBF) e no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC). Aspectos metodológicos relacionados com as propostas de atividades experimentais, bem como a ênfase Matemática empregada, o grau de direcionamento das atividades, o uso de novas tecnologias e a relação com o cotidiano, foram alguns dos principais aspectos abordados na pesquisa.

Como conclusão final, os autores apontam que a experimentação continua sendo o tema de grande interesse dos pesquisadores, com estratégias que podem melhorar de maneira significativa o ensino de Física nas Escolas.

No que tange a Astronomia, esforços também são apontadas nos trabalhos de ensino, pesquisa e extensão universitária desenvolvidos em projetos institucionais na UERJ, USP, UFRGS, MAST, UFG, UEFS, LNA, etc., os quais são traduzidos em atividades que buscam atingir diretamente professores e estudantes, muitos destes reunidos em projetos on-lines como os dos “Telescópios nas Escolas” (<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>), “Oficinas de Astronomia da OBA” (<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/>), “Experimentos de Astronomia para o

Ensino Fundamental e Mpdio”, (<http://each.uspnet.usp.br/ortiz/classes/>), etc. Vale mencionar que muitas dessas iniciativas foram induzidas em 2009, durante as ações promovidas no Ano Internacional da Astronomia.

Em resumo, embora haja relativa diversidade de materiais didáticos que estabeleçam uma interdisciplinaridade entre Física e Astronomia, o que procuramos evidenciar é o enfoque de atividades que exijam a Matemática como pré-requisito, sugerindo a necessidade de renovação e elaboração de novas estratégias didáticas para a abordagem de temas que realmente estabeleçam uma conexão entre Astronomia, Física e Matemática de modo imediato na sala de aula, ou fora dela. Ainda, notamos também que a pesquisa com os KAEs, além de englobar praticamente todas as atividades sugeridas acima, também propõe alguns desafios.

2.3 Referencial teórico.

De acordo com Alves Filho (2000), a concepção de um laboratório didático, na acepção de ambiente físico próprio, não mais terá significado, ou seja, a função do Laboratório de Ciências será a de propiciar mais um ambiente facilitador dos processos de ensino e de aprendizagem. As novas atividades devem estar intimamente ligadas ao fenômeno didático que, sob a orientação do professor, irá desencadear e mediar o diálogo construtivista na sala de aula. As novas atividades são denominadas de atividades experimentais com o intuito de ressaltar sua orientação construtivista e também de diferenciá-la da “experimentação” do cientista e da “experiência” do cotidiano. No contexto escolar, ela tem o papel de oferecer oportunidade ao estudante de conscientizar-se de que seus conhecimentos anteriores são fontes que ele dispõe para construir expectativas teóricas sobre um evento científico. Neste aspecto, as atividades experimentais se constituem em tarefas que permitem gerar uma negociação sobre conhecimento, na constituição de valores coletivos para a construção do saber físico. Ainda diz que os objetivos de se introduzir o Laboratório Didático no processo de ensino são elementos mediadores para ensinar os conteúdos de Física e não mais o método experimental (Alves Filho, 2000).

A atividade experimental deve ser entendida como um objeto didático, produto de uma Transposição Didática de concepção construtivista da experimentação e do método experimental, e não mais como um objeto a ensinar. Sendo assim, sua estrutura deve agregar características de versatilidade, permitindo que seu papel mediador se apresente em qualquer tempo e nos mais diferentes momentos do diálogo sobre o saber no processo ensino aprendizagem (ALVES FILHO, 2000).

Para Vygotsky (1988), o termo mediação pode ser entendido como uma intervenção programada e induzida pelo professor no espaço didático, na forma de questionamentos, desafios, estímulos para discussões, etc. A mediação é o criar de condições para que os alunos se apropriem da forma de pensar, permitindo negociações em relação às causas e efeitos de um dado fenômeno físico “presente” na sala de aula, construindo um diálogo didático entre estudantes e professores no processo de construção do “saber compartilhado”.

Tendo uma concepção construtivista, caberá ao professor perceber qual atividade experimental deverá escolher e como será trabalhada. Fenômenos didáticos diferentes requerem uso de atividades experimentais diferentes, sejam elas justificadas pelos diferentes conhecimentos físicos envolvidos, sejam pelos diferentes grupos de estudantes. A idéia principal é promover a máxima participação do estudante quando da atividade experimental, independente da forma que seja feita. Consiste em oferecer condições e incentivar o estudante na elaboração de um produto que reflita sua aprendizagem, assim como auxiliar o professor com um bom instrumento de avaliação.

Para Alves Filho (2000), as classes de atividades têm como objetivo para o professor, facilitar a sua escolha por aqueles que, por seus atributos ou qualificações, melhor satisfaçam as necessidades para uma situação de ensino em questão. Ou melhor, a classe de atividades está relacionada aos diferentes momentos de um processo de ensino aprendizagem, fornecendo os indicativos de seus atributos ou qualificações. Assim, ele classifica como:

1) Atividade experimental histórica

Levando em conta que grande parte dos conteúdos estudados em Astronomia, Física e Matemática têm sua contextualização histórica, é preciso que o professor

faça a aproximação entre os tempos “real” e “lógico” da maneira mais didática possível, reconstituindo assim o “contexto da descoberta”. No entanto, para que o fenômeno didático tenha sentido, a História da Ciência deve inspirar um cenário próprio para uma recontextualização epistemológica. Essa explanação levou essa pesquisa à colocação, junto aos KAEs, de uma pequena biografia do cientista, que estava relacionado ao tema, procuramos assim resgatar a história da Ciência e também torna-lá mais humana.

Segundo Pietrocola (1993):

Assumindo o conhecimento da Física como a-histórico, nega-se qualquer tentativa de inserí-lo dentro de um contexto de construção, onde a estrutura atualmente aceita das teorias seja o fruto de um processo lento de maturação e adequação aos fenômenos naturais estudados (...) cria-se o mito da relação direta entre o conhecimento Físico e a realidade natural, onde a função humana é a de mera coadjuvante.

Sendo assim, para que uma atividade experimental seja considerada como histórica, ela deve favorecer a discussão sobre os métodos de investigação, as observações intencionadas, as respectivas interpretações, os conflitos científico e pessoal entre seus personagens e, sobretudo apresentar os objetivos da investigação científica básica que busca a resposta de um fato, que quando obtida, oferece como “subproduto” da pesquisa, um dispositivo novo.

2) Atividade experimental de compartilhamento

Uma atividade experimental de compartilhamento é adequada para o momento em que os estudantes frente a uma dada situação, passam a “vê-la da mesma maneira ou ver as mesmas coisas”. Contudo, para que isto aconteça, é necessário que a situação apresentada seja colocada à vista de todos e o professor induza o “olhar” dos estudantes para os elementos, possíveis relações ou variáveis de interesse.

Tecnicamente, esse tipo de atividade experimental deve permitir a compreensão real das diferentes partes que irão compor o conjunto de variáveis físicas do evento. As relações de causa e efeito devem ser tão visíveis quanto

possível, facilitando quando do início da fase de formalização das grandezas físicas. A linguagem é essencial para a valorização do qualitativo pela descrição correta das variáveis e suas possíveis relações de causa e efeitos.

As atividades de compartilhamento permitem acentuar as variáveis envolvidas em um fenômeno, eventuais relações de causa e efeito sob a ótica qualitativa.

Com o uso dos KAEs, foi possível atender esse quesito e a discussão das variáveis envolvidas em cada problema proposto serviu para aguçar o senso crítico dos participantes.

3) Atividade experimental modelizadora

A idéia de modelo, ou seja, de uma construção arbitrária e provisória, não é importante apenas para os físicos, mas também para os investigadores da área de ensino. “(...) se as práticas dos cientistas envolvem elaboração de modelos, então é necessário que a educação em ciências trate também do tema modelos, seja em suas investigações, seja em suas práticas pedagógicas, formais ou informais.” (COLINVAUX, 1998).

Kneller (1980) também justifica esse tipo de atividade classificando em três categorias de modelos: (a) representacional; (b) imaginário e (c) teórico. Também conhecida como maquete, a primeira categoria se refere a representações que se utilizam dispositivos e material concreto para construir miniaturas do que tenta se explicar.

Para Larcher (1996), a modelização no ensino pode ser utilizada tanto em situações gerais, de novos saberes, ou para situações particulares quando o aluno já dispõe de algum conhecimento. Ainda, “Um modelo pode então ser visto como um intermediário entre as abstrações da teoria e as ações concretas da experimentação”, na qual ajuda a fazer previsões, guiar a investigação, resumir dados, justificar resultados e facilitar a comunicação, segundo Colinvaux (1998).

Acreditamos que os KAEs trazem um olhar voltado para este tipo de atividade, pois ela é a base dessa pesquisa e o fato do estudante estar participando da construção do objeto, que será o tema de sua investigação, termina por valorizar mais os seus resultados encontrados.

4) Atividade experimental conflitiva

Uma atividade experimental conflitiva propicia ao professor elementos que permitem por em cheque as concepções não formais dos estudantes. A literatura é rica em exemplos de situações onde as concepções dos estudantes entram em conflito com as concepções formais da ciência. Por viabilizar o conflito, direciona o diálogo construtivista no sentido de mostrar a inadequação e limitação de suas explicações pessoais. Logo, é de se esperar que o estudante passe a aceitar e dominar a concepção científica reestruturando suas idéias prévias e não obrigado pelas regras do sistema escolar.

Nessas atividades, não se pode deixar de levar em conta, que a aceitação de novas concepções signifique abandono das anteriores e que esse tipo de atividade permitirá ao estudante agregar, no conjunto de suas experiências pessoais, uma experiência diferente que, certamente, servirá de padrão, ou referência, para futuras construções mentais. Em particular, no Ensino Médio, a presença da atividade experimental como mediadora em um fenômeno didático que trata com o conflito entre as idéias prévias e concepções científicas, é de extrema importância, conforme abordado por ALVES FILHO (2000).

Também vivenciamos ao longo da pesquisa com os KAEs, essa “atividade experimental conflitiva” e percebemos o quão enriquecedora ela é, pois partindo de ideias pré-concebidas e abandoná-las possibilita se apossar com mais segurança dos conteúdos.

5) Atividade experimental crítica

Com algumas afinidades com a atividade experimental conflitiva, as idéias prévias também se mostram presentes embora com outro formato.

Percebe-se que na Física existem conceitos ou definições, que guardam entre si uma diferença extremamente sutil, do ponto de vista científico. Nesse tipo de situação, é preciso mostrar explicitamente as diferenças entre as grandezas envolvidas da forma mais clara possível, sendo assim denominada de “atividade crítica”, por ser de vital importância no diálogo construtivista (ALVES FILHO, 2000).

Com o uso dos KAEs, também foi possível discutir conceitos que realmente apresentam diferenças conceituais sutis; para exemplificar, o KAE - BALANÇO MÁGICO nos deu a oportunidade de discutir sobre os conceitos de “centro de massa” e “centro de gravidade” que apresentam uma pequena diferença conceitual.

6) Atividade experimental de comprovação

Como o próprio nome diz, é uma atividade experimental onde o seu objetivo é comprovar leis físicas, verificar previsões teóricas e exercitar o método experimental. Essa atividade funciona como um exercício tradicional, porém mais rico, pois adiciona a manipulação e a discussão do método experimental. Para o estudante, o fenômeno físico não deve ser novidade, atuando como suporte fenomenológico para dar validade e comprovar a teoria aprendida em novas situações. Essas atividades podem explorar, de maneira concomitantemente, o método experimental, pois as relações de causa-efeito já estão aprendidas e com isso abre-se espaço para enfatizar o método experimental como um instrumento de investigação, (ALVES FILHO, 2000).

Acreditamos que a comprovação de uma predição física seja um dos principais objetivos da “atividade experimental de comprovação”. Mesmo que na construção dos modelos os resultados dessem errados, e não funcionassem a contento, levando, por exemplo, o estudante a outras comprovações, este caminho não invalida a investigação científica, mais enriquece o processo, sendo uma das comprovações obtidas com o uso dos KAEs.

7) Atividade experimental de simulação

As atividades experimentais de simulação são aquelas que se referem às simulações realizadas por computador, ou com uso de vídeos, ou seja, via mídia (computador, vídeo etc), onde estão ausentes as montagens, instrumentos e ou outros objetos concretos.

