



O Ensino da hidrostática através de uma sequência didática utilizando experimentos de baixo custo

Análise de um estudo de caso em turmas do CEEFJA-Marabá

Antonio Augusto Martins Neto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof^o. Dr^o Tarciso Silva de Andrade Filho

Marabá - PA
Outubro de 2019

O Ensino da hidrostática através de uma sequência didática utilizando experimentos de baixo custo

Análise de um estudo de caso em turmas do CEEFJA-Marabá

ANTONIO AUGUSTO MARTINS NETO

Orientador:

Prof^o. Dr^o. Tarciso Silva de Andrade Filho

Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada em: _____ de outubro de 2019.

Prof. Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho
UNIFESSPA-Orientador

Prof. Dr. Thiago Carvalho Martins
(Membro Interno)

Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Externo)

Marabá - PA
Outubro de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

MODELO

S586p Silva, Sergio Tobias da
Propagação do Som: Conceitos e Experimentos / Sergio
Tobias da Silva - Rio de Janeiro: UFRJ / IF, 2011.
viii, 77 f.: il.;30cm.
Orientador: Carlos Eduardo Aguiar
Dissertação (mestrado) – UFRJ / Instituto de Física /
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2011.
Referências Bibliográficas: f. 74-77.
1. Ensino de Física. 2. Som. 3. Velocidade do som. I. Aguiar,
Carlos Eduardo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III.
Propagação do Som: Conceitos e Experimentos.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais, minha esposa, e aos meus filhos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de realizar um sonho.

Agradeço ao meu orientador Prof. Drº Tarciso Silva de Andrade Filho pela orientação e parceria neste trabalho.

Aos meus pais Antonio Augusto Martins Filho (in memoriam) e Georgina Cruz Costa pela dedicação e apoio em toda a minha trajetória pessoal e profissional.

A minha esposa Thais de Souza Mendes Martins por acreditar no meu potencial, me incentivar a realizar este sonho e por estar do meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus colegas de mestrado Thiago de Andrade de Oliveira e Leonardo Magalhães da Silva pela parceria em todos os momentos no decorrer do curso.

A CAPES pelo apoio financeiro durante o curso - O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O ENSINO DA HIDROSTÁTICA ATRAVÉS DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA UTILIZANDO EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO

Análise de um estudo de caso em turmas do CEEFJA-Marabá

Antonio Augusto Martins Neto

Orientador:

Tarciso Silva de Andrade Filho

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Ainda hoje, com tanta informação disponível podemos observar muitos professores desatualizados, e a disciplina de Ciências Naturais continua sendo lecionada no cenário do ensino tradicional, com base na simples transmissão de informações, através de aulas expositivas. Na Educação de Jovens e Adultos, em especial no Centro de Educação de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos (CEEFJA) - Marabá este cenário se torna alvo de mais preocupações, pois nesta modalidade temos um público de perfil sociocultural diferente do aluno do ensino regular. Nestas circunstâncias propomos uma sequencia didática com a demonstração de experimentos de baixo custo da área de hidrostática, embasada nas teorias de Kelly e Vygotsky para melhorar o processo de ensino e aprendizagem deste público. Os resultados mostram a importância da sequencia que, realizando o experimento em dia separado da aula teórica, obtemos um ganho na aprendizagem dos educandos de forma satisfatória.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequencia didática, Experimentos.

Marabá
Outubro/2019

ABSTRACT

THE TEACHING OF HYDROSTATICS THROUGH A DIDACTIC SEQUENCE USING LOW COST EXPERIMENTS Analysis of a case study in CEEFJA-Marabá classes

Antonio Augusto Martins Neto

Supervisor(s):
Tarciso Silva de Andrade Filho

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Even today with so much information available, we can observe many outdated teachers, and the discipline of Natural Sciences continues to be taught in the traditional teaching scenario based on the simple transmission of information through lectures. In Youth and Adult Education, especially in the Center for Elementary Education of Young and Adult (CEEFJA) in Marabá this scenario becomes more worried because in this modality we have a public with a socio-cultural profile different from the student of regular education. In these circumstances we propose a didactic sequence with the demonstration of experiments of low cost of the hydrostatic area, based on the theories of Kelly and Vygotsky to improve the process of teaching and learning of this public. The results show the importance of the sequence that, realizing the experiment in a separate day from the theoretical class, we obtain a gain in the students' learning in a satisfactory way.

Key words: Physics Teaching, Didactic Sequence, Experiments.

Marabá
Outubro/2019

Lista de Figuras

Figura 1 Tabela área de conhecimento x ano de publicação	6
Figura 2.1 Esquema simplificado do ensino tradicional.....	9
Figura 2.2 Representação do Ciclo da experiência de Kelly.....	11
Figura 2.3 Zonas de Desenvolvimento.	14
Figura 3.1 Prensa hidráulica	19
Figura 4.1 Alunos respondendo questionário (antes)	23
Figura 4.2 Alunos respondendo questionário (após)	23
Figura 4.3 Experimentos utilizados	25
Figura 4.4 “mini submarino”	25
Figura 4.5 Alunos manuseando o “mini submarino”	26
Figura 4.6 Princípio de Steven com garrafas.....	26
Figura 4.7 Verificação do Princípio de Steven.....	27
Figura 4.8 Princípio de Pascal com seringas.	27
Figura 4.9 Verificação do Princípio de Pascal.	28
Figura 5.1 Gráfico da questão 01 da Turma 01 (antes).	30
Figura 5.2 Gráfico da questão 02 da Turma 01 (antes).	30
Figura 5.3 Gráfico da questão 03 da Turma 01 (antes).	31
Figura 5.4 Gráfico da questão 04 da Turma 01 (antes).	31
Figura 5.5 Gráfico da questão 01 da Turma 01 (após).	32
Figura 5.6 Gráfico da questão 02 da Turma 01 (após).	32
Figura 5.7 Gráfico da questão 03 da Turma 01 (após).	33
Figura 5.8 Gráfico da questão 04 da Turma 01 (após).	33
Figura 5.9 Gráfico da questão 01 da Turma 02 (antes).	35
Figura 5.10 Gráfico da questão 02 da Turma 02 (antes).	35
Figura 5.11 Gráfico da questão 03 da Turma 02 (antes).	36
Figura 5.12 Gráfico da questão 04 da Turma 02 (antes).	36
Figura 5.13 Gráfico da questão 01 da Turma 02 (após).	37
Figura 5.14 Gráfico da questão 02 da Turma 02 (após)..	37
Figura 5.15 Gráfico da questão 03 da Turma 02 (após).	38
Figura 5.16 Gráfico da questão 04 da Turma 02 (após)..	38
Figura 5.17 Gráfico da questão 01 da Turma 03 (antes).	39
Figura 5.18 Gráfico da questão 02 da Turma 03 (antes).	39

Figura 5.19 Gráfico da questão 03 da Turma 03 (antes).....	40
Figura 5.20 Gráfico da questão 04 da Turma 03 (antes).....	40
Figura 5.21 Gráfico da questão 01 da Turma 03 (após).....	41
Figura 5.22 Gráfico da questão 02 da Turma 03 (após).....	41
Figura 5.23 Gráfico da questão 03 da Turma 03 (após).....	42
Figura 5.24 Gráfico da questão 04 da Turma 03 (após).....	42
Figura 5.25 Comparação de rendimento Turma 01 x Turma 02.....	43

Sumário

Capítulo 1 Introdução	1
1.1 O Ensino Personalizado no Município de Marabá.....	3
1.1.1 O Atendimento Presencial Coletivo.....	3
1.1.2 O Atendimento Presencial Individual.....	4
1.1.3 A avaliação da aprendizagem.....	4
1.2 Problema.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Geral.....	5
1.3.2 Específicos.....	5
1.4 Revisões Bibliográficas.....	6
Capítulo 2 Referencial Teórico.....	9
2.1 As Teorias de Kelly e Vygotsky	10
2.1.1 A Psicologia dos Construtos de Kelly	10
2.1.1.1 Corolário da Construção.....	11
2.1.1.2 Corolário da Experiência.....	11
2.1.1.3 Corolário da Individualidade.....	12
2.1.1.4 Corolário da Comunalidade.....	12
2.1.2 A Teoria de Mediação e Interação Vygotsky.....	13
Capítulo 3 A Hidrostática e sua importância na EJA.....	16
3.1 Lei de Steven.....	17
3.2 Lei de Pascal.....	18
3.3 O Empuxo e o princípio de Arquimedes	19
Capítulo 4 Metodologia.....	21
4.1 O Local de Aplicação	21
4.2 As Sequências Didáticas.....	22
4.2.1 Os questionários.....	23
4.2.2 A aula teórica.....	24
4.2.3 Os experimentos.....	24
Capítulo 5 Resultados e Discussões.....	29
5.1 Resultados dos questionários.....	29
5.2 Análise dos Resultados	43
Capítulo 6 Conclusão.....	45
Capítulo 7 Referências Bibliográficas.....	46
Apêndice A Roteiro de confecção dos experimentos.....	49
Apêndice B Aula Teórica	56
Apêndice C Questionário (antes).....	58
Apêndice D Questionário (após)	59
Apêndice E Produto Educacional	60
Apêndice F Artigo aceito na Revista Scientia Plena	71

Capítulo 1

Introdução

Os problemas encontrados no ensino fundamental, referentes à disciplina física, estão principalmente relacionados com questões do processo ensino/aprendizagem. A dificuldade não é temporal, pois não é nada fácil ensinar Física, por outro lado, mais difícil ainda aprender.

E as razões são diversas: complexidade da matemática envolvida nos problemas; pouca base dos próprios alunos das séries anteriores; sutileza das teorias e princípios que descrevem a natureza; dificuldade de visualizar e compreender tais princípios; falta de laboratórios e material didático adequado; falta de criatividade dos próprios professores, entre outras.

Na educação de jovens e adultos o cenário é ainda mais preocupante, pois nesta modalidade temos um público diferenciado, com perfil socioeconômico e cultural diferente do aluno do ensino regular. Isto sem mencionar a carga horária de Física que devido ser mínima, força o professor desta disciplina, ou desta área do conhecimento a selecionar tópicos que considere mais relevantes.

O que observamos, é o professor trabalhar o mesmo método de ensino tanto no ensino regular como na educação de jovens e adultos. Neste sentido, torna-se indispensável o docente utilizar-se de alguma técnica capaz de fazer este tipo de alunado entender, ou melhor, compreender os fenômenos físicos inseridos dentro da disciplina de Ciências Naturais.

Para isto, o professor precisa estar preparado para garantir tanto a permanência do aluno quanto os conteúdos perdidos por estes. Sabendo da peculiaridade deste público e da especificidade do mesmo faz-se necessário que o docente seja o diferencial nesta modalidade.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação destaca que a Educação de Jovens e Adultos é destinada àqueles que não tiveram oportunidades educacionais em idade própria ou que tiveram de forma insuficiente, não conseguindo alfabetizar-se e obter os conhecimentos básicos necessários. E no parágrafo 2º do seu Art.37 enfatiza que o Poder Público: “Viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si”. (LDB, 1996, pág.29)

Neste trecho, Outro ponto relevante de acordo com a LDB acima é que esta modalidade visa atender principalmente a classe trabalhadora, então, os conteúdos precisam estar alinhados com o mundo do trabalho.

Pelo fato de grande parte dos alunos serem trabalhadores, eles trazem consigo uma bagagem cultural que o professor deve levar em consideração, pois este conhecimento prévio é importante para fazer uma relação do que o aluno sabe através das experiências vividas e o conhecimento científico.

A Resolução CNE/CEB N° 1, de 05 de Julho de 2000, no Parágrafo único do seu Art. 5° estabelece que a Educação de Jovens e Adultos considere as situações, os perfis dos estudantes, as faixas etárias e se pautará pelos princípios de equidade, diferença e proporcionalidade na apropriação e contextualização das diretrizes curriculares nacionais e na proposição de um modelo pedagógico próprio.

Gama (2015) e referências internas destacam:

“a importância de considerar que esses alunos são diferentes dos que se encontram nas séries adequadas à faixa etária e que a EJA representa uma dívida social não reparada para com os que não tiveram acesso ou, por diversas razões, abandonaram a escola. Ressalta as funções reparadora (devolve ao cidadão o direito negado à escolarização), equalizadora (busca a igualdade de oportunidades de acesso) e qualificadora (viabiliza a atualização permanente do conhecimento) da EJA e a necessidade de haver reformulações que vão desde o currículo apropriado ao público em questão, até a formação docente adequada. Viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si”. (GAMA, 2015 pág.23)

Percebemos que a autora enfatiza as funções da EJA, pois reforçando, esta modalidade tem uma necessidade de assegurar uma aprendizagem satisfatória, devido suas especificidades, “equalizar” no sentido de oferecer aos alunos igualdade de oportunidades e “qualificar” o educando para se inserir cada vez mais no mundo em que vivemos.

Quando a EJA foi lançada oficialmente pela Lei N° 5.692, de 11 de agosto de 1971, o público no caso, a maioria dos alunos eram pessoas adultas ou idosas que buscavam nesta modalidade uma oportunidade para aprender e se inserir socialmente.

Hoje, no entanto, o que vemos também é muitos jovens que tiveram algum tipo de fracasso escolar, que não conseguiram progredir no ensino regular e que encontraram na EJA a “válvula de escape” para seus problemas escolares.

Diante deste quadro desalentador, criamos mais um desafio com a inserção destes jovens excluídos, os chamados “alunos-problema” em que o docente terá que ter habilidades e competências para trabalhar com este tipo de alunado.

1.1 O Ensino Personalizado no município de Marabá

Na cidade de Marabá, Sudeste do Estado do Pará, a EJA nos últimos anos sofreu modificações, se transformando em CEEFJA (Centro de Educação de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos).

No Projeto de Implantação e Regulamentação do Ensino Personalizado no município temos o atendimento específico por disciplinas a grupos de estudo, e cada grupo terá um Atendimento Presencial Coletivo (APC) e um Atendimento Individual Coletivo (API), a seguir detalhamos como ocorre cada um:

1.1.1 O Atendimento Presencial Coletivo (APC)

Este atendimento consiste no assessoramento pedagógico de um professor a grupo de discentes de estudos. Caracteriza-se pela ação docente intencional de acompanhamento ao processo de desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Não consiste na mera exposição de conteúdos/informações a grupos de alunos, mas na sistemática pedagógica que envolve estratégias (explicação, pesquisas, trabalhos diversos, realização de exercícios, trabalhos avaliativos e outros), motivação e incentivo ao estudo autônomo e orientação para o sucesso da aprendizagem dos estudantes.

Também podemos chamar este atendimento de Grupo de Estudos, pois não configuram turmas convencionais de alunos, mas uma organização discente passível de ser atendida na metodologia do Ensino Personalizado, a qual se baseia nas premissas do Ensino a Distância, tais como:

- Promoção da autoaprendizagem.
- Mediação entre o aluno e o material didático.

- Motivação e orientação dos alunos em permanência para a conclusão do Ensino Fundamental.

Cabe ao professor esclarecer dúvidas, orientar o estudo, avaliar os percursos individuais de aprendizagem, redimensionar as estratégias de promoção da autonomia. Desta maneira, dentro de um “grupo de estudos” os alunos podem estar em estágios diferentes de desenvolvimento na mesma disciplina.

1.1.2 O Atendimento Presencial Individual (API)

No atendimento individualizado, o professor realiza plantão de atendimento presencial para esclarecer dúvidas e orientar os estudos dos alunos que buscam esse atendimento conforme sua possibilidade de horário.

Caracterizando o API teremos:

- Quando o aluno não compreende o conteúdo no seu grupo de estudo;
- Quando o aluno pertencente ao grupo não pode participar do mesmo por motivo justificável;
- Quando o professor percebendo a dificuldade do aluno por meio do diagnóstico inicial caracteriza a necessidade de realizar este atendimento com o aluno;
- Quando o aluno ao realizar a avaliação de cada módulo não alcançar a média exigida.

1.1.3 A Avaliação da Aprendizagem

Para avaliação dos alunos vinculados aos Grupos de Estudos devemos considerar o processo de aprendizagem e o desempenho nos exames presenciais, podendo ter os seguintes parâmetros:

- ⇒ 20% a 30% para atividades realizadas durante o processo de aprendizagem(exercícios, produção de textos, pesquisas, trabalhos em grupo, produção de material como mural, seminários, e etc.);
- ⇒ 70% a 80% para o exame presencial que pode constar de avaliações diversas

Para a nota final será computada as atividades realizadas e os exames realizados. Caso o aluno não atinja a média para aprovação em um determinado módulo de alguma

disciplina, será encaminhado para o atendimento personalizado, onde terá o atendimento individual com todo o conteúdo do módulo, serão esclarecidas as dúvidas do aluno e quando ele se sentir seguro e preparado fará novamente a sua avaliação.

Resumindo o ensino personalizado, o aluno matriculado no CEEFJA frequenta a escola dois dias na semana para estudar duas disciplinas, cada uma com certa quantidade de módulos, por exemplo, a disciplina de Português possui 10 módulos, enquanto Ciências Naturais possui 7 módulos, e estas disciplinas irão também ter cada uma, um dia para atendimento individualizado.

1.2 Problema

Uma sequência didática fundamentada na utilização de experimentos de baixo custo e embasada nas Teorias de aprendizagem de Kelly e Vygotsky possibilitaria um ambiente de aprendizagem dos alunos do CEEFJA acerca dos conceitos da Hidrostática?

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral:

Motivar os alunos a compreender conceitos e leis da hidrostática através de uma sequência didática que favoreça a aprendizagem.

1.3.2 Específicos:

- Oportunizar ao aluno do ensino fundamental uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos físicos através dos experimentos; exibindo através destes, conceitos que definem a dinâmica da situação Física em estudo, envolvendo a aprendizagem dos alunos em contextos realistas e relevantes, isto é, mais autênticos em relação às tarefas da aprendizagem tradicional.
- Criar material instrucional, através de experimentos de baixo custo como recurso didático para utilização do professor em sala de aula e pelo próprio aluno em casa.

- Criar uma sequência didática que favoreça o processo de ensino/aprendizagem dos alunos da EJA.

1.4 Revisões Bibliográficas

Começando esta revisão bibliográfica, colocamos uma pesquisa em que Araújo (2003) faz um levantamento de 100 (cem) publicações segundo a área de conhecimento em atividades experimentais no ensino de Física:

Tabela I - Área de Conhecimento X Ano de Publicação

Área	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total	%
Mecânica	0	1	3	5	1	2	3	2	2	9	28	30,4
Ótica	0	0	3	1	1	1	2	4	3	6	21	22,8
Eletr. Magnetismo	0	4	1	0	0	2	2	5	2	3	19	20,7
Física Moderna	0	1	0	0	0	0	2	2	0	2	7	7,6
Calorimetria	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	4	4,3
Hidrodinâmica	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	4	4,3
Gases	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3	3,3
Astronomia	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	3,3
Ondulatória	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3,3
Total	0	9	9	9	4	5	10	17	8	21	92	100

Figura 1: tabela área de conhecimento x ano de publicação

Fonte: Araújo (2003)

Observamos que ao longo de quase praticamente dez anos, as áreas que tiveram maiores publicações foram as áreas de Mecânica e Ótica, seguida de Eletromagnetismo. A área de Hidrodinâmica, ou Hidrostática (objeto de estudo deste trabalho) encontra-se em 6º lugar na tabela. Vemos uma falta muito grande de publicações nesta área da física.

No próprio site do nosso programa (MNPEF) fazendo uma busca por dissertações nesta área, pouquíssimas tratam deste assunto como tema principal.

Esta lacuna reforça nossa pesquisa em aplicação de um produto nesta área e conseqüentemente que ajude a melhorar o ensino de física.

Laburu (2005) divide as atividades experimentais em cinco categorias de acordo com o relato de professores em seu trabalho:

- Motivacional: Aqui o foco da atenção está diretamente ligado ao aluno, são as atividades que despertem a curiosidade, sejam atraentes, envolventes e que entusiasmem o aluno. Podemos enquadrar aqui as atividades demonstrativas;

- Funcional: Nesta levamos em conta as características e propriedades dos experimentos, seu manuseio e montagem, pois temos uma preocupação da facilitação da tarefa do professor ou do aluno.
- Instrucional: Predomina o processo de ensino e aprendizagem, em que precisamos apresentar conceitos e teorias “claras” e simplificadas ao aluno.
- Epistemológica: A construção do conhecimento através da comprovação entre teoria e prática, afim de legitimar o conhecimento científico predomina nesta categoria.

