



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF – POLO – 037/UFPA – BELÉM**

ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

**O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS:
JUST-IN-TIME TEACHING E *PEER INSTRUCTION* COMO UM FACILITADOR
PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM**

Belém-PA
Outubro -2019

O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS:
JUST-IN-TIME TEACHING E *PEER INSTRUCTION* COMO UM FACILITADOR PARA O
ENSINO E APRENDIZAGEM

ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Programa da Universidade Federal do Pará (UFPA) 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.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto

Belém-PA
Outubro -2019



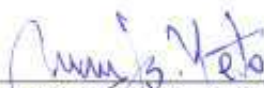
ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 37ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS; JUST-IN-TIME TEACHING E PEER INSTRUCTION COMO FACILITADOR PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15 HORAS DO DIA 17 DE OUTUBRO DE 2019, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS**, MATRÍCULA Nº 201768870004, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. MANOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO** (ORIENTADOR), **PROF. DR. JOÃO FURTADO DE SOUZA** (MEMBRO INTERNO) E **PROF. DR. RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA** (MEMBRO EXTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DA CANDIDATA.


CANDIDATO:




BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
(Orientador - MNPEF - UFPA)


Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)


Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida
(Membro Externo - UEPA)

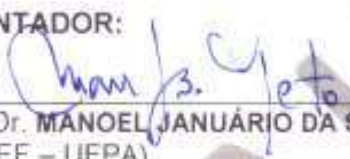
O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS; JUST-IN-TIME TEACHING E PEER INSTRUCTION COMO FACILITADOR PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM.

ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.


Aprovada por:

ORIENTADOR:




Prof. Dr. **MÁNOEL JANUÁRIO DA SILVA NETO**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO INTERNO



Prof. Dr. **JOÃO FURTADO DE SOUZA**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. **RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA**
(UEPA)

Belém - PA
Outubro - 2019



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

TEMA: "O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS;
JUST-IN-TIME TEACHING E PEER INSTRUCTION COMO FACILITADOR PARA O ENSINO
E APRENDIZAGEM".

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Manoel Januário da Silva Neto** (Orientador), **Dr. João Furtado de Souza** (Membro Interno), e **Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida** (Membro Externo), consideram o candidato **ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 17 de outubro de 2019.



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
(Orientador - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida
(Membro Externo - UEPA)

FICHA CATALOGRÁFICA - BC/UFPA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

S237e Santos, André Luiz Pereira dos
O estudo da Hidrostática com o auxílio de metodologias ativas:
Just-in-Time Teaching e Peer Instruction como um facilitador para
o ensino e aprendizagem / André Luiz Pereira dos Santos. — 2019.
xivi,153 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física,
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2019.

1. Just-Time-in Teaching. 2. Peer instruction. 3. ensino e
aprendizagem. I. Título.

CDD 370

Este trabalho é dedicado ao meu irmão Aldair Pereira dos Santos que devido a fatores lamentáveis da vida não está mais entre nós. Que Deus lhe tenha em um lugar de paz e conforto.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esse trabalho, meus agradecimentos são dirigidos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para concretização desse sonho.

Agradeço a Deus por ter me concedido muita saúde e disposição, mesmo nos momentos de dificuldades, para que esse trabalho fosse concluído.

Agradecimento especial ao Prof. Dr. Manoel Januário Neto, por me orientar nessa longa jornada e ter me concedido grande “liberdade” para desenvolver a pesquisa.

Agradecimento à professora Maria Lília Ribeiro dos Santos, diretora da escola onde esse projeto foi realizado, por ter me fornecido todas as condições para desempenhar as minhas funções.

Aos demais professores do MNPEF/UFGA, pela dedicação em transmitir todo conhecimento necessário à minha formação acadêmica.

Ao prof. Dr. Rubens Silva, ao qual considero uma peça fundamental para a divulgação científica no estado do Pará.

Ao prof. Dr. José Ciríaco, que abriu as portas do seu projeto (Oficina do Vestibulando) para que a minha jornada profissional fosse iniciada.

À minha família, pela compreensão nos momentos em que tive que me ausentar da presença deles e me dedicar aos estudos, sobretudo à minha “esposa” Lorena Gomes que sempre foi uma guerreira ao meu lado, me apoiando em todos os momentos difíceis.

A turma do MNPEF/2017, onde a interação me proporcionou melhorias significativas nas minhas práticas de ensino e por ter me proporcionado grandes amizades que pretendo cultivar pelo resto da vida.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela luta travada em busca da capacitação de professores a fim de proporcionar melhorias na qualidade do ensino em nosso país.

A capes pelo suporte dado a SBF para a realização do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

RESUMO

O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS: *JUST-IN-TIME TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* COMO UM FACILITADOR PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

ANDRÉ LUIZ PERERIRA DOS SANTOS

Orientador:

Prof. Dr. Manuel Januário da Silva Neto

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) 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

Neste trabalho, as metodologias ativas *Just-Time-in Teaching (JiTT)* e *Peer instruction (PI)* foram utilizadas em aulas de Hidrostática e contou com a participação de trinta e cinco (35) alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Os métodos empregados nesta pesquisa tiveram como objetivos a promoção de novas metodologias de ensino, a mudança nos hábitos de estudo dos alunos, além de promover a interação em sala de aula por meio dos debates a respeito de Testes Conceituais (TC) propostos. Inicialmente, é solicitado aos alunos que realizem o estudo prévio do material sugerido pelo professor, fase de implementação do *JiTT*, e para tal, o uso de Testes de Leitura (TL) enviados eletronicamente aos alunos apresentou-se como uma ferramenta de extrema importância. Posteriormente, o tema é apresentado em sala de aula por meio de exposições orais e aplicações de TCs a fim de possibilitar a discussão e a interação entre os alunos, fase de implementação do *PI*. O suporte teórico fornecido a este trabalho está alicerçada na teoria sociointeracionista de Lev Semyonovich Vygotsky. Os dados analisados na aplicação dos métodos revelaram uma mudança significativa na forma de estudo dos alunos com relação ao conteúdo. As discussões realizadas em sala de aula apontaram ganhos significativos de aprendizagem, apenas uma questão, das vinte (20) apresentadas, obteve queda nos índices de acertos após a interação. O empenho e dedicação apresentados pelos alunos foram fatores determinantes para os bons resultados obtidos. A turma avaliou bem as etapas das metodologias e algumas melhorias foram indicadas por eles visando uma possível nova aplicação. Portanto, entende-se que o uso das metodologias *JiTT* e *PI* se adequa perfeitamente com qualquer contexto escolar e podem ser usadas com outros conteúdos da Física, proporcionando maior engajamento e entendimento dos alunos com relação aos assuntos abordados.

Palavras-chave: *Just-Time-in Teaching*, *Peer instruction*, ensino e aprendizagem

Belém-Pará
Outubro-2019

ABSTRACT

THE STUDY OF HYDROSTATICS WITH THE ASSISTANCE OF ACTIVE METHODOLOGIES: JUST-IN-TIME TEACHING AND PEER INSTRUCTION AS A FACILITATOR FOR TEACHING-LEARNING

ANDRÉ LUIZ PERERIRA DOS SANTOS

Orientador:

Prof. Dr. Manuel Januário da Silva Neto

Master's dissertation submitted to the Graduate Program of the Federal University of Pará (UFPA) in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Teaching

In this work, the active methodologies Just-Time-in Teaching (JiTT) and Peer instruction (PI) were used in Hydrostatics classes and had the participation of thirty-five (35) first year high school students. The methods employed in this research aimed to promote new teaching methodologies, change students' study habits, and promote classroom interaction through discussions about proposed Conceptual Tests (TC). Initially, students are asked to conduct the previous study of the material suggested by the teacher, JiTT implementation phase, and for this, the use of Reading Tests (TL) sent electronically to the students was presented as an extremely important tool. Subsequently, the theme is presented in the classroom through oral expositions and CT applications in order to enable discussion and interaction among students, phase of IP implementation. The theoretical support provided to this work is based on Lev Semyonovich Vygotsky's socio-interactionist theory. The data analyzed in the application of the methods revealed a significant change in the students' way of study regarding the content. The discussions held in the classroom pointed to significant learning gains, only one question, out of the twenty (20) presented, had a decrease in the hit rates after the interaction. The commitment and dedication presented by the students were determining factors for the good results obtained. The class evaluated the methodological stages well and some improvements were indicated by them aiming at a possible new application. Therefore, it is understood that the use of JiTT and PI methodologies is perfectly suited to any school context and can be used with other Physics content, providing greater engagement and understanding of students with respect to the subjects covered.

Keyword: Just-Time-in Teaching, Peer instruction, Teaching and learning

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Representação das zonas de desenvolvimentos da teoria de Vygotsky.....	26
Figura 02: Fluxograma de implementação da metodologia <i>Peer Instruction</i>	33
Figura 03: : Percentual de respostas corretas antes e após a discussão. A área cinza indica os percentuais ideais antes da discussão para o maior ganho.	34
Figura 04: Cartão <i>Qr-code</i> que será escaneado pelo professor durante as aulas.....	35
Figura 05: Combinando os métodos <i>JiTT</i> e <i>PI</i> em sala de aula	40
Figura 06: Densidade de algumas substâncias comuns.....	42
Figura 07: Área imaginária dA no interior de um fluido submetida a forças normais $dF \perp$..	43
Figura 08: Elemento de fluido de área A (a); Forças atuando sobre um fluido em equilíbrio (b); Pressão em uma profundidade h de um fluido (c)	44
Figura 09: Elevador hidráulico e uma aplicação da lei de pascal	46
Figura 10: Corpo cilíndrico de volume V_c e área da base S	47
Figura 11: Link para acesso ao Teste de Leitura postado no grupo do <i>WhatsApp</i> da turma. .	55
Figura 12: Gráfico com a quantidade de alunos que responderam ao TL nº 01.	57
Figura 13: Resposta dos alunos A1, A2, A3, A4 e A5, respectivamente, ao TL nº 01	57
Figura 14: Resposta fornecida por um dos alunos na avaliação diagnóstica	60
Figura 15: Resposta dos alunos A10, A11, A12, A13 e A14, respectivamente, ao TL nº 02.	60
Figura 16: Atividades experimentais realizadas na quadra da escola	62
Figura 17: Simulação de <i>Phet Simulation</i> para o estudo de Hidrostática	63
Figura 18: Resposta dos alunos A23, A24, A25, A26 e A27, respectivamente, ao TL nº 03.	63
Figura 19: Resposta dos alunos A10, A11, A12 e A13, respectivamente, ao TL nº 04.....	65
Figura 20: Resposta dos alunos A1, A2, A3 e A4, respectivamente, ao TL nº 05.....	67
Figura 21: Resposta fornecida por um dos alunos à questão três da avaliação diagnóstica ...	68
Figura 22: Respostas fornecidas à questão um da avaliação diagnóstica	69
Figura 23: Organização da sala para a realização dos episódios de ensino (a), alunos realizando a atividade diagnóstica (b), alguns dos equipamentos utilizados nos episódios (c) e votação com a utilização dos cartões <i>Qr-code</i> do aplicativo <i>Plickers</i> (d).	70

Figura 24: Percentual de acertos fornecidos em TCs de conceito de pressão.....	72
Figura 25: Percentual de acertos fornecidos em TCs de conceito de densidade e massa específica	74
Figura 26: Percentual de acertos fornecidos em TCs de Teorema de Stevin.....	76
Figura 27: Percentual de acertos fornecidos em TCs de Teorema de Pascal.....	78
Figura 28: Percentual de acertos fornecidos em TCs de princípio de Arquimedes	80
Figura 29: Percentual de respostas fornecida à primeira questão do questionário: As novas metodologias (<i>JiTT</i> e <i>PI</i>) utilizadas nas últimas aulas, quando comparada com a metodologia tradicional, está sendo para a sua aprendizagem	82
Figura 30: Respostas fornecidas pelos alunos A2 e A4 à segunda questão do questionário: .	83
Figura 31: Respostas fornecidas pelos alunos A16 e A20 à terceira questão do questionário.	84
Figura 32: Respostas fornecidas pelos alunos A26 e A27 à terceira questão do questionário.	84
Figura 33: Respostas fornecidas pelos alunos A3, A5, A6 e A7...a quarta e última questão do questionário.	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Os passos para a implementação da metodologia <i>PI</i>	32
Quadro 02: Estrutura do capítulo de Hidrostática utilizado no trabalho.....	51
Quadro 03: Planejamento adotado na implementação do produto educacional.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS, NOMENCLATURAS E SIGLAS

JiTT – Just-in-Time Teaching

PI – Peer Instruction

TC – Teste Conceitual

TL – Teste de Leitura

MF – Mecânica dos Fluidos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

GF – Google Forms

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Justificativa	21
1.2	Objetivo	22
1.2.1	Objetivo geral.....	22
1.2.2	Objetivos específicos.....	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Teoria Sociointeracionista de Vygotsky	23
2.2	Interação entre aprendizado e desenvolvimento: a zona de desenvolvimento proximal	25
3	METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM	28
3.1	Método <i>Peer Instruction (PI)</i> e <i>Just-in-Time Teaching (JiTT)</i>	29
4	MECÂNICA DOS FLUIDOS: HIDROSTÁTICA	41
4.1	Características principais de um fluido	41
4.2	Densidade	42
4.3	Pressão em um fluido	43
4.4	Teorema de Stevin	43
4.5	Teorema de Pascal	45
4.6	Teorema de Arquimedes (Empuxo)	47
5	METODOLOGIA	49
5.1	Caracterização do ambiente investigado	49
5.2	Grupos de alunos participantes da pesquisa	50
5.3	Materiais utilizados	50
5.3.1	Avaliação diagnóstica.....	50
5.3.2	Teste de Leitura (TL).....	51
5.3.3	Teste conceitual (TC).....	52

5.3.4	Mecanismo de coleta de resposta – <i>Plickers</i>	52
5.3.5	Simulação, vídeo aulas e atividades experimentais.....	52
5.4	A estrutura das metodologias <i>PI</i> e <i>JiTT</i> nos episódios de ensino	53
6	DESCRIÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE ENSINO	55
6.1	Episódio 1 – apresentação dos métodos <i>JiTT</i> e <i>PI</i> e avaliação diagnóstica	55
6.2	Episódio 2 – Conceitos de pressão	56
6.3	Episódio 3 – Conceitos de densidade e massa específica	59
6.3.1	Atividade experimental realizada na quadra da escola.....	61
6.4	Episódio 4 – Teorema de Stevin	62
6.5	Episódio 5 – Teorema de Pascal.	65
6.6	Episódio 6 - Teorema de Arquimedes	66
6.7	Episódio 7 – Análise dos dados obtidos na aplicação e entrega de notas	68
7	CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA E ANÁLISES DOS RESULTADOS OBTIDOS	71
7.1	Análise dos TCs: conceitos de pressão	72
7.2	Análise dos TCs: conceitos de densidade e massa específica	73
7.3	Análise dos TCs: Teorema de Stevin	75
7.4	Análise dos TCs: Teorema de Pascal	77
7.5	Análise dos TCs: Teorema de Arquimedes	79
7.6	Avaliação dos alunos com relação as metodologias <i>JiTT</i> e <i>PI</i>	81
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A – TESTE DE LEITURA (TL)	96
	APÊNDICE B – QUESTÕES CONCEITUAIS UTILIZADAS NOS EPISÓDIOS DE ENSINO	100
	APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA SOBRE CONCEITOS DE HIDROSTÁTICA	110

APÊNDICE D - DADOS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL OBTIDOS ATRAVÉS DO APLICATIVO *PLICKERS*.....111

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS METODOLOGIAS *JUST-IN-TIME TEACHING (JITT)* E *PEER INSTRUCTION (PI)* EM AULAS DE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO 117

1 INTRODUÇÃO

A busca por novas perspectivas que visem a melhoria dos processos educacionais em nosso país tem sido tema de muitas discussões entre diversos especialistas da área. Essa busca deve vir acompanhada de transformações significativas no contexto educacional capaz de provocar uma real diferença na educação de nossos jovens, que têm o seu perfil se transformando a cada dia. O ensino de ciências no Brasil, em particular o ensino de física, tem guardado na sua essência as mesmas características ao longo dos anos, um ensino que tem como base: metodologias quase sempre baseadas em aulas expositivas, o professor como o único detentor de conhecimento, o aluno como sujeito passivo no processo de ensino aprendizagem, práticas educacionais que não levam em consideração o real contexto no qual o estudante está inserido e a falta de uma educação colaborativa.

Já na década de 80 o físico norte americano Richard Feynman, em passagem pelo Brasil, já havia comentado a lamentável situação na qual se encontrava o ensino de ciências no nosso país. Segundo Feynman (2000) os estudantes eram direcionados ao “decoreba”, sem nenhum entendimento dos conceitos que há por trás das teorias. A falta de uma educação colaborativa também pôde ser verificada por ele, como retrata o trecho abaixo extraído do livro “Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!” (título original: “Surely You’re Joking, Mr. Feynman!”), publicado originalmente em 1985, nos Estados Unidos:

“Era como um processo de tirar vantagens, no qual ninguém sabe o que está acontecendo e colocam os outros para baixo como se eles realmente soubessem. Eles todos fingem que sabem, e se um estudante faz uma pergunta, admitindo por um momento que as coisas estão confusas, os outros adotam uma atitude de superioridade, agindo como se nada fosse confuso, dizendo àquele estudante que ele está desperdiçando o tempo dos outros. Expliquei a utilidade de se trabalhar em grupo, para discutir as dúvidas, analisá-las, mas eles também não faziam isso porque estariam deixando cair a máscara se tivessem de perguntar alguma coisa à outra pessoa. Era uma pena! Eles, pessoas inteligentes, faziam todo o trabalho, mas adotaram essa estranha forma de pensar, essa forma esquisita de auto propagar a “educação”, que é inútil, definitivamente inútil!”

Com os avanços tecnológicos vivenciados pela humanidade nas últimas décadas, devido às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a centralidade da escola como locus de acesso ao conhecimento científico está sendo questionado, visto que, as diversas possibilidades de difusão de informações estão a apenas a um toque de um mouse (ZANELLA, 2014). Portanto, envolver os alunos em metodologias puramente tradicionais configura um retrocesso na melhoria do ensino e aprendizagem em nosso país.

Tornar o processo de ensino e aprendizagem em ciências, em particular o ensino de física, um caminho no qual o aluno se sinta motivado e bem mais preparado para compreender o mundo em sua volta não é tarefa fácil, romper com séculos de práticas tradicionais de ensino ainda têm sido um grande desafio entre os professores. Se há alguns anos os espaços sociais de professor e aluno eram bem definidos, com tarefas e competências específicas para cada um deles, hoje as linhas divisórias são tênues. Afinal, como destaca Zanella (2014, p. 93):

O a-luno, sinônimo de “sem luz”, que dependia da luminosidade do professor para que viesse a se tornar chama, não existe mais. Professores se deparam hoje, ao contrário, com excesso de luz que os faz não raro se sentirem ofuscados. Alunos brilham, estão vivos e cada vez mais acesos com imagem e realidade fugazes que deglutem com a mesma velocidade de um microprocessador.

Para alcançar esse “novo aluno” e trilhar o caminho de mudanças nos processos educacionais, o professor deve atuar como um facilitador do processo de ensino e aprendizagem, permitindo, incentivando, valorizando a participação ativa do aluno e tornando-o protagonista desse processo. Partindo destas explanações, este trabalho levanta a seguinte indagação: como tornar os alunos protagonistas em todas as etapas do seu processo educacional dentro e fora do ambiente de sala de aula, melhorando significativamente o seu ensino e aprendizagem?