Justifica-se a utilização dessas atividades quando os experimentos são difíceis, longos, ou perigosos para serem realizados, ou ainda quando os equipamentos são muitos grandes (Lunetta e Hofstein, 1991). Utilizando-se de programas de simulação, essas atividades podem auxiliar o professor na organização de

momentos didáticos de forma dinâmica, quanto a escolha de objetos compartilhados, a associação de propriedades necessárias para o momento, as articulações entre as propriedades por meio de suas variáveis e, finalmente, a estrutura generalizante do modelo.

Com muitos simuladores disponíveis na mídia, sugerimos ao longo do MAE, o uso destes, pois acreditamos que de posse desses recursos podemos repetir em outras condições a validação da discussão e não deixar de usufruir dessa tecnologia atual, onde o estudante está inserido.

2.3.1 A Teoria de Vygotsky como fundamentação para as atividades experimentais

Neste trabalho com os KAE, optamos por utilizar a teoria da interação sócio-cultural de Vygotsky, para fundamentar, estruturar e desenvolver esta pesquisa. Essa fundamentação traz orientações importantes para a otimização do processo de ensino e aprendizagem a partir do uso de atividades experimentais em sala de aula, por ser uma teoria que enfatiza a importância do meio cultural e social no desenvolvimento do homem, e por possibilitar possíveis contribuições para o processo interativo na aprendizagem escolar.

Segundo Monteiro (2006), existem vários fatores que favorecem a utilização de atividades experimentais em ciências na sala de aula. Dentre estes fatores, podemos destacar as interações sociais, que ocorrem entre alunos, e entre professor e alunos, desencadeadas pelo grande interesse e curiosidade gerados pela atividade experimental (Monteiro, 2006).

Para Mizukami (1986), essas interações podem viabilizar situações de aprendizagem em que os alunos se sentem motivados a exporem as suas concepções, mesmo que sejam equivocadas, acerca do funcionamento do experimento, e compará-las com as de seus colegas e também com a explicação dada pelo professor. Para isso, o professor deve questionar os alunos, por meio de situações problema, e estimular o questionamento por parte deles, a respeito das possíveis variações e possibilidades do experimento, propiciando que eles desenvolvam a capacidade de abstração, bem como que eles extrapolem a

situações vivenciadas na sala de aula, para outras situações observadas no dia a dia (ARAUJO e ABIB, 2003).

A Teoria de Vygotsky se fundamenta na precedência da cultura sobre o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa. Pode-se dizer também que como consequência dessa teoria (VYGOTSKY, 1998), a idéia de que a aprendizagem, entendida como resultado da interação de crianças ou aprendizes com adultos ou parceiros mais capazes, é condição necessária para promover o desenvolvimento cognitivo.

Segundo Gaspar (2005), o conceito de Interação Social vem sendo discutido por vários pesquisadores vygotksyanos buscando não só a sua melhor compreensão, como também entender o seu papel no processo de ensino e aprendizagem. Para ele, a interação social só pode existir efetivamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, se houver entre os parceiros que a realizam alguém que saiba fazê-la. Vygotsky esclarece essa idéia ao vincular a colaboração à imitação,

“[na criança] o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação” (VYGOTSKY, 2001, p.331).

O destaque dado por Vygotsky ao professor, valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente.

Essa interação entre professor e aluno é fundamental para o desenvolvimento do processo de aprendizagem. A Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky (2001) indica uma relação de dependência entre desenvolvimento intelectual e as relações sociais que são estabelecidas ao longo do crescimento do ser humano.

Reforçando a idéia de Vygotsky de que força diretiva do pensamento é externa, o mundo social é fundamental no desenvolvimento cognitivo, é na relação com o

próximo, numa atividade prática comum, que este, por intermédio da linguagem, acaba por se constituir e se desenvolver enquanto sujeito. Tanto a linguagem como o uso de ferramentas são exemplos de habilidades desenvolvidas socialmente, adquiridas quase exclusivamente pela interação entre parceiros menos capazes com outros mais capazes. Assim, Vygotsky acredita que o ser humano, diferentemente do animal, não se limita a sua própria experiência pessoal e/ou a suas próprias reflexões. Ao contrário, a experiência individual alimenta-se, expande-se e aprofunda-se em especial graças à apropriação da experiência social que é veiculada pela linguagem, Vygotsky (2001).

Para Gaspar (2009), do ponto de vista vygotskyano, comparar uma atividade experimental com uma atividade teórica, quando o conteúdo permite, implica comparar a qualidade das interações sociais desencadeadas por ambas. Assim, ele cita, pelo menos, três vantagens que as atividades experimentais têm em relação à teórica.

A primeira, tudo indica que, durante a atividade experimental, todos os parceiros vão discutir as mesmas idéias e tentar responder às mesmas perguntas, uma das condições essenciais para que a interação social se desenvolva adequadamente. Para isso, é necessário que todos os participantes entendam com clareza as questões propostas e suas soluções, o que, em atividades experimentais bem planejadas e executadas, é mais facilmente conseguido graças ao próprio experimento que caracteriza essas questões e soluções.

Segundo Gaspar (2009), a atividade teórica recorre a enunciados verbais cuja compreensão nunca é simples ou óbvia, mesmo para os professores. Além disso, como exemplo em resolução de problemas, grande parte das dificuldades dos alunos aparece porque eles não interpretam satisfatoriamente o enunciado, dificuldade que se estende à própria resolução do problema mesmo quando apresentada pelo professor.

A segunda vantagem está na riqueza da interação social que ela desencadeia. A atividade teórica é sempre limitada pelo enunciado, restringindo-se às condições iniciais para que haja procedimentos e respostas convergentes, ao passo que em num experimento isso não é possível. Não podemos desprezar fatores ambientais, como temperatura, umidade, pressão atmosférica, vento, claridade e atrito, por

exemplo. Esses fatores podem ser objeto de questionamentos que enriquecem a interação social.

Os enunciados teóricos, por serem verbais e restritivos, tendem à idealização e ao artificialismo, mesmo em questões abertas. Deixam de existir as condições ambientais e os materiais e equipamentos são sempre ideais.

Na teoria, as respostas são previamente conhecidas, impedindo ou desestimulando questionamentos importantes, tanto em relação ao idealismo das condições dadas como dos resultados obtidos, ao passo que em uma atividade experimental não se pode idealizar as condições iniciais ou ignorar as condições reais. Também não há respostas prévias completamente corretas, e as incertezas são inevitáveis.

A terceira vantagem da atividade experimental está relacionada com relação ao envolvimento do aluno, pois independentemente das razões que levam a uma determinada resposta, a participação destes pode ser explicada principalmente por dois motivos: a possibilidade da observação direta e imediata da resposta, e a resposta livre de argumentação de autoridade, desencadeando assim uma interação social mais rica, motivadora e, conseqüentemente, mais eficaz.

2.3.2 A Teoria da Aprendizagem significatida de David Assubel

A teoria de David Ausubel esta centrada na aprendizagem significativa, que consiste no resultado do armazenamento de informações de forma organizada na mente do indivíduo.

Ausubel afirma que, para que ocorra a aprendizagem significativa, o novo conhecimento deve-se ancorar no conhecimento prévio que já existe na estrutura cognitiva do estudante, no que ele chama de subsunçores relevantes. O estudante deve ter uma predisposição em aprender e é necessário também dispor de um material potencialmente significativo. Segundo Moreira (1999);

Portanto, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com estas características é dito

potencialmente significativo. Esta condição implica não só que o material seja não-arbitrário em si, de modo que possa a ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. (p.156)

Os novos conceitos relacionam-se de forma relevante com a estrutura cognitiva do estudante, ficando incorporada aos seus conceitos e enriquecendo o conhecimento prévio, que se torna mais elaborado.

Essa aprendizagem significativa se dá por dois princípios: a diferenciação progressiva e a reconciliação interativa. Cabe ao professor mediador levar em consideração esses dois princípios ao elaborar o material instrucional.

Na diferenciação progressiva, conceitos mais gerais devem ser vistos primeiramente e, depois, vão-se incluindo conceitos mais elaborados, dessa forma conceitos mais inclusivos são melhores assimilados. Para ocorrer à reconciliação interativa, deve-se trabalhar com relações entre as ideias, identificando semelhanças e diferenças mais básicas.

O material apresentado neste trabalho com os KAEs busca contemplar estes dois princípios, onde apresentamos inicialmente conceitos mais gerais na parte da introdução e, depois, conceitos mais específicos, que vão sendo elaborados ao longo do desenrolar da atividade e discutidos no final através de questões mais abrangentes. Também, ao procuramos retomar conceitos já discutidos em trabalhos anteriores, relacionando-os aos novos, buscando semelhanças e diferenças, não podemos deixar de relacionar esses conceitos ao cotidiano do estudante, e com o objetivo de proporcionar oportunidades de estabelecer relações do novo conceito com o pré-existente na estrutura cognitiva do mesmo, buscando assim uma aprendizagem significativa.

Este trabalho, portanto, teve como base teórica a Teoria da interação social de Vygotsky e Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, como fundamento para elaboração de um produto, que acreditamos ser potencialmente significativo, e que venha proporcionar de maneira prazerosa uma aprendizagem significativa de alguns temas que envolvem conteúdos de Astronomia, Física e Matemática.

Na próxima etapa passamos a apresentar o Material e o Método utilizado nesta pesquisa.

3 . MATERIAL E MÉTODO

3 . MATERIAL E MÉTODO

“Ensinar p um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, é assim, não morre jamais...”

Rubens Alves.

Este trabalho teve como proposta a elaboração e aplicação de um Manual de Atividades Experimentais (MAE), utilizando-se do lúdico. O material consta de vinte (20) Kits de Atividades Experimentais (KAE) versando sobre conteúdos de Astronomia, Física e Matemática, dentro de uma perspectiva interdisciplinar.

A partir da experiência como educador, acreditamos nas oportunidades que o lúdico possibilita: aprendemos mais efetivamente por meios de desafios, sendo uma maneira produtiva de se construir o conhecimento. O desafio de se trabalhar através da cooperação e o lúdico como um instigador da interdisciplinaridade, reforçam a possibilidade do professor facilitador em saber com mais precisão o que os alunos já sabem, possibilitando conhecer melhor as necessidades e os interesses dos mesmos, por acreditar no pressuposto ausubeliano de que um curso deve começar tratando das ideias mais inclusivas possíveis, obedecendo a uma hierarquia conceitual (Ausubel, 1980).

Inicialmente, trataremos em (3.1) do contexto onde foi aplicado o projeto e em (3.2) do que consiste o MAE e os KAE.

3.1 O contexto da aplicação

Este estudo foi desenvolvido no CAT, colégio da rede particular da cidade de Feira de Santana - BA, na qual o pesquisador é o professor regente. Os KAE foram aplicados ao longo de 18 meses no 1º e no 2º Ano do Ensino Médio. Optou-se por estas séries por contemplar uma maior quantidade de conteúdos referentes à Mecânica, dentre eles a Gravitação Universal, estudados nessa fase, além dos alunos disporem de mais tempo livre para as investigações.

Aplicamos os KAE em duas turmas, e assim foi realizado. A turma 'A' contava com 36 alunos, e a 'B' com 34, totalizando 70 alunos. Optamos pela existência de um grupo de controle constituído por 80 alunos, que faziam parte das outras três turmas na mesma série, mesmo sabendo que isto poderia provocar conflitos entre as turmas, dado que um grupo ficaria privado da metodologia e outro "privilegiado". Acreditamos que este procedimento era necessário, afim de se observar influências diferenciadas com a participação ou não dos KAE.

Pedimos a participação e a colaboração dos alunos na realização do trabalho. A primeira atividade da metodologia desenvolvida foi à aplicação de um pré-teste, constando de trinta questões com proposições múltiplas, sem valor quantitativo algum; respondido individualmente e ficando a cargo do aluno a sua identificação ou não. Esse pré-teste foi realizado em duas etapas: a primeira em Fevereiro de 2014, fazendo parte todos os 150 alunos do 1º ano do Ensino Médio, e a segunda em Fevereiro de 2015, com os mesmos alunos, agora matriculados no 2º ano do Ensino Médio. Os estudantes, em quase sua totalidade, estavam na faixa etária de 14 anos a 16 anos.

O objetivo deste pré-teste foi de investigar conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre conteúdos relacionados à Física e Astronomia e gerar dados para se verificar se os objetivos da pesquisa foram atingidos.

Infelizmente, não existe uma metodologia padrão para o desenvolvimento de um questionário, porém seguimos as sugestões de construção baseadas nas ideias de Asker *et al* (2001).