Gaspar (2005) nos relata em seu artigo que a partir da década de 1970, começaram a surgir museus e centros de ciências em todo o mundo, locais em que as demonstrações experimentais são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes. Destaca que tanto do ponto de vista cognitivo como o da aprendizagem de conceitos, indica que esta atividade pode ser pedagogicamente válida e significativa também em sala de aula.

O mesmo autor coloca as características fundamentais das atividades de demonstração da seguinte forma:

“A expressão ‘atividade de demonstração’, no ambiente escolar, pode referir-se a qualquer apresentação realizada em sala de aula, não vinculada ao uso do quadro-negro, como, por exemplo, a exibição de um filme ou de um slide, cuja atividade pode ser considerada pedagogicamente válida. No entanto, aqui usaremos o termo ‘atividade de demonstração’ ou ‘atividade experimental de demonstração’, para designar atividades experimentais que possibilitem apresentar fenômenos e conceitos de Física, cuja explicação se fundamente na utilização de modelos físicos e priorize a abordagem qualitativa”. (GASPAR, 2005, pág.228)

Estas atividades não se restringem à sala de aula, pois podem ser apresentadas também em outros tipos de ambiente. Porém, em especial temos as atividades de demonstração em sala de aula, as quais podemos denominar de ‘experiências de cátedra’, e Ferreira (1978) fala quais são os principais objetivos deste tipo de experiência:

- Ilustrar e ajudar na compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos;
- Tornar o conteúdo interessante e agradável;
- Desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos.

A experimentação é essencial para um bom ensino de Ciências. Em parte, isto se deve ao fato de que o uso de atividades práticas permite maior interação entre o professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que podem levar a melhor compreensão dos processos das ciências. (ROSITO, 2003. Pg 197).

Salvadego (2008, p15) nos relata que as atividades experimentais podem ser realizadas a qualquer instante, em qualquer lugar, tanto na explicação de conceitos, como para resolução de problemas.

Neto, et all (2019) aplicando uma sequencia didática utilizando o relógio de sol como experimento de baixo custo, como atividade prática de fixação, despertou o interesse dos alunos e obteve assim resultados expressivos demonstrando que os alunos absorveram melhor o conteúdo ministrado.

Queremos oportunizar ao aluno do ensino fundamental uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos físicos através dos experimentos; exibindo através destes, conceitos que definem a dinâmica da situação física em estudo, envolvendo a aprendizagem dos alunos em contextos realistas e relevantes, isto é, mais autênticos em relação às tarefas da aprendizagem tradicional.

A expectativa é que professores e alunos devam ser os maiores beneficiados nesse processo, haja vista a facilidade de construção, portabilidade e produzidos com materiais de recicláveis.

Capítulo 2

Referencial Teórico

No modelo tradicional de ensino empregado nas escolas, a aquisição do conhecimento se realiza por meio da transmissão. O professor é o detentor de conhecimentos, ele que determina o nível e o ritmo da aula, os conteúdos e metodologia, e a avaliação. Os alunos passivos e receptivos ficam preocupados apenas em ouvir e anotar o que o professor lhes passa (GUERRA, 2000). A figura 2.1 apresenta um esquema do ensino tradicional.

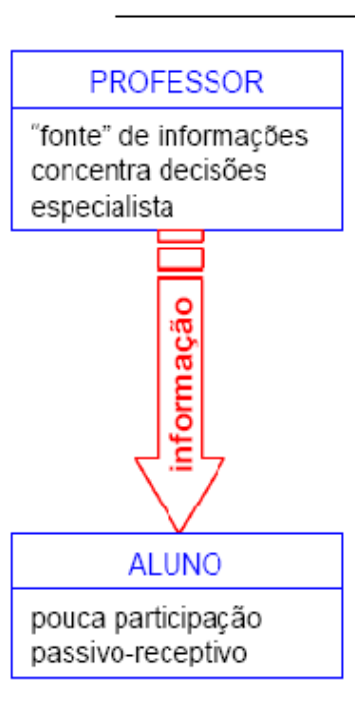


Figura 2.1. Esquema simplificado do ensino tradicional

Fonte: (Guerra, 2000)

As tarefas de aprendizagem são as mesmas para todos os alunos, sem levar em consideração suas diferenças individuais. Ou seja, o conhecimento não é construído e sim reproduzido.

Em uma nova abordagem, o foco deverá mudar do ensino, que está focado na figura do professor, para a aprendizagem. Com isto teremos uma importância maior sobre os aspectos construtivos do que simplesmente informativos.

2.1 As Teorias de Kelly e Vygotsky

2.1.1 A Psicologia dos Construtos de Kelly

George Kelly, um norte americano que viveu entre os anos de 1905 e 1967, graduado em Física e Matemática, doutor em psicologia, propôs sua teoria em uma grande obra: *Uma Teoria da Personalidade – A Psicologia dos Construtos Pessoais* (Kelly, 1963). Nesta obra, Kelly nos coloca algumas noções básicas para começar seu entendimento.

Primeiramente nos coloca a ideia de ver o homem como um cientista, cuja lógica está associada ao mesmo prever e controlar eventos. A segunda que o Universo é real, pois sempre está existindo e é integral, ou seja, todas as partes tem uma determinada relação com as demais. Sua filosofia está baseada no alternativismo construtivo (tudo que interpretamos pode ser revisado e substituído).

A terceira noção básica é a ideia de construto. Moreira (1999) relata claramente este conceito:

“Um construto é uma representação do universo ou parte dele, uma representação erigida por uma criatura viva e, então, testada frente à realidade desse universo. Como o universo é essencialmente um curso de eventos, o teste de um construto é um teste frente a eventos subsequentes. (MOREIRA, 1999. Pág. 126)”.

Ou seja, um construto nada mais é que uma representação da realidade, uma hipótese a ser testada. O postulado fundamental de sua teoria está enunciado da seguinte maneira:

“os processos de construção de uma pessoa estão psicologicamente canalizados pelos modos como ela antecipa os acontecimentos” (Kelly, 1955, citado por Moreira, 1999).

Podemos concluir que este processo de construção em cada pessoa, depende não de instintos, mas do movimento realizado, através de caminhos que irão facilitar ou restringir para se chegar à interpretação. Kelly em sua obra possui 11 corolários de apoio à sua teoria (corolário da construção, da individualidade, da organização, da dicotomia, da escolha, do âmbito, da experiência, da modulação, da comunalidade, da

fragmentação, e corolário da sociabilidade), porém, vamos nos deter apenas no que será importante para este trabalho.

2.1.1.1 Corolário da Construção:

Este corolário diz o seguinte: “a pessoa antecipa os acontecimentos construindo as suas réplicas”. Através da experiência, cada pessoa constrói o seu conhecimento que servirá para estabelecer semelhanças e diferenças entre os mesmos. Deste modo, podemos relacionar este corolário a este trabalho, pois através das demonstrações dos experimentos, da aula teórica e o suporte do professor cada aluno irá construir seu próprio conhecimento sobre o que está visualizando naquele momento.

2.1.1.2 Corolário da Experiência:

No corolário da experiência, “O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói, sucessivamente, réplicas de eventos”. Aqui, o aluno irá interpretar os acontecimentos à medida que eles irão ocorrendo, ou seja, se repetindo. À medida que o aluno repete a experiência, vai aos poucos mudando seu conceito sobre aquele acontecimento. A figura a seguir ilustra claramente como se desenvolve o ciclo da experiência segundo Kelly:



Figura 2.2. Representação do Ciclo da Experiência de Kelly

Fonte: Neves (2006)

Antecipação: essa etapa inicia-se quando a pessoa tenta antecipar o evento, utilizando os construtos que possui no seu sistema de construção;

Investimento: quando a pessoa realiza a fase anterior, dependendo de sua capacidade de construir a réplica do evento, ela acaba por se engajar na fase de investimento, quando se prepara para encontrar-se com o evento;

Encontro: nesse encontro, a pessoa checa suas teorias pessoais;

Confirmação ou desconfirmação (validação): a checagem dessas teorias conduz à confirmação ou desconfirmação das mesmas;

Revisão construtiva: após a confirmação ou desconfirmação da teoria, surge uma revisão dos pontos que geraram problemas. Essa revisão poderá levar à formação de novas construções dessa relação. (Neves, 2006)

Fazendo novamente a relação com o trabalho desenvolvido, através da visualização, observação e manipulação do experimento, o aluno criará estas réplicas de conhecimento.

2.1.1.3 Corolário da Individualidade:

Cada aluno interpretará a experiência vivenciada de uma maneira diferente, pois assim como nos construtos, sua interpretação será única. Por isto, segue o enunciado do corolário da individualidade: “As pessoas diferem umas das outras nas suas construções de eventos” (MOREIRA, 1999. Pg. 130).

2.1.1.4 Corolário da Comunalidade:

“Na medida em que uma pessoa emprega uma construção da experiência que é similar àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são similares ao da outra pessoa” (Moreira, 1999. Pg. 135).

Explicando melhor o enunciado acima, se duas pessoas realizam uma mesma experiência, cada uma pode interpretar de uma maneira diferente, porém haverá uma similaridade no entendimento de ambas. Ou seja, temos uma interpretação similar através de processos semelhantes.

2.1.2 A Teoria de mediação e interação de Vygotsky

Vygotsky possui uma visão sócia construtivista do desenvolvimento com ênfase no papel do ambiente social e cultural no desenvolvimento da aprendizagem. Para ele, portanto, o desenvolvimento dos processos cognitivos superiores é resultado de uma relação mediada. Ou seja, é um processo de intervenção onde a relação deixa de ser direta e passa a ser mediada (OLIVEIRA, 1997).

Para que o processo de conversão das relações sociais em operações mentais ocorra é necessário a utilização de instrumentos e signos. Os instrumentos são elementos mediadores entre homem-natureza, já os signos agem como um instrumento da atividade psicológica que irão permitir a modificação das operações mentais (OLIVEIRA, 1997).

Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interiorização de instrumentos e também sistemas de signos, produzidos culturalmente (MOREIRA, 1999). Ou seja, instrumentos e signos são construções sócias históricas e culturais.

O desenvolvimento do pensamento não vai do individual para o social, mas sim do social para o individual, pois é na socialização que o indivíduo consegue desenvolver os processos mentais mais superiores.

Em relação ao processo de ensino-aprendizagem, o professor é o mediador da aprendizagem do aluno, interagindo com o mesmo e facilitando-lhe o domínio e a apropriação de diferentes conceitos.

Nesta abordagem, Vygotsky explica que há a Zona de Desenvolvimento Real e a Zona de Desenvolvimento Proximal, conforme indica a figura 2.3 de referencias internas de Freire, 2019.

A primeira zona está relacionada com os conhecimentos já adquiridos pelo aluno, com o que ele já sabe fazer sozinho, sem a ajuda de alguém; já o plano da Zona de Desenvolvimento Proximal seria a distância entre o nível atual de desenvolvimento e o seu nível potencial, ou seja, o professor precisa ajudar o aluno a resolver problemas que estão fora do seu alcance, desenvolvendo estratégias para que ele possa resolvê-los de modo independente.

Para Moreira (1999) o processo de ensino é definido da seguinte forma: “A interação social que provoca a aprendizagem deve ocorrer dentro da zona de

desenvolvimento proximal, mas, ao mesmo tempo, tem um papel importante na determinação dos limites dessa zona”.

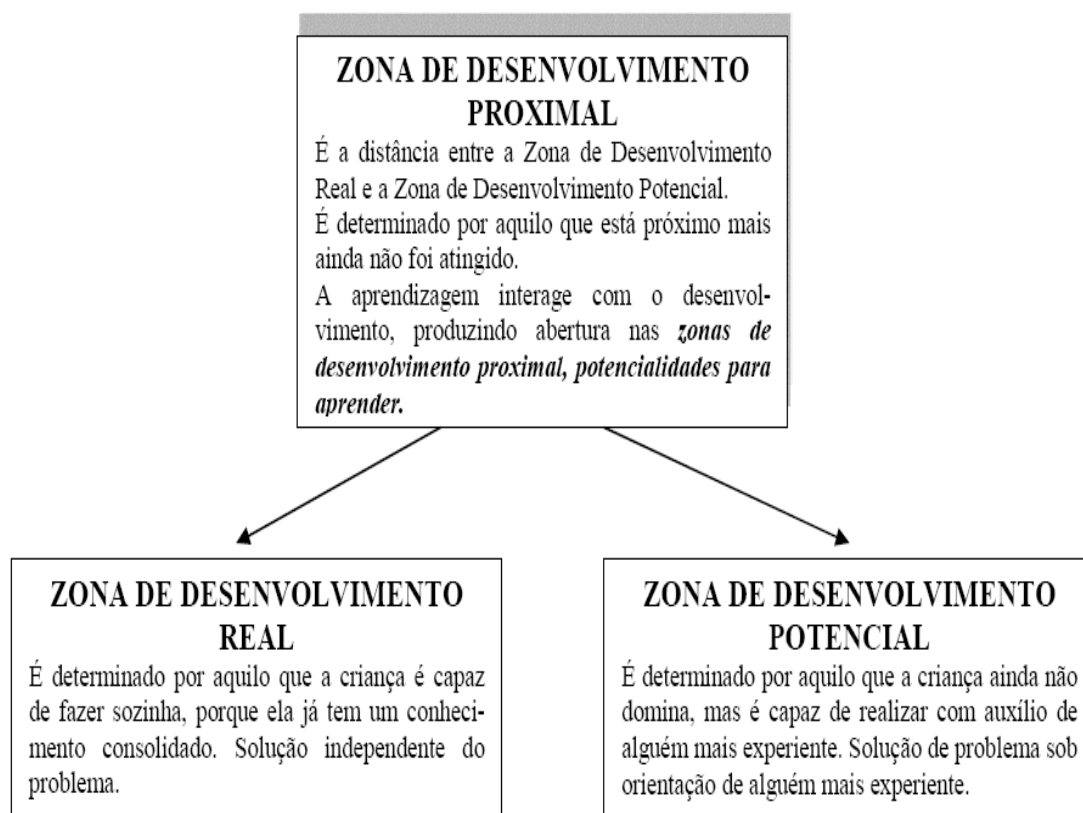


Figura 2.3. Zonas de Desenvolvimento.

Fonte: (FREIRE, 2019)

Vygotsky ainda nos coloca a ideia de externalização do pensamento, pois nem sempre temos que falar para descobrir o que pensamos, ou melhor, não temos simplesmente pensamentos prévios que expressamos através da linguagem. Ele existe através dela.

Assim como a linguagem escrita pode ajudar a externalizar um pensamento, um processador de textos pode ajudar a fazer o mesmo tornando mais fácil a construção, combinação e comparação de manuscritos. Indo mais além, com a demonstração e manipulação de experimentos de baixo custo podemos ajudar os alunos a pensar, externalizar as ideias através da construção e exploração de modelos físicos que representem a realidade.

As demonstrações apresentadas em sala se tornam um “signo”, pois levarão os estudantes a internalizar os conteúdos através do “instrumento” aula teórica falada em sala de aula pelo professor.

Capítulo 3

A Hidrostática e sua importância na EJA

A Hidrostática é um ramo da física que estuda característica dos fluidos, como densidade, pressão, força de empuxo, em condições de equilíbrio (estática dos fluidos). Sua importância está diretamente ligada com o nosso dia-a-dia, como por exemplo, o funcionamento de seringas de injeção, elevadores hidráulicos em oficinas, dos canudinhos para tomar refrigerante, etc.

Na Educação de Jovens e Adultos se torna um tema interessante devido sua aplicabilidade prática, por isto, é muito importante os alunos entenderem alguns destes conceitos para saberem identificar a física no cotidiano.

Primeiramente, em uma aula com este tema precisamos definir o que vem a ser um fluido. Fluido é “qualquer substância que pode escoar e alterar a forma do volume que ele ocupa” (YOUNG, 2002, pág. 06). Ao contrário de um sólido, pois este tende a manter a sua forma. Usamos o termo fluido para gases e líquidos também.

Outra característica fundamental para compreensão é a densidade. Pois se sabendo interpretar a mesma, o aluno irá compreender porque determinados objetos submergem enquanto outros emergem na água.

A seguir a fórmula da densidade:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Onde:

ρ = densidade do material

m = massa do material

v = volume ocupado pelo material

A unidade no SI de densidade é o quilograma por metro cúbico (1 kg/m^3)

Então se tenho dois objetos produzidos de um mesmo material, isto quer dizer que mesmo que a massa e o volume sejam diferentes, os dois irão possuir a mesma densidade.

Outro conceito fundamental é o de pressão em um fluido.

Young (2016) nos coloca esta expressão:

$$P = \frac{dF}{dA} \quad (2)$$

Onde:

P = Pressão em um ponto em um fluido;

dF = Força normal exercida pelo fluido sobre uma pequena superfície nesse ponto;

dA = Área da superfície.

Um fluido exercerá uma força perpendicular sobre qualquer superfície que esteja em contato com ele. Então se considerarmos uma pequena superfície de área dA centralizada em um ponto do fluido, a força normal exercida pelo fluido sobre cada lado de uma superfície imaginária é dF .

Assim, de acordo com a fórmula acima, a pressão nesse ponto P é a força normal pela unidade de área.

Relacionando com uma aula teórica na educação de jovens e adultos, antes de chegar a este conceito, explicamos primeiramente ao aluno o que vem a ser pressão; como relacionar este conceito no seu dia através de exemplos práticos como o ato de afiar facas para que a área de contato com o objeto a ser cortado seja o menor possível, uma cama de pregos, pelo fato de ser um objeto pontiagudo, entre outros.

3.1 Lei de Steven:

Para analisarmos esta lei, precisamos primeiramente saber que a superfície livre de um líquido, em contato com a atmosfera, é uma superfície isobárica, pois todos os seus pontos estão submetidos à pressão atmosférica (MOYSES, 2002).

E adotar que a densidade do fluido seja constante, isto porque a densidade de um fluido varia geralmente muito pouco, mesmo quando submetido a pressões consideráveis. A aceleração da gravidade também deve permanecer constante em todos os pontos do fluido.

Assim, a pressão P em uma profundidade h é maior que a pressão P_0 na superfície, e a diferença entre elas é ρgh .

$$P = P_0 + \rho gh \quad (3)$$

Onde:

P = Pressão na profundidade h em um fluido com densidade uniforme;

P_0 = Pressão na superfície do fluido

ρ = Densidade uniforme do fluido;

g = Aceleração da gravidade;

h = Profundidade abaixo da superfície;

A referida lei nos diz que “a pressão no interior de um fluido aumenta linearmente com a profundidade” (MOYSES, 2002, pág. 7). Isso nos mostra que quando aprofundamos um objeto cada vez mais em um fluido a partir da superfície, a pressão será cada vez maior, por outro lado, se tivermos dois objetos a uma mesma altura em um determinado líquido, podemos dizer que ambos estão submetidos à mesma pressão.

Por este motivo, por exemplo, um mergulhador mesmo com todo o suporte necessário, só pode ir até uma determinada profundidade devido esta coluna de água exercer pressão sobre seu corpo.

3.2 Lei de Pascal:

Em seu livro, Young (2016) define esta lei da seguinte forma:

“A pressão aplicada a um fluido no interior de um recipiente é transmitida sem nenhuma diminuição a todos os pontos do fluido e para as paredes do recipiente”. (YOUNG, 2016, pág.85)

Este autor ainda nos dá exemplos de aplicabilidade desta lei como, por exemplo, um elevador hidráulico de automóveis, cadeiras de dentistas, macacos hidráulicos, diversos elevadores e freios hidráulicos.

E ainda ilustra (Figura 3.1) a sua aplicação para um elevador hidráulico nos dizendo que este dispositivo multiplica o valor da força aplicada e o fator de multiplicação é dado pela razão entre as áreas dos dois pistões:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{e} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \quad (4)$$

Muitos alunos do CEEFJA trabalham ou já trabalharam em oficinas de automóveis, algumas indústrias da região, e claro, muitos já foram ao dentista e puderam verificar esta teoria na prática.