Com base neste questionamento, este trabalho busca subsídios dentro do contexto da educação formal, mais especificamente no Ensino Médio e para tanto, as utilizações de metodologias ativas de ensino têm se mostrado como uma das alternativas em busca dessas mudanças. O uso desses tipos de metodologias implica maior engajamento de alunos e professores e uma aprendizagem mais rica e mais significativa (CROUCH, MAZUR, 2001; NOVAK et al., 1999; OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; TOLEDO, LAGE, 2013; ROCHA, LEMOS, 2014; DINIZ, 2015). Alinhado a essas novas perspectivas, o presente trabalho utiliza as metodologias ativas *Just-in-Time Teaching (JiTT)*¹ e *Peer instruction*² (PI) como um facilitador para o estudo de conceitos de Hidrostática com alunos da educação básica.

O *JiTT* sugere que o aluno realize, de forma prévia, a leitura do material indicado pelo professor e em tempo hábil responda a questões pertinentes ao assunto que está sendo abordado.

1 Comumente chamado de Ensino sob Medida (EsM).

2 A Tradução literal para o português é Instrução pelos colegas (IpC).

Após esse processo o aluno envia as respostas ao professor, por meio de um formulário eletrônico, que fará as suas considerações e planejará as suas aulas mediante as dificuldades apresentadas por eles (OLIVEIRA, 2012).

Já no *PI* o professor, através de Testes Conceituais (TC), buscar criar um ambiente de aprendizagem colaborativa. E para tal, uma breve exposição de um determinado tópico de estudo deve ser realizada por alguns minutos, após essa explanação é lançado aos alunos um TC que deve ser respondido individualmente. Para a base da metodologia ser implementada é necessário que os números de acertos estejam entre 30% e 70%. Dentro dessa perspectiva, o professor solicita aos alunos que discutam em grupos a respeito das alternativas e tentem convencer os colegas através de argumentos consistentes a optarem pela resposta correta. É ideal que os grupos formados sejam de alunos com escolhas diferentes de respostas. Através da interação entre eles almeja-se que a nova votação seja mais satisfatória (OLIVEIRA, 2012). A escolha do mecanismo de votação utilizado pelo professor, para verificar o percentual de acertos, vai desde um simples levantar de mãos a utilização de aplicativos em *smartphones*.

A pesquisa aqui desenvolvida utiliza a combinação das metodologias citadas como ferramentas facilitadoras para o estudo de Hidrostática em aulas de Física no Ensino Médio. O trabalho deu origem a um produto educacional que poderá ser utilizado pelo docente em suas aulas. A aplicação dos métodos aconteceu em uma escola estadual do município de Barcarena-PA e contou com a participação de trinta e cinco (35) alunos do 1ª ano do Ensino Médio. Grande parte dos alunos são de famílias de baixa renda e residem nas proximidades da escola. A instituição dispõe de 10 salas de aulas, sala de informática, sala dos professores, banheiros, biblioteca, cozinha e quadra de esportes.

A base teórica que fundamenta este trabalho está na teoria sociointeracionista de Vigotski, mais precisamente nas suas zonas de desenvolvimento proximal. Para o autor o desenvolvimento da figura humana está assentado sobre o plano das interações, para que o desenvolvimento cognitivo aconteça é de fundamental importância que o trabalho colaborativo se faça presente. A utilização da metodologia *PI* aliado ao *JiTT* está em consonância com essas ideias e busca maior efetividade nos processos de ensino aprendizagem dos alunos dentro e fora do ambiente de sala de aula.

Os encontros realizados no ambiente escolar foram nomeados de episódios de ensino e aconteceram no turno da manhã, totalizando sete (07) episódios, grande parte deles com

duração de 90 minutos. Na fase de aplicação das metodologias algumas dificuldades foram encontradas e solucionadas, da melhor forma possível, visando um bom andamento do trabalho.

Os resultados apresentados pela pesquisa indicam que a utilização e promoção do método *PI* aliado ao *JiTT* promover mudanças significativas nos hábitos de estudo dos alunos e melhora significativamente a sua compreensão com relação a um determinado assunto. No tocante ao trabalho colaborativo, é notório que as interações em sala de aula promovem um melhor aproveitamento do ensino e aprendizagem dos alunos. As questões conceituais que foram apresentadas tiveram, em sua maioria, ganhos significativos nos índices de acertos após as discussões entre eles.

A fim de proporcionar maior organização e clareza no desenvolvimento da pesquisa, o trabalho está estruturado em oito (8) capítulos que serão destacados a seguir. As partes mencionadas foram de fundamental importância para que os objetivos do trabalho fossem alcançados.

O capítulo dois (2) apresenta o suporte teórico fornecido a este trabalho, a saber: teoria sociointeracionista de Lev Semyonovich Vygotsky. A importância do trabalho colaborativo e o maior engajamento dos alunos nos encontros foram imprescindíveis para que a teoria elaborada pelo autor fosse empregada.

O capítulo três (3) realiza uma breve abordagem a respeito das metodologias ativas e a importância do trabalho colaborativo dentro do ambiente escolar. As apresentações dos métodos ativos *JiTT* e *PI* também estão presentes nesta fase, bem como, a descrição de alguns trabalhos que utilizaram as metodologias. Já no capítulo quatro (4) está destacado o estudo da Mecânica dos Fluidos (MF), em particular os conceitos de Hidrostática.

O capítulo cinco (5) apresenta a metodologia empregada no trabalho. Nesta fase, foram abordados a caracterização da escola, aonde a pesquisa se desenvolveu, os alunos que participaram da aplicação do produto educacional, os materiais utilizados durante os episódios de ensino e a estrutura das metodologias *JiTT* e *PI* em todas as fases do trabalho. A descrição e implementação do produto em sala de aula estão presentes no capítulo seis (6).

Já no capítulo sete (7), os resultados obtidos com a aplicação dos métodos foram analisados levando em consideração diversos fatores ocorridos no processo, como por exemplo: estudo prévio, respostas fornecidas aos TCs e a avaliação diagnóstica, empenho dos alunos, interação em sala de aula e a sua avaliação a respeito do *JiTT* e *PI*.

Por fim, o oitavo e último capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa. A fase indicada destaca as considerações e o pensamento do professor com relação a este projeto de pesquisa.

Ao final da dissertação, serão apresentados alguns materiais utilizados durante a fase de implementação das metodologias, a saber:

Apêndice A – Testes de leitura;

Apêndice B – Testes Conceituais;

Apêndice C – Avaliação diagnóstica passada aos alunos no primeiro episódio de ensino;

Apêndice D – Dados fornecidos pelo aplicativo *Plickers* durante a aplicação do produto educacional;

Apêndice E – Produto educacional.

1.1 Justificativa

Segundo destaca Freire (2011), o ato de ensinar exige comprometimento, segurança profissional, generosidade e principalmente exige tomada consciente de decisões e mudanças de atitudes. Essas e outras exigências, destacada pelo autor, devem ser incorporadas no perfil do docente para que novas mudanças aconteçam. Diversas literaturas destacam a real necessidade de novas perspectivas para o ensino de física em nosso país, ensino esse que carrega na sua essência as mesmas características ao longo dos anos, um ensino que tem como base: metodologias quase sempre baseadas em aulas expositivas, centrado na figura do professor e que promovem a passividade dos alunos no seu processo de ensino e aprendizagem.

Os conceitos de Hidrostáticas abordados neste trabalho (pressão, densidade, Teorema de Stevin, Pascal e Arquimedes) seguiram a sequência apresentada no livro-texto da turma e foram incorporadas as estruturas das metodologias *JiTT* e *PI* a fim de torná-las mais estimulante e colaborativas. Tratar e discutir estes conceitos de forma diferenciada, dentro e fora do espaço escolar, promove melhorias significativas dos alunos com relação ao estudo que está sendo analisado, além de gerar a conscientização, das partes envolvida, que o ensino tradicional deverá ganhar novos elementos pedagógicos para a sua melhor eficácia.

Esta pesquisa justifica-se por entender que a promoção de novas metodologias que estimule a participação ativa dos estudantes no seu ensino e aprendizagem, valorizando a contextualização do conhecimento e proporcionando as contribuições formativas do trabalho em equipe são, de fato, ferramentas importantes para provocar mudanças significativas no

contexto escolar da educação básica. Para estar alinhado com essas mudanças o docente deverá avaliar de forma crítica se suas práticas pedagógicas estão em consonância com essas novas perspectivas. Ademais, com a utilização das metodologias *JiTT* e *PI*, busca-se promover nos alunos todas as mudanças destacadas acima para torná-lo um protagonista no processo de construção do próprio conhecimento.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo a promoção de novas metodologias de ensino que proporcione melhoria no ensino e aprendizagem dos alunos com relação aos conceitos de Hidrostática, além de proporcionar mudanças significativas nos seus hábitos de estudo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aplicar o produto educacional em turmas do 1º ano do Ensino Médio em escolas da rede pública de ensino;
- Desenvolver nos alunos a participação ativa no seu processo de ensino aprendizagem
- Mostrar que o trabalho colaborativo constitui uma ferramenta poderosa para o processo educacional;
- Estimular as atividades em grupos, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em equipe.
- Promover a competência de socialização do conhecimento e dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta fase do trabalho será apresentado o referencial teórico no qual se orientou a elaboração dessa pesquisa: a teoria Sociointeracionista de Vygotsky. Para o autor, sempre que há um tipo de troca (relação) existe aprendizagem, ou seja, o desenvolvimento do indivíduo está alicerçado sobre o plano das interações. Não é pretensão do referido capítulo realizar uma análise pormenorizada de sua teoria e sim demonstrar que a metodologia *PI* aliada ao *JiTT* está fortemente alinhada com as suas ideias.

2.1 Teoria Sociointeracionista de Vygotsky

Para Vygotsky o desenvolvimento da figura humana está alicerçado sobre o plano das interações. Segundo o autor, o desenvolvimento cognitivo acontece na interação para depois ser internalizado de forma individual. Portanto, sem influência mútua não há desenvolvimento. Conforme destacado por Rego (2014), Vygotsky considera que o organismo e o meio exercem influências recíprocas, logo a dissociação tanto do social quanto do biológico não devem ser consideradas. Segundo o autor, o homem se constitui como tal mediante as suas interações sociais, portanto, é visto como alguém que realiza transformações nos meios dos quais pertence, além disso, as mudanças produzidas por uma determinada cultura também o transforma. A interação do indivíduo com o meio é admitida pelo autor como a característica definidora da constituição humana (REGO, 2014).

A importância da interação social para o processo de desenvolvimento do indivíduo é fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído (MOREIRA 2008). Ainda em Moreira (2008, p. 4), essa interação

implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho.

Face a essa constatação, o indivíduo aprende e se adapta ao meio, e este é gerador de dificuldades, contradições, desequilíbrios, mais ou menos como é a própria sociedade humana, este saber, fruto da adaptação do indivíduo, manifesta-se através de novas respostas, que são a comprovação da aprendizagem. Conforme destacado por Rego (2014), à dimensão social é

fornecedora de instrumentos e símbolos que medeiam a relação das pessoas com o mundo. De maneira simples Moreira (2008), destaca que os instrumentos representam algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto os símbolos (signos) significam alguma coisa. Uma colher, por exemplo, é um instrumento; um carro também, mas os ícones nele utilizados são signos (MOREIRA, 2008).

Para Moreira (2008, p. 3):

As sociedades constroem instrumentos e sistemas de signos; ambos são construídos ao longo da história dessas sociedades e modificam e influenciam seu desenvolvimento social e cultural. É através da apropriação (internalização, reconstrução interna) dessas construções sócio-históricas e culturais, na interação social, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente.

Outro sistema de signo de extrema importância para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, é a linguagem. É através dela que o sentido das coisas é dado ao indivíduo. Portanto, é imperativo afirmar que tanto o sujeito quanto o outro, estão presentes o tempo todo na linguagem, no diálogo e na interação.

De acordo com Vygotsky, as atividades cognitivas básicas do ser humano acontecem de acordo com sua trajetória social e acabam se transformando no produto do desenvolvimento histórico-social de sua comunidade (LURIA, 1979). Dessa forma, há de ser percebido que as habilidades cognitivas nas quais são estruturadas o pensamento do indivíduo não são determinadas por fatores inatos, e sim resultado das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura da qual se desenvolve. Nesse viés, a história da sociedade no qual ele está inserido e a sua história pessoal são fatores cruciais que determinam a sua forma de pensar. Nesse processo, há de se crê que a linguagem tem papel crucial na determinação de como o ser humano vai aprender a pensar, uma vez que formas avançadas de pensamento são transmitidas para ele através de palavras. Segundo Vygotsky (2007), deve haver um claro entendimento das relações entre pensamento e linguagem para que se entenda o processo de desenvolvimento intelectual. Linguagem não é apenas uma expressão do conhecimento adquirido pelo indivíduo. Existe uma relação de “mão dupla” fundamental entre pensamento e linguagem, um proporcionando recursos ao outro.

Portanto, o desenvolvimento total do ser humano está intimamente ligado ao aprendizado adquirido na linguagem, no diálogo e também na interação com um determinado grupo cultural e com indivíduos da mesma espécie. Para Vigotski (2007), o aprendizado pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual os indivíduos penetram

na vida intelectual daqueles que os cercam. Por entender que o ser humano só adquire cultura, linguagem e desenvolvimento de raciocínio mediante a inserção no meio e no contato com o outro que o seu pensamento costuma “receber o nome de sociointeracionista” (RESENDE, 2009).

2.2 Interação entre aprendizado e desenvolvimento: a zona de desenvolvimento proximal

As relações existentes entre o desenvolvimento e o aprendizado possuem “cadeiras cativas” na obra de Vigotski. Segundo aborda Rego (2014, p. 72):

Ele analisa essa complexa questão sob dois ângulos: um refere à compreensão da relação geral entre o aprendizado e o desenvolvimento; o outro, às peculiaridades dessa relação no período escolar. Faz esta distinção porque acredita que, embora o aprendizado da criança se inicie muito antes de ela frequentar a escola, o aprendizado escolar introduz elementos novos no seu desenvolvimento.

Na tentativa de estabelecer uma abordagem diferente daquelas existentes em seu tempo, quanto à relação entre desenvolvimento e a capacidade de aprendizado dos alunos, o autor propõe na sua teoria a existência de dois níveis de desenvolvimento, a saber: o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro agrega as funções mentais que já estão completamente desenvolvidas no indivíduo, ou seja, apresentam etapas de desenvolvimentos que estão consolidados, geralmente essa fase é caracterizada por aquilo que a criança consegue desenvolver só. Já o segundo nível, também faz referência aquilo que a criança consegue fazer, entretanto, o faz com a mediação de outra pessoa através do diálogo, da colaboração, da imitação, da experiência e das pistas que lhe são fornecidas (REGO, 2014).

É justamente aí, na distância entre o que indivíduo é capaz de fazer de forma independente, saber atual, e aquilo que ele realiza mediante a interação com o outro na busca de novos conhecimentos, saber a ser alcançado, que Vigotski chamou de “zona de desenvolvimento proximal (ver fig. 01). Conforme destaca o autor (VIGOTSKI, 2007, p. 97).

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentes em estado embrionário [...] O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente.

Figura 01: Representação das zonas de desenvolvimentos da teoria de Vygotsky



Fonte: adaptado de: <<https://educacaopublica.cederj.edu.br/artigos/15/8/breve-estudo-sobre-lev-vygotsky-e-o-sociointeracionismo>>. Acesso em 09 de agos. 2019

Os aspectos prospectivos do desenvolvimento mental do indivíduo contido nesta visão ficam bastante evidentes quando analisamos, como parte fundamental do processo, o nível de desenvolvimento potencial. Para essa fase, é muito mais importante determinar o que o indivíduo pode aprender no futuro, o que, naturalmente, nos remete a análise de um processo em movimento e não de algo já concretizado. No desenvolvimento infantil e no plano educacional, esta etapa é de extrema importância, pois permite verificar não apenas os ciclos concretizados, como também aqueles que estão em processo de formação, o que possibilita um delineamento da competência da criança e de suas futuras conquistas, assim como a elaboração e utilização de estratégias pedagógicas que auxiliem nesse processo (REGO, 2014).

Vale ressaltar, que na interação o indivíduo é capaz de colocar em movimento uma gama de processos de desenvolvimento que sem a mediação externa, se tornaria impossível. A medida que essas interações vão acontecendo os processos passam a fazer parte das aquisições do seu conhecimento, ou seja, aquilo que nesse momento uma criança só consegue fazer com a ajuda de alguém, futuramente, é provável que conseguirá fazer sozinha. Portanto, o aprendizado é o grande responsável pela criação da zona de desenvolvimento proximal (REGO, 2014). Para Magalhães (2007), a zona de desenvolvimento proximal é apenas uma metáfora criada para

explicar como ocorre a aprendizagem, ou seja, é a distância entre o nível real e nível potencial do indivíduo.

Em Vigotski (2007), o bom aprendizado configura um aspecto imprescindível e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente e especificamente humanas. Portanto, para o autor, o aprendizado de modo geral e o aprendizado escolar particularmente, não só possibilitam como orientam esse desenvolvimento.

Dessa forma, é oportuno destacar que a mediação como possibilidade para a interação com o outro, seja na relação aluno-professor ou aluno-aluno, promove a construção do conhecimento. Para que essa interação atinja o seu alvo é necessário a promoção de novas metodologias que estimulem a participação e a democratização do saber. Esta concepção no qual se fundamenta a teoria vigotskiana, deixa evidente a sua forte visão social.

O trabalho colaborativo apresentado pela metodologia *PI*, com o objetivo de promover o diálogo e as discussões sobre conceitos de determinado corpo de conhecimento, mostra-se alinhado com a teoria de zona de desenvolvimento proximal de Vigotski. O método *PI*, utilizado neste trabalho, propõe que a aprendizagem aconteça mediante as trocas de experiências entre os alunos, tendo o professor como um mediador decisivo dessas interações. As discussões em sala de aula permitem que o aluno menos experiente se sinta instigado pelo que sabe mais e, mediante ao trabalho colaborativo realizado entre eles é de se esperar que aquele aluno consiga realizar tarefas que não conseguiria individualmente. Além de assumir uma postura de professor, o mais experiente ganha discernimento e aperfeiçoa suas habilidades ao ajudar o colega. Portanto, é de extrema importância que o professor monte grupos variados para as interações de acordo com os diferentes saberes que os alunos precisam dominar.

As atividades propostas devem obedecer alguns critérios e, principalmente, devem ser selecionadas em conformidade com o grau de dificuldade apresentados por ele. Um dos pontos cruciais na teoria de Vigotski: a zona de desenvolvimento proximal tem limite, além do qual o indivíduo não consegue realizar tarefa alguma, mesmo com o auxílio de alguém mais capaz. Nessa fase, a mediação do docente se torna fundamental: determinando o que os alunos podem fazer sozinhos ou o que devem trabalhar em grupos, avaliar quais atividades precisam de ajuda do colega, além de decidir quais os desafios são inviáveis de solucionar mesmo havendo a interação entre eles (por exigir alguns conhecimentos prévios que ainda não estão consolidados ou acessíveis).