As questões aplicadas permitiam que os alunos escolhessem dentre quatro alternativas, qual a correta. O tempo de aplicação foi de 40 minutos, e as questões formuladas seguindo a ordem da aplicação dos conteúdos dos kits.

Durante o ano de 2014, entre os meses de Março a Outubro, aplicamos quinze kits e os outros cinco foram aplicados em 2015, entre os meses de Março a Junho, participando um total de 70 alunos. Como citamos anteriormente, os outros 80 alunos das outras turmas faziam parte da turma de controle e não participavam da construção dos kits. Após um intervalo de seis meses, aplicamos para todos os 150 alunos um pós-teste, sem valor quantitativo algum, respondido individualmente e de igual teor ao pré-teste. O objetivo consistia em quantificar as interferências

provocadas com o uso da aplicação dos KAE, e avaliar os resultados que iremos apresentar mais adiante.

No decorrer das aulas, os alunos alocados em grupos de no máximo (06) seis participantes, recebiam um kit constando de:

- (a) dois roteiros experimentais na forma de revista em quadrinho e linguagem em primeira pessoa do plural;
- (b) todo o material experimental necessário para realizar a atividade.

A maioria das atividades era realizada em 40 minutos e uma breve discussão era feita sobre o conteúdo da atividade, estando ou não relacionada ao conteúdo que estava sendo desenvolvido na unidade.

Durante as aulas, observamos o quanto os estudantes se respeitavam entre si. Acreditamos que o trabalho em grupo, da forma como foram aplicados os KAE, em muito contribuiu para esta socialização, validando os pressupostos da Teoria da Interação Social de Lev Vygotsky. Os alunos demonstraram compreender a importância de um trabalho coletivo, sendo generosos e respeitando atitudes de consideração entre si. Esta comprovação foi maior durante a participação da construção dos protótipos, onde o interesse de obter o sucesso era comemorado por todos do grupo.

FIGURA 1 - Estudantes utilizando os KAE



3.2 O Manual de Atividades Experimentais (MAE) e os KAEs

Quando usamos os materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos em Física e Astronomia, não pensamos em criar montagens que finjam funcionar, mas aproveitar as suas características físicas partindo de um ponto de vista desafiador e curioso ao aluno. Os materiais de baixo custo que poderiam desenvolver de alguma maneira atividades associadas a criatividade experimental, estavam ligadas a medidas que envolviam o aumento de precisão e que concretizassem uma teoria abstrata e sofisticada, pois quando o aluno utiliza materiais do cotidiano, ele poderá observar com maior clareza os experimentos.

FIGURA 2 - Estudante utilizando recurso extra para desenvolver o KAE - Decomposição da luz solar



Percebemos que durante a construção do material experimental pelo aluno, no qual permitia a observação de um determinado fenômeno da natureza, estávamos proporcionando ao mesmo o acesso ao conhecimento e até mesmo dando subsídios para o seu desenvolvimento cognitivo. Não se trata de obrigar o aluno a aprender, mesmo porque isto não é possível, mas de “catalisar” este processo, mostrando que ele é capaz de aprender mesmo quando o protótipo não dá certo, ou seja, que também podemos aprender com os erros.

Uma tabela com o título de cada KAE está disponibilizado no Apêndice 3, e no Apêndice 4 apresentamos o MAE, onde discutimos todos os vinte KAE, trazendo também todas as informações. Cada KAE consta de um manual de instruções em forma de revista em quadrinhos, que serve para a construção passo a passo do equipamento que permitirá a demonstração do fenômeno. Mesmo sendo padronizado, em todos eles o estudante encontra desafios e pode criar estratégias

diversas para contornar variáveis inerentes ao fenômeno. Os manuais de instrução são padronizados em:

INTRODUÇÃO - Um pequeno texto que permite ao participante situar-se no tema.

OBJETIVOS - O que será alcançado após a atividade.

MATERIAL - Relação de todo o material necessário para a construção e realização da experiência. Essa relação é acompanhada de um desenho das partes, o que permite ao estudante vivenciar concretamente os principais conceitos e fenômenos.

ETAPAS - Padronizadas em oito partes, as etapas escritas em primeira pessoa do plural, mostram através de ilustrações cada passo a ser executado, embora o estudante possa utilizar-se de sua criatividade e concepções pré-determinadas. Contudo, poderão ocorrer erros na execução e o experimento não funcionar, o que também servirá de aprendizado.

QUESTIONÁRIO - Algumas perguntas mais direcionadas ao tema do experimento são feitas, porém outras devem aparecer durante a discussão final.

VOCABULÁRIO - Algumas palavras que surgem, propositadamente, durante as etapas de construção do protótipo, onde o estudante poderá recorrer sempre que desconhecer o significado.

Acompanha também um folheto contendo foto e uma pequena bibliografia do cientista que o tema do kit aborda, com objetivo de resgatar a História da Física.

O nome de cada KAE foi escolhido de forma lúdica e tem por objetivo começar uma discussão sobre o tema, que é o ponto de partida.

FIGURA 3 - Estudantes discutindo sobre geração de energia



Nesta proposta, o conhecimento científico não é fornecido diretamente, mais solicitado segundo as etapas abaixo¹:

- a) Do que trata o experimento?** Discutir com a equipe os conceitos apresentados e a finalidade dos mesmos;
- b) Qual o material usado?** Fazer uma relação do material utilizado, citando as substituições realizadas (melhorias) com a relação ao material proposto originalmente;
- c) Como se faz?** Fazer uma descrição do procedimento experimental ou das etapas de construção dos experimentos, de preferência com ilustrações e esquemas;
- d) Como funciona?** Fazer uma descrição de funcionamento do experimento realizado, de preferência com ilustrações e esquemas;
- e) Como se explica?** Propor explicações sobre o fenômeno observado, à luz dos conceitos básicos contidos neles, de preferência com ilustrações e esquemas. A expectativa para o nível de profundidade deve estar adequada ao nível de conhecimento dos estudantes e professores e às possibilidades do experimento realizado;
- f) O que pode dar errado?** Comentar os problemas encontrados durante a construção do experimento, partindo do princípio de que a análise de problemas estimula o aprendizado e exercita as capacidades de observação, abstração e raciocínio;
- g) Observações suplementares?** Fazer comentários sobre alternativas experimentais, relações com outros experimentos e conceitos, aplicações ou outras situações do cotidiano em que os fenômenos explorados são encontrados.

Percebemos que alguns objetivos são facilmente atingidos na construção e manipulação dos protótipos. Podemos citar alguns, como:

¹Etapas utilizadas nos cursos desenvolvidos pelo Prof. Dr. Paulo da Rocha Poppe.

- 1) Habilidades - De manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar.
- 2) Conceitos - Hipótese e modelo teórico.
- 3) Observar - Uso dos sentidos para coletar informações sobre um objeto ou um evento.
- 4) Medir - Usar tanto medições padronizadas como não padronizadas ou estimativas para descrever as dimensões de um objeto ou evento.
- 5) Predizer - Prever o resultado de um evento futuro com base em um padrão de evidências.
- 6) Habilidades Cognitivas - Pensamento crítico, solução de problemas, análise, aplicação, dedução e síntese.
- 7) Atitudes - Curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, confiança, perseverança satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, pensar e preocupar-se com o outro.

3.3 Abordagem de alguns tópicos de Astronomia

A Astronomia, por sua universalidade e por seu caráter inerentemente interdisciplinar e multidisciplinar, é de fundamental importância para uma formação minimamente aceitável do indivíduo e cidadão do século XXI - intrínseco e profundamente dependente da ciência e das tecnologias.

Apesar de vários currículos oficiais da quase totalidade das escolas discutirem apenas uma abordagem rápida e superficial de alguns poucos tópicos de Astronomia, existe na Lei de Diretrizes e Bases para a Educação e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais - especificamente os destinados ao Ensino Fundamental e Ensino Médio - que conteúdos relacionados a Astronomia devem fazer parte da matriz curricular proposta pelos PCNs, uma sugestão e incentivo explícito numa abordagem mais completa que procuramos discutir com alguns temas inseridos nos KAE, e que indicamos na Tabela 1.

TABELA 1 - Conceitos de astronomia relacionados aos temas dos KAE

CONTEÚDOS	TEMA DO KAE
Reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas para entender o Sistema Solar e situar a vida no espaço e no tempo	Realizando medidas, Traçando órbitas e Rodando em torno do Sol
Fases da Lua e conhecimento das relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos	Observando a Lua, Relógio solar e acompanhando o Sol
Movimento aparente do Sol	Relógio solar e Acompanhando o Sol
Identificação forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento da Lua	Observando a Lua e Ressonância
Movimento de satélites e outros corpos celestes	Fazendo voar, Traçando órbitas e Medindo força
Pontos cardeais	Relógio solar e Acompanhando o Sol
Estações do ano	Relógio solar e Acompanhando o Sol
Eclipses	Observando a Lua e Traçando órbitas
Movimento e posição aparente das estrelas	Olhando constelações
Astrofísica: processo de evolução estelar, formação do Sistema Solar	Estudando ímãs, As cores da luz do Sol, Acendendo lâmpadas e Vendo de longe
Transmissão e reconhecimento de imagens astronômicas	Recriando imagens

FIGURA 4 - Estudante avaliando seu protótipo para observar as marés



3.4 Abordagem de tópicos de Física

Em cada KAE, sugerimos também atividades experimentais em Física que são apresentadas com o propósito de proporcionar o diálogo e o confronto de ideias. Em geral, estas vão surgindo concomitantemente à teoria, podendo ser discutidas relacionando diretamente ao conteúdo do planejamento ou acrescentando informações necessárias ao longo da formação.

O texto da introdução e os passos do roteiro indicam como realizar a experiência, mas cabe aos alunos desenvolverem as atividades da forma que acharem mais convenientes. A montagem dos protótipos proporciona a interação entre alunos, desenvolve a criatividade, e melhora o domínio sobre a forma de proceder na investigação de um fenômeno físico. Logo, entendemos que quando o estudante participa da construção do experimento, ele não redescobre conceitos, mas se insere em ambientes que proporcionam condições de raciocínio, onde ele expõe pontos de vistas, palpites e soluções. Como consequência, os alunos se sentem responsáveis pelo sucesso do protótipo, e do o ato de construir, além de melhorar habilidades manuais, proporciona um momento lúdico de prazer com a Física. Sendo assim, os KAE foram aplicados ao longo das quatro unidades sem a necessidade de seguir o conteúdo, mas sim correlacioná-los por tema. Desse modo, podemos contemplar com o uso dos KAE os conceitos relacionados na Tabela 2.

TABELA 2 - Conceitos de física relacionados aos temas dos KAE

CONTEÚDOS	TEMA DO KAE
A importância da medição	Realizando medidas e Relógio Solar
Movimentos no plano e no espaço	Fazendo voar e Observando a Lua
A força e seus efeitos	Fazendo voar, Balanço mágico e Medindo força
As leis de Newton	Puxando água e Balanço mágico
Forças resistivas	Fazendo voar e Medindo força
As leis de Kepler	Traçando órbitas e Rodando em torno do Sol
Pressão e teorema de Bernouille	Fazendo voar
Centro de massa e torque	Balanço mágico e Motor elétrico

Refração e dispersão da luz	Dobrando a luz, As cores da luz do Sol e Vendo de longe
Movimento oscilatório	Ressonância
Circuitos elétricos	Acendendo lâmpadas
Campos magnéticos e suas propriedades	Estudando ímãs
Força magnética e torque	Motor elétrico
Indução eletromagnética	Gerador elétrico

3.5 Abordagem de tópicos de Matemática

Mostramos com o uso dos KAE que os conteúdos desenvolvidos seguem uma evolução nos níveis dos conceitos abordados, seguindo um processo de conhecimento baseado no princípio da interdisciplinaridade. Portanto, a partir da noção geral que a Matemática é a linguagem natural da Física e da Astronomia, e que sem ela essas ciências seria inconclusiva, passamos a discutir os seguintes conteúdos relacionados na Tabela 3.