Moyses (2002) enuncia esta lei de acordo como Pascal enunciou a mesma em 1663 a qual aplicou também à prensa hidráulica:

“Se um recipiente cheio de água, fechado tem duas aberturas, uma cem vezes maior que a outra: colocando um pistão bem justo em cada uma, um homem empurrando o pistão pequeno igualará a força de cem homens empurrando o pistão cem vezes maior... E qualquer que seja a proporção das aberturas estarão em equilíbrio”. (MOYSES, 2002, pág.8)

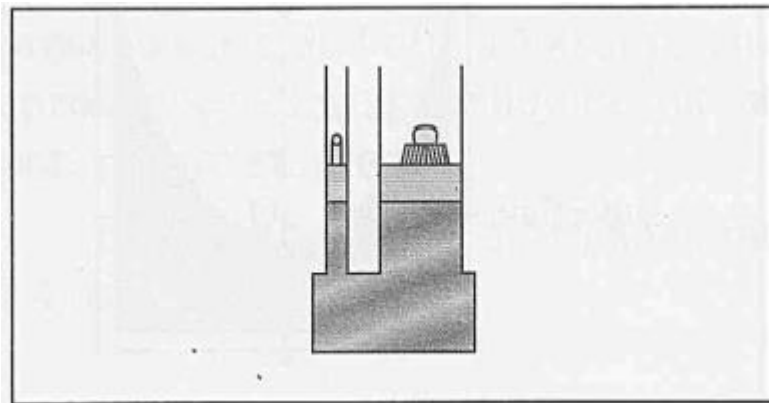


Figura 3.1: Prensa hidráulica
Fonte: Moyses (2002)

3.3 O Empuxo e o Princípio de Arquimedes:

Quando entramos em uma piscina, sentimos nosso corpo mais leve. Isto acontece porque qualquer objeto ou corpo imerso em um fluido irá sofrer uma força resultante exercida pelo fluido oposta à força peso. A esta força chamamos de Empuxo.

Por isto causa uma sensação de leveza dentro de uma piscina. Halliday em seu livro nos mostra uma figura, e que uma estudante está submersa dentro de uma piscina manuseando um saco plástico muito fino cheio de água.

Relata que o saco e água nele contido estão em equilíbrio estático, ou seja, não emerge e nem submerge por este motivo, a força gravitacional para baixo que esta água contida no saco está submetida tende a ser equilibrada por uma força resultante para cima pela água que está do lado de fora do saco. A esta força resultante ele nomeia de força de empuxo. Agora, definido esta força, podemos enunciar a lei de Arquimedes:

“Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo \vec{F}_E exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso $m_f g$ do fluido deslocado pelo corpo”. (HALLIDAY, 2009, pág.66).

Ainda segundo este autor, o módulo da força de empuxo será:

$$F_E = m_f g \quad (5)$$

Nesta parte, relacionamos este princípio físico não somente com piscinas, mas também com a realidade de muitos alunos em Marabá que moram nas proximidades e apreciam tomar banho nos rios da região.

Capítulo 4

Metodologia

De acordo com Prodanov & Freitas (2013), Metodologia em um nível aplicado pode ser definida como:

“Examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação (PRODANOV, 2013, pág. 14).

Para estes autores, são procedimentos e técnicas que devem ser aplicados para a construção do conhecimento, para verificar sua validade e utilidade perante a sociedade.

Neste trabalho, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa, que segundo Gerhardt & Silveira (2009), não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.

Assim, o uso de experimentos de baixo custo torna-se uma alternativa viável tanto para o professor quanto para o aluno, pois são experimentos que podem ser confeccionados com materiais recicláveis e de fácil acesso. Pela simplicidade dos experimentos, também são mais fáceis de serem compreendidos, relacionam a teoria com a prática e fazem com que o aluno fique mais motivado e concentrado durante as aulas.

Dentre outras vantagens deste tipo de experimento, é que os mesmos não requerem o ambiente do laboratório, podendo ser realizados em ambientes alternativos, inclusive a própria sala de aula.

4.1 O Local de Aplicação

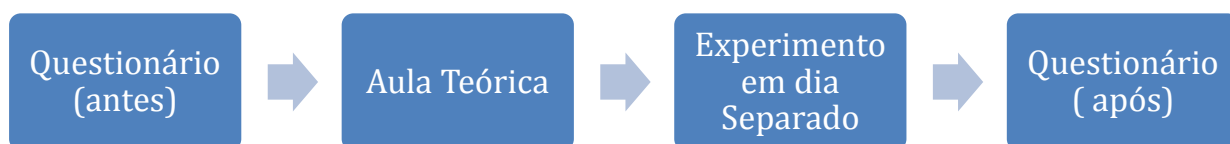
O trabalho foi realizado em duas escolas do núcleo Nova-Marabá, na cidade de Marabá, Estado do Pará. Escola Municipal de Ensino Fundamental Jonathas Pontes Athias, e na Escola Municipal de Ensino Fundamental Fátima Maria Fernandes Gadelha.

Duas turmas de Ceeja, na disciplina de Ciências Naturais, módulo 07 (este módulo se refere ao conteúdo de física) na escola Fátima Maria Gadelha, uma turma na escola Jonathas Pontes Athias serviram de objeto de estudo. O número de alunos variou em cada uma das turmas, por isso, no total tivemos o envolvimento de 47 alunos distribuídos nas três turmas.

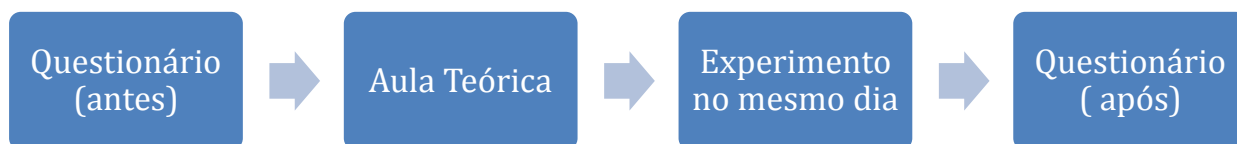
4.2 As Sequências Didáticas

O produto educacional será baseado em uma das sequências didáticas propostas abaixo:

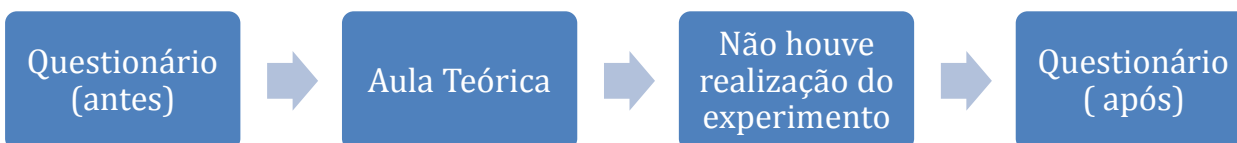
Sequência didática Turma 01



Sequência didática Turma 02



Sequência didática Turma 03



4.2.1 Os questionários

Realizamos um questionário (pré-teste) antes da aula com o intuito de averiguar se os alunos tinham algum conhecimento relacionado ao que iria ser repassado, e após a aula teórica, a aplicação de um questionário (pós-teste) após a aula teórica sobre os conceitos da Hidrostática para verificação da aprendizagem dos alunos. A seguir, fotos dos alunos realizando o questionário:



Figura 4.1: Alunos respondendo questionário antes.



Figura 4.2: Alunos respondendo questionário após.

Nos questionários “pré-teste” e “pós-teste” das três turmas tivemos a aplicação de quatro perguntas. As duas primeiras perguntas tinham mais relação com a parte teórica do conteúdo ministrado, enquanto as duas últimas tinham relação com a parte experimental demonstrativa em sala. A seguir, destacamos as perguntas:

- 1) *O que você entende por pressão, densidade e volume?*
- 2) *Você sabe o que é empuxo?*
- 3) *Como os submarinos submergem e emergem?*
- 4) *Em oficinas mecânicas temos os elevadores de automóveis, que servem para elevar o automóvel a uma certa altura do solo para o mecânico fazer a devida manutenção no veículo. Você sabe como funcionam os elevadores de automóveis em oficinas?*

4.2.2 A aula teórica

Foi ministrada uma aula em cada turma sobre os conceitos da Hidrostática, totalizando 90 minutos em cada turma. Abordamos conceitos como Pressão, Densidade, Volume, Força de Empuxo e as Leis de Pascal e Steven. O material foi disponibilizado em formato de Xerox para todos os alunos conforme Apêndice 1.

4.2.3 Os experimentos

Os experimentos escolhidos foram: “Mini submarino”, “Princípio de Steven com garrafas” e “Princípio de Pascal com seringas”.



Figura 4.3: Experimentos Utilizados



Figura 4.4: "mini submarino"



Figura 4.5: Alunos manuseando o mini submarino.



Figura 4.6: Princípio de Steven com garrafas.



Figura 4.7: Verificação do princípio de Steven



Figura 4.8: Princípio de Pascal com seringas.

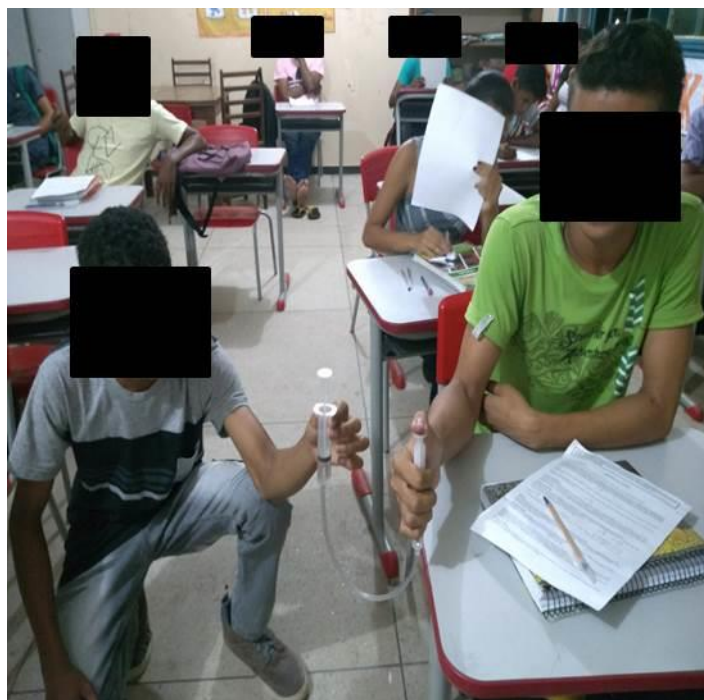


Figura 4.9: Verificação do Princípio de Pascal.

Como parte do Produto Educacional, criamos um roteiro de como confeccionar cada experimento, materiais utilizados e discussão acerca dos princípios físicos envolvidos em cada um, estão disponibilizados no Apêndice A.

Capítulo 5

Resultados e Discussões

Nesta parte iremos descrever todas as atividades realizadas em sala, quais os resultados que encontramos, colocando pontos positivos e negativos para finalmente podermos avaliar nossa proposta.

A coleta de dados foi realizada através de questionários subjetivos, conforme dito anteriormente. Este questionário (pré-teste) foi aplicado com o objetivo de saber se os alunos tinham algum conhecimento prévio acerca do assunto que iria ser explorado em sala de aula. Após a aula teórica e o experimento (nas turmas que o mesmo foi realizado), e também na turma e que não houve a demonstração aplicamos o questionário (pós-teste) para verificar se houve um avanço na aprendizagem dos alunos.

5.1 Resultados dos questionários

Após a aplicação de todas as etapas nas turmas, separamos o entendimento dos alunos por categoria, em cada questão da seguinte forma:

- a) Não sabe;*
- b) Respondeu corretamente ou parcialmente;*
- c) Não respondeu ou respondeu errado;*

Justificando cada categoria acima, a letra “a” foi criada, pois muitos alunos escreveram como resposta: “Não sei”, a Letra “b” representa os alunos que responderam corretamente ou parte da resposta estava correta, e a letra “c” devido muitos alunos não terem respondido as questões ou responderam de forma completamente errada.

A seguir, mostraremos os gráficos de cada questão, em cada uma das três turmas, para podermos analisar e verificar quais os resultados encontrados:

Na Turma 01 que possuía 22 alunos, no questionário (pré-teste) obtivemos os seguintes gráficos:

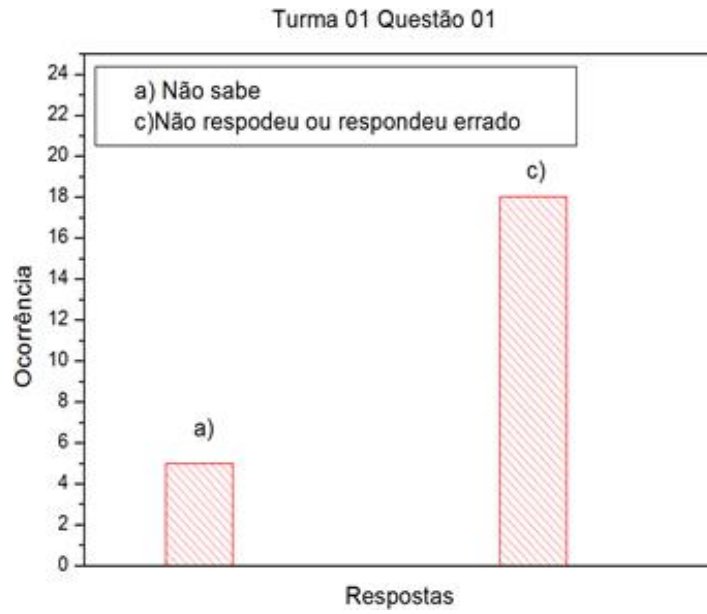


Figura 5.1: Gráfico da questão 01 da Turma 01(antes)

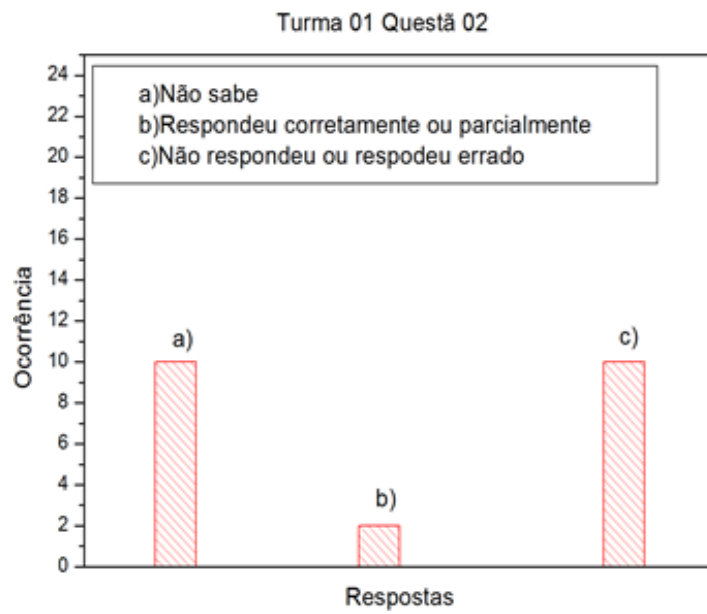


Figura 5.2: Gráfico da questão 02 da Turma 01(antes)

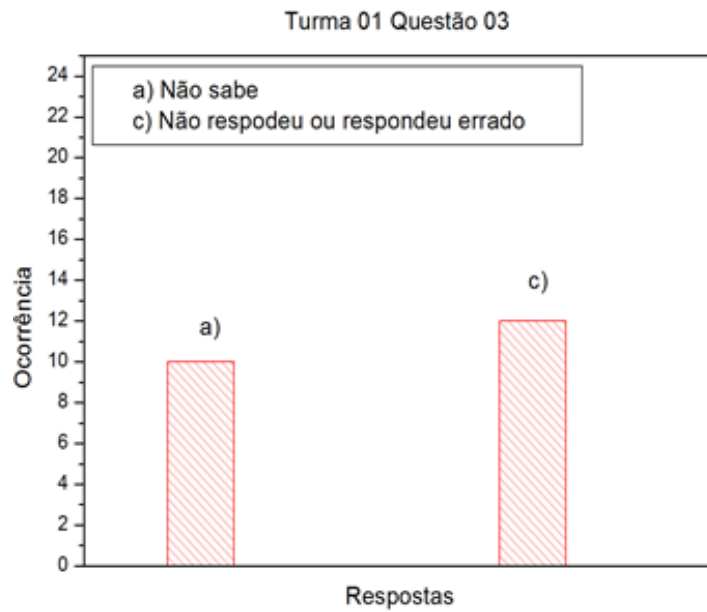


Figura 5.3: Gráfico da questão 03 da Turma 01(antes)

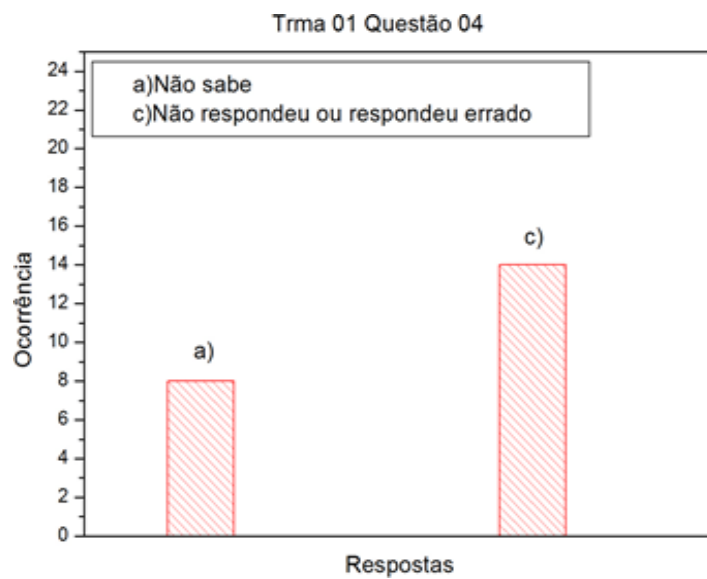


Figura 5.4: Gráfico da questão 04 da Turma 01(antes)

Podemos observar que neste questionário, apenas na segunda questão obtivemos algum acerto. Em todas as outras o índice de erro foi bastante elevado. Já no questionário (pós-teste), obtivemos:

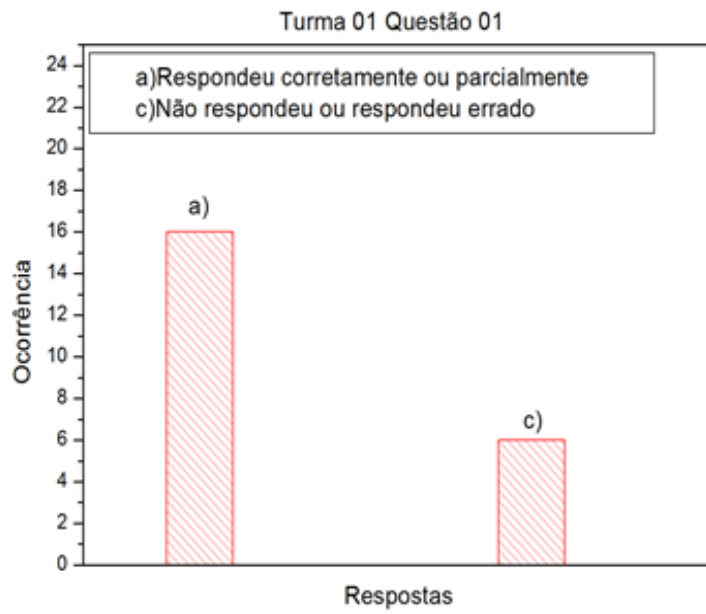


Figura 5.5: Gráfico da questão 01 da Turma 01(após)