3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

A disseminação de metodologias ativas de ensino, principalmente no ensino de Física, teve uma grande alavancada a partir da década de 1990. Ao contrário dos métodos tradicionais, que se caracterizam principalmente por aulas expositivas e pela transmissão de conhecimentos de forma unidirecional, metodologias ativas, segundo Bacich (2018, p. xvi):

Englobam uma concepção do processo de ensino e aprendizagem que considera a participação efetiva dos alunos na construção da sua aprendizagem, valorizando as diferentes formas pelas quais eles podem ser envolvidos nesse processo para que aprendam melhor, em seu próprio ritmo, tempo e estilo.

Pesquisas recentes nas áreas da educação, psicologia e neurociência comprovam que o processo de aprendizagem é único para cada ser humano, e que cada um aprende o que é mais relevante e que faz mais sentido para ele (BACICH, 2018). Rogers (1973), Bruner (1976), Vigotski (2007), Piaget (2006) e entre tantos outros e de diversas formas, têm mostrado como as pessoas aprendem de forma ativa, a partir do que lhe traz significado e está próximo ao nível de competências que possui. O paradigma de ensino baseado na absorção de conteúdo e centrado na figura do professor é duramente questionado por esses autores (BACICH, 2018).

Segundo destaca Mitre (2008), nas metodologias ativas o processo ensino e aprendizagem é dinâmico, colaborativo e requer das partes envolvidas mudanças de posturas. Nessa nova perspectiva o estudante deve assumir um maior protagonismo, deixando para trás a figura de mero receptor de conteúdo e buscando efetivamente conhecimentos relevantes aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Atuar como o facilitador do processo de ensino e aprendizagem, permitindo, incentivando e valorizando a participação ativa do aluno no processo são alguns dos pré-requisitos que devem ser incorporados ao novo perfil do professor.

Conforme destaca Bacich (2018, p. 2), “a aprendizagem é ativa e significativa quando avançamos em espiral, de níveis mais simples para mais complexos de conhecimento e competência em todas as dimensões da vida”. Entre as características das metodologias ativas destacadas por Barbosa e Moura (2013) que visam promover uma aprendizagem mais colaborativa, com sentido e contextualizada, podemos destacar:

- Demandar e estimular a participação do aluno, envolvendo-o em todas as suas dimensões humanas: sensório-motor, afetivo-emocional, mental-cognitiva

- Valorizar a contextualização do conhecimento, imprimindo um sentido de realidade e utilidade nos estudos e atividades desenvolvidas;
- Estimular as atividades em grupos, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em equipe.
- Promover a competência de socialização do conhecimento e dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas

Os pontos essenciais das metodologias ativas, destacados pelos autores acima, não se constitui algo novo, conforme destaca Abreu (2009). Segundo o autor os primeiros indícios dos métodos ativos podem ser encontrados na obra Emílio de Jean Jacques Rosseau (1712-1778). Para o filósofo Rosseau a experiência assume papel de destaque quando comparada com a teoria. É importante ressaltar que o papel de protagonismo por parte do aluno já era defendido por Dewey (1978) que acreditava que a aprendizagem ocorre pela ação, sendo o aluno o centro dos processos de ensino e aprendizagem.

O uso de metodologia ativas de ensino constitui uma ferramenta de grande ajuda para a melhoria da educação em nosso país. Estudo de caso, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos, *PI*, entre outros são algumas das opções que podem ser inseridas na realidade da sala de aula. Para atender aos propósitos desse trabalho, optou-se por destacar o *PI* aliado ao *JiTT* que serão pormenorizados ao longo da pesquisa.

3.1 Método *Peer Instruction* (*PI*) e *Just-in-Time Teaching* (*JiTT*)

O método *PI* é uma das alternativas que vêm sendo testada com grande sucesso em diversos países do mundo. Essa metodologia promove um ensino mais colaborativo em contraponto aos métodos tradicionais que têm como foco a figura do professor e está alicerçada em aulas expositivas (BARBOSA; CONCORDIDO, 2009). Essas características apresentadas pelos métodos tradicionais são alguns dos fatores responsáveis para os baixos índices no ensino de ciências em nosso país, outras razões destacadas por Barbosa e Concordido (2009, p. 75).

Várias são as razões para esse baixo rendimento, como, por exemplo, a dificuldade intrínseca na compreensão de alguns dos conteúdos destas disciplinas, que envolvem conceitos bastante abstratos. No entanto, uma das razões principais, que tem chamado atenção dos especialistas, é o modelo passivo de aprendizado mantido e reforçado nos ambientes tradicionais de ensino. Nesse tipo de esquema, os alunos raramente interagem produtivamente, uns com os outros, e o estímulo quase sempre é a nota e não o conhecimento. O estudante desenvolve seu aprendizado resolvendo problemas padrões após ser apresentado a uma determinada quantidade de assuntos.

Para as atividades colaborativas, proposta pelo método *PI*, os alunos passam a assumir papéis mais ativos no seu ensino e aprendizagem deixando para trás a figura de mero receptor de conteúdo. Ainda em Barbosa e Concordido (2009, p. 73).

Aprendizagem colaborativa é um termo abrangente que designa uma variedade de abordagens educacionais que envolvem esforço intelectual conjunto por parte dos estudantes ou de estudantes e professores. Normalmente, estudantes trabalham em grupos de dois ou mais, procurando entendimento sobre um determinado assunto, buscando soluções de problemas ou criando produtos. Atividades de aprendizado colaborativo variam bastante, mas a maioria se centra na exploração, ou aplicação, do material do curso, não apenas na apresentação do professor ou de sua explicação.

O *PI*, proposto em meados da década de 90, por Eric Mazur, Professor de Física e Física Aplicada da Universidade de Harvard, propõe mudanças significativas nos hábitos de estudo dos alunos. Segundo Mazur (1997), ao se deparar com o artigo em que relatava os resultados obtidos na aplicação de conceitos básicos de Física em três instituições diferentes, com professores diferentes, constatou graves erros conceituais entre os alunos destas instituições (HESTENES; SWACKHAMMER, 1992). O fato dos erros conceituais apresentados serem idênticos foi o que chamou mais a sua atenção. Por se considerar um excelente professor, ele decidiu aplicar o mesmo teste aos seus alunos, convicto de que eles se sairiam muito bem diante daquelas questões conceituais simples, afinal, os alunos apresentavam amplo conhecimento matemático dos assuntos abordados no teste. Mesmo com toda a sua convicção, o resultado foi um espanto para ele, grande parte dos alunos apresentaram erros conceituais graves para o teste. O fato ocorrido levou o professor Eric Mazur a uma mudança profunda na sua prática educacional, o que deu origem ao *PI*.

Esse novo método utiliza conceitos básicos, leitura prévia e a interação entre os alunos no ambiente de sala de aula como uns dos pilares na busca de um ensino mais ativo, conforme destaca Araújo e Mazur (2013, p. 367),

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas.

Conforme mencionado no trabalho, e pormenorizado a seguir, o método *PI* está fundamentado principalmente em:

- **Estudo prévio de um material indicado pelo professor (um texto, um vídeo, aplicativo, simulações entre outros):**

É importante que o professor disponibilize aos alunos materiais, potencialmente significativos, para serem estudados com antecedência. Em tempo hábil, o professor realiza o Teste Leitura (TL) como forma de verificar se o estudo está sendo feito. Os testes podem ser realizados durante a aula ou de forma antecipada e consiste em perguntas a respeito do estudo e das dificuldades encontradas pelos alunos. Uma das dicas de Mazur (1997) é a utilização do método *JiTT* com o intuito de otimizar o tempo de preparação das aulas. Os testes podem ser feitos através do *Google Forms* (GF)³ (utilizado por este trabalho).

- ***Feedback* constante aluno-professor e discussões entre os alunos:**

A base do método *PI* não está somente na interação aluno-aluno, mas também necessita de uma “via de mão dupla” entre o professor e o aluno. Conforme destaca Vygotsky (1998) na sua Teoria Socioconstrutivista as interações citadas devem promover a aproximação crítica do aluno com a realidade. A participação ativa do aluno em todo o seu processo de aprendizagem leva a uma maior autonomia, além de gerar habilidades e competências sólidas no seu desenvolvimento. A diversidade de um grupo e o trabalho colaborativo entre os alunos, é um dos combustíveis da aprendizagem, é o que afirma Borochovicus e Tortella (2014), para esses autores a aprendizagem pode ser entendida como uma mudança de atitude gerada pela experiência de outros, reelaboradas pelo próprio indivíduo e não pela repetição ou pela associação automática de estímulos e respostas.

As etapas de implementação da metodologia podem ser divididas em nove passos e estão comentadas no quadro 01. Alguns dos passos destacados podem ser modificados levando

3 Serviço gratuito do *Google*. Permite a criação de enquetes, formulários, pesquisas e votações de forma simples e rápida. Os resultados do formulário podem ser transformados em gráficos e exportados para formato de planilha eletrônica.

em consideração às necessidades do professor em sala de aula: tempo para a resposta dos TCs, tempo de interação entre os alunos, entre outros.

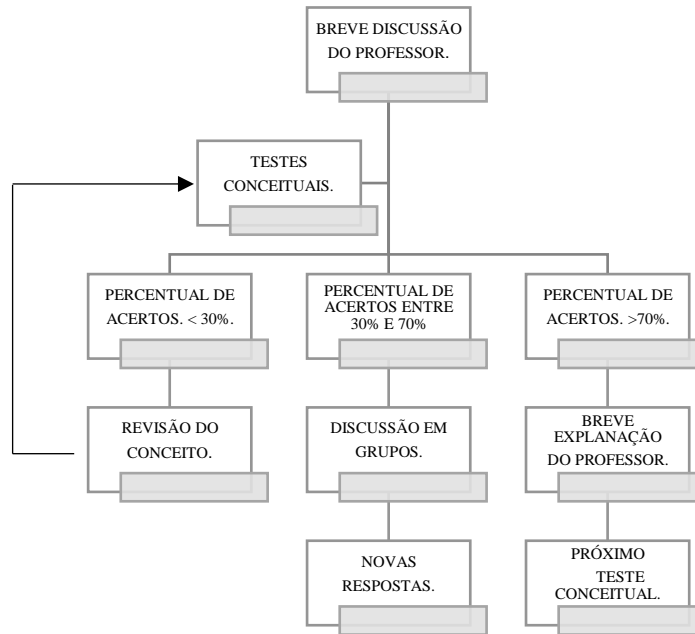
Quadro 01: Os passos para a implementação da metodologia *PI*

<p>1º passo - Estudo prévio do material disponibilizado pelo professor</p>	<p>É de fundamental importância que o professor crie estratégias para que os alunos possam fazer um estudo prévio do material que foi disponibilizado. Objetivando com isso, que os mesmos possam trazer novos conhecimentos à sala de aula;</p>
<p>2º passo - Exposições de questões chamadas conceituais em sala de aula</p>	<p>Uma breve apresentação oral⁴ sobre os elementos centrais de um dado conceito ou de uma dada teoria é feita por cerca de quinze minutos, ou seja, caberá ao professor nessa fase uma revisão do passo anterior, conteúdo presente no estudo prévio;</p>
<p>3º passo - Aplicação do Teste Conceitual</p>	<p>Os estudantes resolverão perguntas de múltipla escolha, geralmente conceituais, que serão abordadas sobre os conceitos apresentados na exposição oral. O ideal das perguntas é que os resultados delas estejam entre 30% e 70% de acertos;</p>
<p>4º passo - Respostas individuais por parte dos estudantes</p>	<p>Através de algum sistema de coleta os estudantes registram suas respostas individualmente e mostram ao professor às suas respectivas escolhas;</p>
<p>5º passo - Redefinição do caminho por parte do professor</p>	<p>A partir da consolidação das respostas por parte dos estudantes, o professor poderá definir se irá recolocar as questões, partir para um novo assunto ou se precisará explicar novamente o conteúdo que está sendo trabalhado, tendo em vista, a baixa porcentagem de acertos;</p>
<p>6º passo - Interação entre os estudantes</p>	<p>Essa etapa constitui a base da metodologia que está sendo utilizada, nessa fase os estudantes trocam informações, em um tempo de aproximadamente dois minutos, a fim de convergirem para a resposta certa;</p>
<p>7º passo - Reaplicação do Teste Conceitual</p>	<p>A partir da interação entre os estudantes presume-se que eles aprendam mais sobre o assunto proposto, e com o colega possa ter elevado o seu conhecimento, e agora em uma nova resposta individual ele possa ter novos resultados;</p>
<p>8º passo - Apresentação e explicação das respostas</p>	<p>Fase onde o professor comenta com o aluno quais eram as respostas corretas e faz uma explicação das mesmas;</p>
<p>9º passo - Nova questão ou novo tópico</p>	<p>Aplicação de nova questão do mesmo assunto ou passar para um novo tópico.</p>

4 A exposição de um dado conceito também pode ser complementada com o uso de outras ferramentas educacionais: experimentos, simulações entre outros.

Além dos passos destacados acima, o trabalho também apresenta um fluxograma de forma sequenciada da aplicação da metodologia *PI* em sala de aula (ver fig. 02)

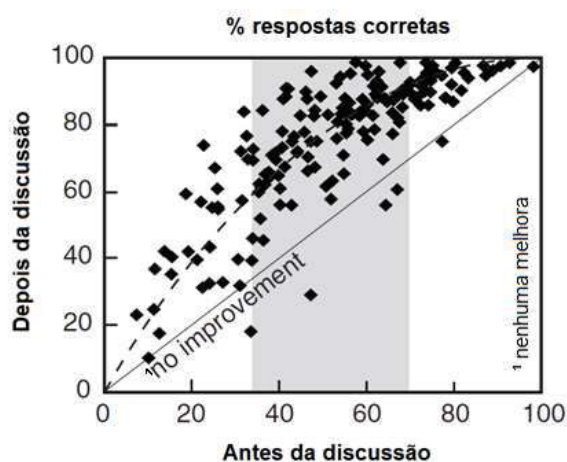
Figura 02: Fluxograma de implementação da metodologia *PI*



Fonte: adaptado de Lasry et all (2008)

É importante ressaltar que o percentual de acertos abaixo de 30% levará o professor a uma revisão do conteúdo e nova aplicação do TC. Caso os índices esteja acima de 70%, o professor poderá comentar a resposta correta, de forma a sanar possíveis dúvidas da turma e passar para outro tópico ou teste. Para Mazur e Watkins (2007) as interações entre os alunos apresentam bons rendimentos quando cerca de 30-70% da turma responde corretamente ao TC antes da discussão (ver fig. 03). O baixo rendimento obtido na fase inicial do processo pode indicar que eles não possuem entendimento suficiente ou conhecimento para envolver discussões produtivas. Assim sendo, os alunos devem ir às aulas com algum conhecimento e ideias sobre o estudo que será realizado. Dessa forma, o professor deverá disponibilizar aos alunos meios para que o estudo prévio ocorra.

Figura 03: Percentual de respostas corretas antes e após a discussão. A área cinza indica os percentuais ideais antes da discussão para o maior ganho.



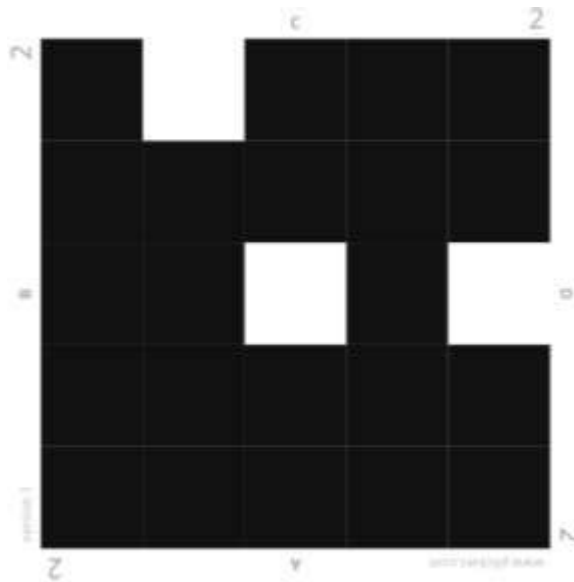
Fonte: adaptado de (MAZUR, WATKINS, 2007)

Para o *PI* o rendimento dos alunos com relação aos testes poderá ser verificado através de alguns mecanismos de votação, antes e depois de discutir com os seus colegas. Alguns desses mecanismos estão destacados abaixo:

- **Levantar as mãos:** é o sistema mais simples que o professor pode utilizar. Após os alunos lerem e pensarem na questão conceitual, caberá ao professor solicitar aos alunos que levantem a mão e indique qual a alternativa escolheu, mostrando um dedo para a alternativa A, e dois dedos para a alternativa B e assim por diante. A principal desvantagem deste sistema é que ele não é anônimo; os alunos podem facilmente olhar em volta para ver como os outros estão votando e escolher a resposta de acordo, em vez de pensar sobre isso por si mesmos. No entanto, este sistema ainda pode ser bastante eficaz;
- **Flashcard:** nesse sistema cada aluno recebe um cartão, rotulados como “A”, “B”, “C” etc. Os alunos votam segurando simultaneamente o cartão correspondente à sua resposta. Por ser de baixo custo, esse sistema é amplamente utilizado.
- **Clickers (mecanismos eletrônicos portáteis de resposta wireless):** este dispositivo envia um sinal para o computador do professor que registra em tempo real as respostas dos alunos. A principal vantagem de usar o *clickers* é o anonimato das respostas. Manter registros precisos de como os alunos responderam a cada pergunta é outra vantagem desse sistema. A principal desvantagem do seu uso é o custo inicial e o suporte técnico e treinamento necessários para usá-lo.

- **Plickers:** é uma ferramenta disponível na versão web e aplicativo para dispositivos móveis, de administração de testes rápidos, permitindo ao professor escanear as respostas e conhecer em tempo real o nível da turma quanto ao entendimento de conceitos e pontos chaves de uma aula. Para o escaneamento das respostas o aplicativo utiliza um código *Qr-code*, conforme figura 04.

Figura 04: Cartão *Qr-code* que será escaneado pelo professor durante as aulas.



Fonte: <https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards>.

o código (cartão) será utilizado pelo aluno que o levantará indicando a sua resposta: “A”, “B”, “C” ou “D”. Caso o aluno escolha a resposta C como correta, ele deverá orientar o lado C do cartão para cima, e o escaneamento será realizado pelo professor.

Por se tratar de uma ferramenta pedagógica e não tecnológica, o método *PI* não deve ser influenciado pelos sistemas de votação utilizado. Segundo Lasry (2008), que comparou o uso do *clickers* e do *flashcard* na metodologia *PI*, o uso do *clickers* não fornece nenhuma vantagem de aprendizagem sobre o *flashcard*. O *PI* é uma abordagem que envolve os alunos e os desafia, comprometendo-os com um ponto de vista que eles possam defender.

Os bons resultados alcançados pelo método *PI* vêm sendo cada vez mais crescente em diversas partes do mundo. Apesar do seu desenvolvimento ter como foco o ensino superior, uma gama de trabalhos vem sendo realizados também na educação básica.

O ambiente colaborativo criado quando os alunos estudam em grupo, discutem diversos temas e assumem inclusive funções de professores são, segundo diversos autores, algumas das explicações para os bons resultados da metodologia (MAZUR, 1997; CROUCH, MAZUR, 2001; CROUCH et. al, 2007; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008; CUMMINGS, ROBERTS, 2008; LASRY, 2008; OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; TOLEDO, LAGE, 2013; ROCHA, LEMOS, 2014; DINIZ, 2015).