TABELA 3 - Conceitos de matemática relacionados aos temas dos KAE

CONTEÚDOS	TEMA DO KAE
Noções de Escalas e medições	Realizando medidas e Rodando em torno do Sol
As Quatro Operações Básicas	Balanço mágico, Relógio Solar e Medindo força
Operações de Potenciação	Rodando em torno do Sol, Recriando imagens
Operação de Radiciação	Ressonância
Noções de Geometria	Traçando órbitas, Rodando em torno do Sol, Relógio solar, Acompanhando o Sol, Dobrando a luz e Vendo de longe
Noções de Trigonometria	Relógio solar, Acompanhando o Sol, Dobrando a luz, Ressonância e Vendo de longe

FIGURA 5 - Estudantes utilizando a matemática para confeccionar o modelo



Questões conceituais foram colocadas em provas realizadas ao final de cada unidade. As questões foram objetivas, algumas retiradas de exames de vestibular e do ENEM, constando de quatro alternativas. Apesar de não fazer uma estatística de respostas corretas, verificamos que os alunos discutiam as questões e tinham um bom nível de entendimento de seus conteúdos.

Apresentamos, na próxima etapa os resultados obtidos com a aplicação dos KAE.

RESULTADOS

4 RESULTADOS

“Educar p crescer. E crescer p viver. Educação é, assim, vida no sentido mais autêntico da palavra.”

Anísio Teixeira.

Para dar início à descrição e posterior análise dos dados coletados para esta pesquisa, vale lembrar o problema proposto por esta dissertação: A estratégia didática da construção do equipamento, que servirá de investigação pelo próprio aluno, poderia possibilitar ao mesmo uma melhor compreensão dos fenômenos naturais, apossando-se mais dos conhecimentos?

Inicialmente, tratamos na seção seguinte a Análise do Pré-Teste e Pós-Teste, na seção 4.2 a Avaliação da Metodologia pelos alunos e na seção 4.3 a Considerações sobre o desenvolvimento das aulas.

4.1 Análise do Pré-Teste e Pós-Teste

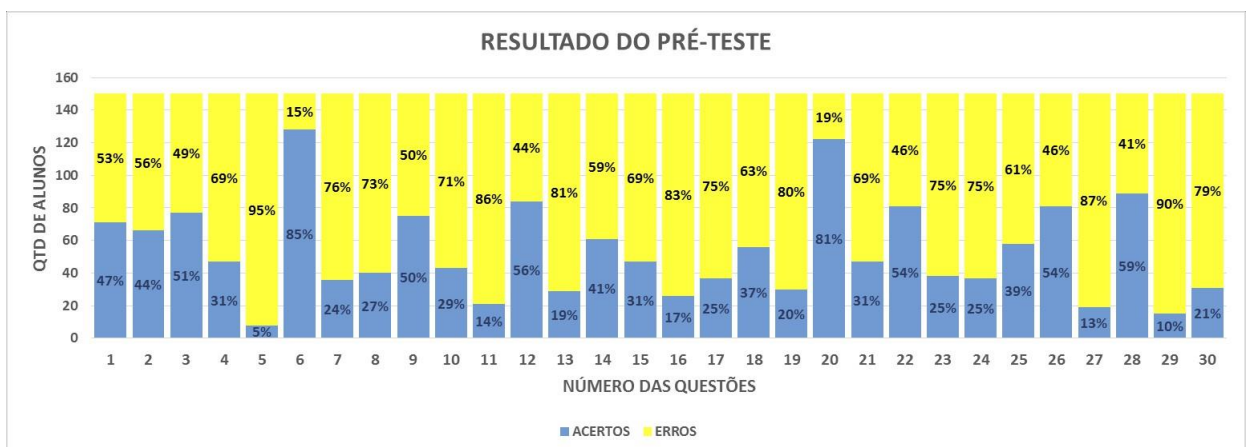
Os testes de múltipla escolha constituem um dos mais eficientes e versáteis instrumentos de avaliação educacional. Servem predominantemente para avaliação da esfera cognitiva, ainda que possam ser usados para a avaliação do domínio afetivo, como atitudes, valores, etc. (Harden,1979).

Não obstante o reconhecimento de suas varias vantagens, este método tem sido alvo de várias críticas. Entre estas, talvez a principal seja a de que estudantes bem treinados em “resolver testes” possam obter altos índices de acerto, mesmo sem domínio dos conteúdos que estão sendo examinados. Acreditamos, porém, ser possível minimizar, em muito, este fato, e optamos pela sua utilização, e tivemos o cuidado na elaboração das perguntas, onde buscamos do estudante respostas, que podiam ser eleboradas a partir do seu senso comum, mas que exigissem certo grau de investigação. Sabendo que não existe como elaborar uma avaliação perfeita, a nossa intenção foi a de buscar apenas conhecimentos prévios dos estudantes sobre diversos temas da Astronomia e Física, e dai elaborar as perguntas que alcançassem esse objetivo.

São disponibilizadas no Apêndice 1 as 30 questões que compunham o Pré-Teste e, nesta etapa são apresentadas em termos de gráficos as respostas dadas pelos estudantes. Como a amostra de alunos é razoável (150), optamos por uma análise das respostas que apresentaram uma margem de erro acima de 70%, ou aquelas que foram julgadas mais interessantes. Mesmo sendo um Pré - teste com respostas de múltipla escolha, conseguimos a partir dos objetivos instrucionais pré-determinados selecionar o conteúdo a ser examinado. Tivemos também o cuidado de propor problemas que exigissem a capacidade de compreensão, de interpretação, de generalização, de fazer inferências e julgamentos.

Levando em consideração o critério estabelecido acima, e o Gráfico 1 abaixo, que mostra o resultado do Pré-Teste, passamos a análise das questões 5, 7, 8, 10, 11,13, 16, 17,19, 23, 24, 27, 29 e 30. Em seguida, de posse das respostas do Pós-Teste aplicado, após a intervenção dos KAEs, comparamos as mesmas questões observando o resultado, segundos os mesmos critérios.

GRÁFICO 1 - Resultados do pré-teste com a participação de todos os alunos



Questão 05.

Em relação aos ímãs podemos dizer que:

- Podemos ter um ímã com apenas um polo magnético.
- Quando cortamos um ímã exatamente no meio separamos os seus polos.
- Os ímãs interagem (trocam forças) com todas as substâncias.
- Os ímãs só interagem (trocam forças) com objetos feitos de metal.

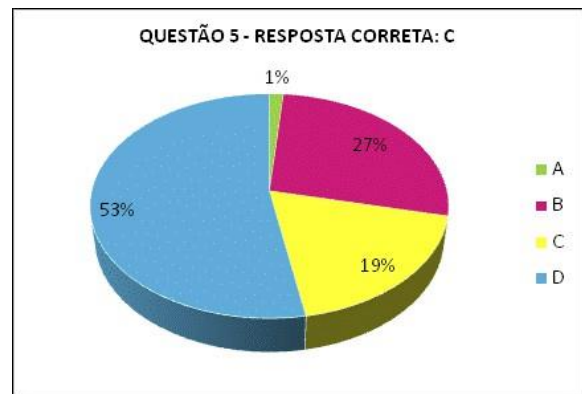
Essa questão apresentou um acerto de apenas 6%, sendo que a alternativa que apresentou o maior percentual de marcação, 73%, leva a inferir que os alunos utilizaram o senso comum ao responder a questão, acreditando que os ímãs só interagem com metais. Porém, ao aplicar o KAE - ESTUDANDO ÍMÃS, observamos uma pequena melhora na interpretação, pois a presença de um pequeno pedaço de alumínio fez com que alguns alunos notassem que, apesar de ser um metal, a atração não era notada.

GRÁFICO 2 - Questão 05

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 07.

A impressão de enxergar uma colher, parecendo que está quebrada, quando colocada em um copo de vidro cheio de água, está associada ao fenômeno físico chamado:

- Refração. Reflexão. Difusão. Dispersão.

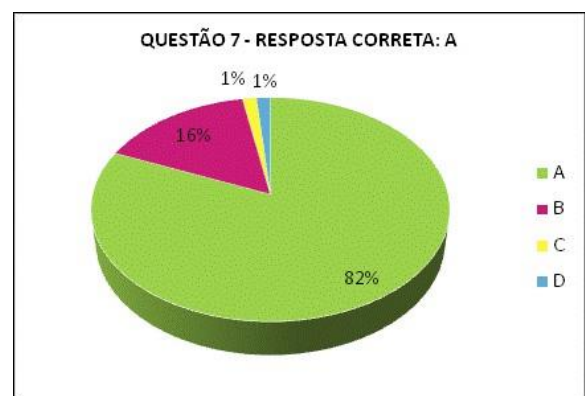
Essa questão apresentou um acerto de 24% mostrando que o fenômeno da refração da luz não era bem identificado pelos alunos. Apesar de a questão ser formulada de maneira clara e contextualizada, mesmo assim eles apresentaram respostas que evidenciavam a dúvida, como é possível notar ao observar o percentual de marcação no Gráfico 3. Após o uso do KAE - DOBRANDO A LUZ, e de posse da análise do gráfico do Pós-teste, que aponta 65% de acerto, podemos entender que os alunos obtiveram uma compreensão mais significativa do conteúdo.

GRÁFICO 3 - Questão 07

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 08.

Em relação à propagação da luz, podemos afirmar que:

- Sempre se propaga em linha reta.
- Nunca se propaga em linha reta.
- Sua velocidade tem o mesmo valor em qualquer meio material.
- Pode mudar de velocidade ao passar de um meio material para outro.

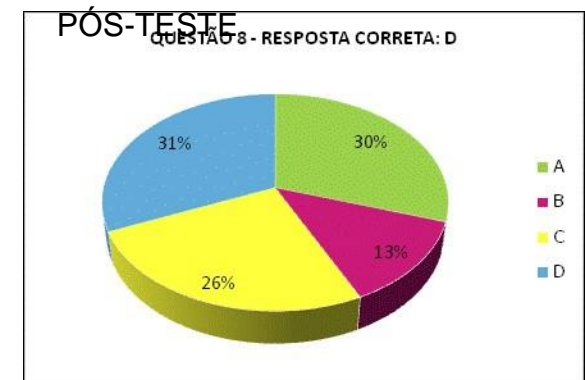
Pela interpretação das respostas dadas a essa questão, podemos ratificar o que afirmamos na questão 7, e perceber que o uso do KAE - DOBRANDO A LUZ, com o conteúdo refração da luz, foi melhor interpretado pelos alunos, pois saímos de um percentual de 50%. O Gráfico 4 nos mostra que também diminuiu o percentual correspondente as letras b e c, de 53% para 39%, onde o aluno deve ter relacionado o fenômeno da refração à mudança de velocidade da luz no meio (água).

GRÁFICO 4 - Questão 08

PRÉ-TESTE

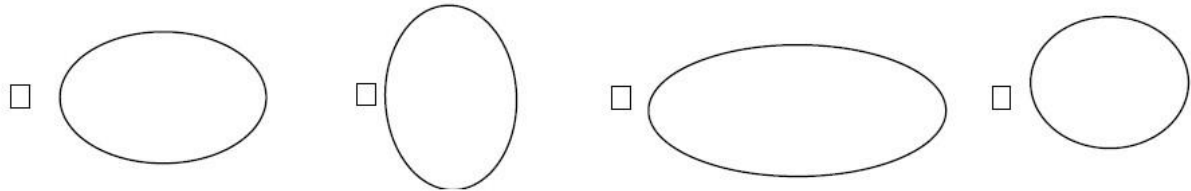


PÓS-TESTE



Questão 10.

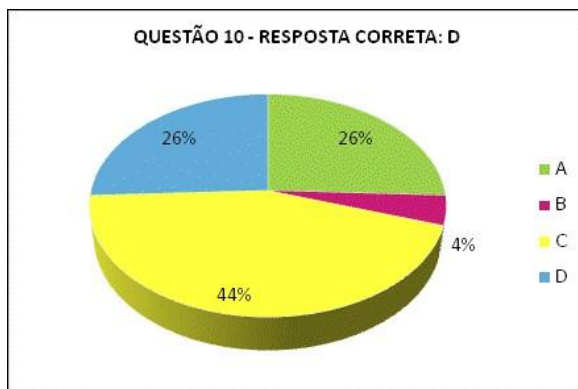
Considerando o Sol como referencial fixo, qual das figuras abaixo melhor representa a trajetória descrita pela Terra em torno do Sol?



Essa questão explora uma discussão sobre a trajetória da Terra ao redor do Sol, mostrando que as opções com uma elipse de excentricidade muito exagerada, como encontramos em muitos livros didáticos, é assinalada com um percentual de 70%, sendo negada após o uso do KAE - TRAÇANDO ÓRBITAS, que pode ser constatado de posse do Gráfico 5 pela interpretação do Pós-teste, onde apontamos um acerto de 59%.

GRÁFICO 5 - Questão 10

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 11.

Qual o planeta mais próximo da Terra?