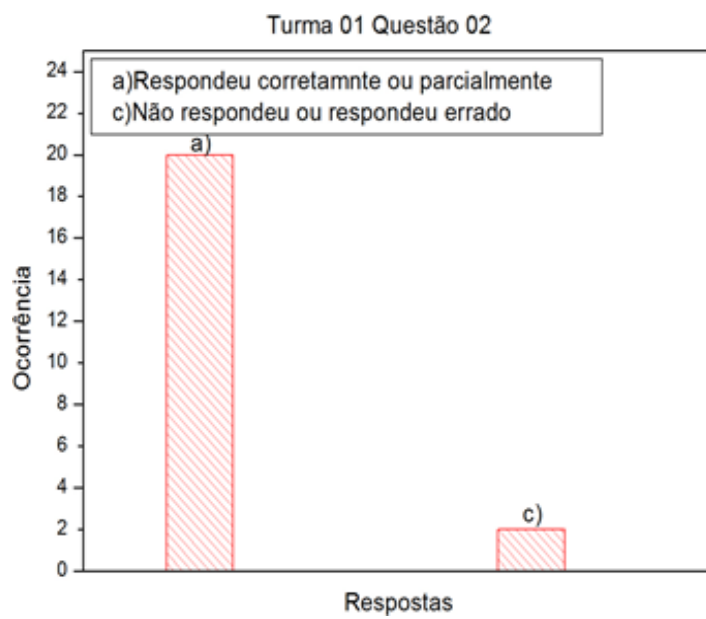


Figura 5.6: Gráfico da questão 02 da Turma 01(após)

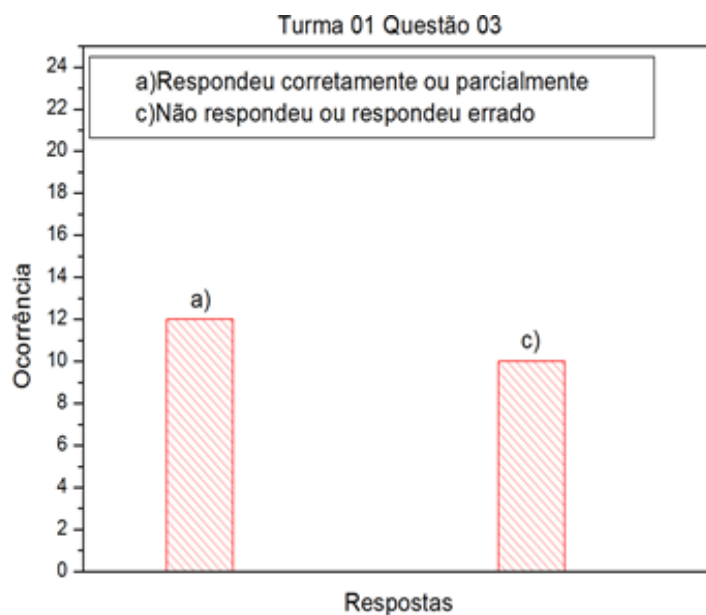


Figura 5.7: Gráfico da questão 03 da Turma 01(após)

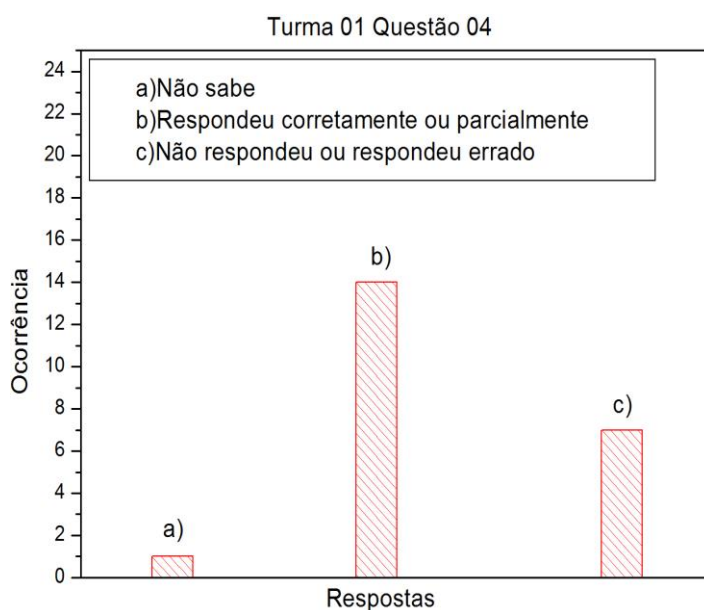


Figura 5.8: Gráfico da questão 04 da Turma 01(após)

Percebemos que após a aula e o experimento no outro dia, tivemos um elevado número de acertos na primeira e segunda questão, bem como um resultado bastante positivo nas últimas questões. Este resultado construtivo pode ser verificado em outros trabalhos, a exemplo, Pereira (2014), utilizando experimentos de baixo custo no ensino de dilatação linear, verificou que:

“Após a demonstração, percebeu-se a diferença nos resultados, que passaram a ser mais positivos, onde os alunos absorveram melhor as explicações. Os dados obtidos com o instrumento de pesquisa permitiram destacar o papel das atividades experimentais nas aulas de Física, pois ao se comparar as respostas dadas por eles após a demonstração, com as respostas obtidas no início da aula com observou-se não só o aumento no interesse deles pelo assunto, mas também uma aprendizagem mais consistente, já que eles conseguiram responder corretamente, e com mais autonomia e segurança” (PEREIRA, 2014. Pág. 08).

Darroz (2011), realizando experimentos de baixo custo sobre Empuxo com alunos do 2º ano do Ensino Médio, nos relata que:

“A atividade proposta é uma alternativa interessante para professores de nível básico mostrarem a existência da força de empuxo, assim como a relação que há entre a intensidade dessa força, o peso do corpo e o volume de fluido deslocado, uma vez que utiliza materiais alternativos e busca propiciar uma maior proximidade entre os conceitos físicos estudados em sala de aula e o mundo no qual os estudantes estão inseridos. A partir da implementação da atividade, ficou evidenciado que os objetivos foram alcançados, pois, no decorrer da atividade, os estudantes demonstraram-se interessados, curiosos e altamente motivados. (DARROZ, 2011. Pág. 30-31).

Vamos observar agora, os gráficos do pré-teste da Turma 02 que possuía 15 alunos:

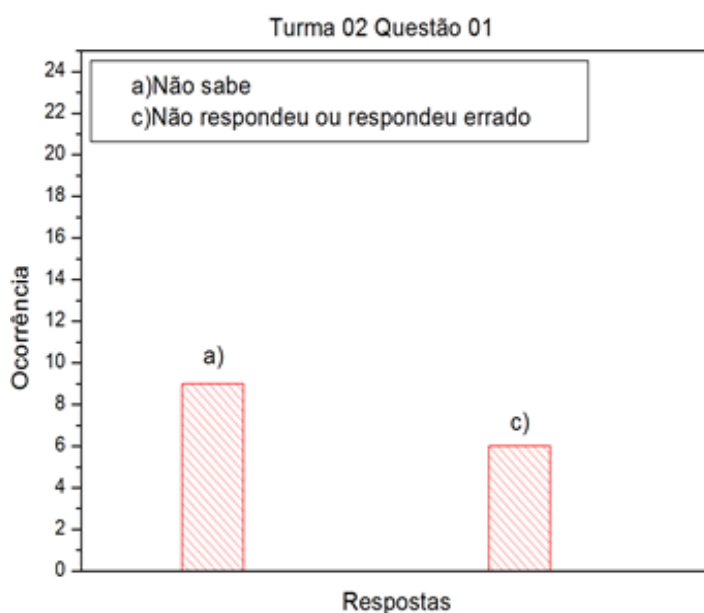


Figura 5.9: Gráfico da questão 01 da Turma 02(antes)

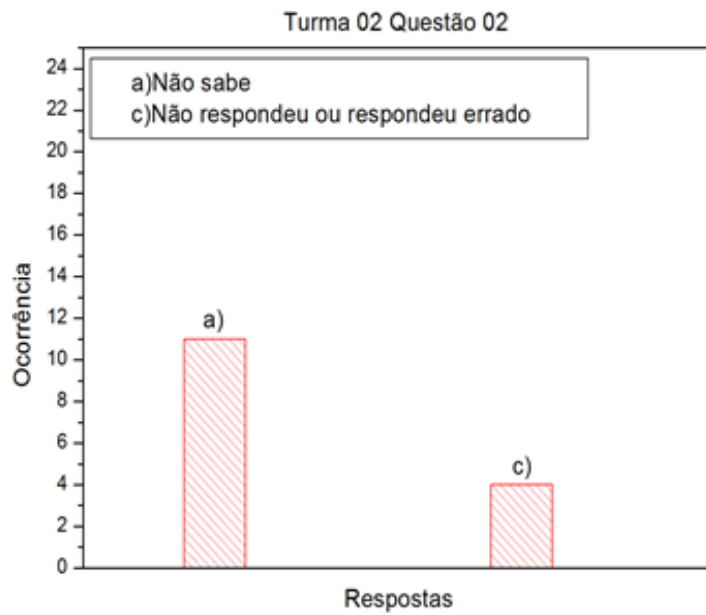


Figura 5.10: Gráfico da questão 02 da Turma 02(antes)

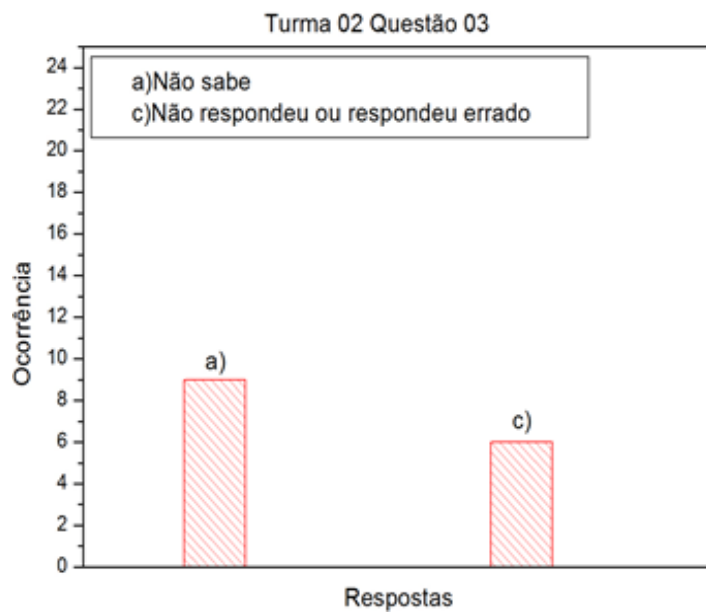


Figura 5.11: Gráfico da questão 03 da Turma 02(antes)

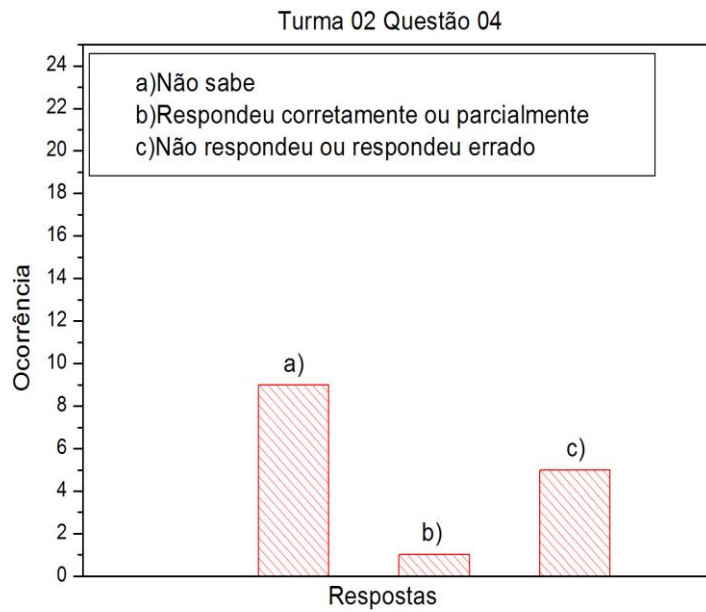


Figura 5.12: Gráfico da questão 04 da Turma 02(antes)

No pré-teste da Turma 02 observamos um comportamento parecido com o da Turma 01. Apenas 01 aluno acertou a questão de número quatro.

Verificando o Questionário (pós-teste), plotamos os seguintes gráficos:

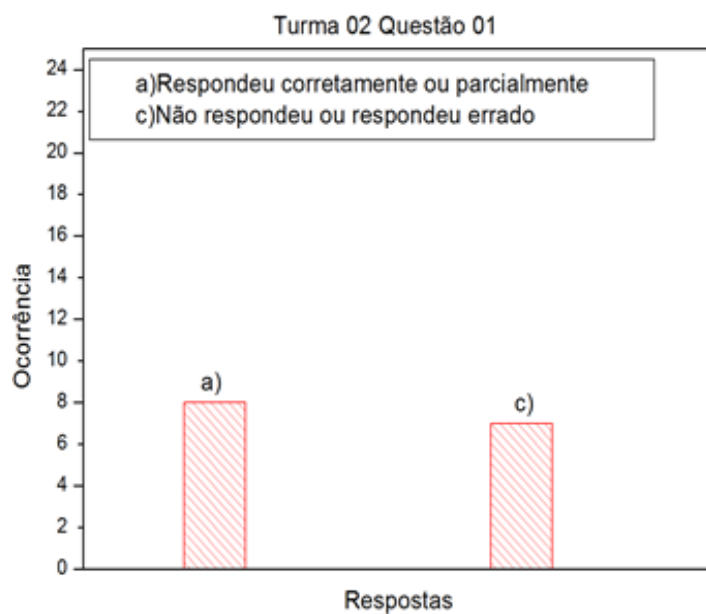


Figura 5.13: Gráfico da questão 01 da Turma 02(após)

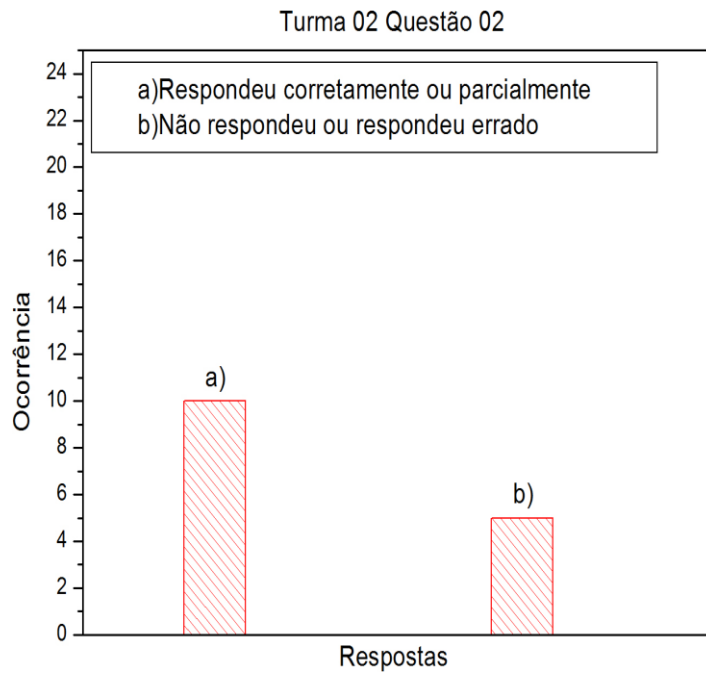


Figura 5.14: Gráfico da questão 02 da Turma 02(após)

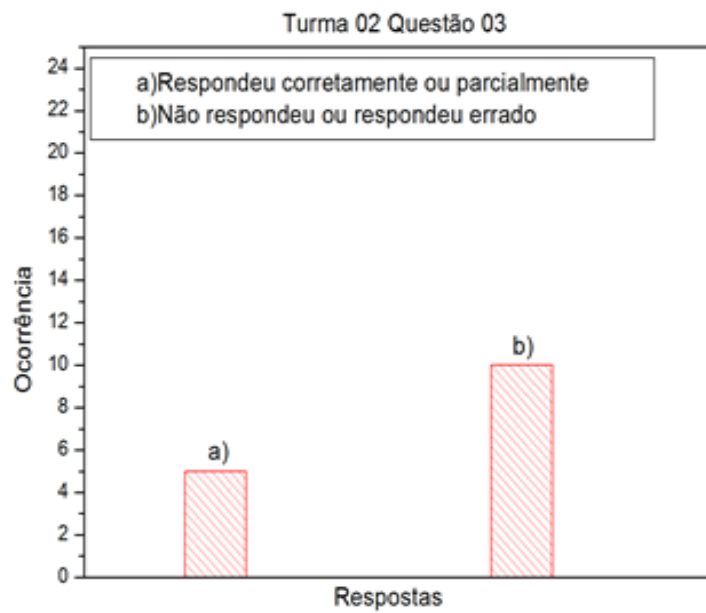


Figura 5.15: Gráfico da questão 03 da Turma 02(após)

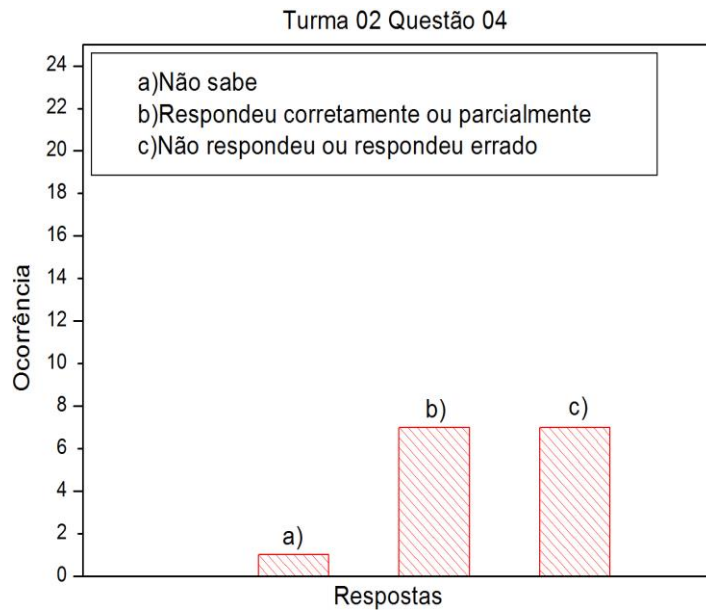


Figura 5.16: Gráfico da questão 04 da Turma 02(após)

Destaca-se aqui, que os alunos desta turma não obtiveram o mesmo êxito dos alunos da Turma 01. Na primeira e quarta questão, por exemplo, podemos notar uma equiparação de respostas certas com respostas erradas, e na terceira questão um índice alto de erros, mesmo após a demonstração dos experimentos.