Até agora, existe um corpo substancial de pesquisas sobre a eficácia do método *PI*. Estudos sobre o uso dessa metodologia em Física e em outras disciplinas científicas mostraram consistentemente ganhos consideráveis em compreensão conceitual e resolução de problemas. A satisfação do aluno, em relação ao método, também é comprovada. Com o objetivo de proporcionar melhor fundamentação à pesquisa, será destacado a seguir alguns trabalhos realizados com o uso da metodologia *PI*. As pesquisas analisadas trazem grande contribuição para o processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas do conhecimento.

O trabalho de Oliveira (2012) destaca a aplicação dos métodos *PI* e *JiTT* realizado em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, onde o conteúdo escolhido foi o eletromagnetismo. Segundo o autor o método utilizado apresentou um considerável ganho no ensino e aprendizagem, além de boa aceitação pela maioria dos alunos.

Conforme previsto pela metodologia e confirmado pelos autores já citados, a interação entre os estudantes está entre os pontos de maior destaque dessa aplicação visando um melhor aproveitamento do estudo, é o que destaca Oliveira (2012, p. 90):

Observamos que com a implementação dos métodos parece ser possível afirmar que desenvolveu-se nos alunos uma motivação relacionada à aprendizagem colaborativa, além de incentivar o envolvimento ativo no processo de ensino e aprendizagem, antes, durante e depois da aula. Em geral, os alunos estudam os textos de apoio proposto, respondem às Tarefas de Leitura dentro dos prazos estipulados e participam quanto das aulas com empolgantes debates sobre os conceitos físico discutidos nas minixposições e nos Teste Conceituais.

e

As discussões entre os alunos promovidas pelos Testes Conceituais se mostraram bastantes eficazes na maioria das vezes. Após os debates entre os colegas sobre os conceitos físicos envolvidos nas questões, o percentual de respostas corretas e o nível de confiança dos alunos ao escolherem determinada alternativa aumentavam consideravelmente, o que é tomado como um bom indício das potencialidades da proposta.

O percentual de respostas corretas após as discussões entre os alunos, enfatizado por Oliveira (2012), também pode ser verificado no trabalho de Müller (2013), que destaca a participação ativa dos alunos em sala de aula. Segundo o autor a utilização do *PI* proporcionou um grande avanço no trabalho colaborativo, propiciando maior convergência à resposta correta. O trabalho foi realizado com 34 alunos do Ensino Médio (3º ano) de uma escola pública federal de Porto Alegre, ao longo de uma sequência didática sobre eletromagnetismo.

Em Wanis (2015), a metodologia *PI* também foi utilizada em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Dr. Antônio Fernandes, Rio de Janeiro, abordando conteúdos de Cinemática e Mecânica. O autor constata na sua pesquisa que as questões onde houve maior interação dos alunos (45 a 50% das vezes), um aumento absoluto de 20% no número de respostas corretas após o debate foi registrado. Segundo o autor, esses índices são relevantes em se tratando de aumento no número de acertos, considerando-se que o aumento no número de acertos indica que a turma efetivamente melhorou sua compreensão.

No trabalho de Diniz (2015), realizado no Colégio de Aplicação João XXIII/UFJF, vinculado à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e que contou com a participação de 28 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, a metodologia *PI* também foi usada e compreendeu os temas de Mecânica: Leis de Newton, energia e quantidade de movimento. Segundo o autor o *PI* foi comparado com duas turmas-controle, nas quais o método não foi aplicado e estatisticamente a sua efetividade foi comprovada.

A efetividade do *PI* também se estende a outras áreas do conhecimento, como é o caso de Toledo e Lage (2013), que trabalharam a metodologia na disciplina de Direito Processual Civil II. As autoras enfatizam em sua pesquisa a importância da leitura prévia por parte dos alunos como forma de se obter um maior aproveitamento do método (TOLEDO e LAGE, 2013 p. 14):

Há necessidade de que o discente realize previamente, para responder aos questionamentos do professor e participar da aula e do desenrolar do método. A aplicação da metodologia não se inicia em sala de aula, mas, sim, no momento em que o estudante faz a leitura prévia em sua casa. Desse modo, é preciso pensar em uma forma de despertar a consciência no aluno para a importância da leitura prévia sugerida pelo docente. É importante, por parte do aluno, disciplina e concentração para criar o hábito de leitura, assumindo uma postura mais ativa, de busca pessoal pelo conhecimento.

com relação aos resultados (TOLEDO e LAGE, 2013 p. 15):

De modo geral, mostrou-se extremamente positiva a experiência com o uso do método *Peer Instruction* na disciplina de Direito Processual Civil, vez que o conteúdo foi

transmitido e apreendido a contento, tendo se verificado uma postura mais ativa dos alunos, pelo menos daqueles que efetivamente fizeram a leitura prévia e se manifestaram durante toda a aula. Ademais, os resultados ora apresentados corroboram para comprovar a eficácia do método empregado: os alunos de fato entenderam o assunto, tendo respondido com êxito praticamente a totalidade das questões (ressalte-se que se tratou da aplicação de questões de grau médio a difícil). Por fim, os estudantes receberam muitíssimo bem a metodologia: não demonstraram qualquer resistência ao uso da tecnologia e consideraram a aula mais descontraída, dinâmica e interativa, se comparada aos métodos pedagógicos tradicionais (aula expositiva e dialogada).

O *PI* é uma técnica de ensino que promove a interação e o envolvimento dos alunos em sala de aula (MAZUR, 1997). Ao disponibilizar oportunidades para os alunos discutirem conceitos de forma colaborativa, eles aprendem uns com os outros. Esse clima pode ajudar a promover uma aprendizagem mais profunda, com maior interesse e motivação. Além disso, as estratégias que os estudantes utilizam durante a interação em sala de aula (explicando, raciocinando e justificando os argumentos) podem ajudá-los a desenvolver habilidades de pensamento crítico mais avançados que garanta maior autonomia do aluno tanto dentro quanto fora do ambiente escolar.

No entanto, para este método ser mais eficaz, os alunos precisam vir para a aula com algum conhecimento básico do material. Dessa forma, a utilização do *JiTT* é um complemento ideal para o método. A sua aplicação estrutura e desenvolve habilidades de leitura dos alunos antes da aula e fornece um *feedback* ao professor que pode planejar a sua exposição levando em consideração as dificuldades apresentadas na leitura prévia (MAZUR, WATKINS, 2007). O *JiTT* aliado ao *PI* torna a preparação da aula especialmente eficiente, principalmente nas escolhas dos TCs. Na maioria das vezes, a leitura de problemas ou conceitos errados por parte dos alunos, com relação à algum tópico, promove novas ideias para novas perguntas (MAZUR, WATKINS, 2007).

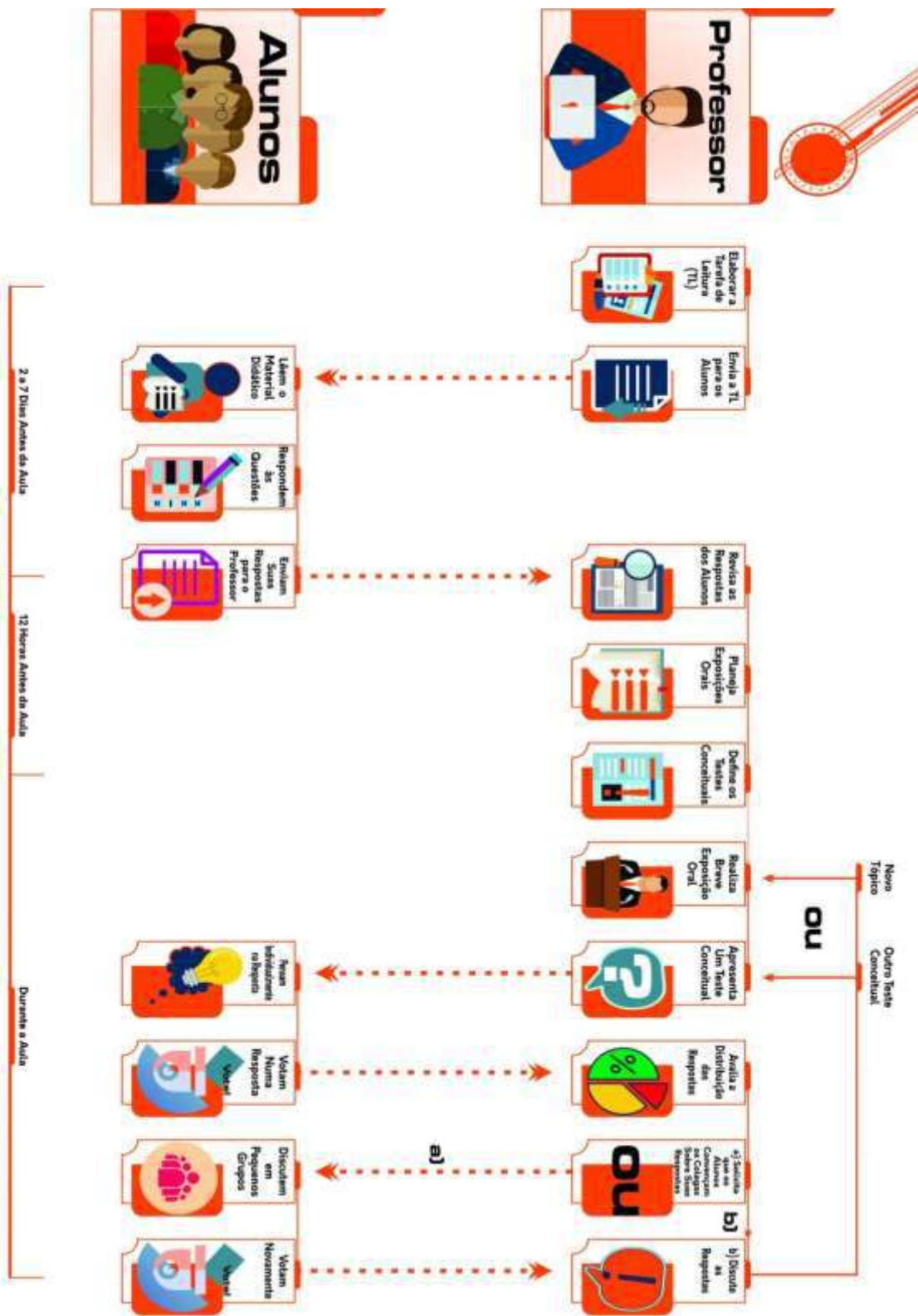
O método *JiTT* foi proposto pelo professor Gregory M. Novak e colaboradores⁵ em 1996, com o objetivo de utilizar tecnologia em sala de aula para melhorar a aprendizagem dos alunos (NOVAK et al., 1999). O seu desenvolvimento se dá através de atividades preparatórias para as aulas. No primeiro momento, o professor elabora e envia aos alunos um TL que deverá ser respondido e enviado eletronicamente. Neste trabalho, optou-se por utilizar a plataforma *GF* para essa finalidade. O TL conterá duas questões subjetivas, abordando pontos centrais da

5 Evelyn T. Patterson, Andrew D. Gavrín e Wolfgang Christian

leitura prévia, e uma questão com o objetivo de identificar algumas dificuldades encontradas pelos alunos no seu estudo. Levando em consideração as dificuldades e interesses apresentados pelos estudantes o professor deverá prepara uma aula em conformidade com o que foi apresentado por eles (OLIVEIRA, 2012).

Outra forma de promover os estudos prévios são os chamados “*quizzes*”. Segundo Mazur (2015) esses testes apresentam questões mais simples sobre o assunto abordado. Apesar de ser uma boa alternativa na promoção do estudo pré-aula os “*quizzes*”, diferentemente do *JiTT*, não desenvolve nos alunos uma reflexão mais aprofundada do conteúdo estudado (CROUCH et al., 2007). Portanto, Por estimular de forma mais reflexiva o estudo prévio e proporcionar maior qualidade nos debates em sala de aula, acredita-se que o trabalho conjunto dos métodos *JiTT* e *PI* eleva de forma significativa a compreensão dos assuntos abordados em sala de aula. Este trabalho apresenta, na figura a seguir, uma combinação das metodologias *JiTT* e *PI*.

Figura 05: Combinando os métodos *JiTT* e *PI* em sala de aula.



Fonte: adaptação feita de (ARAÚJO, MAZUR, 2013, p. 374)

4 MECÂNICA DOS FLUIDOS: HIDROSTÁTICA

A Mecânica dos Fluidos (MF) é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluidos e suas propriedades, bem como, as diversas leis que regem o seu comportamento. Os fluidos são materiais que podem fluir, e abrangem tanto gases quanto os líquidos, além de desempenhar um papel de essencial importância no nosso cotidiano. Nessa etapa da pesquisa iremos abordar a MF somente nos seus aspectos estáticos (Hidrostatica), e para tal destacaremos os conceitos principais que fundamentam o seu estudo.

4.1 Características principais de um fluido

A MF constitui uma parte da física que estuda tanto as propriedades dos líquidos quanto as dos gases. Nos sólidos, que possui sua forma e volume bem definido, a ação de uma força aplicada sobre a sua superfície exercerá no material uma força reativa o que está de acordo com a terceira Lei de Newton. As interações intermoleculares de um sólido, cujo o comportamento pode ser considerado aos de uma mola, contribui com a força reativa em equilíbrio a força aplicada (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2006). A configuração de equilíbrio em um objeto classificado como sólido pode ocorrer mediante a ação de forças externas (compressão ou cisalhamento).

Possuindo volume bem definido e a forma do recipiente que o contém, a substância no estado líquido apresenta maior grau de agitação térmica de suas moléculas. A força de coesão para uma substância no estado líquido são menores. Ao contrário de um sólido um líquido não é capaz de reagir as forças aplicadas em direções arbitrárias. Diversos líquidos podem ser considerados como incompressíveis, dessa forma, podem apresentar forças reativas às forças de compressão através de pequenas variações nos espaçamentos de suas moléculas (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2006). As substâncias no estado líquido escoam quando submetidas às forças de cisalhamentos e esse escoamento acontece na mesma direção da força aplicada.

Nos gases o espaçamento médio entre as suas moléculas é bem maior quando comparado as substâncias sólidas e líquidas. Portanto, as forças intermoleculares que atuam são muito fracas. Os gases não possuem forma e nem volume definidos e podem se expandir ocupando todo o volume do recipiente que o contém.

4.2 Densidade

A densidade de um corpo constitui uma grandeza de vital importância para qualquer matéria. É ela que nos fornece à sua quantidade de massa por unidade de volume. Segundo Young e Freedman (2003, p. 71) em português, um sinônimo para densidade é a massa específica. Alguns materiais que possuem a mesma densidade em todas as suas dimensões são chamados materiais homogêneos. Dessa forma, quando a massa m desse material possui volume V , sua densidade será dada através da relação:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (01)$$

Por não possui propriedades direcionais, a densidade, se constitui como uma grandeza escalar. Em geral a densidade de um material depende de fatores ambientais (temperatura e pressão). Ao contrário dos oceanos que possui a sua densidade aumentada com a profundidade, a atmosfera terrestre se torna menos densa com altitudes elevadas (YOUNG e FREEDMAN 2003). Para essas substâncias a equação 1 descreve apenas a densidade média. É válido ressaltar que essa grandeza possui o quilograma por metro cúbico (1 kg/m^3) como unidade do Sistema Internacional de Unidades (S.I.)⁶. A figura abaixo destaca algumas substâncias com as suas respectivas densidades.

Figura 06: Densidade de algumas substâncias comuns

MATERIAL	DENSIDADE (KG/M ³)*	MATERIAL	DENSIDADE (KG/M ³)*
Ar (1 atm, 20° C)	1,20	Ferro, aço	$7,8 \times 10^3$
Álcool etílico	$0,81 \times 10^3$	Latão	$8,6 \times 10^3$
Benzeno	$0,90 \times 10^3$	Cobre	$8,9 \times 10^3$
Gelo	$0,92 \times 10^3$	Prata	$10,5 \times 10^3$
Água	$1,00 \times 10^3$	Chumbo	$11,3 \times 10^3$
Água do mar	$1,03 \times 10^3$	Mercúrio	$13,6 \times 10^3$
Sangue	$1,06 \times 10^3$	Ouro	$19,3 \times 10^3$
Glicerina	$1,26 \times 10^3$	Platina	$21,4 \times 10^3$
Concreto	2×10^3	Anã branca	10^{28}
Alumínio	$2,7 \times 10^3$	Estrela de nêutrons	10^{18}

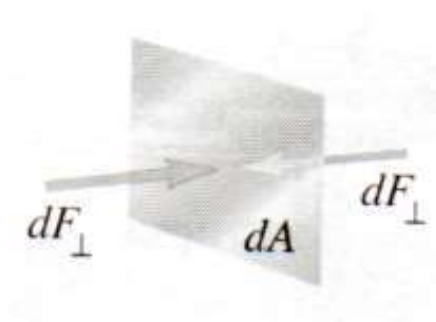
Fonte: Young e Freedman (2003, p. 70)

⁶ A densidade também pode ser medida em g/cm^3 que constitui uma unidade do Sistema CGS de unidades e o seu fator de conversão é de $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$.

4.3 Pressão em um fluido

Se o estado de um fluido é o equilíbrio, cada uma de suas partes estará também em equilíbrio. Dessa forma, o fluido (um gás ou um líquido), exercerá uma força perpendicular sobre qualquer superfície que esteja em contato com ele (HEWITT, 2002). Para discutir essa interação, convém introduzir o conceito de pressão. A figura a seguir destaca uma pequena superfície de área dA centralizado em um ponto do fluido, a força normal exercida pelo fluido sobre cada parte da superfície é dF_{\perp} .

Figura 07: Área imaginária dA no interior de um fluido submetida a forças normais dF_{\perp}



Fonte: Young e Freedman (2003, p. 71)

Portanto, definimos a pressão P nesse ponto como a força normal por unidade de área, ou seja, pela relação:

$$P = \frac{dF_{\perp}}{dA} \quad (02)$$

Para o caso em que a pressão é a mesma em todos os pontos a relação ficará sendo F_{\perp}/A . A pressão é uma grandeza escalar e possui o N/m^2 (pascal) Pa como a unidade mais utilizada. Outras medidas podem ser feitas através de atmosfera (atm) e milímetros de mercúrio (mmHg).

A MF, em especial a Hidrostática, está fundamentada em três teoremas: Teorema de Stevin, Teorema de Pascal e Teorema de Arquimedes. (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2007).

4.4 Teorema de Stevin

A variação de pressão que ocorre quando nos deslocamos para altitudes elevadas ou quando mergulhamos a uma certa profundidade no oceano constitui um dos objetos de análise da Hidrostática. Para pontos com altitudes acentuadas ocorre uma diminuição na pressão

atmosférica, consequência da diminuição da densidade do ar, entretanto, ao mergulharmos em águas profundas a pressão aumenta com a profundidade (YOUNG e FREEDMAN 2003). A pressão P em um dado ponto no interior de um fluido e a altura desse ponto podem ser relacionadas pelo Teorema de Stevin.