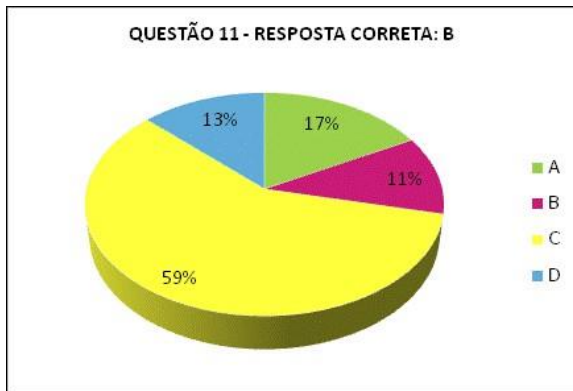
- Mercúrio Vênus Marte Júpiter

É plausível supor nesta questão que os alunos usaram de concepções prévias a cerca da distância da Terra a outros planetas. Podemos correlacionar à informação veiculada na mídia sobre a possibilidade de viagens tripuladas para Marte, com a leitura por parte dos alunos de que esse planeta encontra-se mais próximo do planeta Terra, levando a um acerto de apenas 11% no Pré-teste.

Com a intervenção do KAE - RODANDO EM TORNO DO SOL, onde uma maquete em escala mostra claramente as distâncias, podemos verificar através do Gráfico 6 no Pós-Teste, que esse acerto eleva-se para 56%.

GRÁFICO 6 - Questão 11

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 13.

A linha imaginária que representa a trajetória aparente do Sol na esfera celeste é:

- o equador celeste. a eclíptica. um meridiano. um paralelo.

Podemos considerar essa questão muito específica e pouco discutida no cotidiano, o que leva no Pré-teste, pela análise do Gráfico 7, um baixo índice de acerto, 19%. Podemos também supor, a partir do gráfico, que no Pré-teste a indicação de 40% na alternativa da letra A, esteja associada a palavra “celeste”.

Após o uso do KAE - OLHANDO CONSTELAÇÕES, foi possível discutir o tema e, após a aplicação do Pós-teste, conforme o Gráfico 7, podemos verificar que o conteúdo teve outra interpretação, levando a um acerto de 68%.

GRÁFICO 7 - Questão 13

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



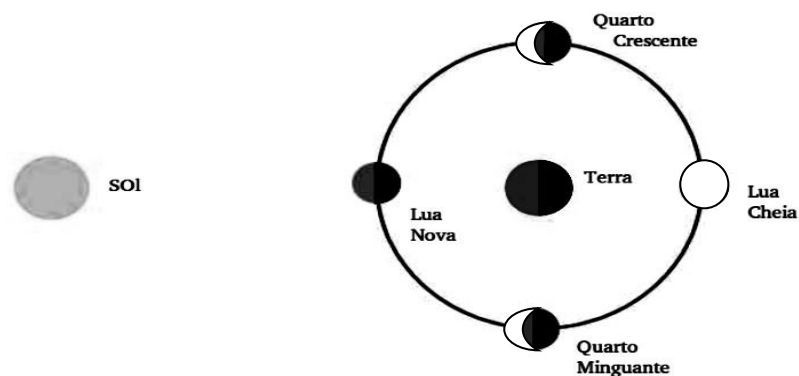
Questão 16.

O Japão é um país diametralmente oposto ao Brasil. Quando no Japão é noite de Lua em fase Cheia no Brasil é:

- Noite sem Lua.
- Noite de Lua em fase Nova.
- Dia com a Lua em fase Nova.
- Dia com a Lua em fase Cheia.

Temos aqui outra questão que exige do aluno um bom entendimento da posição espacial dos astros, Sol, Lua e Terra, para interpretar a questão e, possivelmente, a figura abaixo, muito comum nos livros didáticos, tenha contribuído para baixo índice de acerto, 16%.

FIGURA 6 - Figura mostrando as Fases da Lua

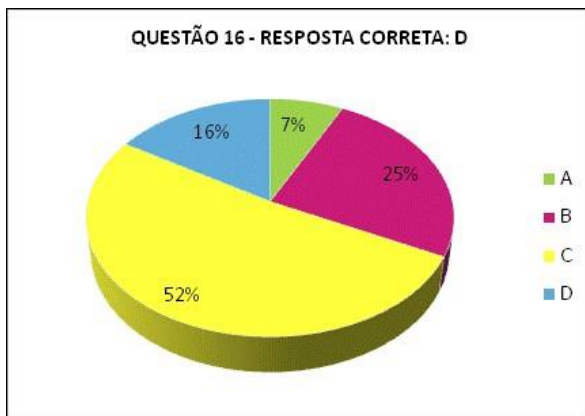


Os astros e as distâncias estão fora de escala

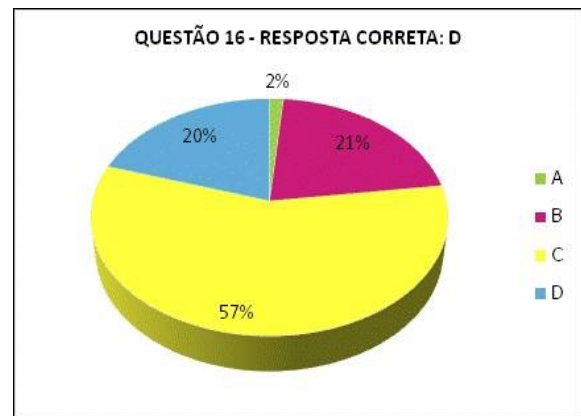
Com o uso dos KAEs - OBSERVANDO A LUA e PUXANDO ÁGUA, onde o aluno constrói protótipos que posicionam esses astros no espaço, foi possível minimizar o erro, mas notamos que a resposta ainda não foi satisfatória, conforme sugere a comparação dos dois gráficos referentes à questão, onde os percentuais de 16% e 20% de acertos indicam a necessidade de outras intervenções.

GRÁFICO 8 - Questão 16

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 17.

No nosso olho a imagem é formada na retina, que é o anteparo. Na máquina fotográfica, não digital, quem faz o papel da retina é:

- A lente objetiva.
- O diafragma.
- O filme.
- O objeto que esta sendo fotografado.

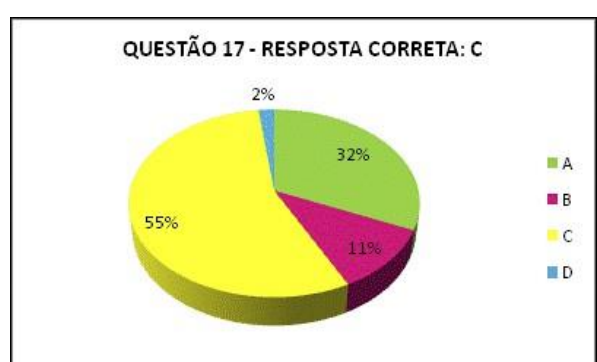
Como podemos notar na resposta dada a questão no Pré-teste, 74% dos alunos desconhecem como se processa a formação da imagem na máquina fotográfica e no olho humano. Aplicamos o KAE - AS CORES DA LUZ DO SOL, onde o aluno pode construir uma câmara escura de orifício e observar o fenômeno, melhorando de maneira satisfatória a compreensão deste.

GRÁFICO 9 - Questão 17

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 19.

Para localizar com boa precisão o Ponto Cardeal Sul, sem o uso de uma bússola, pode usar:

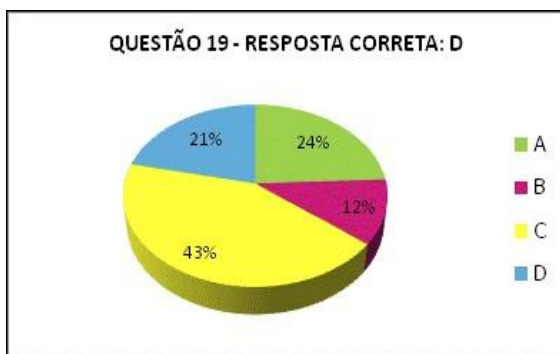
- A posição no horizonte onde acontece o pôr do Sol (Ocaso).
- A posição no horizonte onde acontece o nascer do Sol.
- A Constelação do Cruzeiro do Sul sempre.
- A Constelação do Cruzeiro do Sul quando ela estiver na vertical.

A resposta dessa questão, no Pré-Teste com apenas 21% de acerto, indica o desconhecimento da maioria dos alunos em localizar o Ponto Cardeal Sul usando a constelação do Cruzeiro do Sul, embora mostre também que os alunos entendem que é possível empregar esta constelação para localização (43% que assinalaram a alternativa correspondente a letra c).

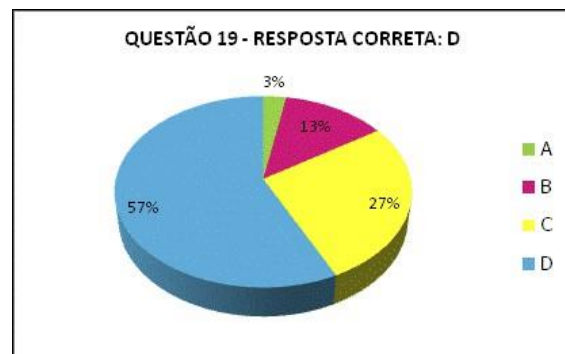
Após usar os KAEs - OLHANDO CONSTELAÇÕES e ACOMPANHANDO O SOL, os alunos demonstraram um melhor entendimento de como isso é possível.

GRÁFICO 10 - Questão 19

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 23.

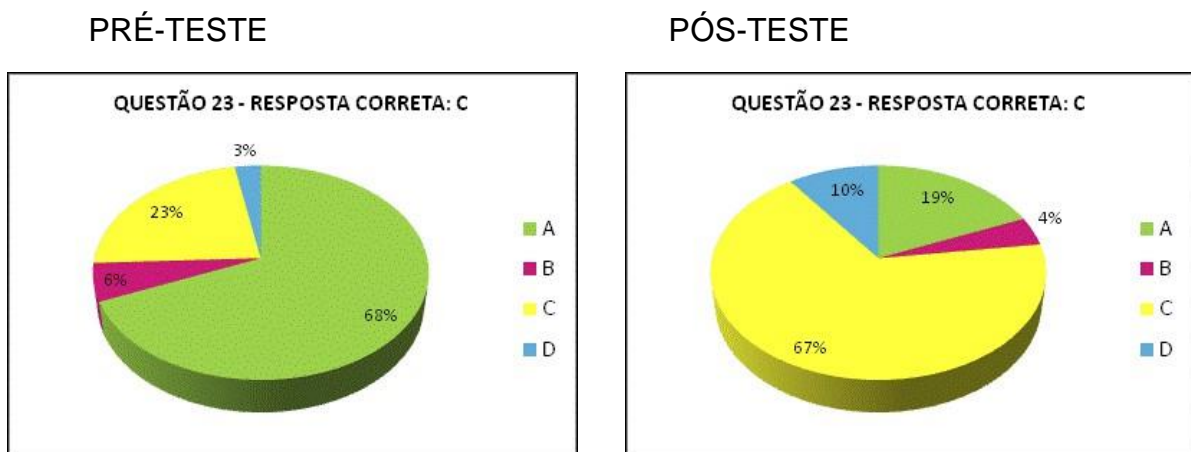
Em relação às cores das estrelas vistas em um céu noturno, são sempre observadas:

- na cor branca.
- na cor vermelha.
- brancas e amarelas, mas têm algumas estrelas vermelhas e azuis.
- em todas as cores.

O resultado dessa questão, no Pré-teste, onde 77% dos alunos desconhecem cor de estrelas e 68% acham que elas são sempre brancas, revela que os alunos não olham o céu noturno com atenção, em uma noite estrelada, onde é fácil observar estrelas nas cores vermelha e azul. Nas discussões do tema, notamos que poucos conseguem relacionar às cores das estrelas à temperatura, alguns fazem associação de estrelas mais quentes à cor vermelha, e estrelas mais frias à cor azul.

Após a aplicação do KAE - OLHANDO COSNTELAÇÕES, podemos aprofundar a discussão e ao incentivar a observação do céu noturno, em um local bastante escuro, foi possível obter o resultado que indica a resposta dada ao Pós-Teste, com um total de acerto de 67%.

GRÁFICO 11 - Questão 23



Questão 24.

Ainda com relação às estrelas, a posição delas no céu noturno de sua cidade, ao longo de uma única noite:

- não se altera; a alteração só acontece ao longo de um ano.
- a alteração depende da estação do ano.
- sempre se altera.
- as estrelas têm posição fixa ao longo de uma única noite.