Por último vamos analisar os gráficos da Turma 03 que possuía um total de 10 alunos. Primeiramente, os gráficos do pré-teste:

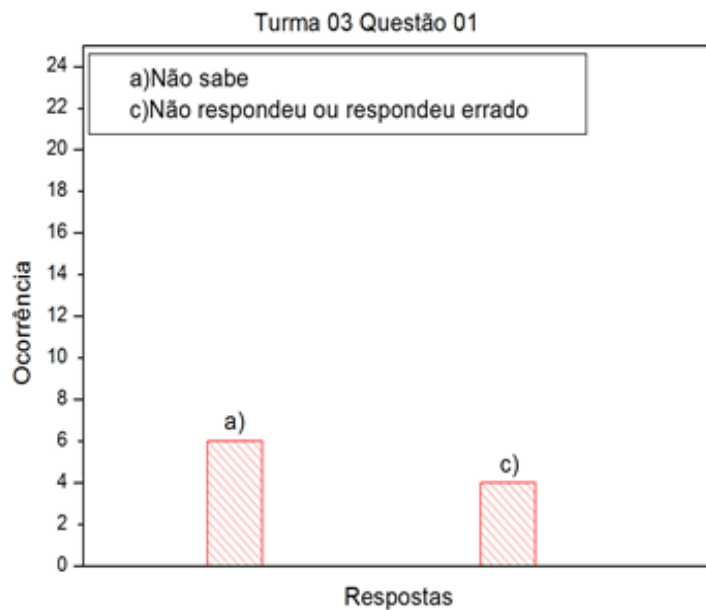


Figura 5.17: Gráfico da questão 01 da Turma 03(antes)

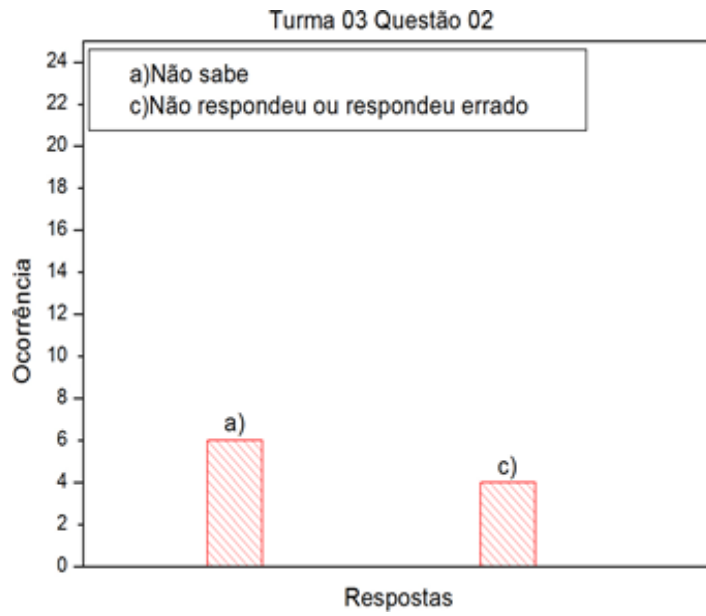


Figura 5.18: Gráfico da questão 02 da Turma 03(antes)

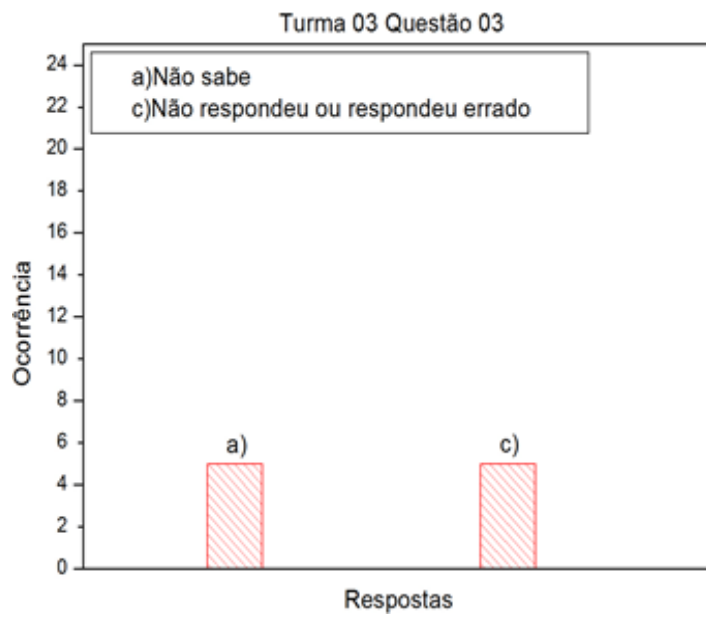


Figura 5.19: Gráfico da questão 03 da Turma 03(antes)

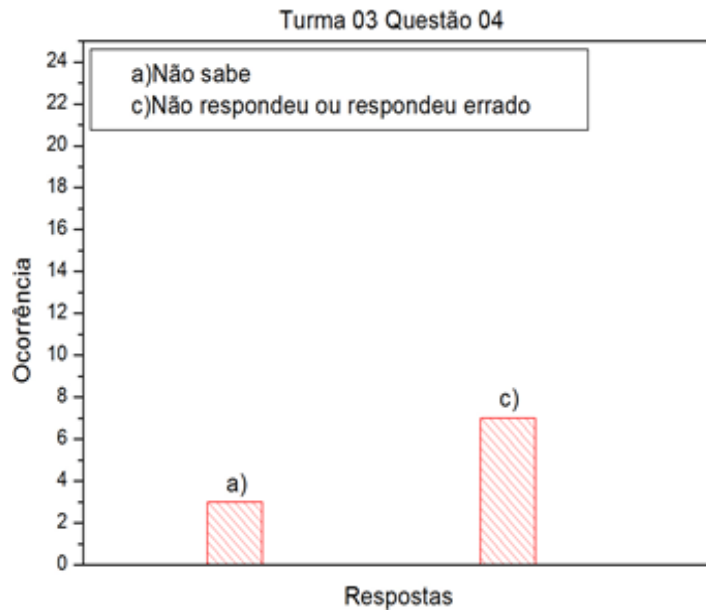


Figura 5.20: Gráfico da questão 04 da Turma 03(antes)

Nesta turma, olhando para os gráficos, não houve acerto algum em nenhuma questão do questionário aplicado antes da aula. Vejamos agora os resultados do questionário após a aula abaixo:

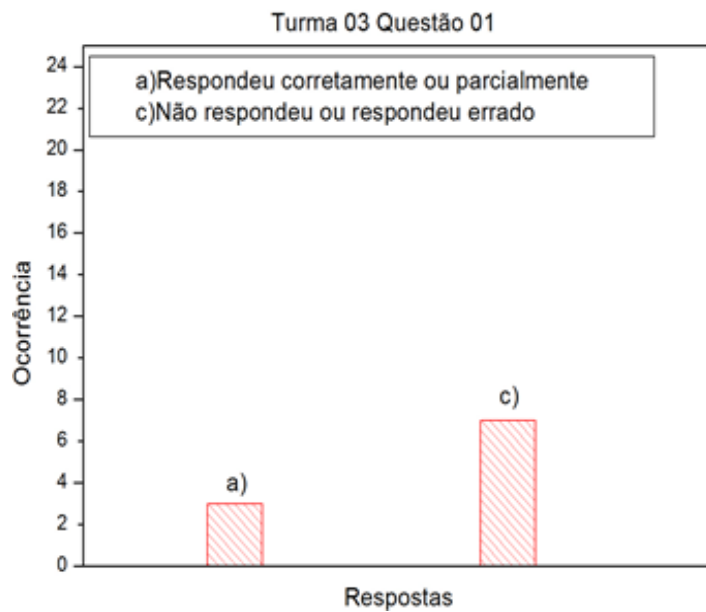


Figura 5.21: Gráfico da questão 01 da Turma 03(após)

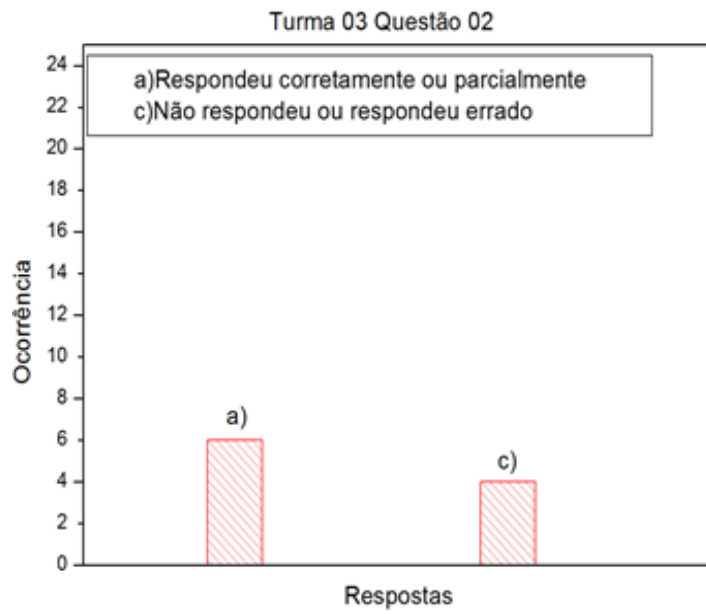


Figura 5.22: Gráfico da questão 02 da Turma 03(após)

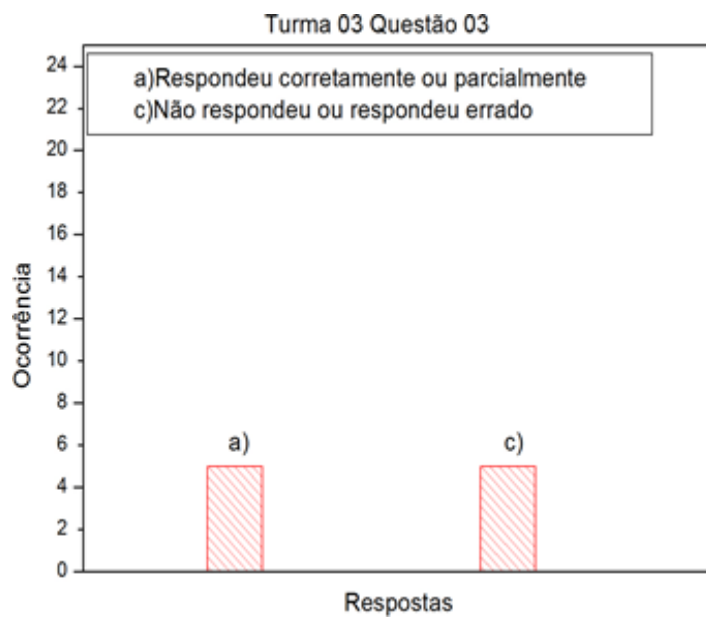


Figura 5.23: Gráfico da questão 03 da Turma 03(após)

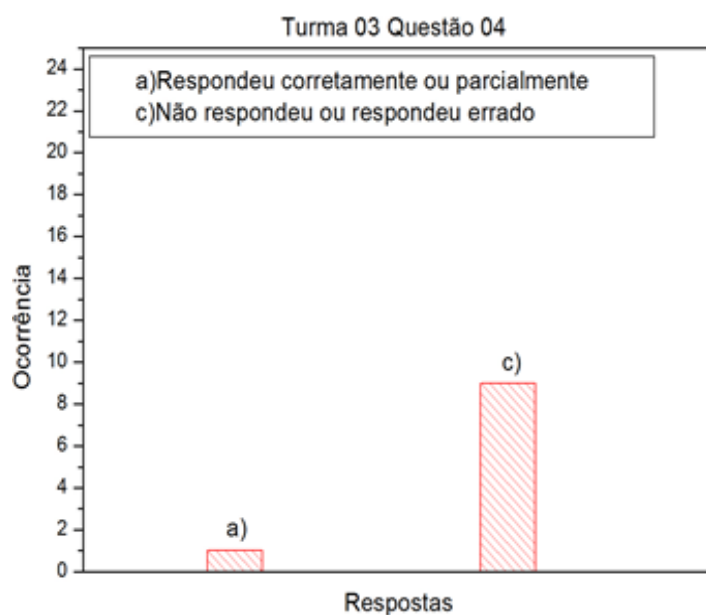


Figura 5.24: Gráfico da questão 04 da Turma 03(após)

Nesta etapa, esta turma teve um resultado bastante negativo em comparação com as demais. Somente a questão 02 teve representatividade positiva, enquanto as demais ou tiveram índices muito baixos de acertos ou equiparação de acertos e erros conforme gráfico da questão 03. Vale ressaltar que esta turma não teve a oportunidade da demonstração dos experimentos igual as demais turmas anteriores.

Arrigone (2011) justifica em seu trabalho a importância deste tipo de atividade para um melhor aprendizado dos alunos:

“Comparando-se o desempenho dos alunos matriculados em turmas nas quais não foram feitas experiência de cátedra com o desempenho de alunos de turmas nas quais foram realizadas tais experiências, houve indicações de efeitos positivos das experiências na melhoria do desempenho dos alunos.” (ARRIGONE, 2011. Pág. 84).

5.2 Análises dos Resultados

De posse de cada questionário (antes) e (depois) em cada turma, podemos fazer uma análise mais minuciosa dos resultados encontrados. Na Turma 01, por exemplo, tivemos um aproveitamento superior em relação às outras duas turmas. Podemos notar um índice alto de acertos na 2ª e 3ª questões, e um resultado bastante satisfatório na 3ª e 4ª questões.

A Turma 02, pelo contrário, na 1ª e 4ª questões apresentou uma equiparação de respostas certas com erradas, a questão 03, que tinha relação com a demonstração desenvolvida teve um resultado bastante negativo, pois tivemos mais erros do que acertos. Apenas a 2ª questão mostrou um aspecto positivo. Observe o gráfico abaixo:

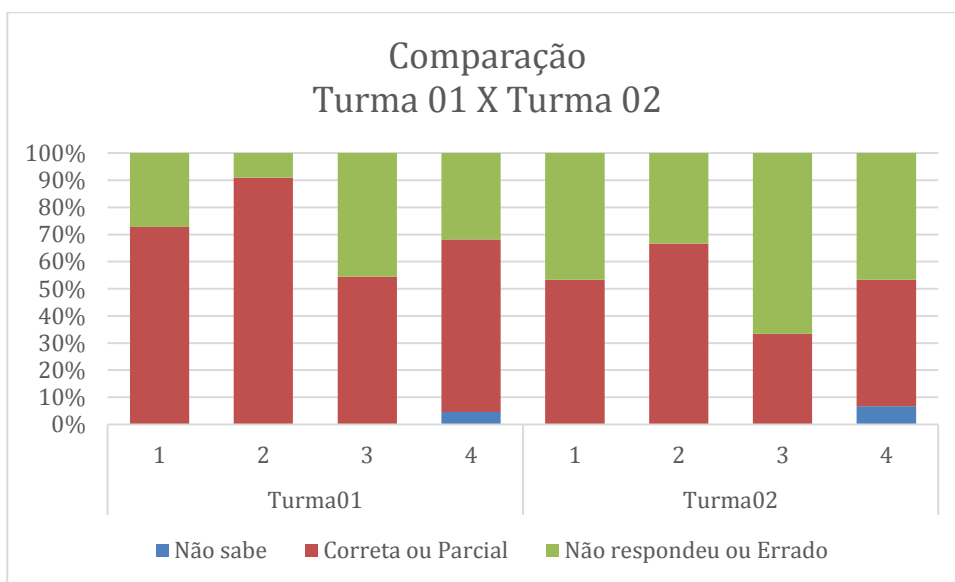


Figura 5.25: Comparação de rendimento Turma 01 x Turma 02

Em termos de porcentagem, fazendo um comparativo entre as duas turmas, a Turma 01 teve um rendimento acima de 50% em todas as questões, enquanto que a Turma 02 teve um rendimento abaixo de 50% nas questões 3 e 4. Isto chama a nossa atenção devido essas duas últimas questões terem mais relação com os experimentos demonstrativos realizados em sala. Isto quer dizer que os alunos não conseguiram relacionar a aula com a apresentação dos experimentos.

Podemos atribuir isto ao fato do experimento juntamente com o questionário pós-teste terem sido realizados em dias diferentes da aula teórica na Turma 01.

Assim, os alunos tiveram a oportunidade de internalizar melhor o conhecimento adquirido para posterior relação com o experimento, além de terem tido mais tempo para estudar a aula teórica que foi disponibilizada para todas as turmas.

A Turma 02 por sua vez, pelo fato de todo o processo ter ocorrido durante os 150 minutos de aula (pré-teste, aula teórica, experimento e pós-teste) não conseguiram os mesmos resultados da Turma 01.

Na 3ª Turma, verificamos um rendimento baixíssimo em praticamente todas as questões. Ressalta-se que esta turma não teve a apresentação dos experimentos.

Fica evidente que o resultado desta pesquisa nos mostra a importância de diversificarmos nossas aulas, adotando atitudes simples, como a confecção de experimentos de baixo custo, com matérias recicláveis para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos.

Outro ponto relevante da pesquisa se deve ao fato da diferença de desempenho nas turmas. Estamos cientes que o processo de ensino/aprendizagem é gradativo. Por este motivo a Turma 01 obteve maior sucesso em relação à Turma 02. Mas também não podemos nos esquecer dos nossos referenciais teóricos, pois tanto Kelly, como Vygotsky, nos ajuda a entender a importância do professor no processo de ensino/aprendizagem dos alunos.

Capítulo 6

Conclusão

Concluimos com o seguinte trabalho que na Educação de Jovens e Adultos para os professores trabalharem os conteúdos de Física no Ensino Fundamental, necessitamos que as aulas possam trazer algo novo, que desperte o interesse do educando.

O intuito deste trabalho foi mostrar a importância de uma sequência didática com experimentos de baixo custo que auxiliem no processo de ensino/aprendizagem principalmente quando é calcado em abordagens teóricas sobre a natureza do conhecimento neste processo.

Neste trabalho, experimentamos três sequências didáticas com o objetivo de verificar qual poderia obter um melhor resultado utilizando experimentos de hidrostática de baixo custo. Observamos que quando adotamos uma sequência didática baseada no ensino tradicional, ou seja, quando o professor apenas explana o conteúdo no quadro, sem a participação dos alunos e muito menos da visualização dos fenômenos físicos envolvidos, obtemos um rendimento bastante aquém do que almejamos.

Quando realizamos outra sequência, mas em que os alunos conseguem visualizar os fenômenos físicos, já obtemos uma melhora significativa em relação ao ensino tradicional, porém quando utilizamos os experimentos em dias separados da aula teórica, o ganho na aprendizagem se torna maior, isto se dá pelo fato de que a absorção do conhecimento é algo gradativo.

Os alunos se interessam mais pelas aulas, que se tornam mais atraentes, com uma relação conteúdo (aula teórica) e prática (demonstração dos experimentos) que auxiliam para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos.

É importante deixar claro, que os bons resultados desta sequência se deu pela forma como ela foi aplicada, pois a mesma traz informações e recurso, porém cabe ao professor planejar a execução em sala de aula.

Capítulo 7

Referências Bibliográficas

ÁLVARES, Beatriz Alvarenga e LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. Física ensino médio. Volume 3. 1ª edição. São Paulo. Editora Scipione. 2008

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000.

ARAÚJO, IVES SOLANO. Simulação e Modelagem Computacionais como Recursos Auxiliares no Ensino de Física Geral. 238 f. Tese de Doutorado. (Doutorado em Física). Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S.. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n.2, p. 176-178, jun, 2003.

ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. do N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1: p. 60-90, abr. 2011.

BRASIL. Lei nº5692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. MEC. Ensino de 1º e 2º grau.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional. – 2. ed. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018.58 p.

DARROZ, L. M.; PÉREZ, C. A. S. Princípio de Arquimedes: uma abordagem experimental. Física na Escola, v. 12, n. 2, p. 28-31, 2011.

FERREIRA, N.C. (1978). Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física. Dissertação Mestrado, 128p. IF-FE-USP

FREIRE, Ângela. Contribuições Teóricas de Lev Vygotsky (1896-1934). Prefeitura Municipal do Salvador. Secretaria Municipal de Educação e Cultura. Coordenadoria de Ensino e Apoio Pedagógico. Disponível em < <https://docplayer.com.br/334341-Contribuicoes-teoricas-de-lev-vygotsky-1896-1934-1.html>>>. Acesso em 30 de Abril de 2019.

GAMA, Aline Costalonga, O Ensino de Física na EJA: Uma proposta com foco na utilização de atividades experimentais demonstrativas- Um exemplo no estudo da

Hidroestática, Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- Universidade Federal do Espírito Santo, 2015, p.23-26.

GERHARDT, Tatiana E; SILVEIRA, Denise T. Métodos de Pesquisa. Série Educação a Distância. UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUERRA, J.H.L. (2000). Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em Planejamento e controle da Produção. São Carlos. 159p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica. Volume 2. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, 2005.

KELLY, G. A. A theory of personality: the psychology of personal constructs. New York: Norton, 1963

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A... Física II: Termodinâmica e ondas. 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil. Addison Wesley, 2016.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, I.C.C. atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências – V10(2)*, pp. 227-254, 2005.

H. Moysés Nussenzveig, Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, 4ª edição, Editora Edgard Blücher, 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. Teoria de aprendizagem. São Paulo: E.D.U., 1999.

Neto, A. A; Soares, N.N. Os modelos cosmológicos geocêntrico e heliocêntrico da Terra como tema motivador para alunos do CEEFJA-Marabá/PA de acordo com o Ciclo de Aprendizagem Kellyana. *Scientia Plena*. Vol 15, Num. 07. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. 10 pg. 2019

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997.

PAIVA, Vanilda Pereira. Educação popular e educação de jovens adultos. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 1973.

PEREIRA, Amanda B. B.; BEZERRA, Cleyton J. S.; SILVA, Oberlan. Uso da experimentação para o ensino de física: um relato de experiência na dilatação linear. In: V Encontro Nacional das Licenciaturas, Natal –RN, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgJpIAG/livro_metodologia-trabalho-cientifico-metodos-tecnicas-pesquisa-trabalhoacademico-2-edprodanov>. Acesso em 26 fev. 2018.