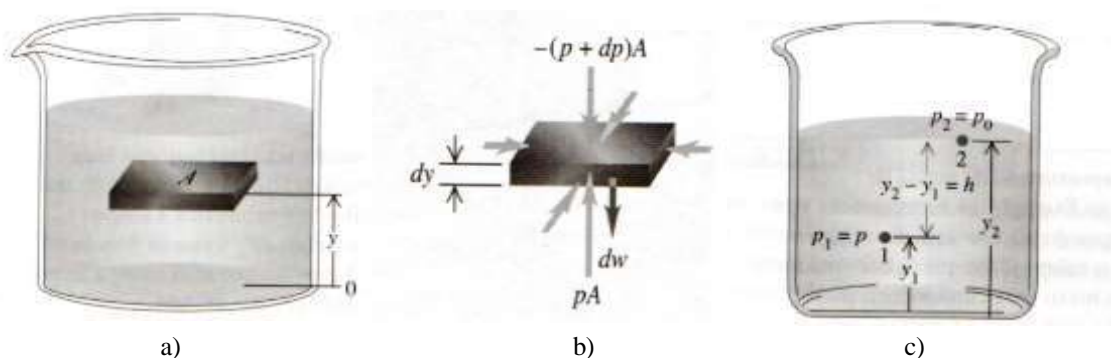
Para a confirmação desse teorema considera-se que a densidade ρ e a aceleração da gravidade g permaneçam constantes em todos os pontos do fluido em equilíbrio, nesse caso cada elemento de volume está em equilíbrio. Em um elemento de fluido com altura dy (ver fig. 08 b), a superfície inferior e a superfície superior possuem a mesma área A , e suas alturas respectivas acima de um nível de referência $y = 0$ (ver fig. 08 a), são dadas por y e $y + dy$. O volume do elemento de fluido é $dV = A dy$, sua massa é $dm = \rho dV = \rho A dy$ e seu peso é $dw = dm g = \rho g A dy$. Chamando de P a pressão na superfície inferior; o componente y da força resultante que atua sobre essa superfície é PA . A pressão na superfície superior é $P + dP$, e o componente y da força resultante que atua (de cima para baixo) sobre a superfície superior é $-(P + dP)A$. O elemento de fluido está em equilíbrio, logo o componente y da força total resultante, incluindo o peso e as outras forças mencionadas, deve ser igual a zero (YOUNG e FREEDMAN 2003).:

$$\sum F_y = 0, \quad \text{logo } PA - (P + dP)A - \rho g A dy = 0$$

dividindo pela área A e reagrupando os termos, obtemos

$$\frac{dP}{dy} = -\rho g \quad (03)$$

Figura 08: Elemento de fluido de área A (a); Forças atuando sobre um fluido em equilíbrio (b); Pressão em uma profundidade h de um fluido (c).



Fonte: Adaptado de Young e Freedman (2003, p. 72).

A análise da equação 04 indica haver uma diminuição na pressão à medida que y aumenta, ou seja, ao avançarmos em altura dentro de um fluido a pressão diminui. A quantidade ρg é geralmente chamada de peso específico do fluido. Se P_1 e P_2 forem, respectivamente, as pressões nas alturas y_1 e y_2 , e se ρ e g permanecerem constantes dy (ver fig. 08 c), teremos:

$$\int_{P_1}^{P_2} dP = - \int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$$

ou

$$P_2 - P_1 = -\rho g(y_2 - y_1) \quad (04)$$

A equação 04 é mais utilizada em termos da profundidade abaixo da superfície do fluido. Se considerarmos o ponto 2, com altura y_2 e submetida a pressão P_o (índice inferior O na profundidade zero) e o ponto 1, com altura y_1 (abaixo da superfície do fluido) e submetida a pressão P nesse nível, a relação entre essas referencias podem ser dada por $h = y_2 - y_1$. Portanto, a equação 04 pode ser reescrita na forma:

$$P = P_o + \rho gh \quad (05)$$

A pressão P em um ponto situado a uma profundidade h no interior de um líquido em equilíbrio é denominada pressão total e é obtida pela pressão na superfície (P_o) somada à pressão exercida pela coluna do fluido situada sobre esse ponto (ρgh), denominada pressão hidrostática. Na maioria dos casos a pressão na superfície coincide com a pressão atmosférica (1atm). É importante destacar que a pressão exercida por líquidos iguais no fundo de um recipiente depende da altura da coluna de líquido, ao passo que o seu volume e a forma do recipiente não influem nessa pressão (paradoxo hidrostático).

4.5 Teorema de Pascal

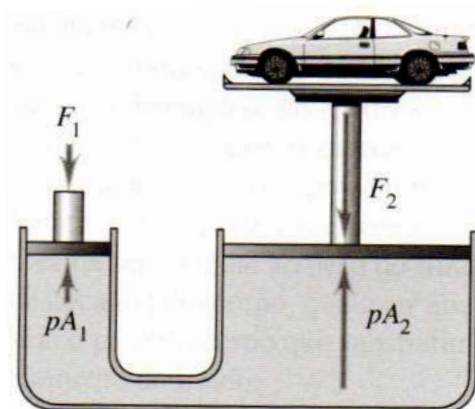
O Teorema de Pascal é um caso particular do Teorema de Stevin. Pode-se observa que na equação 06 fixando a h dentro do fluido a pressão será igual em todos os pontos, independentemente da forma do recipiente. Portanto, se aumentarmos o valor da pressão P_o no topo da superfície, possivelmente usando um pistão que se adapta firmemente ao interior do recipiente e empurra a superfície do fluido, a pressão P em qualquer profundidade do fluido

aumenta de um valor exatamente igual ao valor do aumento da pressão (YOUNG e FREEDMAN 2003). Esse fato foi observado pelo francês Blaise Pascal (1623-1662) em 1653, e é chamado de Teorema de Pascal:

A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é constante, dependendo apenas do desnível entre esses dois pontos. Logo, se produzirmos uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo o líquido, ou seja, todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão (NUSSENZVEIG, 2002. p. 8)

Uma das Aplicações desse teorema que está presente no nosso dia a dia é o elevador hidráulico, conforme destacado na figura abaixo.

Figura 09: Elevador hidráulico e uma aplicação da lei de pascal



Fonte: Young e Freedman (2003, p. 73).

Um pistão, cuja seção reta possui área pequena A_1 exerce uma força F_1 sobre a superfície de um líquido. A pressão aplicada $P = F_1/A_1$ é transmitida integralmente através dos tubos até um pistão maior com área A_2 . A pressão aplicada nos dois cilindros é a mesma. Com a finalidade de multiplicar forças, o elevador hidráulico, deve possuir diferenças nas áreas dos pistões (ver fig 09), visto que a relação entre elas será o fator multiplicador, logo

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{e} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \quad (06)$$

Portanto, as forças exercidas nos êmbolos são diretamente proporcionais às áreas de suas seções retas.

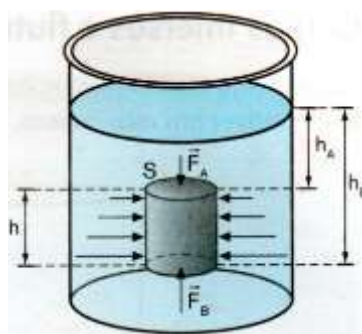
4.6 Teorema de Arquimedes (empuxo)

Um dos episódios importante na trajetória de Arquimedes dá conta da sua investigação acerca do empuxo. Após encomendar uma coroa de ouro a um ourives, o rei Hieron recebeu uma denúncia de que o ourives teria ficado com uma parte do ouro e completado a parte furtada com prata. Ao ser chamado para desvenda o caso e pôr fim a dúvida, Arquimedes teria encontrado a solução do problema ao tomar banho em sua banheira, ele percebeu que a quantidade de água que transbordava era igual em volume ao seu próprio corpo. Aplicando a mesma ideia para o caso da coroa do rei ele poderia desvendar o mistério e assim provar a fraude do ourives. Após essa descoberta, conta-se que Arquimedes teria saído pela cidade, nu, gritando Eureka! Eureka! (Descobri! Descobri!). Essa história possivelmente não passa de uma anedota inverídica, mas está presente em diversos livros didáticos utilizados em sala de aula.

A veracidade do fato pouco importa, o certo é que foi Arquimedes quem primeiro constatou as características do empuxo que um fluido exerce sobre um corpo que nele esteja total ou parcialmente imerso. Em seus estudos, observou que, quando um corpo mais denso que o fluido é introduzido neste, o seu peso aparentemente diminui em um valor igual ao peso do volume do fluido deslocado. Essas observações deram origem ao teorema que leva o seu nome, Teorema de Arquimedes. Conforme destaca Young e Freedman (2003, p. 74), o teorema afirma que: “Quando um corpo está parcial ou completamente imerso em um fluido, este exerce sobre o corpo uma força de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo”.

Para determinar as suas características, considera-se um corpo cilíndrico de volume V_c e área de base S , mergulhado e um fluido com densidade ρ , em um local onde a aceleração da gravidade seja \vec{g} (ver fig. 10).

Figura 10: Corpo cilíndrico de volume V_c e área de base S .



Fonte: Bonjorno (2016, p. 263)

Se considerarmos a diferença entre as forças que atuam nas bases do cilindro (F_B e F_A), teremos que o empuxo será

$$E = F_B - F_A. \quad (07)$$

As forças que atuam na superfície lateral equilibram-se em pares, portanto, não participam do processo (HEWITT, 2002). Se a superfície livre do líquido estiverem submetidas à pressão P_0 , as pressões nas bases do cilindro poderão ser obtidas pela equação 06:

$$P_A = P_0 + \rho g h_A$$

$$P_B = P_0 + \rho g h_B$$

As forças que atuam nas bases do cilindro podem ser obtidas através da relação:

$$F_A = P_A \cdot S$$

$$F_B = P_{AB} \cdot S$$

Fazendo as devidas substituições das relações acima na equação 07 e considerando o volume do cilindro (V_c) igual ao volume do fluido por ele deslocado encontraremos a relação:

$$E = \rho g V \quad (08)$$

Se o corpo estiver totalmente submerso, o volume do fluido deslocado será igual ao volume real do corpo. Entretanto, se apenas uma porção do corpo estiver mergulhada no fluido, esta representará o volume deslocado. Ao está total ou parcialmente submerso tem-se a sensação de que o peso real do corpo diminui. Na realidade o que ocorre é apenas uma aparente perda de peso devido ao empuxo.

5 METODOLOGIA

Nesta esta etapa do trabalho, realiza-se as apresentações dos itens imprescindíveis para a implementação do método *PI* aliado ao *JiTT*. No item 5.1 desse capítulo será abordado a infraestrutura existente na escola, fator determinante para a implementação das metodologias. Já no item 5.2, será realizada a descrição do grupo de alunos participantes da pesquisa. Os materiais utilizados para a implementação do trabalho serão abordados no item 5.3, bem como, as estruturas de funcionamento das metodologias dentro e fora do ambiente escolar (item 5.4)

5.1 Caracterização do ambiente investigado

As aplicações dos episódios de ensino foram realizadas em uma escola estadual no município de Barcarena-PA. A escola dispõem de nove salas de aula, todas com ar-condicionado, biblioteca e uma sala de informática. É disponibilizado pela instituição quatro retroprojetores e dois *notebooks* para uso dos professores em atividades relacionadas com a sua prática pedagógica, a utilização desses equipamentos é feita mediante o agendamento prévio na secretaria da escola.

Atualmente, a escola atende 747 alunos, distribuídos no Ensino Fundamental e Médio. De acordo com o aspecto socioeconômico a comunidade extra-escolar é formada por pessoas de vários níveis socioeconômico-cultural, sendo que a maioria é qualificada nos seguintes aspectos: trabalhadores das empresas instaladas no município (trabalhadores braçais, domésticos da comunidade e do bairro, que recebem, em sua maioria, a média de um salário mínimo ou menos). Além dessa situação, um dos pontos de grande agravante verificado pela escola durante os anos está na pouca participação dos responsáveis dos alunos no ambiente escolar. Esse fator contribui de forma significativa para o baixo rendimento de alguns alunos.

O corpo docente, administrativo e de apoio está dividido entre: servidores temporários e servidores efetivos da Secretaria Executiva de Educação (SEDUC). Desde o ano de 2008 a Escola enfrenta grandes dificuldades em decorrência da falta de profissionais: agentes de serviços gerais, agente de portaria, vigias e agentes administrativos o que compromete a realização de um trabalho de qualidade que atenda às necessidades da comunidade escolar.

5.2 Grupos de alunos participantes da pesquisa

Os episódios de ensino contaram com a participação de 35 alunos do 1º ano do Ensino Médio, do turno da manhã. A faixa de idade dos estudantes estava entre 15 a 18 anos e a grande maioria residia nas proximidades da escola. Os que tinham as suas residências distantes (5 alunos) dependiam do ônibus escolar da prefeitura de Barcarena, esse transporte atende algumas escolas da rede municipal do referido município e é utilizado por eles. Cerca de 90% (noventa por cento) dos alunos realizaram o Ensino Fundamental na referida instituição e tiveram grandes problemas com a falta de professores, principalmente de Matemática. Ao longo do ano a escola desenvolve diversas atividades na qual a interação entre eles é imprescindível (feira de ciências, jogos internos, a semana do teatro entre outros), essa informação é um ponto favorável para a aplicação do *PI*. Todos os alunos da turma possuíam aparelhos celulares e estavam no grupo de *WhatsApp* da sala. Essa informação serviu de apoio para a utilização das redes sociais, visto que os contatos entre eles no grupo eram constantes, e forneceu as condições de utilizá-la para o envio do TL.

5.3 Materiais utilizados

Os materiais utilizados na aplicação do produto educacional foram compostos de avaliação diagnóstica, Testes de Leituras (TL), Testes Conceituais (TC), aplicativo *Plickers* (mecanismo de coleta de respostas), vídeos, simulações do *Phet Simulations* e um questionário para a avaliação das metodologias. A estrutura de alguns desses materiais será descrita abaixo.

5.3.1 Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica apresentada no primeiro episódio de ensino foi aplicada aos alunos e contou com três questões sobre conceitos de Hidrostática. A avaliação teve como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos alunos com relação aos tópicos que seriam trabalhados na aplicação do produto educacional. A fase de explanação do conteúdo foi direcionada levando em consideração as respostas fornecidas pelos alunos tanto na avaliação diagnóstica quanto nos TLs. Os dois materiais citados, foram ferramentas fundamentais na implementação das metodologias. A avaliação diagnóstica utilizada na pesquisa está disponível no apêndice C deste trabalho.

5.3.2 Teste de Leitura (TL)

Após a realização do estudo do modelo conceitual, os alunos respondiam ao teste de leitura proposto pelo professor. Os testes enviados aos alunos, através do grupo do *WhatsApp*, foram produzidos no *GF* e eram compostos de três questões (apêndice A). Nas duas primeiras questões o aluno respondia dando as suas justificativas ao assunto abordado e, por fim, ele indicava ao professor algumas dificuldades encontradas nos estudos prévios. As dificuldades destacadas por eles serviam de base para o professor elaborar às estratégias dos próximos encontros. Os TLs foram produzidos baseados no livro Fundamentos da Física de Ramalho, Nicolau e Toledo (2009), e a estrutura do capítulo utilizado está representada no quadro 2. Os principais passos para a construção dos TLs estão disponibilizados no produto educacional que se encontra no apêndice E deste trabalho.

Quadro 2: Estrutura do capítulo de Hidrostática utilizado no trabalho.

Hidrostática	Tópicos abordados	Objetivos	Termos e conceitos
Seção 20.1	Conceito de pressão	- Conceituar pressão; - Conhecer as unidades de pressão e suas relações;	- pressão; - manômetro.
Seção 20.2	Conceito de massa específica e densidade	- Diferenciar massa específica de densidade; - Conhecer as unidades de massa específica e suas relações.	- massa específica; - densidade; - corpo maciço e homogêneo.
Seção 20.3	Pressão em um líquido. Teorema de Stevin	- Analisar a variação da pressão nos pontos de um líquido; - Enunciar o teorema de Stevin; - Aplicar o teorema de Stevin em diferentes situações; - Calcular a pressão exercida por uma coluna líquida; - Utilizar e relacionar as diferentes unidades práticas de pressão; - Conceituar pressão atmosférica.	- pressão hidrostática; - isobárica. - pressão normal; - barômetro.
Seção 20.4	Equilíbrio de líquidos imiscíveis. Vasos comunicantes	- Compreender o equilíbrio entre líquidos imiscíveis colocados num mesmo recipiente; - Analisar o comportamento de líquidos imiscíveis colocados em vasos comunicantes.	- líquidos imiscíveis; - vasos comunicantes.
Seção 20.5	Princípio de Pascal. Prensa hidráulica	- Compreender o princípio de Pascal; - Aplicar o princípio de Pascal no estudo da prensa hidráulica;	- prensa hidráulica; - elevador hidráulico.
Seção 20.6	Teorema de Arquimede	- Compreender o teorema de Arquimedes; - Aplicar o teorema de Arquimedes na análise do comportamento de corpos parcial ou totalmente imersos em fluidos.	- peso aparente; - empuxo. - volume deslocado; - volume imerso.

5.3.3 Teste conceitual (TC)

Conforme sugere Crouch et al (2007), para a eficácia e o bom aproveitamento da aplicação da metodologia *PI* é imprescindível que o professor disponha de um leque diversificado de questões conceituais, chamados de Testes Conceituais (TC). Segundo Mazur (1997), as questões que fazem parte desse teste devem ser selecionadas em conformidade com o grau de dificuldade dos alunos, além de obedecer aos seguintes critérios, a saber:

- Focar em um único conceito;
- Conter respostas adequadas de múltipla escolha;
- Devem ser redigidas de forma clara (não ambígua);
- Não depender de equações para serem resolvidas;
- Apresentar um nível de dificuldade apropriado, não sendo fáceis ou difíceis demais.

Os TCs utilizados nos episódios de ensino foram, em sua maioria, retirados de exames de vestibulares e adaptados para atenderem às necessidades do sistema de coleta de resposta utilizado neste trabalho. As questões juntamente com os seus respectivos gabaritos estarão disponíveis no apêndice B deste trabalho.

5.3.4 Mecanismo de coleta de resposta - *Plickers*

O aplicativo *Plickers* foi utilizado neste trabalho para coletar as respostas fornecidas pelos alunos aos TCs. Conforme destacado no item 2.1 deste trabalho.

5.3.5 Simulação, vídeo aulas e atividades experimentais

Algumas estratégias didáticas (vídeos, simulação e experimentos simples) foram utilizadas nos TLs e nos episódios de ensino. Tanto na fase de resolução dos testes prévios (vídeo), quanto nos encontros realizados em sala de aula (vídeos, simulação e experimentos) essas estratégias eram abordadas com o intuito de proporcionar melhor compreensão, por partes dos alunos, dos tópicos abordados.

5.4 A estrutura das metodologias *PI* e *JiTT* nos episódios de ensino

Os procedimentos adotados para a implementação das metodologias nos episódios de ensino seguem o fluxograma descrito por Araújo e Mazur (2013, p. 374), apresentado na figura 05. Alguns materiais, como: data show, computador, smartphone e cartões *Qr-code*, do aplicativo *Plickers*, foram utilizados em quase todos os episódios de ensino desse trabalho. Em algumas etapas, atividades experimentais e simulações eram utilizadas como o objetivo de proporcionar melhor compreensão dos tópicos abordados.