Novamente, a resposta dada a questão no Pré-teste revela a não observação do céu noturno por parte de um grande percentual de alunos, pois apenas 27% assinalam que a posição aparente das estrelas se altera ao longo da noite, e 40%

responderam que as estrelas tem posição fixa ao longo de uma única noite. Nas discussões, poucos faziam referência às diferenças de latitude. Incentivamos a observação do céu noturno e após o uso do KAE - OLHANDO CONSTELAÇÕES, podemos verificar, ao aplicar o Pós-Teste, que as nossas intervenções estavam modificando as concepções dos alunos sobre o movimento aparente das estrelas.

GRÁFICO 12 - Questão 24

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



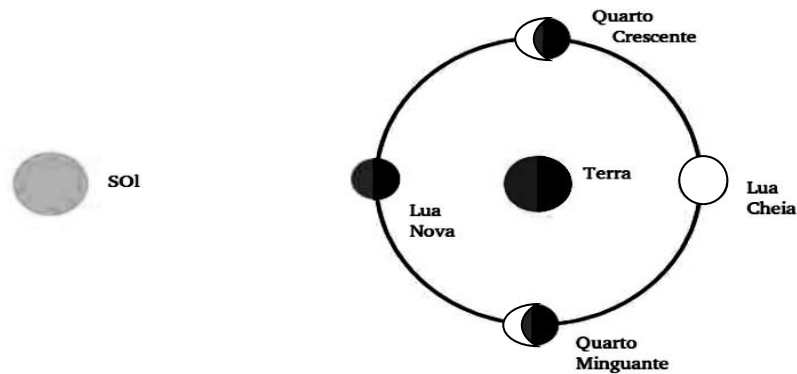
Questão 27.

Ainda em relação fases da Lua, podemos dizer que:

- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês quatro fases.
- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês duas fases.
- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês uma única fase.
- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês muitas fases.

Notamos mais vez nesta questão o equívoco que leva a interpretação da figura abaixo, muito difundida nos livros didáticos, na qual apresentam apenas quatro posições para a Lua. Essa figura pode ser a razão pela qual 57% dos alunos apontaram que a Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês, quatro fases.

FIGURA 7 - Figura mostrando as Fases da Lua



Os astros e distâncias estão fora de escala

O uso do KAE - FASES DA LUA, onde os alunos construíram um protótipo no qual eles podem observar inúmeras fases ao longo de um mês, além da oportunidade de discutir o movimento sincronizado da Lua em sua órbita, fazendo com que a mesma sempre mostre a mesma face para um observador na Terra.

O percentual de acerto no Pós-Teste de 53% permite dizer que a intervenção com o uso do KAE foi essencial para essa compreensão.

GRÁFICO 13 - Questão 27

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 29.

Uma pessoa pode quebrar um copo de cristal com uma determinada altura do som emitido por suas cordas vocais. A explicação pode ser dada pelo fenômeno da ressonância que acontece:

- Com qualquer sistema acoplado.
- Com sistemas acoplados que possuem o mesmo período.

- Com sistemas acoplados que possuem altas frequências.
- Com sistemas acoplados que possuem frequências diferentes.

Com um índice de acerto de apenas 10% na interpretação do fenômeno da ressonância, podemos inferir que ele seja completamente desconhecido por parte dos alunos.

Com o uso do KAE - RESSONÂNCIA, podemos utilizar um protótipo com a montagem de pêndulos onde foi possível observar o fenômeno, discutir às variáveis presentes, o cálculo da gravidade local e a ressonância entre astros do Sistema Solar. Essa intervenção permitiu observar através da resposta dada a questão no Pós-Teste, uma compreensão melhor por parte dos alunos, onde 67% acertaram a questão.

GRÁFICO 14 - Questão 29

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Questão 30.

Um eclipse solar só pode ocorrer quando:

- É fase de Lua nova.
- É fase de Lua cheia.
- É fase de Lua quarto crescente.
- Em qualquer fase da Lua.

GRÁFICO 15 - Questão 30

PRÉ-TESTE



PÓS-TESTE



Exploramos nesta questão o fenômeno do eclipse, conteúdo discutido em óptica geométrica, e muito divulgado nas mídias. Porém, acreditamos que o aluno nunca tenha observado um eclipse solar, embora possa ter acompanhado um eclipse lunar e notado que ele acontece em fase de Lua Cheia, talvez sendo esse o motivo de assinalarem que o eclipse solar aconteça nessa fase da Lua.

Com a intervenção do KAE - FASE DA LUA, foi possível discutir os eclipses, e melhorar a compreensão de um fenômeno astronômico, que exige uma visão espacial, localizando bem o observador.

A seguir, o Gráfico 16 mostra o resultado de todas as questões do Pós-Teste dos alunos que participaram dos KAEs, e no Gráfico 17, o resultado dos alunos que não participaram dos KAEs. Na comparação direta desses resultados, podemos notar os índices percentuais de acertos, elevados em praticamente todas as respostas dadas por parte dos alunos que fizeram uso dos KAEs, e praticamente o mesmo percentual de acertos para aqueles que não fizeram uso dos mesmos.

Gráfico 16 - Resultados do Pós-Teste dos alunos que participaram dos KAEs.

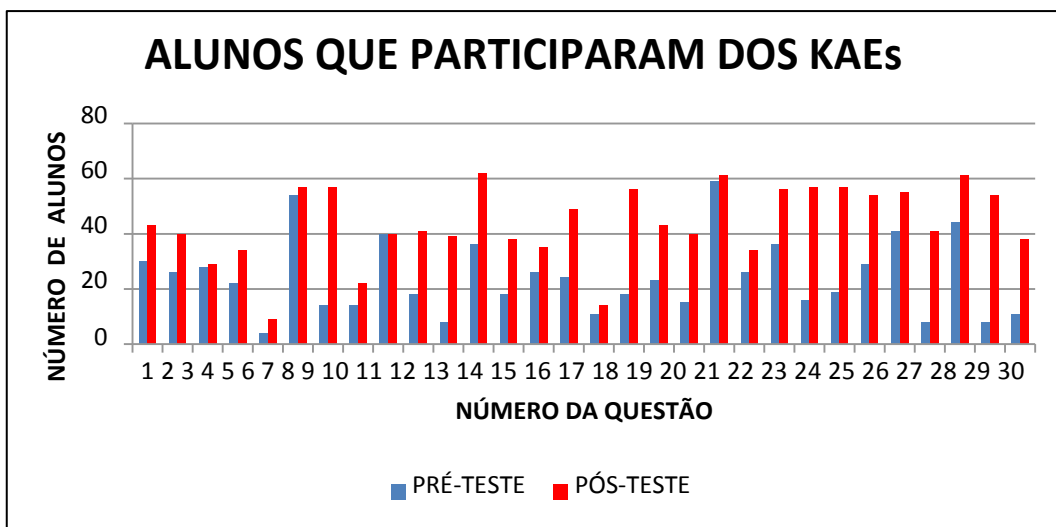
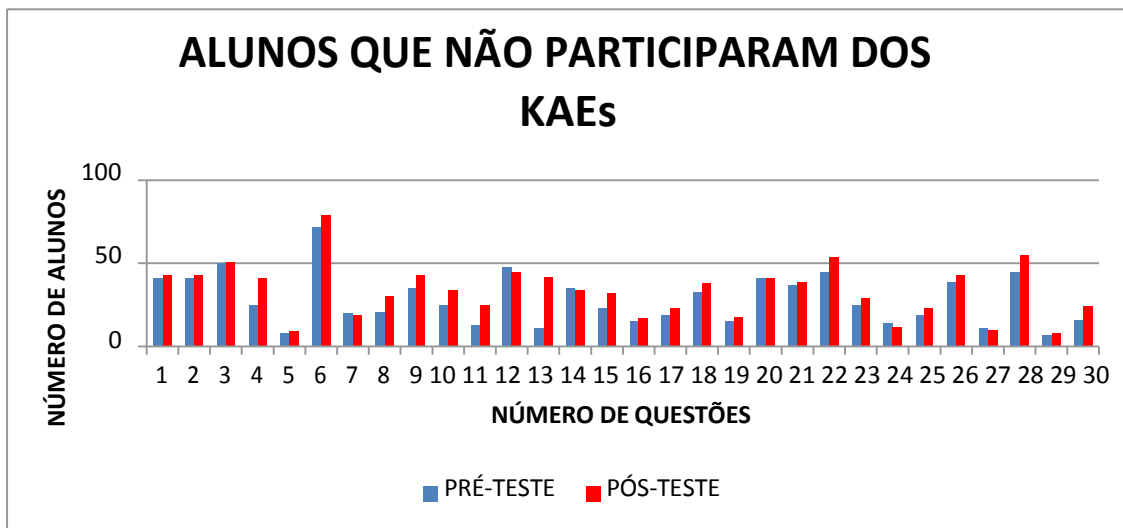


Gráfico 17 - Resultados do pós-teste dos alunos que não participaram dos KAEs.



No Gráfico 18, mostramos o desempenho dos alunos em cada KAE. Estabelecemos um intervalo de 0,0 a 1,0 para termos um critério de julgamento dos resultados. É fácil notar que os melhores resultados, com um desempenho acima de 0,9, foram obtidos em conteúdos que estavam sendo discutidos no plano de curso da unidade escolar, por exemplo, no KAE - MEDINDO FORÇA, onde tratamos da força de atrito e no KAE - VENDO DE LONGE, onde o conteúdo da refração da luz já tinha sido bastante explorado no 9º ano do Ensino Fundamental, e também nos KAEs - DOBRANDO A LUZ e AS CORES DA LUZ DO SOL.

Os resultados mais baixos foram obtidos nos conteúdos que necessitavam de cálculos mais elaborados na investigação, ou seja, nos KAEs - REALIZANDO MEDIDAS, onde a Teoria de Algarismos Significativos necessitava de operações com números decimais e aproximações, e no KAE - RODANDO EM TORNO DO SOL, onde tratamos com medidas de escalas, os alunos tiveram os desempenhos de 0,7 e 0,6, respectivamente.

GRÁFICO 18 - Desempenho dos alunos em cada KAE



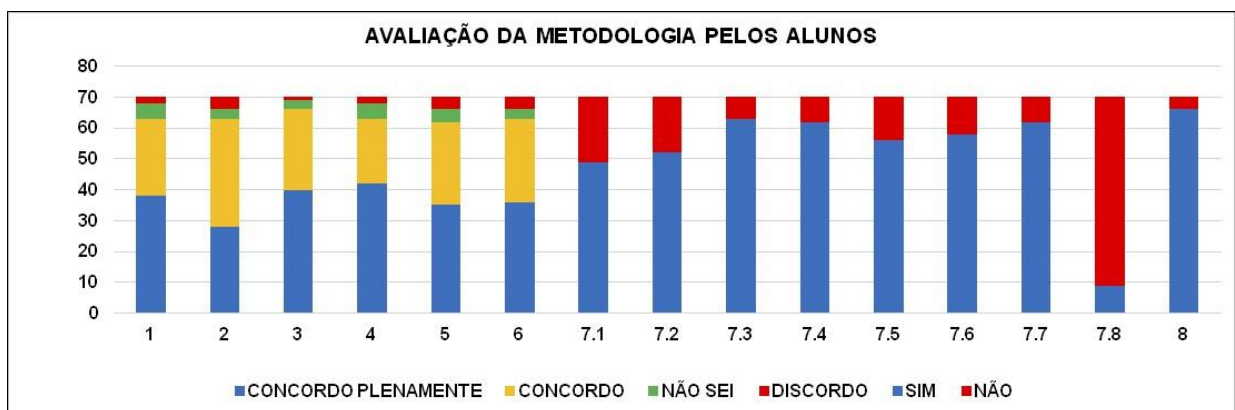
4.2 Avaliação da metodologia pelos alunos

Ao final dos trabalhos com os KAE, convidamos os alunos a preencherem uma Avaliação da Metodologia que disponibilizamos no Apêndice 2.

Os comentários dos alunos foram quase unânimes em concordar com os procedimentos adotados. A empolgação detectada nos depoimentos, a sugestão por mais aulas sobre Astronomia e Física e a verificação de que os alunos conseguiram perceber a interatividade proporcionada pelo uso dos KAEs, fica clara com esta pesquisa.

O resultado de cada pergunta está expresso no Gráfico 19 e a transcrição de algumas respostas dadas pelos alunos para a questão 9.