Resolução CNE/CEB nº 1/2000, aprovado em 05 de julho de 2000. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Brasília: Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, 2000a.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas. 2 ed. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, p.195-208, 2003.

SALVADEGO, W. N. C. Busca de informação: saber profissional, atividade experimental, leitura positiva, relação com o saber. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – UEL, Londrina, 2008.

NEVES, R. F. A interação do ciclo da experiência de Kelly com o círculo hermenêutico-dialético, para a construção de conceitos de biologia. 2006. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

Apêndice A

Roteiro de Confeção dos Experimentos

1. O mini submarino

Este experimento consiste em uma pequena tampa de caneta que flutua em um líquido dentro de uma garrafa “PET”. Fazendo pressão com as mãos, podemos ver que a tampa da caneta afunda até chegar ao fundo da garrafa. Quando paramos de fazer pressão com as mãos, a tampa retorna à superfície do líquido.

Material Utilizado:

- Garrafa “PET” de 2L com tampa
- Tampa de Caneta
- Massa para modelar ou massa epóxi
- Água
- Copo

Montagem do experimento:

Para montar, você precisa colocar um pouco de massa de modelar na parte inferior da tampa da caneta (haste), em seguida, fechar com a massa um pequeno orifício que fica na parte superior da tampa.

A massa que você modelar na haste deve ser suficiente para que ao colocar a tampa dentro de um copo com água, a mesma consiga flutuar. Remova ou adicione massa na haste até que a tampa consiga flutuar com um pouco de ar no interior da mesma. Após este procedimento, coloque a tampa de caneta dentro da garrafa cheia de água e feche bem a tampa da garrafa PET, conforme as figuras 01, 02, 03 e 04:



Figura 01: Copo e tampinha de caneta BIC



Figura 02: massa no orifício da tampa



Figura 03: Flutuação da tampa no copo



Figura 04: Flutuação da tampa na garrafa



Figura 05: Apertando a garrafa a tampa desce Figura 06: Solando a garrafa a tampa sobe

Discussão do Experimento “Mini Submarino”:

Quando um corpo está imerso em um fluido, agem sobre ele as forças peso, vertical e para baixo, devido à ação da gravidade e a força de empuxo, vertical e para cima. A intensidade da força de empuxo é igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo. Para que o sistema (tampa + massa de modelar + ar) suba ou desça, precisamos aumentar ou diminuir a quantidade de água no interior do mesmo.

Quando apertamos esta garrafa (figuras 05 e 06), que é de um material flexível, contendo um líquido em equilíbrio, o acréscimo de pressão é transmitido integralmente a todos os pontos deste líquido (Princípio de Pascal). Pois a água ao ser forçada para dentro da tampa comprime o ar no seu interior. Aumentando a pressão deste ar, diminuimos o seu volume e aumentamos sua densidade, fazendo com que o sistema (tampa + massa de modelar + ar) fique mais denso e afunde.

Ao contrário, quando soltamos e deixamos de fazer pressão, o excesso de água sai da tampa, o ar volta ao seu volume inicial e o sistema retorna a superfície do líquido.

2. Princípio de Steven com garrafas

Numa garrafa do tipo “PET” é feito um furo em sua base por onde o líquido irá escoar. Se deixarmos a garrafa fechada com a tampa na parte superior o líquido não

escoará pelo orifício da base. É preciso abrir a tampa para liberar a passagem do ar na parte superior para fazer o líquido escoar pelo orifício.

Material Utilizado:

- Garrafa tipo “PET” de 2L
- Água
- Canudinho de refrigerante
- Massa Epóxi
- Tesoura
- Estilete

Montagem do experimento:

Primeiramente, você tem que fazer um pequeno orifício na base da garrafa. Para isto, podemos utilizar a tesoura ou o estilete. Neste local é colocado um pedaço de canudinho de dois centímetros, e para fixá-lo utilizamos massa epóxi. A massa também serve para não haver vazamento de água durante o experimento.

Depois da secagem, podemos encher a garrafa com água e em seguida colocar o experimento dentro de uma bacia ou de uma pia para demonstrar o escoamento do líquido de acordo com as figuras de 07 a 10.



Figura 07: Furo na garrafa PET



Figura 08: Canudinho com massa epóx



Figura 09: Garrafa com a tampa fechada



Figura 10: Garrafa com a tampa aberta

Discussão do Experimento “Princípio de Steven com garrafas”:

De acordo com o matemático e físico Simon Stevinus (Steven):

“A força (f) exercida por um líquido sobre a base de um recipiente independe de sua forma, dependendo assim somente de sua altura (h) e da área (A) da base, onde (d) é a densidade do líquido e (g) é a aceleração da gravidade” [1], de acordo com a equação:

$$P = f / A = d.g.h \Rightarrow f = d.g.h.A$$

Se a altura h do líquido é a mesma em todos os recipientes, a força exercida sobre a base também é, embora o peso do líquido seja diferente.

Na situação inicial, temos o experimento com a tampa fechada e cheia de água. A única saída é pelo orifício que se encontra na base da garrafa. Nesta situação, o líquido não irá escoar, pois a pressão atmosférica, que é a pressão externa, equilibra a pressão do líquido (pressão hidrostática) e a pressão do ar aprisionado dentro da garrafa.

Este ar aprisionado dentro da garrafa tem pressão menor que o ar fora da garrafa, pois no momento em que fechamos a tampa, aumentamos o seu volume, enquanto o nível da água desce até haver o equilíbrio das pressões. Sendo assim, a pressão atmosférica será a soma das outras duas pressões (pressão hidrostática + pressão do ar aprisionado). Ao abrir a tampa, a pressão atmosférica somada com a pressão da coluna de líquido acima do orifício fará o líquido escoar.

3. Princípio de Pascal com seringas

Neste experimento, uma mangueira plástica liga duas seringas de tamanhos diferentes. O líquido que está dentro da mangueira pode escoar para qualquer uma das seringas, bastando movimentar seus êmbolos.

Material Utilizado:

- Seringa de cinco ml
- Seringa de 10 ml
- Mangueira transparente para seringa (20cm)
- Massa Epóxi
- Cola universal

Montagem do experimento:

Corte aproximadamente 20 cm da mangueira transparente e fixe as extremidades da mesma nas seringas. Utilize a cola ou a massa epóxi para este procedimento, pois assim evitará vazamentos. Retirando o embolo da seringa maior, coloque água até encher completamente a mangueira e certifique-se de que não há bolhas no sistema. Para melhor visualizar, recomendamos utilizar um corante ou tinta a base d'água. Podemos visualizar o experimento nas figuras 11 e 12 a seguir:



Figura 11: Seringa de 10ml cheia de água



Figura 12: Seringa de 20ml cheia de água

Discussão do Experimento “Princípio de Pascal com seringas”:

O Princípio de Pascal nos diz o seguinte:

“Os acréscimos de pressão sofridos por um ponto de um líquido em equilíbrio são transmitidos integralmente a todos os pontos do líquido e das paredes do recipiente que está contido” [1].

Como exemplo, podemos citar alguns sistemas hidráulicos que utilizam este princípio:

- Tratores para a movimentação de grande quantidade de areia (terra);
- Sistemas de freios hidráulicos de automóveis;
- Elevadores de automóveis em oficinas mecânicas que amplificam uma força relativamente pequena com o objetivo de elevar-se um peso relativamente grande.

Discussão do experimento:

Dois êmbolos cujas secções possuem áreas diferentes, A_1 e A_2 são colocados sobre um líquido. Aplicando uma força F_1 no êmbolo menor, o líquido fica sujeito a um acréscimo de pressão P_1 . Como esta pressão se transmite integralmente a todos os pontos do fluido, pelo princípio de Pascal, o êmbolo maior sofre o mesmo acréscimo de pressão do primeiro êmbolo.

Ou seja, as intensidades das forças aplicadas são diretamente proporcionais às áreas dos êmbolos, pois se área A_2 for vinte vezes maior que área A_1 , a força F_2 terá intensidade vinte vezes maior que a força F_1 .

$$A_2 = nA_1$$

$$F_2 = nF_1$$

Apêndice B

Aula Teórica

CEEJA – CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS “PROF^a. TEREZA DONATO DE ARAÚJO ENSINO FUNDAMENTAL PERSONALIZADO – MODALIDADE: SEMIPRESENCIAL
PROFESSOR: AUGUSTO NETO

Mecânica dos Fluidos

Conceitos Fundamentais

Fluido: É uma substância que tem a capacidade de escoar. Podem estar em forma de gases ou líquidos.

Densidade: Quando comparamos dois corpos formados por materiais diferentes, mas com um mesmo volume, quando dizemos que um deles é mais pesado que o outro, na verdade estamos nos referindo a sua densidade. A afirmação correta seria que um corpo é mais denso que o outro. Ela é obtida como o quociente entre a quantidade de massa m e o volume v que essa quantidade ocupa. Quando dizemos, por exemplo, que a densidade da água é de 1kg/l, isto significa que, num litro de água, encontraremos uma quantidade de água cuja massa é de 1kg.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Volume:

O volume de um corpo é a quantidade de espaço ocupada por esse corpo. O volume tem unidades de tamanho cúbicos (por exemplo, cm^3 , m^3)

Pressão: Matematicamente, a pressão média é igual ao quociente da resultante das forças perpendiculares à superfície de aplicação e a área desta superfície.

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Pressão atmosférica

Atmosfera é uma camada de gases que envolve toda a superfície da Terra. Aproximadamente todo o ar presente na Terra está abaixo de 18000 metros de altitude. Como o ar é formado por moléculas que tem massa, o ar também tem *massa* e por consequência *peso*. A pressão que o peso do ar exerce sobre a superfície da Terra é chamada *Pressão Atmosférica*, e seu valor depende da altitude do local onde é medida. Quanto maior a altitude menor a pressão atmosférica e vice-versa.

Pressão hidrostática

Da mesma forma como os corpos sólidos, os fluidos também exercem pressão sobre outros, devido ao seu peso.

Para obtermos esta pressão, consideremos um recipiente contendo um líquido de densidade d que ocupa o recipiente até uma altura h , em um local do planeta onde a aceleração da gravidade é g .

A Força exercida sobre a área de contato é o peso do líquido.

$$p = \frac{F_{\perp}}{A} \quad p = \frac{m \cdot g}{A}$$

Como: $d = \frac{m}{V}$

a massa do líquido é:

$$p = \frac{d \cdot V \cdot g}{A} \quad m = d \cdot V ; \text{mas } V = A_{\text{base}} \cdot h, \text{ logo:}$$

$$p = \frac{d \cdot A \cdot h \cdot g}{A} = d \cdot h \cdot g$$

Empuxo:

Ao entrarmos em uma piscina, nos sentimos mais leves do que quando estamos fora dela.

Isto acontece devido a uma força vertical para cima exercida pela água a qual chamamos *Empuxo*, e a representamos por \vec{E}

O Empuxo representa a força resultante exercida pelo fluido sobre um corpo. Como tem sentido oposto à força Peso, causa o efeito de leveza no caso da piscina.

Teorema de Steven

“A diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos.”

$$\Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Quando dois pontos de uma mesma porção de um mesmo líquido em equilíbrio estão no mesmo nível, significa que estão submetidos à mesma pressão. Através deste teorema podemos concluir que todos os pontos a uma mesma profundidade, em um fluido homogêneo (que tem sempre a mesma densidade) estão submetidos à mesma pressão.

A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é dada pela pressão exercida pela coluna de líquido entre eles.

Teorema de Pascal

“O acréscimo de pressão exercida num ponto em um líquido ideal em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos desse líquido e às paredes do recipiente que o contém.” sentidos.

Apêndice C

Questionários

CEEJA – CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS “PROFª. TEREZA DONATO DE ARAÚJO
ENSINO FUNDAMENTAL PERSONALIZADO – MODALIDADE: SEMIPRESENCIAL
PROFESSOR (A): _____ DATA: ___/___/___

Questionário 1 (Antes da aula)

1. O que você entende por Pressão, Densidade e Volume?

2. Você sabe o que é Empuxo?

3. Como os submarinos submergem e emergem?

4. Em oficinas mecânicas temos os elevadores de automóveis, que servem para elevar o automóvel a uma certa altura do solo para o mecânico fazer a devida manutenção no veículo. Você sabe como funcionam os elevadores de automóveis em oficinas?

Apêndice D

Questionários

CEEJA – CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS “PROFª. TEREZA DONATO DE ARAÚJO
ENSINO FUNDAMENTAL PERSONALIZADO – MODALIDADE: SEMIPRESENCIAL
PROFESSOR (A): _____ DATA: ___/___/___

Questionário 2 (Depois da aula)

1. O que você entende por Pressão, Densidade e Volume?

2. Você sabe o que é Empuxo?

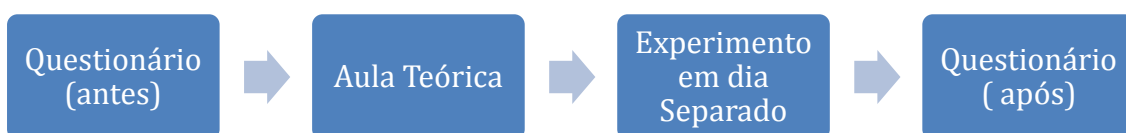
3. Como os submarinos submergem e emergem?

4. Em oficinas mecânicas temos os elevadores de automóveis, que servem para elevar o automóvel a certa altura do solo para o mecânico fazer a devida manutenção no veículo. Você sabe como funcionam os elevadores de automóveis em oficinas?

Apêndice E

Produto Educacional

O produto educacional deste trabalho será, portanto, a Sequência Didática em que houve um maior aproveitamento de aprendizagem por parte dos alunos, que no caso em tela, trata-se da Turma 01 da dissertação. A seguir, a sequência didática que o professor deverá utilizar:



1.1 Aplicação do questionário (pré teste) antes da aula

A realização de um questionário (pré-teste) antes da aula tem o intuito de averiguar se os alunos tem algum conhecimento relacionado ao que irá ser repassado. Assim como o questionário (pós-teste) após a aula irá verificar se houve ou não aprendizagem do alunato. A seguir, as perguntas que devem ser colocadas nos referidos questionários:

- 1) O que você entende por pressão, densidade e volume?*
- 2) Você sabe o que é empuxo?*
- 3) Como os submarinos submergem e emergem?*
- 4) Em oficinas mecânicas temos os elevadores de automóveis, que servem para elevar o automóvel a uma certa altura do solo para o mecânico fazer a devida manutenção no veículo. Você sabe como funcionam os elevadores de automóveis em oficinas?*

Podemos perceber que as duas primeiras perguntas tem um cunho mais conceitual enquanto as duas últimas um olhar mais voltado para a prática.

1.2. Aula Teórica

Prosseguir com a Aula Teórica sobre conceitos e leis da Hidrostática. Fazer a explanação sobre os conceitos de Empuxo, densidade, volume e pressão sempre exemplificando para o aluno com acontecimentos do cotidiano. Em seguida, enunciar e explicar de maneira prática as leis de Pascal e Steven. Exemplo de aula teórica que poderá ser utilizada pelo professor:

Mecânica dos Fluidos

Conceitos Fundamentais

Fluido:

É qualquer substância que tem a capacidade de escoar. Podem estar em forma de gases ou líquidos.

Densidade:

Podemos comparar dois corpos formados por materiais diferentes, e possuindo um mesmo volume, mas se um deles for mais pesado que o outro, na verdade estamos nos referindo a sua densidade. O correto seria dizer que um corpo é mais denso que o outro. Ela é obtida como o quociente entre a quantidade de massa m e o volume v que essa quantidade ocupa. Quando dizemos, por exemplo, que a densidade da água é de 1kg/l, isto significa que, num litro de água, encontraremos uma quantidade de água cuja massa é de 1kg.

Volume:

O volume de um corpo é a quantidade de espaço que esse corpo ocupa. O volume tem unidades de tamanho cúbico (por exemplo, cm^3 , m^3).

Pressão:

A pressão média, matematicamente, é igual ao quociente da resultante das forças perpendiculares à superfície de aplicação e a área desta superfície.

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Pressão atmosférica

Atmosfera é uma camada de gases que envolvem a superfície terrestre. Aproximadamente todo o ar presente na Terra está abaixo de 18000 metros de altitude. Como o ar é formado por moléculas que possui massa, o ar também tem *massa* e por consequência *peso*. A pressão que o ar exerce sobre a superfície da Terra é chamada *Pressão Atmosférica*, e seu valor depende da altitude do local onde é medida. Quanto maior a altitude menor a pressão atmosférica e vice-versa.

Pressão hidrostática

Da mesma forma como os corpos sólidos, os fluidos também exercem pressão sobre outros, devido ao seu peso.

Para obtermos esta pressão, consideremos um recipiente contendo um líquido de densidade d que ocupa o recipiente até uma altura h , em um local do planeta onde a aceleração da gravidade é g .

A Força exercida sobre a área de contato é o peso do líquido.

Como: $d = \frac{m}{V}$ $p = \frac{d \cdot V \cdot g}{A}$ $p = \frac{F_{\perp}}{A}$ $p = \frac{m \cdot g}{A}$

a massa do líquido é: $m = d \cdot V$; mas $V = A_{base} \cdot h$, logo:

$$p = \frac{d \cdot A \cdot h \cdot g}{A} = d \cdot h \cdot g$$

Empuxo:

Ao entrarmos em uma piscina, nos sentimos mais leves do que quando estamos fora dela.

Isto acontece devido a uma força vertical para cima exercida pela água a qual chamamos *Empuxo*, e a representamos por \vec{E}

O Empuxo representa a força resultante exercida pelo fluido sobre um corpo. Como tem sentido oposto à força Peso, causa o efeito de leveza no caso da piscina.

Teorema de Steven

“A diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos.”

$$\Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Quando dois pontos de uma mesma porção de um mesmo líquido em equilíbrio estão no mesmo nível, significa que estão submetidos à mesma pressão. Através deste teorema podemos concluir que todos os pontos a uma mesma profundidade, em um fluido homogêneo (que tem sempre a mesma densidade) estão submetidos à mesma pressão.

A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é dada pela pressão exercida pela coluna de líquido entre eles.

Teorema de Pascal

“O acréscimo de pressão exercida num ponto em um líquido ideal em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos desse líquido e às paredes do recipiente que o contém.” sentidos.

1.3. Confeção dos experimentos e a aula experimental

Neste espaço, iremos mostrar para o professor, a montagem e confeção de cada um dos experimentos a seguir: “mini submarino”, “princípio de Pascal com seringas” e “princípio de Steven com garrafas”.

1.3.1 O mini submarino

Este experimento consiste em uma pequena tampa de caneta que flutua em um líquido dentro de uma garrafa “PET”. Fazendo pressão com as mãos, podemos ver que a tampa da caneta afunda até chegar ao fundo da garrafa. Quando paramos de fazer pressão com as mãos, a tampa retorna à superfície do líquido.

Material Utilizado:

- Garrafa “PET” de 2L com tampa
- Tampa de Caneta
- Massa para modelar ou massa epóxi
- Água
- Copo

Montagem do experimento:

Para montar, você precisa colocar um pouco de massa de modelar na parte inferior da tampa da caneta (haste), em seguida, fechar com a massa um pequeno orifício que fica na parte superior da tampa.

A massa que você modelar na haste deve ser suficiente para que ao colocar a tampa dentro de um copo com água, a mesma consiga flutuar. Remova ou adicione massa na haste até que a tampa consiga flutuar com um pouco de ar no interior da mesma. Após este procedimento, coloque a tampa de caneta dentro da garrafa cheia de água e feche bem a tampa da garrafa PET, conforme as figuras 01, 02, 03 e 04:



Figura 01: Copo e tampinha de caneta BIC



Figura 02: massa no orifício da tampa



Figura 03: Flutuação da tampa no copo



Figura 04: Flutuação da tampa na garrafa



Figura 05: Apertando a garrafa a tampa desce



Figura 06: Solando a garrafa a tampa sobe

Discussão do Experimento “Mini Submarino”:

Quando um corpo está imerso em um fluido, agem sobre ele as forças peso, vertical e para baixo, devido à ação da gravidade e a força de empuxo, vertical e para cima. A intensidade da força de empuxo é igual ao peso do volume do fluido deslocado

pelo corpo. Para que o sistema (tampa + massa de modelar + ar) suba ou desça, precisamos aumentar ou diminuir a quantidade de água no interior do mesmo.