Com relação as exposições das aulas, o professor com a ajuda do computador e data show inicia às suas explanações geralmente com intervalo de tempo de 40 minutos: comentários a respeito dos TL e exposição de pontos principais do estudo em questão. Após essas etapas, questões conceituais eram entregues aos alunos que dispunham de um tempo de aproximadamente três minutos⁷ para indicar a sua resposta. A indicação da resposta aos TCs era feita através do cartão *Qr-code* (ver fig. 04) encontrado no aplicativo *Plickers*. De posse do seu smartphone o professor rastreia os códigos impressos no cartão e contabiliza os números de acertos, essa informação será um fator norteador para as próximas fase da aplicação. As aulas foram programadas de acordo com a sequência descrita no livro-texto da turma e o seu planejamento está representado no quadro abaixo.

Quadro 3: Planejamento adotado na implementação do produto educacional.

Episódios de ensino	Resumo da implementação	Atividades realizadas	Tempo das aulas
EP 01 (13/03/19)	-Apresentação das metodologias <i>PI</i> e <i>JiTT</i> ; -Apresentação do mecanismo de votação; -Abordagem inicial sobre conceitos de Hidrostática.	-Teste do aplicativo <i>Plickers</i> e indicação da leitura prévia nº 1 do livro-texto - seção 20.1 e data de envio do TL; -Atividade diagnóstica sobre conceitos de Hidrostática.	60 minutos
EP 02 (19/03/19)	-Introdução aos conceitos de pressão; -Breve abordagem sobre força peso; -Breve abordagem sobre geometria básica.	-Comentários do 1º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeter; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Atividade de revisão sobre o tema abordado;	90 minutos

⁷ Para o caso em que as questões sejam de leitura mais extensa, ou de difícil entendimento, o professor poderá dispor de mais tempo para os alunos resolverem as questões.

		-Indicação da leitura prévia nº 2 do livro-texto - seção 20.2 e data de envio do TL;	
EP 03 (26/03/19)	-Introdução ao conceito de densidade e massa específica; -Demonstração experimental com o auxílio do professor de Química da escola.	-Comentários do 2º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeto; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Atividade de revisão: experimentos com substâncias de densidades diferentes; -Indicação da leitura prévia nº 3 do livro-texto - seção 20.3 e 20.4 e data de envio do TL;	90 minutos
EP 04 (02/04/19)	Introdução ao princípio de Stevin; ✓ Pressão de colunas líquidas ✓ Superfícies isobáricas num líquido em equilíbrio ✓ Unidades de pressão ✓ Pressão atmosférica ✓ Líquidos imiscíveis e vasos comunicantes	- Comentários do 3º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeto; -Uso de simulações do <i>PHET</i> a respeito dos temas abordados; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Indicação da leitura prévia nº 5 do livro-texto - seção 20.5 e data de envio do TL;	90 minutos
EP 05 (09/04/19)	Introdução ao princípio de Pascal	-Comentários do 5º Teste de Leitura enviado aos alunos; - Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeto; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Indicação da leitura prévia nº 6 do livro-texto - seção 20.6 e data de envio do TL;	90 minutos
EP 06 (16/04/19)	Teorema de Arquimedes	- Comentários do 6º Teste de Leitura enviado aos alunos; - Exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeto; - Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ;	90 minutos
EP 07 (23/04/19)	Entrega de notas e dados do trabalho	-Entrega dos dados coletados na aplicação do produto educacional e comentários a respeito dos desempenhos dos alunos; -Indicação da data em que seria enviado o questionário de avaliação das metodologias.	90 minutos

6 DESCRIÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE ENSINO.

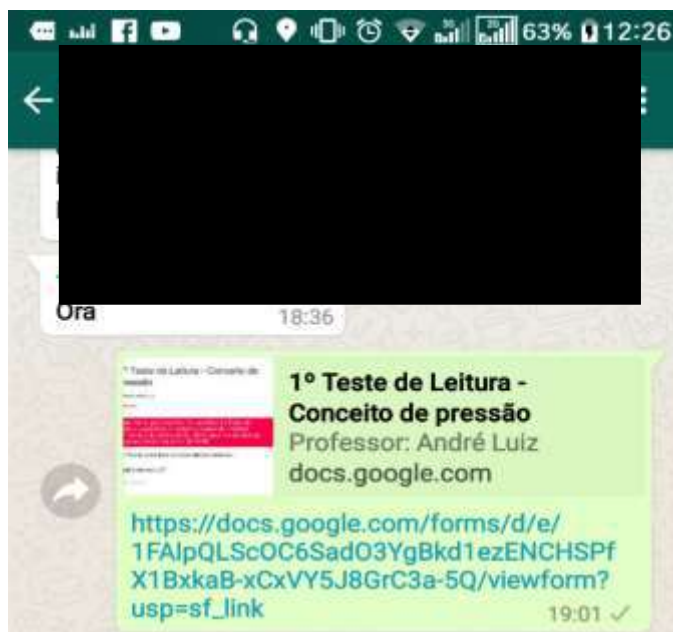
Este capítulo descreve a aplicação do produto educacional em sala de aula utilizando as metodologias *JiTT* e *PI*. Por se tratar da vivência do professor com os alunos em sala de aula será utilizado, nessa fase, a primeira pessoa do singular. A fase de apresentação dos conteúdos levou em consideração o *feedback* apresentado pelos alunos, tanto na avaliação diagnóstica quanto nos testes prévios (TL) e foram pontos norteadores para a preparação das aulas. Os encontros realizados foram denominados de episódios de ensino e serão pormenorizados a seguir.

6.1 Episódio 1 – apresentação dos métodos *JiTT* e *PI* e avaliação diagnóstica

Para o primeiro encontro (13.03.2019) foram realizadas as apresentações das metodologias *JiTT* e *PI* com duração de 60 minutos. O referido dia não faz parte dos horários em que ocorrem às aulas de física e foi cedido pela direção da escola. O encontro contou com a participação de 29 alunos, do total de 35, e foram abordados os principais pontos que seriam utilizados nas próximas aulas. Para essa exposição os materiais utilizados foram: data show, computador e os cartões *Qr-code* do aplicativo *Plickers*. Após a apresentação das metodologias iniciei uma atividade de demonstração com o objetivo de verificar se os cartões de coleta de resposta estavam funcionando perfeitamente. Com a funcionalidade dos cartões confirmada realizei uma breve abordagem sobre os conceitos de Hidrostática destacando os principais tópicos envolvidos no estudo e como eles estão presentes no nosso dia a dia. Logo em seguida, como forma de sondar os conhecimentos prévios dos alunos com relação ao assunto abordado, distribuir uma atividade a cada um deles a fim de coletar essas informações.

Ao final do encontro, indiquei aos alunos que realizassem a leitura das páginas 420 e 421, seção 20.1 do livro-texto utilizado por eles em sala de aula e que abordam conceitos de pressão. Informei que no máximo em dois dias enviaria no grupo de *WhatsApp* da turma uma atividade chamada de TL com o objetivo de verificar se os trabalhos estavam sendo feitos. A criação do TL foi realizada no *GF* e os passos para a sua resolução foi repassado à turma. A figura 11 destaca o envio do primeiro TL postado no grupo do *WhatsApp* dos alunos. A turma, também, foi informada que os testes que seriam realizados a partir daquele momento valeriam como pontuação complementar às avaliações realizadas na escola.

Figura 11: Link para acesso ao teste de leitura postado no grupo do *WhatsApp* da turma.



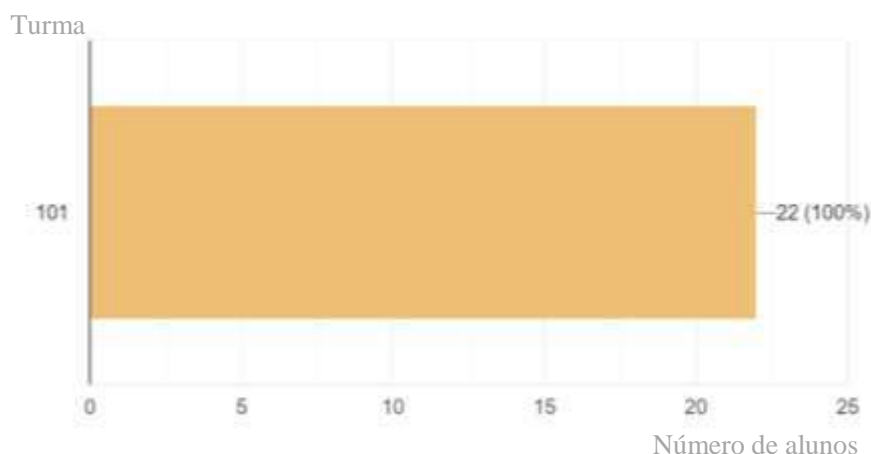
Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Conforme destacado por Mazur (2007) é de fundamental importância para o sucesso da metodologia que o aluno traga para os episódios de ensino algum conhecimento prévio do assunto que será abordado. Portanto, a leitura do material indicado e a resolução do TL é imprescindível.

6.2 Episódio 2 – Conceitos de pressão

Para o segundo encontro solicitei, com antecedência, aos alunos que organizassem o ambiente de sala de aula para um melhor andamento das atividades, solicitação essa que foi atendida. Os gráficos que contabilizavam as quantidades de respostas obtidas para cada TL eram fornecidos pelo *GF*. A figura 12 aponta que para o primeiro teste apenas 22 alunos responderam.

Figura 12: Gráfico com a quantidade de alunos que responderam ao TL nº 01.



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Antes de realizar as atividades reforcei aos alunos a importância da leitura prévia do material e da resolução dos TLs para um bom andamento das aulas. Em seguida com a utilização do retroprojetor mostrei a todos algumas respostas fornecidas por eles no TL de nº 1, sem identificar seus nomes. Os comentários a respeito das respostas foram bastante produtivos e contou com a participação ativa da turma, o que me deixou entusiasmado. A figura a seguir destaca algumas respostas fornecidas pelos alunos ao TL de nº 1 e suas identificações estão de acordo com a ordem de respostas fornecidas pelo *GF* (o primeiro a responder será denominado de A1, o segundo A2 e assim por diante).

Figura 13: Resposta dos alunos A1, A2, A3, A4 e A5, respectivamente, ao TL nº 01

Teste de Leitura - Questão 02 :

Estando sozinho ou acompanhado, não desista do seu carro quando ele estiver atolado, há salvação. Assim, a primeira decisão a ser tomada é desligar o automóvel e reduzir a calibragem de cada um dos pneus atolados. A dica fornecida no texto é válida ou não? Justifique a sua resposta utilizando os conceitos de pressão. *

É válida, pois se o automóvel estiver atolado e você reduzir a calibragem dos pneus, ele fica mais leve tendo então a possibilidade de desatolar-se.

Sim, pois fazendo isso, possivelmente aumentará a área onde o carro se encontra em contato com a lama, e facilitará na saída do veículo.

não, pois as rodas de um carro comum tem uma pressão elevada, mas se fosse um veículo com esteiras ele sairia de boa, pq as esteiras exercem menor pressão.

Na minha opinião não, porque primeiramente o veículo estará desligado e não terá força para se locomover, e sem falar que se reduzir a calibragem de cada pneu atolado o veículo estará com uma pressão menor para se locomover sendo que deveria ter uma pressão maior para ele desatolar.

Com as rodas vazias há uma pressão menor. Facilitando as rodas a ficarem atoladas !!!

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

As respostas fornecidas pelos alunos foram consideradas por mim uma ferramenta de extrema importância para o planejamento das aulas. Com o uso do retroprojetor realizei uma breve explanação dos conceitos de pressão sempre voltando as minhas atenções as dificuldades apresentadas por eles. Uma dessas dificuldades foi com relação a diferenciação entre peso e massa, apesar da turma já ter estudado o assunto sentir a necessidade de realizar uma pequena revisão sobre o tema e introduzir no meio da explanação um vídeo⁸ retirado do *You Tube*, o qual abordava o assunto de forma bastante lúdica. Alguns conceitos de geometria básica foram inseridos na apresentação e abordaram o cálculo de área de algumas figuras planas, em especial: quadrado, retângulo e circunferência. A fase de apresentação do conteúdo rendeu um tempo de aproximadamente 40 min, parte desse tempo destinado ao vídeo. Após a fase de explanação apresentei aos alunos quatro TCs que deveriam ser respondidos com o uso dos cartões do aplicativo *Plickers*. O primeiro TC apresentado obteve uma porcentagem de acertos bastante elevada e dispensou as discussões entre eles, conforme sugere a metodologia *PI*. Os TCs dois, três e quatro obtiveram scores entre 30% e 70% e foi sugerido aos alunos que discutissem entre si a respeito das suas escolhas e ao final realizassem nova votação. A primeira interação entre os alunos foi bastante agitada, as vozes eram fortes e alguns alunos não conseguiam entender os seus colegas. No decorrer das atividades essas discussões foram ficando mais organizadas e bem mais produtivas. Após o debate a nova coleta de resposta apresentou índices significativos e os próximos teste foram realizados. Passado esse momento inicial me sentir mais confiante para dá prosseguimento a aula e participei dos debates de forma mais ativa com os alunos. Os índices apresentados nas segundas votações foram bastantes satisfatórios, mas grande parte da turma ainda demonstrava algumas dificuldades, principalmente, com a linguagem matemática. Ao final dos TCs realizei alguns comentários sobre as questões apresentadas indicando aos alunos as alternativas corretas. Para o final da aula, solicitei a turma que realizasse uma atividade de revisão com o objetivo de consolidar o conceito de pressão, além de trabalhar as dificuldades apresentadas por eles. Para essa tarefa, solicitei a formação de equipes e entreguei a cada uma um bloco de madeira com massa de 305 g e uma trena. Os blocos foram confeccionados por mim e as suas faces foram denominadas de F_1 , F_2 e F_3 . Os alunos deveriam

8 - Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=upguBOEhq4c&t=221s>>

calcular a pressão exercida por cada uma das faces do bloco (F_1 , F_2 e F_3) e em seguida fazer as suas considerações com a turma. Essa atividade exigiu deles algum conhecimento de força peso e de geometria básica, destacados na apresentação. Como o objetivo não estava focado na “matematização” do problema e sim nos diferentes valores de pressão encontrados nas diferentes áreas, solicitei aos alunos que utilizassem calculadoras. Alguns conceitos apresentados por eles na avaliação diagnóstica (ver fig. 14) pôde ser trabalhado na atividade. Com os valores de pressão obtidos para cada face, abordei a relação de proporcionalidade existente entre as grandezas com o intuito de dissipar possíveis dúvidas com relação ao tema, visto que, alguns alunos disseram nunca terem estudado o assunto. Ao final da aula, indiquei aos alunos que realizassem a leitura da seção 20.2 do material e a data de envio do próximo TL.

Figura 14: Resposta fornecida por um dos alunos na avaliação diagnóstica

2. **Questão** – De que forma você explicaria a situação da figura abaixo?



R:

Quando o corpo está em pé o peso fica só em um local, porém mais pesado.
Quando o corpo está deitado o peso se divide e fica mais leve.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

6.3 Episódio 3 – Conceitos de densidade e massa específica

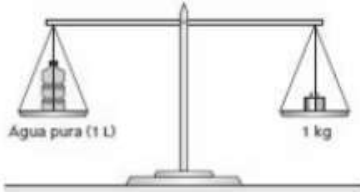
As atividades realizadas nesta fase contaram com a participação do professor de Química da escola, Prof. Dheangellis. Em conversa na sala dos professores, o professor me informou que realizaria uma atividade experimental com os alunos a fim de verificar a pureza da gasolina de alguns postos de combustíveis do município, essa ação iria abordar os conceitos de densidade de algumas substâncias e seria realizada na quadra da escola. A ideia de uma ação interdisciplinar me agradou de imediato e convidei o professor a realizar a sua atividade junto comigo na aula de Física, convite que foi aceito por ele.

De forma antecipada, separamos os materiais que seriam utilizados nas atividades posicionando-os na quadra da escola (massinhas de modelar, bloco de madeira, garrafas PETs, provetas, luvas, álcool, gasolina, etc). Em sala de aula, dei início às atividades comentando as respostas fornecidas pelos alunos ao TL de número dois. O teste foi respondido por 26 alunos e algumas dessas respostas podem ser verificadas na figura abaixo.

Figura 15: Resposta dos alunos A10, A11, A12, A13 e A14, respectivamente, ao TL nº 02

Teste de Leitura - Questão 01:

Balança em estado de equilíbrio.



Ao observar a figura acima você encontrará um estado de equilíbrio entre os dois extremos da balança. Realizando a leitura do seu material e verificando o valor para a densidade da água, você concorda com a situação de equilíbrio mostrada na figura? Explique a sua resposta utilizando conceitos de densidade. *

Discordo, pois os dois tem diferença, a água tem a sua matéria menos comprimida, além de estar em estado líquido.

sim, pois os dois corpos contém a mesma quantidade de Massa, porém, volumes diferentes, mas, um é mais Denso que o outro.

Não. Pois a densidade do ferro é maior q a densidade da água

Levando em consideração os conceitos da densidade há desequilíbrio, porque o ferro tem mais matéria comprimida.

O peso é igual, o que diferencia é o volume que são totalmente diferentes, a água é maior que o peso maciço que está na outra balança, se o corpo maciço do outro lado for considerado a massa será imprimida e terá um menor espaço.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Apesar de não fornecer os nomes dos alunos para determinadas respostas a maioria acabava se “entregando”. Os erros de português, as respostas de difícil entendimento eram motivo de risadas entre eles. Aproveitando a empolgação da turma realizei uma breve explanação sobre densidade deixando claro os conceitos de massa e volume antes de relacionar as duas grandezas. Reservei um tempo da apresentação para demonstrar aos alunos como se calculava o volume de alguns objetos e dei como exemplo a atividade realizada na aula anterior. Mostrei a eles que tomando o produto das medidas de comprimento e largura de uma das faces do bloco era possível encontrar a sua área e, que para o novo estudo essa ação seria feita nas três dimensões do corpo. Para que não houvesse dúvida deixei claro que tal procedimento sofria

algumas alterações quando se tratava de objetos com formatos diferentes (cilindros, cones, etc). Na interação com os alunos pude perceber grandes dificuldades com relação as unidades de densidade, o mesmo se observou na aula de pressão.

Os comentários das respostas do TL e a exposição teórica do conteúdo tiveram uma duração de aproximadamente quarenta minutos. Na sequência, quatro TCs foram apresentados aos alunos e respondidos com os mesmos passos do episódio de ensino dois (2). Apenas no TC de número 6 não houve discussão entre os alunos. Os TCs de número 5 e 7 obtiveram índices de acertos acima de 70%, o que é considerado satisfatório para a metodologia. Mesmo com esses índices optei pela discussão entre os alunos com o objetivo de alavancar os números de acertos, o que de fato ocorreu. O TC de número 8 também obteve um acréscimo no número de acertos mediante a interação entre os alunos. Ao final de cada questão conceitual eram realizados comentários a respeito das alternativas presente no teste com o objetivo de aprofundar o conhecimento do tópico abordado.