GRÁFICO 19 - Avaliação da metodologia pelos alunos



De acordo com os resultados tabelados, podemos inferir que um número pequeno de depoimentos não indicou satisfação dos alunos; uma grande parcela de alunos relatou na Questão 8 ter aprendido muito com as aulas usando os KAEs, e apenas 4 alunos julgou não ter aprendido com o trabalho.

Deixou-se na Questão 9 um espaço livre para que os estudantes pudessem expressar sua opinião a respeito da atividade desenvolvida com os KAEs. Praticamente todos os alunos revelaram ter gostado do projeto e o acharam interessante.

Transcrevemos a seguir algumas respostas dadas à Questão 9 da Avaliação da Metodologia.

Questão 9

Utilize o espaço abaixo para fazer qualquer comentário sobre esta pesquisa.

“A pesquisa utilizou da prática, coisas que eram feitas apenas teoricamente”

“Gostei, bom para saber como os alunos reagem a essa prática, saber sua opinião e o nível de aprendizagem que atingem”

“Os kits ajudaram bastante para o entendimento e ajudou também na relação entre aluno e professor, pois não deixou as aulas monótonas”

“Continue com esse projeto”

“Os kits são muito interessantes e ajudaram a interagir e entender melhor o assunto”

“Esse é um ótimo método de ensino, facilita a aprendizagem de maneira criativa”

“Aprende muito sobre o sistema planetário, e principalmente sobre os ímãs, e os motores elétricos”

“A utilização dos kits experimentais em sala de aula foi de fundamental importância no entendimento dos assuntos, pois além de colocar em prática assuntos de física, mostra como muitas coisas do cotidiano estão em ação”

“As aulas experimentais são de suma importância para o aluno pois soma em conhecimentos práticos que não são do entendimento do aluno”

“O kit de atividades experimentais evoluiu muito o meu conhecimento a respeito, principalmente de Astronomia”

“A utilização dos kits para implementar as aulas não só beneficia o aluno para a prática dos estudos e ampliação do conhecimento, como também para melhorar a interação entre professor e aluno”

“O uso dos kits facilitaram o meu aprendizado, pois dessa forma posso colocar em prática o que aprendi”

“ É muito interessante esse método de aprendizagem, pois p uma maneira criativa e dinâmica de nos ensinar”

“A utilização dos kits para realizar experimentos que comprovam ou não algo é de extrema importância, já que desperta-nos a curiosidade sobre tais assuntos, envolvendo a maioria dos alunos da sala, além do mais física é uma matéria que desperta aflição por conta dos cálculos e a as aulas que tem o kit é o mais desejado já que usamos não só formulas e cálculos e sim técnicas, e com esse manuseio aprendemos mais”

“O uso dos kits facilitou muito o entendimento dos assuntos, ao vermos a teoria aplicada na prática”

Não colocamos a opinião da pequena parcela dos alunos que, possivelmente não gostaram do trabalho, porque eles não verbalizaram de forma escrita.

. DISCUSSÃO

5 . DISCUSSÃO

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

A resposta ao problema desta pesquisa, obtida especialmente mediante análise da aplicação dos KAEs, aponta para a possibilidade de uma aprendizagem significativa com o uso desse recurso didático. Tomou-se como evidência desta aprendizagem o reconhecimento, por parte dos estudantes, da possibilidade de prever e interpretar resultados de medições em um contexto experimental bem definido, no domínio de fenômenos naturais selecionados. Esses estudantes reconheceram, por exemplo, que o ato de preparar e de observar um dado fenômeno através da construção e análise de um experimento em uma dada circunstância, levou a um maior aprendizado do conteúdo. Em suma, ao participarem mais ativamente das aulas, apoderaram-se mais dos conteúdos em discussão.

É dentro deste contexto que esses estudantes perceberam, de modo qualitativo e quantitativo, uma diferença entre fazer ciência com um aporte de atividades práticas e aula de ciências apenas com aulas expositivas. Ademais, os estudantes reconheceram, coerentemente, enganos cometidos em livros didáticos e no senso comum. Possivelmente, por tudo isso, a nova abordagem ao ensino de Ciências, com aportes experimentais em cursos de nível fundamental e médio aproximou os estudantes de uma fenomenologia própria, o que parece bastante adequado ao cidadão que necessita compreender o impacto científico-tecnológico da Astronomia e Física na cultura dos séculos XX e XXI, e de contrastar os fundamentos dessas ciências com as suas concepções prévias. A aprendizagem significativa do aspecto preditivo destas teorias científicas só foi possível por haver, previamente, uma idéia estável de predição física, ancorada numa idéia anteriormente existente na estrutura cognitiva do estudante, a de previsão derivada do “senso comum”. Além disso, foram avaliadas as aprendizagens significativas acerca de conceitos físicos, já previamente mencionados, que garantem as predições destas teorias científicas. Registre-se, finalmente, que o uso dos KAEs, além de estimular a curiosidade e o

desenvolvimento psicomotor, leva o estudante a desenvolver habilidades que tratam de conhecimento, compreensão e o pensar sobre um problema, mesmo quando o resultado do problema proposto o leva ao erro. Isso reforçou um pressuposto do pesquisador de que apresentar alguns desafios contribui para aguçar o senso crítico do estudante, que ao entender a interpretação de um erro, estará mais seguro para posicionar-se contra ou a favor, dentro das limitações cognitivas provenientes de uma faixa etária dos 13 a 16 anos.

6 . CONCLUSÕES

6 . CONCLUSÕES

“Os ideais são como as estrelas: você não conseguirá tocá-las com suas mãos. Mas como os marinheiros nas águas desertas, elas podem guiá-lo e, seguindo as estrelas, você chegará ao seu destino.”

Carl Sagan

Atualmente, existem várias teorias que desenvolvem a Aprendizagem Significativa por meio da valorização da pessoa, e as teorias que regem essa proposta já inspiraram muitas escolas a ousarem, e colocarem essas teorias democráticas em prática. As escolas que apostaram nessas teorias enfrentam problemas, mas não se intimidam diante deles. Pelo contrário, todos juntos aprendem, um com o outro, se fortalecem e solucionam as dificuldades encontradas pelo caminho.

Sendo assim, neste processo de respeito e amor ao próximo, pode-se pensar em uma escola melhor e esperamos que a utilização dos KAEs contidos no MAE venham contribuir, e permitir que alunos e professores (que estudam Astronomia, Física e Matemática), possam evoluir nas discussões sobre a importância da experimentação na Ciência, tornando-os, assim, verdadeiros multiplicadores do processo.

Como a área de interesse é de contribuir para a melhoria do ensino das Ciências na Educação Básica, acreditamos, como uma proposta de atualização do currículo para os Ensinos Fundamental e Médio, que a concretização de tais anseios pode ser realizada através da estratégia que estamos propondo, i.e., de uma nova metodologia na aplicação das atividades experimentais, servindo de incentivo para professores preocupados com a educação, e nem somente os professores, mas também a sociedade.

A investigação buscou esclarecer, como resposta para o problema formulado, a possibilidade de introduzir nos Ensinos Fundamental e Médio, alternativas de atividades experimentais através de um Manual de Atividades Experimentais, constando de vinte kits, descrito no capítulo sobre MATERIAL E MÉTODOS.

Sumarizando as conclusões já descritas anteriormente, destaca-se como resultado principal da pesquisa a aprendizagem significativa acerca do uso dos KAEs. Isso expressou, a nosso ver, um importante avanço na maneira de abordar alguns fenômenos e conteúdos na área da Física, Astronomia e Matemática. Considera-se, contudo, que este é apenas um resultado parcial que necessita de outras investigações para ser aperfeiçoado e, eventualmente, levado para outros contextos.

Pretendemos inserir posteriormente as áreas de Química e Biologia, e que os KAEs permita-nos obter uma melhor resposta a esse grande anseio, que consiste em melhorar a qualidade do ensino de Ciências e de Matemática nas escolas.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, José de Pinho. **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA**. Florianópolis, 2000. 440 p. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, UFSC.

ARAÚJO, M.S.T e ABIB, M.L.V.D., **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: DIFERENTES ENFOQUES, DIFERENTES FINALIDADES**, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, junho, 2003

AUSUBEL, D.P. **A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL**. São Paulo: Moraes, 1982.

DELORS, J.; **EDUCAÇÃO: UM TESOURO A DESCOBRIR. RELATÓRIO PARA A UNESCO DA COMISSÃO INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO PARA O SÉCULO XXI**. Trad. José Carlos Eufrázio. 10ª Ed. Brasília: MEC, 2006.

FREIRE, PAULO.; **PEDAGOGIA DA AUTONOMIA: SABERES NECESSÁRIOS À PRÁTICA EDUCATIVA**. São Paulo: Coleção Leitura Paz e Terra, 25ª edição, 1996.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÕES EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE SEGUNDO O REFERENCIAL DA TEORIA DE VYGOTSKY**, IENCI, Agosto de 2005, v. 10, n. 2, pp 161 - 178.

GOULART, IRIS B.; **PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS. APLICAÇÕES À PRÁTICA PEDAGÓGICA**. 7ª edição. Petrópolis: Ed. Vozes, 2000

LEÃO, D. S.; LARANJEIRAS, C. C.; COELHO, M. F. **UTILIZAÇÃO DE UM MINI-PLANETÁRIO DE BAIXO CUSTO: a arte das projeções celestes para popularização da astronomia no ensino médio**. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF, Manaus, 2011.

MOURÃO, R. R. F. **O LIVRO DE OURO DO UNIVERSO**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002, 509 p.

MOREIRA, M. A.; GONCALVES, E. S.. **LABORATÓRIO ESTRUTURADO VERSUS NÃO ESTRUTURADO: UM ESTUDO COMPARATIVO EM UM CURSO INDIVIDUALIZADO** - Revista Brasileira de Física, Vol. 10, NP 2, 1980.

MOREIRA, M. A. **MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Revista Galaico Portuguesa de Sócia-pedagogia e Sociolinguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n 23 a 28, p. 87-95, 1988.

MOREIRA, M. A. **PESQUISA EM ENSINO: ASPECTOS METODOLÓGICOS**. IN: **PESQUISA EM ENSINO: O VÊ EPistemológico DE GOWIN**, Editora Pedagógica e Universidade Ltda, São Paulo, 1990.

OLIVEIRA, R. S. **ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL**. Disponível em: <<http://www.asterdomus.com.br/>>. Texto gerado em 1997. Acesso em: 15 de junho de 2015.

POZO, J. I.; **APRENDIZES E MESTRES. A NOVA CULTURA DA APRENDIZAGEM**. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre. Art Méd editora, 2002.

SARAIVA, M. F. O. et al. **AS FASES DA LUA NUMA CAIXA DE PAPELÃO**. Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia, n. 4, 2007.

SILVA, T. **ENSINO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: O ESTUDO DE FENÔMENOS ASTRONÔMICOS**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 3, 2009.

SILVA, F. S.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. **UM MODELO PARA O MOVIMENTO ANUAL DO SOL A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA GEOCÊNTRICA**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 1, 2010.

SILVA, G.M.S.; RIBAS, F. B.; FREITAS, M. S. T; **TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS APLICADA À CONSTRUÇÃO DE MAQUETE TRIDIMENSIONAL DE UMA CONSTELAÇÃO**. Revista Brasileira de Ensino de Física, n. 3, 2006.

VILLANI, A.. **REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL: PRÁTICAS, CONTEÚDOS E PRESSUPOSTOS**. Instituto de Física - USP (Revista de Ensino de Física. Vol. 2, n. 2. Dez. 1984).

VILLANI, A.. **CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA - A INTERDISCIPLINARIEDADE**. Instituto de Física - USP (Revista de Ensino de Física - Vol. 3, n. 3. Set. 1981).

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO SUBJACENTE.

Revista/Meaningful Learning Review - V1(3), pp. 25-46, 2011

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf>

Acesso em 10 de fevereiro de 2014.

MACG. Harden R. - **CONSTRUCTING MULTIPLE CHOICE QUESTIONS OF MULTIPLE TRUE/FALSE TYPES. MEDICAL EDUCATION** 13. 305-312,1979.

Disponível em:

<https://www.ufpe.br/medicina/images/Textos_recomendados/recomendacoes_para_a_elaboracao_de_testes_de_multipla_escolha.pdf> Acesso em 20 de junho de 2015.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO: **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS.**

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em 16 de setembro de 2014.