Quando apertamos esta garrafa (figuras 05 e 06), que é de um material flexível, contendo um líquido em equilíbrio, o acréscimo de pressão é transmitido integralmente a todos os pontos deste líquido (Princípio de Pascal). Pois a água ao ser forçada para dentro da tampa comprime o ar no seu interior. Aumentando a pressão deste ar, diminuimos o seu volume e aumentamos sua densidade, fazendo com que o sistema (tampa + massa de modelar + ar) fique mais denso e afunde.

Ao contrário, quando soltamos e deixamos de fazer pressão, o excesso de água sai da tampa, o ar volta ao seu volume inicial e o sistema retorna a superfície do líquido.

2. Princípio de Steven com garrafas

Numa garrafa do tipo “PET” é feito um furo em sua base por onde o líquido irá escoar. Se deixarmos a garrafa fechada com a tampa na parte superior o líquido não escoará pelo orifício da base. É preciso abrir a tampa para liberar a passagem do ar na parte superior para fazer o líquido escoar pelo orifício.

Material Utilizado:

- Garrafa tipo “PET” de 2L
- Água
- Canudinho de refrigerante
- Massa Epóxi
- Tesoura
- Estilete

Montagem do experimento:

Primeiramente, você tem que fazer um pequeno orifício na base da garrafa. Para isto, podemos utilizar a tesoura ou o estilete. Neste local é colocado um pedaço de canudinho de dois centímetros, e para fixa-lo utilizamos massa epóxi. A massa também serve para não haver vazamento de água durante o experimento.

Depois da secagem, podemos encher a garrafa com água e em seguida colocar o experimento dentro de uma bacia ou de uma pia para demonstrar o escoamento do líquido de acordo com as figuras de 07 a 10.



Figura 07: Furo na garrafa PET



Figura 08: Canudinho com massa epóxi



Figura 09: Garrafa com a tampa fechada



Figura 10: Garrafa com a tampa aberta

Discussão do Experimento “Princípio de Steven com garrafas”:

De acordo com o matemático e físico Simon Stevinus (Steven):

“A força (f) exercida por um líquido sobre a base de um recipiente independe de sua forma, dependendo assim somente de sua altura (h) e da área (A) da base, onde (d) é a densidade do líquido e (g) é a aceleração da gravidade” [1], de acordo com a equação:

$$P = f / A = d.g.h \Rightarrow f = d.g.h.A$$

Se a altura h do líquido é a mesma em todos os recipientes, a força exercida sobre a base também é, embora o peso do líquido seja diferente.

Na situação inicial, temos o experimento com a tampa fechada e cheia de água. A única saída é pelo orifício que se encontra na base da garrafa. Nesta situação, o líquido não irá escoar, pois a pressão atmosférica, que é a pressão externa, equilibra a pressão do líquido (pressão hidrostática) e a pressão do ar aprisionado dentro da garrafa.

Este ar aprisionado dentro da garrafa tem pressão menor que o ar fora da garrafa, pois no momento em que fechamos a tampa, aumentamos o seu volume, enquanto o nível da água desce até haver o equilíbrio das pressões. Sendo assim, a pressão atmosférica será a soma das outras duas pressões (pressão hidrostática + pressão do ar aprisionado). Ao abrir a tampa, a pressão atmosférica somada com a pressão da coluna de líquido acima do orifício fará o líquido escoar.

3. Princípio de Pascal com seringas

Neste experimento, uma mangueira plástica liga duas seringas de tamanhos diferentes. O líquido que está dentro da mangueira pode escoar para qualquer uma das seringas, bastando movimentar seus êmbolos.

Material Utilizado:

- Seringa de 5ml
- Seringa de 10ml
- Mangueira transparente para seringa (20cm)
- Massa Epóxi
- Cola universal

Montagem do experimento:

Corte aproximadamente 20 cm da mangueira transparente e fixe as extremidades da mesma nas seringas. Utilize a cola ou a massa epóxi para este procedimento, pois assim evitará vazamentos. Retirando o embolo da seringa maior, coloque água até encher completamente a mangueira e certifique-se de que não há bolhas no sistema. Para melhor visualizar, recomendamos utilizar um corante ou tinta a base d'água. Podemos visualizar o experimento nas figuras 11 e 12 a seguir:



Figura 11: Seringa de 10ml cheia de água



Figura 12: Seringa de 20ml cheia de água

Discussão do Experimento “Princípio de Pascal com seringas”:

O Princípio de Pascal nos diz o seguinte:

“Os acréscimos de pressão sofridos por um ponto de um líquido em equilíbrio são transmitidos integralmente a todos os pontos do líquido e das paredes do recipiente que está contido” [1].

Como exemplo, podemos citar alguns sistemas hidráulicos que utilizam este princípio:

- Tratores para a movimentação de grande quantidade de areia (terra);
- Sistemas de freios hidráulicos de automóveis;
- Elevadores de automóveis em oficinas mecânicas que amplificam uma força relativamente pequena com o objetivo de elevar-se um peso relativamente grande.

Discussão do experimento:

Dois êmbolos cujas secções possuem áreas diferentes, A_1 e A_2 são colocados sobre um líquido. Aplicando uma força F_1 no êmbolo menor, o líquido fica sujeito a um acréscimo de pressão P_1 . Como esta pressão se transmite integralmente a todos os pontos do fluido, pelo princípio de Pascal, o êmbolo maior sofre o mesmo acréscimo de pressão do primeiro êmbolo.

Ou seja, as intensidades das forças aplicadas são diretamente proporcionais às áreas dos êmbolos, pois se área A2 for vinte vezes maior que área A1, a força F2 terá intensidade vinte vezes maior que a força F1.

$$A_2 = nA_1$$

$$F_2 = nF_1$$

1.4. Demonstrações dos experimentos

Terminada a aula, o professor irá marcar outro dia da semana para a realização da demonstração dos experimentos: mini submarino, princípio de Steven com garrafas e Princípio de Pascal com seringas ao qual pode ser confeccionado pelo professor em casa ou na própria escola com os alunos com materiais de fácil acesso e recicláveis e de baixo custo conforme item 1.3.3.

No dia da demonstração é importante fazer a relação dos experimentos com o conteúdo visto em sala na aula anterior para uma melhor fixação do conteúdo. Novamente, no item 1.3.3 temos esta breve discussão sobre cada experimento que o professor poderá fazer a explanação e comentários com os alunos.

1.5. Aplicação do questionário (pós-teste) após a aula

Finalizando a sequencia, aplica-se o questionário (pós-teste) após a aula como já mencionado no item 1.1 para a verificação se houve ou não a aprendizagem dos alunos.

Apêndice F

Artigo publicado na Revista Scientia Plena



SCIENTIA PLENA
www.scientiaplena.org.br

VOL. 15, NUM. 7

2019

doi: 10.14808/sci.plena.2019.074806

Os modelos cosmológicos geocêntrico e heliocêntrico da Terra como tema motivador para alunos do CEEFJA-Marabá/PA de acordo com o Ciclo de Aprendizagem Kellyana

The Earth's geocentric and heliocentric cosmological models as a motivating theme for CEEFJA-Marabá/PA students according to the Kellyana Learning Cycle

A. A. Martins Neto*, N. N. Soares

Mestrado Profissional em Ensino de Física/ICE – Instituto de Ciências Exatas, UNIFESSPA, 68507-590, marabá-PA

** augustoneto@unifesspa.edu.br*

(Recebido em 26 de fevereiro de 2019; aceito em 07 de maio de 2019)

O presente trabalho descreve como os modelos cosmológicos da Terra, geocêntrico e heliocêntrico, podem ser utilizados como ferramenta motivadora no processo ensino-aprendizagem na Educação Fundamental de Jovens e Adultos. Para a realização do trabalho foi aplicado um questionário para quinze estudantes da Escola Jonathas Pontes Athias no Centro de Educação de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos (CEEFJA) em Marabá e utilizados como referencial teórico os Corolários da Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly, através do Ciclo de Experiência Kellyana (CEK) que descrevem as experiências do indivíduo. O questionário foi aplicado antes e depois de uma aula sobre cosmologia utilizando recursos didático-pedagógico que envolviam meios tecnológicos e uma abordagem histórica. Após a aula, foi observado respostas mais precisas sobre o assunto ministrado.

Palavras-chave: Modelos Cosmológicos da Terra, Construtos Pessoais Kellyano, Ensino-aprendizagem.

The present work describes how the Earth's cosmological models: geocentric and heliocentric can be used as a motivating tool in the teaching-learning process in the Fundamental Education of Young and Adults. A questionnaire was administered to fifteen students of the Jonathas Pontes Athias School at the Youth and Adult Elementary Education Center (CEEFJA) in Marabá and used as a theoretical reference the Coronaries of the Personal Builders Theory of Kelly through the Experience Cycle Kellyana (CEK) who describe as individual experiences. The chart was constructed before and after a lecture on applied cosmology didactic-pedagogical resources involving technological means and a historical approach. After a class, more precise answers on the subject were given.

Keywords: Cosmological Models of the Earth, Personal Constructions Kellyano, Teaching-learning.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da Cosmologia em aulas de Ciências no Ensino Fundamental faz parte do eixo “Terra e Universo” nos Parâmetros Curriculares Nacionais[10] devendo, desta forma, ser trabalhada com maior ênfase em sala de aula, no entanto, quando se desenvolve alguma atividade voltada para esta temática, deixa muitos alunos e professores frustrados. São diversos os motivos desta frustração, os quais destacamos: pouco interesse do aluno (em particular da

Educação de Jovens e Adultos) em conhecer sobre a origem do Universo, e consequentemente de saber qual o lugar de importância que ele (aluno/ser) ocupa em função do equilíbrio do Cosmo; falta de conhecimento do Professor, pois, em geral, os professores do Ensino Fundamental não são graduados em Física, com isto o ensino tende a ser ministrado, em geral, por meio de aulas teóricas e superficiais, com pouca motivação e desinteressante para o aluno; considerando-se ainda a falta de recursos manipuláveis/tecnológicos de observação e registro, que poderiam provocar nos alunos um sentimento de pesquisador. Assim, para ensinar sobre modelos cosmológicos, além da teoria, é necessário que o professor use recursos visuais e/ou experimentais para observar com maior clareza os fenômenos e fazer o aluno criar sua própria base científica.

Diversos trabalhos de pesquisa em ensino indicam que os estudantes desenvolvem melhor sua aprendizagem sobre Ciências e aprimoram melhor suas apreensões conceituais quando se colocam (ou são colocados) em situações de investigações científicas, semelhantes às feitas em laboratórios de pesquisa [2].

Isto mostra a importância do docente em diversificar a aula com vídeos, animações e experiências práticas. E devido a Cosmologia trazer em seu campo de estudo conteúdos intrigantes, pode despertar grande interesse do aluno pela compreensão do Universo, em particular, de como nosso Sistema Solar se comporta nele.

Com a finalidade de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, o professor pode se utilizar de recursos motivadores que façam com que os alunos sintam vontade de aprender, aguçando neles a curiosidade, bem como despertar a criatividade, tão essencial na formação de futuros cientistas e pesquisadores. O conteúdo por sua vez precisa ter significado, fazer sentido, e estar relacionado com o cotidiano do aluno, para que assim ocorra a aprendizagem.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo aplicar três Corolários da Teoria dos Construtos Pessoais de Kelly, com fins de provocar motivação dos alunos, através de uma aula diferenciada sobre modelos cosmológicos Geocêntricos e Heliocêntricos da Terra com a utilização de recursos audiovisuais e uma experiência prática de baixo custo para a construção e experimentação de um relógio solar.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Na Teoria de Kelly sobre os construtos pessoais, o homem é visto como “cientista”, pois busca prever e controlar eventos. Deste modo, em sua teoria um “construto” é uma representação, uma ideia, percebida diferentemente por cada indivíduo, dada por observações em suas experiências de vida, em um curso de eventos, gerando inferências. O teste de um construto é um teste frente a eventos subsequentes [1], ou seja, pode gerar novas representações.

Assim, um construto (ideia) quando testado sua validade, pode ser negativo ou positivo. Se for negativo, ou seja, se a ideia estiver “errada”, uma nova deve ser criada até se obter um resultado positivo, mas não definitivo, pois, a pessoa pode recursivamente melhorar a construção de suas ideias, aumentando o repertório de seus construtos, ou subordinar estes a construtos superordenados, isto é, por novas proposições ou proposições mais abrangentes.

Nesta perspectiva, a aprendizagem segundo a Teoria de Kelly, se dá de modo que o aluno seja construtor do seu conhecimento e é resultado das experiências que o mesmo vivencia na escola, sendo passível de mudança por sucessivas repetições, conforme Moreira (1999) [1].

George Kelly em sua teoria possui 11 corolários, porém iremos apresentar somente três que estão relacionados com as ações de ensino desenvolvidas e apresentadas neste trabalho.

3.1. Corolário da Individualidade

Segundo o corolário da individualidade, as pessoas possuem uma percepção singular do mundo ao seu redor, neste sentido, cada pessoa é um pesquisador ao seu modo. Na Teoria de

Kelly o corolário da individualidade diz que as pessoas diferem não só porque pode haver diferenças nos eventos que tentam antecipar, mas também porque há diferentes abordagens à antecipação dos mesmos eventos [1]. Desta forma, infere-se que o estudante formula as suas próprias ideias, que podem ser trocadas, ou compartilhadas em sala de aula para construção de um novo conhecimento. Já o corolário da construção diz que “*uma pessoa antecipa eventos construindo suas réplicas*” (p. 129) [1]. Com este corolário Kelly quer evidenciar que os indivíduos colocam uma interpretação naquilo que constrói. Os estudantes vão construindo seu conhecimento à medida que vai assimilando o conteúdo da aula ministrada e fazendo réplicas do experimento pelas observações. Neste corolário, “*O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói, réplicas de eventos*” (p. 133) [1]. No caso do estudante, ele vai construindo seu conhecimento pelas várias formas de observar um determinado fenômeno, e a cada observação feita, ele pode fazer uma interpretação diferente, uma réplica diferente, até chegar a melhor conclusão possível para ele. Na Teoria de Kelly, o processo de aprendizagem é focado em cinco momentos: antecipação, investimento, encontro, confirmação e revisão. O Ciclo da Experiência Kellyana (CEK) começa na etapa da antecipação, momento em que a pessoa utiliza os construtos que já concebeu, dado pelo processo de construção de seus modelos, ou representações e busca antecipar um evento que pode vir a acontecer [9]. Após esta fase, o indivíduo inicia o envolvimento com a etapa do investimento. Neste momento, é possível acontecer uma melhora da representação, com a introdução de novos saberes, dando maior clareza ao evento que está por acontecer. Na passagem por essa segunda etapa, o indivíduo é preparado para a etapa do encontro. Em seguida, avalia suas teorias pessoais, e neste momento denominado etapa da confirmação ou desconfirmação, ele confirma ou não suas hipóteses através da vivência no evento. Para finalizar o CEK, o indivíduo é levado a reconstruir seus construtos, etapa essa chamada de revisão construtiva [9].

Para testar o CEK, foi desenvolvida uma sequência didática, que será abordada mais adiante, onde o aluno passa por cada uma das etapas do ciclo, com a aplicação primeiramente de um questionário, antecipando o evento. Em seguida, na etapa do investimento, terá participado de aula expositiva, auxiliada com aplicação de vídeo documentário. No encontro, é proposto o experimento relógio de sol, onde o estudante se depara com o evento que antecipou, seguida da etapa de confirmação, ou não das hipóteses (respostas dadas no questionário) e, finalmente, a revisão, com a aplicação de um questionário final, para possíveis reconstrução de seu construto inicial.

3.2. Corolário da Construção

Já o corolário da construção nos diz que “*uma pessoa antecipa eventos construindo suas réplicas*” (p. 129) [1]. Com este corolário Kelly quer evidenciar que a pessoa coloca uma interpretação naquilo que construiu. O aluno vai construindo seu conhecimento à medida que vai assimilando o conteúdo da aula ministrada e fazendo réplicas do experimento pelas observações, por exemplo, até conseguir a visualização correta do experimento.

3.3. Corolário da Experiência

Neste corolário, “*O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói, sucessivamente, réplicas de eventos*” (p. 133) [1]. No caso do aluno, ele vai construindo seu conhecimento pelas várias formas de observar um determinado fenômeno, e a cada observação feita, ele pode fazer uma interpretação diferente, uma réplica diferente, até chegar a melhor conclusão possível para ele.

3.4 O Ciclo de Experiência Kellyana (CEK)

Na Teoria de Kelly, o processo de aprendizagem é focado em cinco momentos: antecipação, investimento, encontro, confirmação e revisão.

O Ciclo da experiência Kellyana (CEK) começa na etapa da Antecipação, momento em que a pessoa utiliza os construtos que já concebeu, dado pelo processo de construção de seus modelos, ou representações e busca antecipar um evento que pode vir a acontecer [9].

Após esta etapa, a pessoa inicia o envolvimento com a etapa do Investimento, isto é, quando ela se prepara para se encontrar com o evento. Neste momento, é possível acontecer uma melhora da representação, com a introdução de novos saberes, dando maior clareza ao evento que está por acontecer. Na passagem por essa segunda etapa, a pessoa é preparada para a etapa do Encontro o qual é caracterizada pelo momento específico no qual vai se deparar com o evento que antecipou. Em seguida, a pessoa avalia suas teorias pessoais, e neste momento denominado Etapa da confirmação ou desconfirmação, ela confirma ou não suas hipóteses através da vivência no evento. Para finalizar o CEK, a pessoa é levada a reconstruir seus construtos, etapa essa chamada de Revisão Construtiva [9].

3.5 Modelos Cosmológicos Geocêntrico e Heliocêntrico da Terra

A teoria do universo geocêntrico, baseada na hipótese de que a Terra está parada no centro do Universo com os demais corpos celestes, incluindo o Sol, girando ao seu redor, é o modelo cosmológico mais antigo conhecido. Na Antiguidade esta era a visão mais aceita entre os Filósofos, dentre os quais, o mais conhecido era Aristóteles (384-322 a.C.). No entanto, foi o grego Claudius Ptolomeu (78-161 d.C.), matemático e astrônomo, quem apresentou a forma, como é conhecido hoje esta teoria. Esse modo de conceber o universo foi predominante no pensamento humano até a aceitação da Teoria heliocêntrica, de que o Sol está no centro do sistema solar e que os planetas giram em torno dele, criada pelo astrônomo grego Aristarco de Samos (310-230 a.C.), e resgatada pelo astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Para Copérnico, as órbitas dos planetas são circunferências e o Sol está no centro, em oposição ao modelo Geocêntrico (Figura 1).

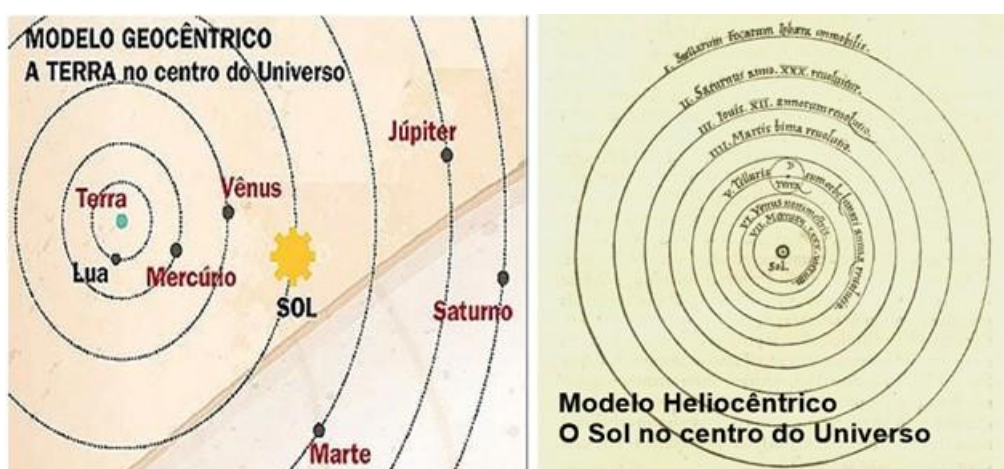


Figura 1: Modelos Heliocêntrico e Geocêntrico. Fonte: Infoescola [11].