6.3.1 Atividade experimental realizada na quadra da escola

Após realizar as atividades em sala de aula solicitei aos alunos que se dirigissem a quadra da escola para dar continuidade as nossas atividades, dessa vez com a participação do professor Dheangellis. Em uma das atividades, mostrei aos alunos o bloco usado na aula anterior e perguntei se aquele objeto afundaria ao ser colocado na água, grande parte da turma afirmou que não, mas não estava confiante na resposta. Para esclarecer essa dúvida solicitei aos alunos que realizassem a medida da densidade do bloco, usando os métodos expostos em sala de aula, e logo em seguida comparassem com a densidade da água. O valor encontrado pelos alunos foi de aproximadamente $0,78 \text{ g/cm}^3$ que é menor que a densidade da água (1 g/cm^3). O professor Dheangellis explicou essa diferença de densidade entre as substâncias e em seguida depositou o bloco dentro do recipiente contendo água e foi verificado que o bloco de fato flutuaria. A relação entre a massa e o volume foi apresentada aos alunos com o experimento da massinha: em um recipiente com água coloquei um barquinho feito de massinha e verificamos que o objeto em questão flutuava. Logo em seguida, com o mesmo barquinho fiz uma bola e depusitei de novo no recipiente e foi constatado que ele afundaria. Algumas perguntas foram feitas aos alunos: se houve mudança na massa do barquinho antes e depois de ser amassado? Por que a bolinha afunda? O objetivo dessa etapa era fazer com que os alunos percebessem que

a forma, ou seja, o volume, influencia no fenômeno observado. Ao final dessa atividade alguns outros exemplos foram dados pelo professor Dheangellis que prosseguiu com as atividades.

O professor solicitou aos alunos que depositassem dentro da proveta algumas substâncias (gasolina, querosene e água) e em seguida observassem o que aconteceria (fig. 16). Após ouvir as diversas opiniões dos alunos para o fato observado, o professor mostrou aos alunos como materiais de diferentes valores de densidades se comportavam ao ser colocados juntos. Os alunos puderam observar que os líquidos não se tornavam homogêneo devido a diferença de densidade entre eles, e que a posição de cada substância dentro da proveta dependia dessa densidade, o mesmo valia para o exemplo do bloco que flutuava na água devido a sua densidade ser menor. Os experimentos realizados, apesar de simples, despertaram muito o interesse dos alunos e foi de extrema importância para o entendimento do conteúdo. Essas atividades deveriam acontecer na fase de aplicação do produto educacional em sala de aula, porém o forte odor causado pela gasolina e querosene tornou impossível a realização dos experimentos em um local fechado. Ao final das atividades, indiquei aos alunos que realizassem a leitura da seção 20.3 e 20.4 do material e a data de envio do próximo TL.

Figura 16: Atividades experimentais realizadas na quadra da escola



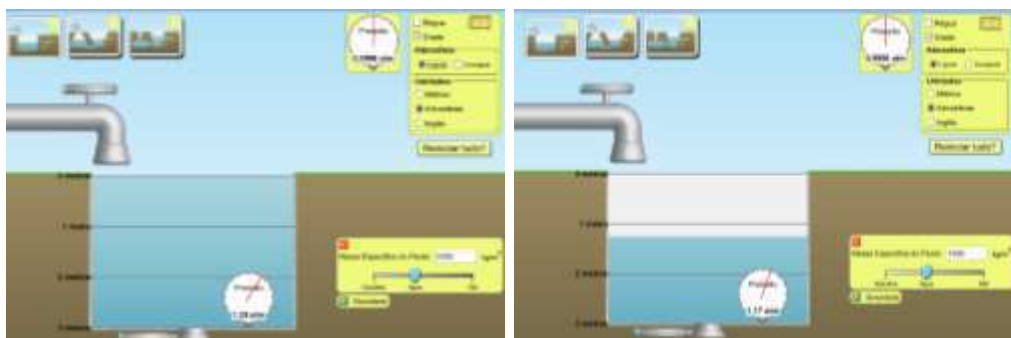
Fonte: elaborado pelo autor (2019)

6.4 Episódio 4 – Pressão em um líquido. Teorema de Stevin.

No quarto episódio de ensino as dificuldades apresentadas pelos alunos foram bastante acentuadas com relação à leitura do material. A grande maioria dos 27 alunos que responderam ao TL nº 3 informaram na terceira pergunta, parte destinada às dúvidas encontradas na leitura do material prévio, que tiveram grandes dificuldades de entendimento com relação a formação do Teorema de Stevin. Segundo eles, a manipulação matemática para a construção da equação não foi bem assimilada. Com essas informações em mãos, sentir a necessidade de introduzir na

aula uma simulação do *Phet simulation* (ver fig. 17) com o objetivo de melhorar o entendimento dos alunos sobre o assunto em questão.

Figura 17: Simulação de *Phet Simulation* para o estudo de Hidrostática



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow>. Acesso em: 22 mar. 2019.

A parte reservada aos comentários do TL não apresentou, nessa fase, grande empolgação dos alunos. Algumas respostas fornecidas para esse teste estão destacadas na figura 18 e demonstram a preocupação dos alunos com relação à parte matemática do material.

Figura 18: Resposta dos alunos A23, A24, A25, A26 e A27, respectivamente, ao TL nº 03

Teste de Leitura - Questão 03 :

Ao realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 3 (Pressão em um líquido. Teorema de Stevin), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? descreva essa (s) dificuldade(s) de forma clara para o seu professor. *

Fessor, senti dificuldade em entender como as equações são formadas... não entendi nada da conta, mas eu sei que depende da altura do líquido o material ajuda muito a gente a entende as coisas. A gente não teve muitas aulas de matemática no fundamental isso atrapalha o entendimento.

Fessor tive dificuldade na conta a fórmula. Tirando isso eu entendi de boa. O material ajuda muito, aí a gente fica por dentro dos lances... fallow fessor, vc é o cara.

Com esse jeito de estudar eu não estou tendo dificuldade. A gente ler o material e fica fácil e os vídeos que o senhor coloca ajuda muito o entendimento... tô gostando muito, obrigado professor.

Não estou tendo muita dificuldade de entendimento com esse novo método, mas confessor para o sr. que não consigo entender a montagem das equações.

Professor, eu não entendi quade nada da parte de construção da equação do Stevin. A parte de matemática não é o meu forte. O senhor pode explica no dia da aula, por favor? 😊
E também o meu gato morreu afogado, não quero nem saber de água, muito menos de água com matemática... brincadeira fessor 😍

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

A parte destinada a explanação do conteúdo levou em consideração as dificuldades matemáticas descritas pelos alunos. A formação do Teorema de Stevin foi realizada por mim

de forma bem sucinta e com exemplos simples para facilitar o entendimento. Após a descrição matemática informei aos alunos que entende a teoria por trás do estudo era bem mais interessante que a simples manipulação de equações. Alguns estudantes tinham conhecimento que o Teorema de Stevin dependia da altura da coluna líquida, mas estavam preocupados com a linguagem matemática, em muitos dos casos, eles não entendiam o motivo dessa informação se tão complexa, por um lado, e simples por outro. Com o objetivo de elucidar algumas dúvidas, diversas simulações foram realizadas no *Phet Simulation* (medir a pressão hidrostática com diferentes valores da coluna líquida, alterar a composição do líquido e realizar as medidas sem a atuação da pressão atmosférica). O simulador é uma ferramenta poderosa e permite ao professor trabalhar outros conceitos de Hidrostática, como por exemplo: pressão, Teorema de Pascal, vasos comunicantes entre outros.

Dando prosseguimento ao episódio de ensino, quatro TCs foram apresentados aos alunos para serem respondidos, conforme a aula anterior. Os conteúdos presentes nas questões abordavam os assuntos da seção 20.3 e 20.4 do livro-texto. Dos TCs apresentados apenas o de número nove (TC-9) não necessitou da interação entre os alunos, visto que, o índice obtido foi acima de 70% de acertos, o que é satisfatório para a metodologia. Os testes de número dez e onze tiveram os seus índices alavancados quando a base do *PI* foi implementada. Com relação ao TC de número 12, a discussão entre os alunos gerou uma baixa no percentual de acertos de 12%, o que me deixou intrigado. Iniciei uma nova abordagem do conteúdo explicando que para líquidos imiscíveis colocados em um sistema constituído por vasos comunicantes, eles se dispõem de modo que as alturas das colunas líquidas, medidas a partir da superfície de separação, sejam inversamente proporcionais às respectivas densidades. O termo inversamente proporcional foi colocado na abordagem com intuito de resgatar a explicação dos outros encontros. Com a nova exposição do conteúdo realizada, solicitei aos alunos que realizassem nova votação para a questão e o novo índice voltou a ter melhorias. A terceira votação e a nova introdução do conteúdo gerou um prolongamento no horário reservado ao encontro. Ao final de cada teste, realizei alguns comentários a respeito das alternativas presente na questão afim de sanar possíveis dúvidas. No final da aula, indiquei aos alunos que realizassem a leitura da seção 20.5 do material e a data de envio do próximo TL.

6.5 Episódio 5 – Teorema de Pascal.

No episódio cinco houve um atraso de dois dias para o envio do teste prévio. Vários alunos me enviaram mensagens me cobrando a postagem do teste no grupo da turma. A atitude demonstrada por eles foi considerada por mim como uma indicação de empenho com as atividades que estavam sendo realizadas. O fato dos testes contabilizarem pontos também contribuiu para o engajamento dos estudantes. O teste enviado contou com a participação de 28 alunos e algumas respostas fornecidas estão destacadas na figura abaixo.

Figura 19: Resposta dos alunos A10, A11, A12 e A13, respectivamente, ao TL nº 04

Teste de Leitura – Questão 02 : ▾

Consulte o seu material e responda a questão.

O princípio de Pascal foi descoberto no século XVI por Blaise Pascal (que já era inválido aos 18 anos de idade e assim permaneceu até a sua morte, aos 30 anos). Diversos equipamentos têm os seus funcionamentos baseados nesse princípio: prensa hidráulica, elevador hidráulico, macaco hidráulico, entre outros. O que esses equipamentos têm em comum é o fato de ambos multiplicarem forças, ou seja, no macaco hidráulico aplicando uma pequena força você consegue erguer um automóvel. Essa multiplicação de força acontece devido a que fator? Justifique. *

A pressão em um determinado ponto reflete em todos os pontos.

Pressão. Por exercer uma pressão em todas as partes consegue levantar qualquer coisa por essa pressão.

Isso acontece devido as áreas serem diretamente proporcionais. Ou seja, o êmbolo menor recebe uma força de menor intensidade, enquanto que o êmbolo de maior área recebe maior força.

Quando se exerce uma força no pedal, se produz uma pressão que é transmitida logo para as rodas através de um líquido, no caso, o óleo.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Ao contrário da etapa anterior, onde os alunos não apresentaram muita empolgação com o material de leitura prévia e nem com os comentários a respeito do teste, o novo tópico estudado foi bem assimilado por eles. Segundo a grande maioria a parte do material abordando o Teorema de Pascal estava bem mais didática e repleta de exemplos de sua aplicação no dia a dia, o que facilitou o entendimento do conteúdo. Aproveitando o bom ambiente, apresentei algumas das respostas, ao TL de número quatro, sem divulgar os seus respectivos nomes.

Utilizando as dificuldades apresentadas por eles, iniciei a abordagem do conteúdo revisitando os conceitos de pressão e destacando a razão da força aplicada e a área de distribuição dessa força (F/A). Deixei claro que essa relação serviria de guia para a formação

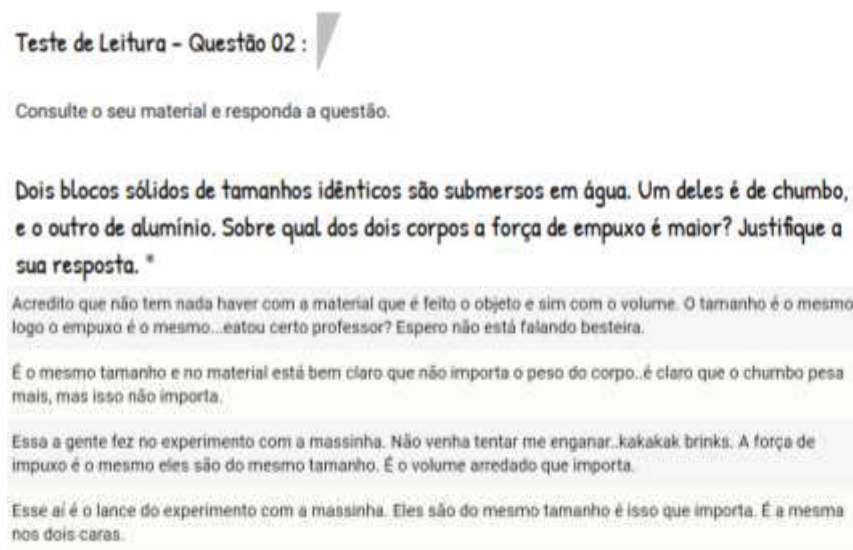
do Teorema de Pascal e que a divisão entre as áreas de aplicação das forças seria um fator determinante para a sua multiplicação. Apresentei no retroprojeter diversos objetos que têm a sua funcionalidade baseada nessa teoria (funcionamento de freio de carro, macaco hidráulico, guindaste, entre outros), além de apresentar algumas simulações no *Phet Simulation*. A exposição do conteúdo teve a participação bem mais ativa dos alunos que fizeram diversas perguntas a respeito do tópico e dos objetos apresentados na exposição.

Após alguns minutos de atraso apresentei à turma a primeira questão conceitual, de um total de quatro, para serem respondidos com os mesmos métodos das aulas anteriores. As questões abordavam os conceitos estudado na seção 20.5 do material. Dos quatro testes, apenas o de número treze (TC-13), com uma margem de acertos superior a 70%, não necessitou da discussão entre os alunos. Para o 14 e 15, a segunda votação, com o uso do *PI*, proporcionou um aumento nos números de acertos bastante significativos. Já o teste de número dezesseis (TC-16), alcançou um aumento de 28% devido à implementação da metodologia *PI*. Ao final de cada TC (exceto os testes 13 e 15 que foram comentados ao mesmo tempo), realizei breves comentários a respeito das alternativas presentes nas questões com o objetivo de sanar possíveis dúvidas. Com o término da aula, indiquei aos alunos o estudo da seção-20.6 do material e a nova data de envio do último TL.

6.6 Episódio 6 – Teorema de Arquimedes

Para o penúltimo episódio de ensino tive um certo atraso para iniciar as atividades. Segundo me informaram um dos alunos iria fazer aniversário naquele dia e a turma estava preparando uma surpresa para ele. Toda essa “logística” me fez perder um tempo de aproximadamente quinze minutos. Ao iniciar as atividades informei aos alunos que me sentia bastante satisfeito com a consideração e empenho que eles demonstravam nas aulas de física, e que essa mesma atitude deveria ser transmitida às outras disciplinas. Com toda parte estrutural montada apresentei as respostas fornecidas por eles ao TL. Nessa fase, as respostas foram consideradas por mim, mais bem elaboradas e com melhor embasamento teórico. Ao realizar os comentários, sempre fazia um elogio a pessoa que respondeu, mas sem divulgar de quem se tratava. O teste contou com a participação de 28 alunos e suas respostas foram analisadas e discutidas no encontro em sala de aula. Algumas dessas respostas estão destacadas na figura abaixo

Figura 20: Resposta dos alunos A1, A2, A3 e A4, respectivamente, ao TL nº 05



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Grande parte dos alunos fizeram menção ao experimento da massinha, que foi realizado na quadra da escola, no qual abordava os conceitos de densidade. Na ocasião, comentei com eles a respeito da força que age nos objetos quando estão parcialmente ou totalmente submerso em um líquido qualquer, mas não aprofundi a abordagem, visto que, o enfoque estava voltado para o conceito de densidade e massa específica. A abordagem do conteúdo realizado em sala de aula teve como principal objetivo:

- Enunciar, verificar e aplicar, por meio de exemplos, o Teorema de Arquimedes;
- Relacionar o peso de um corpo e o empuxo;
- Relacionar as densidades do corpo e do líquido.

A definição do conceito de empuxo, representado no material, gerou algumas dúvidas de entendimento em grande parte dos alunos. O *feedback* fornecido por eles, tanto na resolução dos testes prévios, expondo as suas principais dificuldades, somados com as análises feita na avaliação diagnóstica foram ferramentas importantes para a fase de exposição do conteúdo. Grande parte dos alunos que realizaram a avaliação, no primeiro episódio de ensino, disseram que a gravidade atuava de forma diferente dentro da água e, esse fator, era o principal responsável pela sensação de leveza dos objetos quando submerso em um determinado líquido (ver fig. 21).

Figura 21: Resposta fornecida por um dos alunos à questão três da avaliação diagnóstica

3. **Questão** – Você já deve ter sentido, a sensação descrita na figura, ao carregar objetos dentro e fora da água, como isso pode acontecer? Justifique.



R: A gravidade não age da mesma forma dentro da água por isso nós temos a sensação de e leve de baixo da água.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)



Ao término da exposição, apresentei a turma o primeiro teste (TC-17), no total de quatro, para ser respondido conforme aulas anteriores. Apenas o TC de número vinte (TC-20) não necessitou da interação entre os alunos, visto que, os índices de acertos tiveram um percentual considerável. O primeiro teste apresentou para a primeira votação, sem a implementação do *PI*, índices de acertos entre 30% e 70% e a discussão entre os alunos foi realizada. Ao final das interações a eficiência do método *PI* foi comprovada e o novo resultado foi satisfatório. Já os testes dezoito e dezenove (TC-18 e TC-19), necessitaram da segunda votação, visto que, os resultados alcançados não ultrapassaram os 70%. Após a segunda votação, com o uso do *PI*, os índices de acertos foram bastantes significativos. Os comentários realizados das questões 18 e 19 foram prejudicados neste episódio de ensino, tendo em vista o tempo perdido no começo da aula. As explicações feitas por mim para cada uma das alternativas tiveram que ser conduzidas de forma mais célere a fim de compensar o tempo perdido. Ao final do encontro parabeneizei os alunos pelo empenho e informei que a nossa próxima aula seria apenas para entrega de notas e análise dos resultados obtidos com a aplicação das metodologias.

6.7 Episódio 7 – Análise dos dados obtidos na aplicação e entrega de notas

Neste encontro, aproveitei para conversar com a turma e parabenizá-los pelo empenho, dedicação que demonstraram nas atividades e pela assiduidade nas aulas. Com relação a participação, apenas no primeiro episódio toda a turma não estava presente, os alunos

informaram que consideram a disciplina extremamente difícil e que perder uma única aula significava ficar “boiando” na próxima. Outra justificativa apresentada estava no fato das atividades valerem pontos para as avaliações. Os dados fornecidos pelos aplicativos *Plickers* e *GF* foram analisados e repassados aos alunos. Utilizando o retroprojetor apresentei à turma diversas respostas fornecidas por eles na avaliação diagnóstica e comparei com algumas respostas apresentadas no estudo prévio, o objetivo dessa comparação era demonstrar algumas evoluções ocorridas no decorrer da aplicação do produto educacional. Lembrei que ao longo das apresentações sempre era abordado os conceitos envolvidos no estudo da força peso (\vec{P}) com o objetivo de “atacar” conceitos errôneos que eles apresentaram nos testes (ver fig. 22). Esses conceitos também podem ser observados nas figuras 14 e 21.