AVENTURAS NA CIÊNCIA - Disponível em:

<<http://www.aventurasnaciencia.com.br>> Acesso em 20 de outubro de 2014.

APÊNDICE 1

APÊNDICE 1 - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

INSTRUÇÃO:

Nas questões abaixo escolha apenas uma opção.

Questão 01.

Sobre os movimentos podemos dizer que:

- Sempre podemos prever o comportamento de um movimento através de equações matemáticas.
- Alguns movimentos tem comportamento previsível.
- Depende da habilidade do observador.
- Nenhum movimento tem seu comportamento totalmente descrito por equações matemáticas.

Questão 02.

Em relação à força de atrito podemos dizer que:

- É uma força que sempre prejudica a realização do movimento.
- É uma força que não altera o movimento.
- Em alguns casos ajuda o movimento.
- É uma força fictícia.

Questão 03.

Ainda, em relação à força de atrito é correto afirmar que:

- O coeficiente de atrito de um material a principal razão porque os carros derrapam mais em dias de chuva.
- O asfalto molhado e a borracha do pneu são a principal razão porque os carros derrapam mais em dias de chuva.
- Os carros derrapam em dias de chuva independentemente das condições dos pneus e asfalto.
- Em uma pista reta, a força de atrito nos pneus se opõe ao movimento do carro.

Questão 04.

Na situação de equilíbrio, os corpos:

- Estão sempre em repouso.
- Podem estar sob a ação de força resultante diferente de zero.
- Estão sempre sob a ação de força resultante igual a zero. Podem possuir aceleração diferente de zero.

Questão 05.

Em relação aos ímãs podemos dizer que:

- Podemos ter um ímã com apenas um polo magnético.
- Quando cortamos um ímã exatamente no meio separamos os seus polos.
- Os ímãs interagem (trocam forças) com todas as substâncias.
- Os ímãs só interagem (trocam forças) com objetos feitos de metal.

Questão 06.

Um motor elétrico é dispositivo que transforma principalmente energia elétrica em:

- energia térmica e sonora.
- energia mecânica.
- apenas energia química.
- apenas energia térmica.

Questão 07.

A impressão de enxergar uma colher, parecendo que está quebrada, quando colocada em um copo de vidro cheio de água, está associada ao fenômeno físico chamado:

- Refração. Reflexão. Difusão. Dispersão.

Questão 08.

Em relação à propagação da luz, podemos afirmar que:

- Sempre se propaga em linha reta.
- Nunca se propaga em linha reta.
- Sua velocidade tem o mesmo valor em qualquer meio material.
- Pode mudar de velocidade ao passar de um meio material para outro.

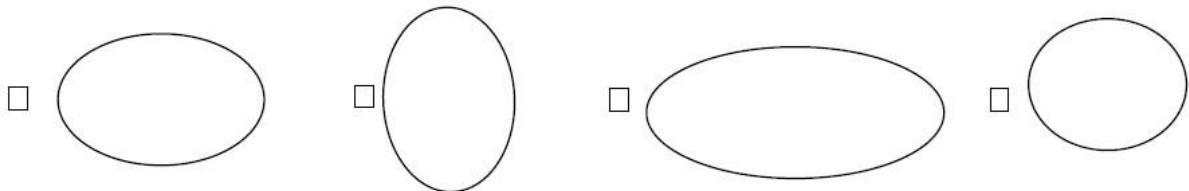
Questão 09.

Se o Sol parasse de brilhar agora:

- Algumas formas de vida existiriam.
- Nenhuma forma de vida existiria.
- Todas as formas de vida existiriam.
- A vida na concepção que entendemos não necessita do Sol

Questão 10.

Considerando o Sol como referencial fixo, qual das figuras abaixo melhor representa a trajetória descrita pela Terra em torno do Sol?



Questão 11.

Qual o planeta mais próximo da Terra?

- Mercúrio
- Vênus
- Marte
- Júpiter

Questão 12.

Qual é o maior planeta do Sistema Solar?

- Marte
- Saturno
- Júpiter
- Netuno

Questão 13.

A linha imaginária que representa a trajetória aparente do Sol na esfera celeste é:

- o equador celeste.
- a eclíptica.
- um meridiano.
- um paralelo.

Questão 14.

Em relação ao fenômeno das marés podemos dizer que:

- Depende apenas da posição da Lua.
- Depende apenas da posição do Sol.
- Temos maré alta se o Sol e Lua estiverem em lados opostos.
- Temos maré baixa se o Sol e a Lua estiverem em lados opostos.

Questão 15.

Ainda em relação aos fenômenos das marés é correto afirmar:

- O intervalo de tempo entre uma maré alta e uma maré baixa de 12 horas.
- Durante um dia temos duas marés altas e duas marés baixas.
- Durante um dia temos apenas marés altas, por causa da Lua.
- O fenômeno das marés não apresenta uma periodicidade.

Questão 16.

O Japão é um país diametralmente oposto ao Brasil, quando no Japão é noite de Lua em fase Cheia no Brasil é:

- Noite sem Lua.
- Noite de Lua em fase Nova.
- Dia com a Lua em fase Nova.
- Dia com a Lua em fase Cheia.

Questão 17.

No nosso olho a imagem é formada na retina, que é o anteparo. Na máquina fotográfica, não digital, quem faz o papel da retina é:

- A lente objetiva.
- O diafragma.
- O filme.
- O objeto que esta sendo fotografado.

Questão 18.

Uma câmera CCD utiliza chips eletrônicos ao invés de filmes químicos fotossensíveis usados por câmeras fotográficas clássicas. O chip eletrônico é dividido em pequenas áreas que coletam e armazenam a luz. Quanto mais luz, maior será o número (valor) do pixel. Dessa forma imagens astronômicas são formadas na tela de um computador e:

- Apresentam uma única tonalidade de cor cinza.
- Apresentam várias tonalidades de cinza.
- Apresentam uma única cor branca.
- Apresentam várias cores.

Questão 19.

Para localizar com boa precisão o Ponto Cardeal Sul, sem o uso de uma bússola, pode usar:

- A posição no horizonte onde acontece o pôr do Sol (Ocaso).
- A posição no horizonte onde acontece o nascer do Sol.
- A Constelação do Cruzeiro do Sul sempre.
- A Constelação do Cruzeiro do Sul quando ela estiver na vertical.

Questão 20.

Para a construção de um gerador simples de energia, a partir da energia mecânica precisamos de:

- Apenas certa quantidade de fio.
- Apenas de um ímã e pregos de ferro.
- Apenas de certa quantidade de fio, pregos de ferro e um ímã.
- Apenas certa quantidade de fio e pregos.

Questão 21.

Com relação à posição e instante de nascer do Sol, em uma determinada latitude, podemos dizer que:

- Sempre nasce em uma mesma posição e em um mesmo instante.
- Sempre nasce em uma mesma posição e em instantes diferentes.
- Sempre nasce em posições diferentes e em instantes diferentes.
- Sempre nasce posições diferentes e em um mesmo instante.

Questão 22.

A luz do Sol, nossa estrela, vista através de um prisma é observada:

- na cor amarela.
- na cor vermelha.
- na cor branca.
- em várias cores.

Questão 23.

Em relação às cores das estrelas vistas em um céu noturno são sempre observadas:

- na cor branca.
- na cor vermelha.
- brancas e amarelas, mas têm algumas estrelas vermelhas e azuis.
- em todas as cores.

Questão 24.

Ainda, com relação às estrelas a posição delas, no céu noturno de sua cidade, ao longo de uma única noite:

- não se altera a alteração só acontece ao longo de um ano.
- a alteração depende da estação do ano.
- sempre se altera.
- as estrelas tem posição fixa ao longo de uma única noite.

Questão 25.

As estrelas vistas daqui de Feira de Santana são as mesmas vistas de uma cidade localizada no Hemisfério Norte:

- depende da época do ano.
- algumas estrelas são as mesmas.
- todas as estrelas são as mesmas.
- são todas estrelas diferentes.

Questão 26.

Ao longo de aproximadamente um mês a Lua, nosso satélite natural, apresenta fases que são o resultado:

- da sua órbita ao redor da Terra.
- da força de atração gravitacional da Terra sobre a Lua.
- da forma que sua face voltada para a Terra é iluminada pelo Sol.
- da sua forma geométrica.

Questão 27.

Ainda em relação fases da Lua podemos dizer que:

- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês quatro fases.
- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês duas fases.

- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês uma única fase.
- A Lua apresenta ao longo de aproximadamente um mês muitas fases.

Questão 28.

Para aumentar o brilho de lâmpadas associadas em série podemos aumentar a quantidade de pilhas ligadas em série, aumentando a tensão elétrica; já o brilho aparente de uma estrela depende:

- Apenas da luminosidade da estrela.
- Apenas de sua distância ao observador.
- Apenas da temperatura de sua superfície.
- Da luminosidade e de sua distância ao observador.

Questão 29.

Uma pessoa pode quebrar um copo de cristal com uma determinada altura do som emitido por suas cordas vocais. A explicação pode ser dada pelo fenômeno da ressonância que acontece:

- Com qualquer sistema acoplado.
- Com sistemas acoplados que possuem o mesmo período.
- Com sistemas acoplados que possuem altas frequências.
- Com sistemas acoplados que possuem frequências diferentes.

Questão 30.

Um eclipse solar só pode ocorrer quando:

- É fase de Lua nova.
- É fase de Lua cheia.
- É fase de Lua quarto crescente.
- Em qualquer fase da Lua.

APÊNDICE 2 - AVALIAÇÃO METODOLÓGICA

Em relação a uma aprendizagem significativa, os recursos utilizados nos Kits de Atividades Experimentais (KAE) em sala de aula:

- 1) Facilitam na melhor compreensão dos conteúdos trabalhados durante as aulas.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 2) As informações passadas foram boas, e influenciarão para minha formação.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 3) Interferem na dinâmica das aulas, de modo a contribuir para a interação dos estudantes.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 4) Proporciona um melhor relacionamento entre aluno e professor, tornando a aula mais dinâmica e participativa.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 5) Favorece a facilidade em aumentar minhas habilidades, como curiosidade, criatividade e organização para desenvolver outras atividades ao longo de minha formação.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 6) Como você avalia o estudo do tema Astronomia, dentro da disciplina Física, usando kits experimentais.
 concordo plenamente concordo não sei discordo

- 7) Os kits ajudaram-lhe a entender qual(is) dos seguintes temas?
 - a) Movimento aparente do Sol. sim não
 - b) Movimento das marés. sim não
 - c) Fases da Lua. sim não
 - d) "Utilização" da Constelação do Cruzeiro do Sul para localização dos pontos Cardeais.
 sim não

e) Estudos sobre o conteúdo de movimentos.

() sim () não

f) Estudos sobre o conteúdo força de atrito.

() sim () não

g) Estudos sobre eletricidade circuitos em série e paralelo.

() sim () não

h) Não ajudou no entendimento de nenhum dos temas anteriores.

() sim () não

i) Ajudou no entendimento de outro(s) tema(s). Qual(is)? _____

8) Você não sabia e aprendeu com estas aulas usando os kits experimentais.

() sim () não

9) Utilize o espaço abaixo para fazer qualquer comentário sobre esta pesquisa.

APÊNDICE 3 - TABELA DOS KIT

N^o	ÁREA	CIENTISTA	NOME DO KIT
1	Astronomia e Física	Pitágoras	Realizando Medidas
2	Astronomia e Física	Arquimedes	Balanço Mágico
3	Astronomia e Física	Bernouille	Fazendo voar
4	Astronomia e Física	Kepler	Traçando órbitas
5	Astronomia e Matemática	Einstein	Relógio solar
6	Astronomia e Física	Newton	Puxando água
7	Física	Da Vince	Medindo força
8	Astronomia e Física	Oersted	Estudando imã
9	Astronomia e Física	Ampère	Motor elétrico
10	Física	Snell	Dobrando a luz
11	Astronomia e Matemática	Herschel	Rodando em torno do Sol
12	Astronomia e Física	Eratóstenes	As cores do Sol
13	Astronomia e Física	Galileo	Observando a Lua
14	Astronomia e Física	Gauss	Recriando Imagens
15	Astronomia e Física	Foucault	Acompanhando o Sol
16	Astronomia e Matemática	Faraday	Gerando energia
17	Astronomia e Física	Hubble	Olhando constelações
18	Astronomia e Física	Doppler	Ressonância
19	Astronomia e Física	Edson	Acendendo lâmpadas
20	Astronomia e Física	Hiparco	Vendo de longe