O modelo concebido por Copérnico foi reestruturado e aprimorado por Johannes Kepler (1571-1630 d.C.). No entanto, a explicação física para o modelo de Kepler foi estabelecida por Isaac Newton (1643-1727 d.C.) ao formular a lei da gravitação universal, que é válida até hoje. No século XVII, Kepler apresentou as três leis que regem o movimento planetário, utilizando anotações do astrônomo Tycho Brahe (1546-1601).

Primeira Lei de Kepler: Também conhecida como "Lei das Órbitas", Kepler propôs um modelo elíptico em detrimento do modelo da circunferência, confirmando que os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol ao invés da forma circular (Figura 2).

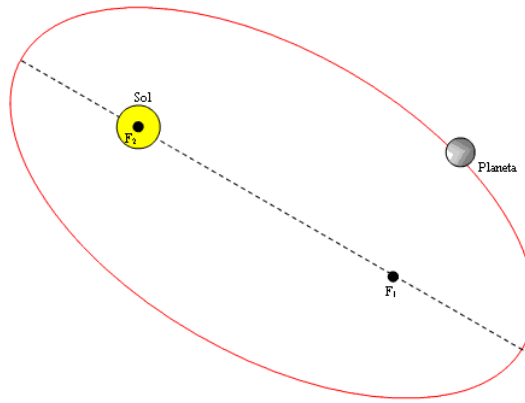


Figura 2: Movimento orbital dos planetas. Fonte: Só Física [12].

Segunda Lei de Kepler: Chamada de “Lei das Áreas”, a segunda lei de Kepler assegura que os segmentos (raio vetor) que unem o sol aos planetas correspondem a áreas (A_1 e A_2) iguais em intervalos de tempo (Δt) iguais, como exemplificado na Figura 3. A partir disso, dependendo da distância que um planeta dista do sol, a velocidade do movimento será diferente.

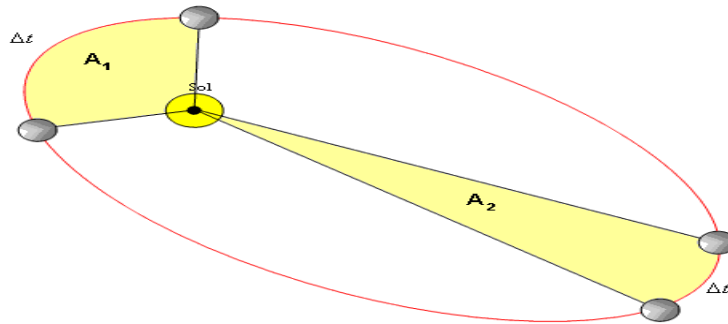


Figura 3: Lei das áreas. Fonte: Só Física [12].

$$\frac{A_1}{\Delta t} = \frac{A_2}{\Delta t}$$

Terceira Lei de Kepler: Também conhecida como "Lei dos Períodos", a terceira lei de Kepler aponta a existência da relação entre a distância de cada planeta e seu período de Translação (movimento que descreve a volta em torno do sol correspondente ao período dos anos). Por isso, quanto mais afastado estiver o planeta do sol, mais tempo levará para completar o movimento de translação. O enunciado desta lei é o seguinte: Para qualquer planeta do Sistema Solar, é constante a razão entre o quadrado do período orbital (T^2) do planeta e o cubo do semieixo maior (R^3) de sua órbita em torno do Sol.

A terceira Lei de Kepler é descrita da seguinte maneira:

$$K = \frac{T^2}{R^3},$$

onde, o parâmetro T é o período de translação dos planetas, R é o raio médio das órbitas dos planetas e K é uma constante de proporcionalidade que depende da massa do Sol.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho tem abordagem qualitativa, pois uma pesquisa qualitativa se preocupa com a compreensão das características de um grupo social, de uma organização, de um fenômeno, levando em consideração inclusive dados numéricos passíveis de interpretações [9].

Neste sentido, desenvolvemos neste trabalho que apresenta ainda, por meio de uma das atividades um caráter metodológico experimental, uma pesquisa com questões subjetivas para melhor compreensão de análise acerca dos resultados.

A pesquisa foi realizada em uma turma do Centro de Educação de Jovens e Adultos na escola Jonathas Pontes Athias, com 15 alunos na disciplina de Ciências Naturais. No total, o computo das aulas realizadas com apoio de uma Sequência Didática teve duração de 3 horas, envolvendo o questionário inicial, a aula expositiva, o vídeo no primeiro momento e a aula prática e o questionário final no segundo momento. Os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O foco era a discussão com os alunos acerca da Cosmologia, sua importância e fundamentação, e construção e experimentação de um relógio de sol, fazendo os alunos participarem efetivamente na construção de seus conhecimentos. A seguir, apresenta-se a sequência didática seguida pelo professor em acordo com a Teoria dos Construtos pessoais de Kelly (Figura 4).



Figura 4: Esquema da Sequência Didática.

4.1. Etapas da Pesquisa

4.1.1 Aplicação do Questionário de sondagem.

Esta atividade foi realizada com as seguintes perguntas:

1. O que é o Universo?
2. Você sabe o que é Cosmologia?
3. Porque existe o dia e a noite?
4. Onde está o Sol durante a noite?

A partir destes questionamentos, que tinham o intuito de possibilitar aos alunos a pensarem no que seria trabalhado durante a aula, buscou-se estimular a curiosidade dos alunos. Assim, as perguntas foram aplicadas para saber o que os alunos entendiam sobre cosmologia e o porquê de determinados fenômenos. Após a aplicação do questionário, criaram-se categorias de classificação para posterior comparação das respostas dos estudantes na primeira aplicação do questionário e depois da aplicação das demais atividades propostas, aplicando-se novamente as perguntas do primeiro momento, como veremos nos resultados.

4.1.2 A aula de Cosmologia

Através da aula expositiva mostramos os principais modelos cosmológicos: geocêntrico e heliocêntrico, com o objetivo de dar embasamento teórico sobre o tema. Começamos vendo o significado etimológico da palavra Cosmologia (Cosmo= mundo, lógica= estudo). Em seguida vimos os mitos da criação do Universo, de acordo com as versões da Bíblia, dos gregos, dos egípcios, e chinesa para finalmente estudarmos os modelos geocêntrico e heliocêntrico.

O modelo Geocêntrico passando por Platão e Aristóteles e aprimorado por Ptolomeu, quando atingiu seu ápice. No heliocentrismo vimos à revolução copernicana, tirando a Terra do centro do Universo, finalizando assim o estudo dos modelos cosmológicos de acordo com os estudos de Kepler e Galileu.

4.1.3 Os Vídeos

Os recursos tecnológicos são importantes apoio didático-pedagógico, pois, elas nos permitem realizar atividades de aprendizagem de forma diferenciadas das aulas tradicionais, apenas com aulas orais [3]. Assim, a utilização do vídeo Gravitação Universal - Modelos Cosmológicos (10 min e 40 seg) [7] e Movimentos de Rotação e translação da Terra (1 min e 22 seg) [8] proporcionaram um momento de melhor visualização dos fenômenos físicos envolvidos. No 1º vídeo, por exemplo, são apresentados os dois modelos cosmológicos, com destaque para a história dos mesmos, enquanto que o vídeo Movimentos da Terra, nos mostra com bastante clareza os movimentos de translação e rotação da Terra. Essas atividades instigaram bastante os alunos, motivando-os para realização da atividade experimental.

4.1.4 O Experimento

O relógio de sol é um dispositivo muito antigo, que era utilizado para verificar as horas durante o dia. Segundo Pinto (2012) [4] este instrumento é:

“Mais do que um objeto antigo, obsoleto do ponto de vista estritamente funcional, de valor decorativo variável e eventual interesse histórico – o seu valor científico é inestimável. Com efeito, áreas científicas muito diversas, como a Astronomia, a Trigonometria e a Geometria encontram no relógio de sol um campo fértil de investigação e aplicação de conhecimentos” (p. 9) [5].

A origem do relógio de sol é uma incerteza, acredita-se que os babilônios foram os primeiros a confeccionar. Com o desenvolvimento da trigonometria pelos matemáticos gregos, as marcações que indicavam as horas passaram a ser determinadas também aritmeticamente, permitindo o desenvolvimento dos mais sofisticados relógios de Sol [6]. Assim como um relógio possui ponteiros para a indicação das horas e uma engrenagem, o relógio de sol também possui ponteiro, porém a engrenagem neste caso é o próprio Sol.

Para confecção do relógio de Sol, utilizamos materiais de baixo custo: caixa de papelão de sapato branca, tesoura, caneta colorida, um transferidor, uma bússola e um palito de churrasco (Figura 5).

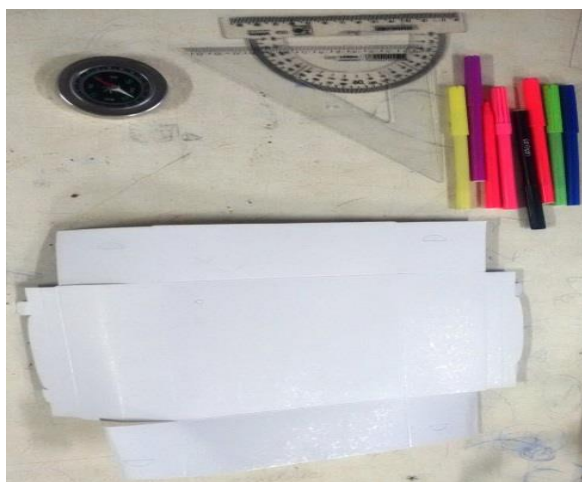


Figura 5: Material utilizado para confecção do relógio de Sol. Fonte: Os autores

Porém, antes da confecção do mesmo, primeiramente foi abordado em sala de aula como obter a inclinação correta do relógio de sol equatorial, por isto, o aluno deve garantir que o Gnômon (parte do relógio que faz a projeção da sombra) aponte para o polo celeste. Então, sua placa deve fazer um ângulo com a superfície horizontal igual à co-latitute ($90^\circ - \text{latitude do local}$) e como em Marabá/PA a Latitude é de $05^\circ 22' 07''$ S, fazendo a diferença: $90 - 05 = 85^\circ$. Então o relógio deve ter a inclinação de 85° em relação ao solo.

No dia da realização do experimento, os alunos compareceram e observamos o relógio de sol por volta das 17:00. Com o auxílio da bússola, colocamos o relógio direcionado ao norte magnético da terra e posteriormente, com a ajuda de uma “pedra” colocamos na inclinação correta, no caso 85° (Figura 6).

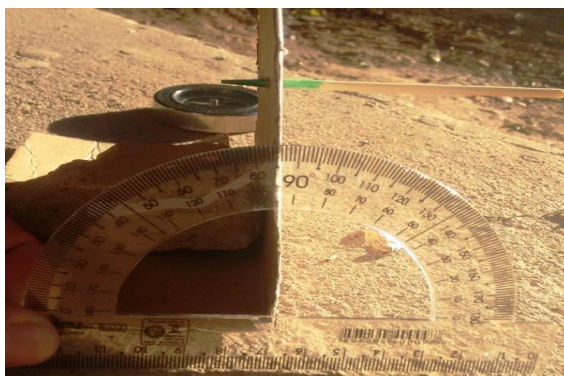


Figura 6: Inclinação do Relógio de Sol. Fonte: Os autores

O experimento relógio de Sol fez o aluno lembrar-se do assunto abordado, pois através dele, o mesmo pôde associar o movimento aparente do sol, com o conteúdo ministrado em sala sobre os movimentos da Terra, além de ser um momento lúdico, de descontração e de compartilhamento do conhecimento fora da sala de aula. No horário de 17:00 h, conseguimos visualizar no relógio de Sol conforme se pode verificar na Figura 7.



Figura 7: Visualização da hora no relógio de Sol. Fonte: Os autores

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, os questionários foram de fundamental importância na verificação do processo de ensino e aprendizagem. No momento inicial, obtivemos as seguintes categorias de respostas, conforme se pode observar na Figura 8.

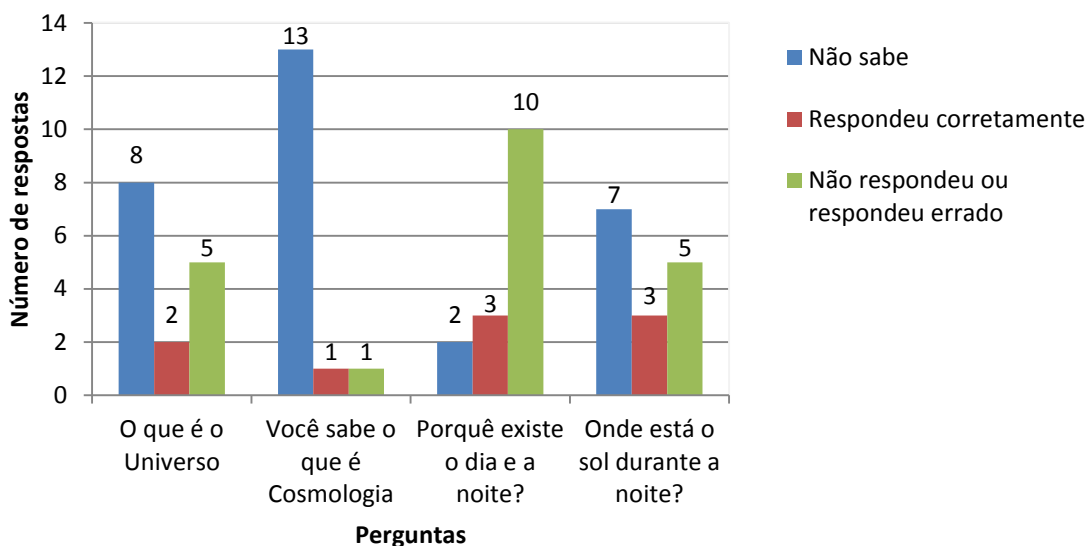


Figura 8: Número de respostas antes da aula.

Na Figura 8 pode-se constatar a falta de conhecimento dos alunos acerca do tema que foi proposto para estudo, pois a maioria não soube responder as questões em detrimento de uma minoria que respondeu corretamente. Um dado que chama atenção, é que apenas um aluno respondeu corretamente à questão 2, sobre cosmologia, o que demonstra a falta de conhecimento ou informação por parte dos alunos sobre este assunto.

Após a aula de cosmologia, a apresentação dos vídeos e a realização do experimento relógio de sol, obteve-se os seguintes resultados sobre as mesmas questões aplicadas antes da realização de tais atividades, conforme apresentado na Figura 9.

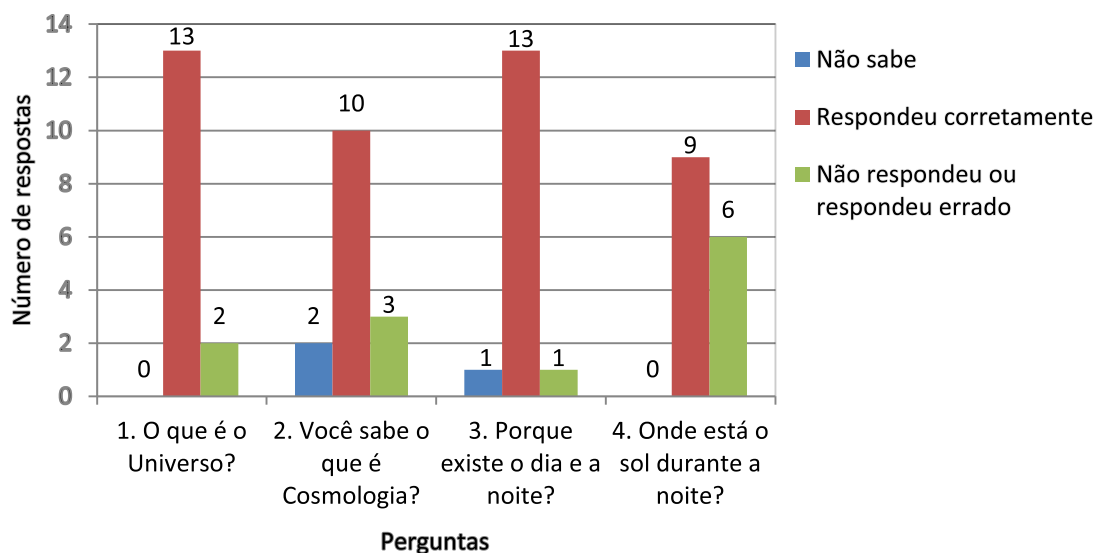


Figura 9: Número de respostas após a aula.

Os dados apresentados na Figura 9 revelam um aumento significativo na categoria “Respondeu corretamente”, o que mostra claramente que a diversificação didático-pedagógica em aulas envolvendo recursos alternativos, experimentação e recursos tecnológicos, com ênfase na história, possibilitou aos alunos, em sua maioria, conseguirem responder o questionário de forma mais coerente, com respostas mais precisas sobre o assunto ministrado na aula.

A pesquisa evidenciou que ao incrementar uma motivação na aula, com auxílio de um vídeo documentário, história da Ciência, o uso de recurso didático manipulável e ainda construído

pelos próprios alunos, proporcionou um maior rendimento na aprendizagem, e despertou o interesse pelo estudo dos modelos cosmológicos da Terra.

Ao aplicar a sequência didática embasada no CEK (Ciclo de Experiência Kellyana) foi verificada a efetividade do Corolário da individualidade onde cada aluno, por ser único, pôde expor suas ideias e conceitos relacionados ao tema estudado. Com relação ao Corolário da Construção, se observou que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento e o mesmo cria suas réplicas para melhor compreensão dos modelos e das suas consequências, aqui aplicadas através da aula expositiva, da atenção dada aos vídeos e na construção do relógio de sol e, quanto ao Corolário da Experiência, verificou-se que o aluno é capaz de construir seu próprio conhecimento a partir da experiência vivenciada em sala de aula, bem como fora dela.

6. CONCLUSÃO

A partir das atividades desenvolvidas, incluído o questionário para sondar o conhecimento a respeito dos Modelos Cosmológicos da Terra foram alcançados expressivos resultados, demonstrando que os alunos absorveram melhor o conhecimento sobre o assunto. Destaca-se que o experimento com o relógio de Sol serviu como atividade prática de fixação do conteúdo em sala de aula e que se acredita tenha despertado o interesse dos alunos, principalmente em relação aos movimentos da Terra, aprendendo que na realidade quem gira é o nosso planeta, em torno de si mesma e ao redor do Sol, como verificado por Galileu Galilei há cerca de 400 anos atrás.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moreira MA. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.
2. Azevedo MCPS. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho AMP (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira T. Learning, 2004.
3. Moran J. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. Física na Escola, Papyrus, 21ª ed. p. 12-14 (com modificações). 2014.
4. Pinto LFM. Funcionamento e traçado do relógio de sol. Rev Arquitectura Lusíada. 2012; 4:9-35.
5. Gerhardt TE, Silveira DT. Métodos de Pesquisa. Série Educação a Distância. UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
6. Moretto SS, Pessanha MCR, Schramm DUS, Souza MO. Relógio de Sol analêmico: uma proposta que envolve ensino, professor e aluno. In Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, AM, 2011. [acesso em 25 jan 2019]. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0376-1.pdf>.
7. Vídeo: Gravitação Universal. [Acesso em 16/05/2017]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k0VmgQZ4sdk>
8. Vídeo: Movimentos de Rotação e Translação. [Acesso em 16/05/2017], disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=CiOezkc0_nA
9. Santos MTS et al. Uma aula de química seguindo a teoria dos modelos e o ciclo da experiência kellyana. Anais do II COINTER PDVL 2015. Formação de professores: práticas de ensino, avaliação e cooperação, no despertar para a carreira docente. Recife, 2015.
10. Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais/ Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
11. Infoescola: Navegando e aprendendo. Astronomia. [Acesso em 01/05/2019]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia>.
12. Só Física. Gravitação Universal. Leis de Kepler. [Acesso em 01/05/2019]. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/lk.php>.