Figura 22: Respostas fornecidas à questão um da avaliação diagnóstica

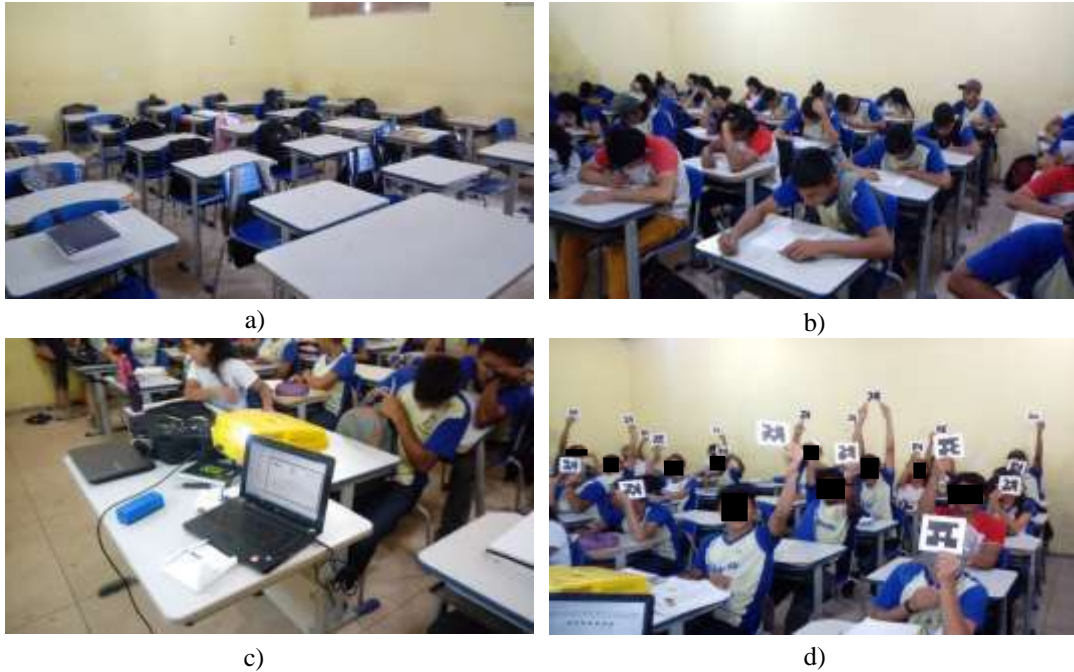
<p>1. Boiando no Mar Morto</p> <p>É no ponto mais baixo da Terra que a Jordânia guarda seu maior segredo: o Mar Morto. Boiar nas águas salgadas do lago formado numa depressão, a 400 metros abaixo do nível do mar, é a experiência mais inusitada e necessária dessa jornada. Provavelmente, você já deve ter se deparado com a imagem ao lado em que uma pessoa lê um jornal tranquilamente flutuando nas águas do Mar Morto. Como você explicaria esse fato? Justifique.</p> <p>R: <u>for causado do sal e também da gravidade que faz a pessoa na superfície</u></p>		<p>1. Boiando no Mar Morto</p> <p>É no ponto mais baixo da Terra que a Jordânia guarda seu maior segredo: o Mar Morto. Boiar nas águas salgadas do lago formado numa depressão, a 400 metros abaixo do nível do mar, é a experiência mais inusitada e necessária dessa jornada. Provavelmente, você já deve ter se deparado com a imagem ao lado em que uma pessoa lê um jornal tranquilamente flutuando nas águas do Mar Morto. Como você explicaria esse fato? Justifique.</p> <p>R: <u>Por ser no ponto mais baixo da terra a força da gravidade empurra o corpo pro cima.</u></p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

A falta de uma alfabetização matemáticas apresentadas por eles, também foi tema do debate. A turma me informou que a falta de professores da disciplina no Ensino Fundamental foi constante, e que em alguns casos a escola dava nota mínima (5,0) no final do ano como forma de compensar a ausência desses profissionais, informação essa confirmada pela diretora. Acredito que essas dificuldades foram um dos maiores empecilhos encontrados na aplicação do produto educacional. Em alguns casos a revisão de conceitos básicos de matemática tomava um tempo considerável da exposição. Ao final da apresentação informei aos alunos que enviaria, no grupo da turma, um questionário para eles avaliarem as novas metodologias empregadas nas

aulas. O questionário seguiu as mesmas estruturas do TL e foram elaborados no *GF*. As figuras a seguir apresentam alguns momentos da aplicação do produto em ambiente de sala de aula.

Figura 23: Organização da sala para a realização dos episódios de ensino (a), alunos realizando a atividade diagnóstica (b), alguns dos equipamentos utilizados nos episódios (c) e votação com a utilização dos cartões *QR-code* do aplicativo *Plickers* (d).



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

7 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA E ANÁLISES DOS RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa realizada neste trabalho possui característica interpretativa, que de acordo com Moreira (2012, p. 72) “busca por uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída”. Para Gil (2007), pesquisas deste tipo apresentam, quanto aos objetivos, caráter exploratório, descritivos e explicativos.

Estudos que possuem a finalidade de adquirir conhecimento prévio sobre determinado fenômeno é chamado de exploratório. Os estudos que têm o objetivo de conhecer a realidade estudada, suas características e problemas são denominados de descritivos. Por fim, os estudos explicativos buscam identificar fatores essenciais no desencadeamento dos fenômenos, além de desenvolver proposições teóricas que possam ser confrontadas com modelos existentes.

Nessa esteira, para coletar dados para a pesquisa que pudessem fornecer subsídios importantes para responder às questões desse estudo, o trabalho utilizou os instrumentos de coletas, a saber: avaliação diagnóstica, TLs, TCs e questionário de avaliação das metodologias. Conforme já informado, 35 alunos do Ensino Médio vivenciaram a utilização dos métodos *JiTT* e *PI* com a utilização do sistema *Plickers* de votação para os TCs. Com relação ao questionário de avaliação a sua estrutura buscou avaliar:

- ✓ Se a introdução de novas metodologias de ensino proporciona melhorias na aprendizagem quando comparados com os métodos tradicionais;
- ✓ A eficácia dos estudos prévios para a compressão de determinado tema;
- ✓ Se o trabalho colaborativo em sala de aula é de fato uma ferramenta geradora de melhorias no ensino e aprendizagem dos alunos;
- ✓ Quais os tipos de ajuste o *PI* aliado ao *JiTT* deveria sofrer para melhorar a sua eficácia.

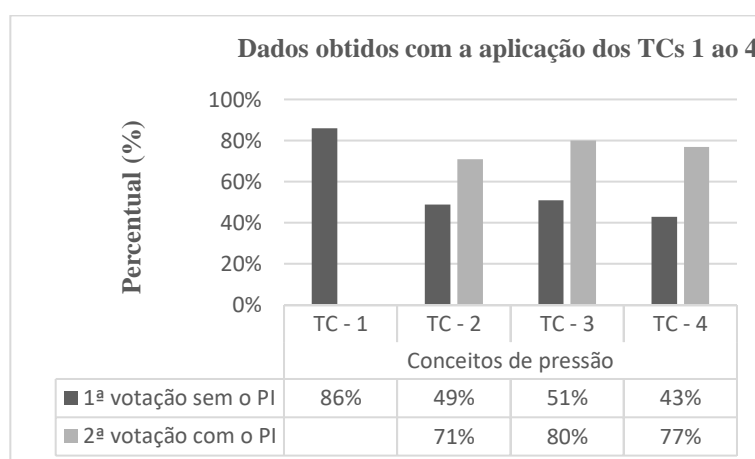
Neste capítulo, serão apresentados e analisados os dados coletados na aplicação de vinte (20) questões conceituais, em que foi utilizado a metodologia *PI* aliado ao *JiTT*, em aulas de Hidrostática no Ensino Médio. Também serão abordadas as respostas fornecidas pelos alunos ao questionário de avaliação das metodologias. Os dados coletados durante a fase de aplicação do produto educacional, além de responder aos objetivos da pesquisa, culminaram em novas perspectivas para a continuidade do trabalho. No apêndice E estão destacados os dados

completos obtidos com a utilização do aplicativo *Plickers* nas votações de todas as questões utilizadas em sala de aula.

7.1 Análise dos TCs: conceitos de pressão

Os TCs apresentados no segundo episódio de ensino abordaram conceitos de pressão e estavam de acordo com o livro-texto da turma. O objetivo desses testes era demonstrar as relações existentes entre a “força aplicada” e a área de distribuição dessa força para a definição do conceito de pressão. Os resultados obtidos com a aplicação dos testes estão presentes na figura abaixo e serão objetos de análises nessa fase do trabalho.

Figura 24: Percentual de acertos fornecidos em TCs de conceito de pressão



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

O TC de número um (TC-1) apresentado aos alunos era constituído por uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e continha algumas semelhanças com a primeira questão passada na fase pré-aula. Objetivo era sondar se os conceitos de pressão estudado, previamente, por eles e reforçado na fase de exposição do assunto haviam sido assimilados de forma satisfatória. O primeiro teste alcançou 86% de acertos e as interações entre os alunos foram dispensadas. Apesar de apresentar muita semelhança com a primeira questão, o segundo teste (TC-2) passado à turma apresentou uma queda considerável nos números de acertos quando comparado com a primeira votação do TC-1, chegando a marca de 37%. Acredita-se que a linguagem matemática contido nas alternativas gerou grandes dificuldades de entendimento mesmo após o professor ter demonstrado diversos exemplos em que ficava claro a relação inversa entre as grandezas pressão e área. Uma parte da turma compreendia as relações

existentes entre as grandezas que estavam sendo analisadas, mas nunca haviam escutado falar nos termos inversamente e diretamente proporcional. Os autos índices obtidos pela alternativa C na primeira votação (ver apêndice D) indicavam que grande parte dos alunos não levou em consideração que a força aplicada nos dedos estava agindo em áreas diferentes e que esse fator é determinante para a definição do conceito de pressão. Em muito dos casos, eles acabavam por confundir força e pressão achando se tratar da mesma grandeza.

Na interação entre os alunos, o tema central dos debates estava direcionado a respeito do que é ser inversamente e diretamente proporcional, a pergunta também era direcionada ao professor que agia mediando as interações. No trabalho colaborativo realizado em sala de aula, alguns alunos assumiam posturas mais ativas do que outros nos debates. Após as discussões realizadas em sala de aula os números de acertos apresentados tiveram um ganho de 22%.

O TC-3 apresentou um aumento, no percentual de acertos, de aproximadamente 30% quando a base da metodologia foi testada. Mesmo com o crescimento desses índices vários alunos encontravam dificuldades em associar as grandezas pressão, força e área. Os alunos não levaram em consideração que a questão mencionava o fato dos pesos das três pessoas serem iguais e que essas forças estavam sendo distribuídas em áreas diferentes. As mesmas dificuldades apresentadas no teste dois foram identificadas no quatro, parte deles julgavam como certo a ideia de que a intensidade da dor causada no dedo ao aperta a parte pontuda da caneta é proporcional a pressão, sendo esta, portanto, proporcional à força. Essa análise desconsiderava totalmente a área aonde está força estava sendo distribuída. Já na interação entre os alunos, foi solicitado que eles replicassem a experiência da questão a fim de confirmar as suas ideias (usar a caneta entre os dedos em substituição a tachinha da questão) e depois realizassem nova votação. Quando solicitado, a interação entre os alunos foi de extrema importância para a melhoria dos índices de acertos. As dificuldades surgidas durante a avaliação diagnóstica, a pré-aula e principalmente no episódio de ensino chamaram bastante a atenção do professor que solicitou, ao final da apresentação dos TCs, uma atividade que pudesse mitigar as principais dúvidas apresentadas. A descrição dessa atividade está presente no item 6.2 deste trabalho.

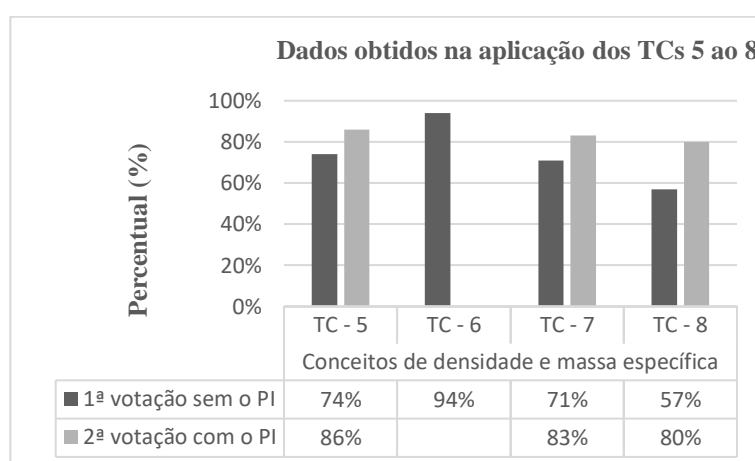
7.2 Análise dos TCs: conceitos de densidade e massa específica

Os TCs apresentados no terceiro episódio de ensino abordaram conceitos de densidade e massa específica e estavam em consonância com o livro-texto utilizado pelos alunos. O

objetivo desses testes eram demonstrar as relações existentes entre as grandezas massa e volume e as suas relações para a definição dos conceitos de densidade. Ao contrário do encontro anterior, onde as interações estavam um pouco desorganizadas, nessa fase os alunos se mostraram mais conscientes dos procedimentos a serem tomados para um bom aproveitamento da aula.

O TC-5 apresentado a eles não gerou muita dificuldade de entendimento e obteve um percentual de acertos acima do exigido pela metodologia *PI*, conforme destacado na figura abaixo. Outros resultados também estão presentes na figura e serão analisados em seguida.

Figura 25: Percentual de acertos fornecidos em TCs de conceito de densidade e massa específica



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Ao analisar o primeiro teste dessa fase (TC-5), acredita-se que a questão não exigiu um conhecimento mais aprofundado por partes dos alunos que conseguiram associar, facilmente, a relação direta do peso com a densidade em situações em que o volume é constante. Entretanto, alguns alunos acabavam por confundir a simbologia matemática maior que ($>$) e menor que ($<$) presente na questão, fato esse que foi facilmente corrigido pelo professor. Mesmo com os índices acima de 70%, foi solicitado aos alunos que interagissem entre si e realizassem nova votação, o que gerou um aumento de 12% nos números de acertos. Para o segundo teste desta fase (TC-6), a discussão entre os alunos não foi necessária, o índice obtido foi de 94% o que é um indicativo que o conteúdo foi bem assimilado pelos alunos, ou seja, a grande maioria entendeu que nessa questão o bloco que está no frasco A possui densidade maior que a densidade da água pura, contida nesse frasco, logo ele afundaria com maior facilidade nesse recipiente, fazendo com que a marca P se deslocasse à esquerda. Esse mesmo raciocínio parece não ter sido empregado, por alguns alunos, no TC-7 que apresentou 71% de acertos. Esperar

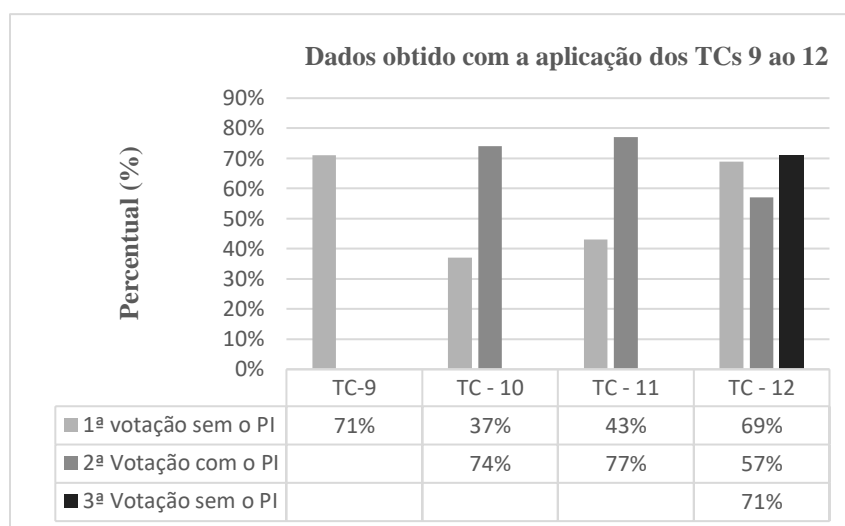
que os rendimentos apresentados pelos alunos sejam semelhantes quando comparados com questões que necessitam dos mesmos conceitos para a sua resolução é um erro. Algumas dificuldades de leitura e interpretação do comando da questão foram identificadas (Quando me centro em mim, cresce a minha densidade. Mais massa no mesmo volume das minhas possibilidades. Cheio, deixo de flutuar). Com a base da metodologia *PI* sendo aplicada os índices de acertos aumentaram em 12%.

A medida que os episódios iriam acontecendo ficava bastante evidente a grande dificuldade matemática da turma. O TC-8 que apresentava comparações entre os valores das densidades de três líquidos obteve, na primeira votação, 57% no percentual de acertos. Grande parte da turma estava confusa com os números apresentados e tiveram dificuldades para colocar os valores em ordem. Mesmo com esses empecilhos, a interação foi satisfatória e proporcionou um aumento no percentual de acerto, saltando para 80%.

Ao final do episódio de ensino, as atividades realizadas em parceria com o professor de Química buscaram mitigar algumas dúvidas que os alunos apresentaram em sala de aula. Por motivos de segurança as atividades foram realizadas no pátio da escola. Acredita-se que a atividade interdisciplinar teria um melhor aproveitamento se realizada na fase de exposição do conteúdo e nos comentários realizados sobre as alternativas corretas dos TCs.

7.3 Análise dos TCs: Teorema de Stevin

No quarto episódio de ensino, os TCs apresentados aos alunos abordaram os conceitos presentes no Teorema de Stevin. Os dados coletados nas votações estão disponíveis na figura abaixo e serão objetos de análises nessa fase do trabalho.

Figura 26: Percentual de acertos fornecidos em TCs de Teorema de Stevin

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

A “logística” matemática apresentada pelo material para a definição do Teorema de Stevin foi o assunto mais comentado dessa fase da aplicação do PE. Na exposição do conteúdo foram utilizadas algumas simulações (ver fig. 17) nas quais demonstravam como o valor da pressão varia com a altura da coluna líquida, esse valor podia ser observado através do manômetro presente no simulador, à medida que a coluna de água sofria variação era possível observar os valores de pressão sendo alterado no medidor. A utilização do simulador foi uma das estratégias utilizadas pelo professor com o objetivo de deixar claro para os alunos que a pressão no interior de um líquido em equilíbrio aumenta com a profundidade. Alguns alunos ainda estavam relacionando a pressão com a sua área de atuação, que fora estudado no episódio dois (2), e ainda carregavam a ideia de que a força e a pressão constituem a mesma grandeza. Essas dificuldades foram apresentadas nas alternativas C e D do teste de número nove (ver apêndice D). O TC-10 apresentou melhoras consideráveis nos números de acertos quando a interação entre os alunos ocorreu, essa questão que aparentemente não apresentava muitas dificuldades para ser respondida sinalizou um índice de acertos bem abaixo das expectativas, para a primeira votação, grande parte dos alunos já haviam entendido que a pressão hidrostática aumenta com a altura da coluna líquida, mas estavam em dúvida com relação ao termo “aumenta linearmente” presente no teste. Acredita-se que a maioria das respostas foi dada de forma displicente ou mediante a ideias prévias que eles possuíam sobre a estrutura citada na questão. Já na fase de discussão essas ideias foram sendo analisadas com mais detalhes e os ganhos subiram para 74%. Com esse novo índice, o professor realizou breve comentário a

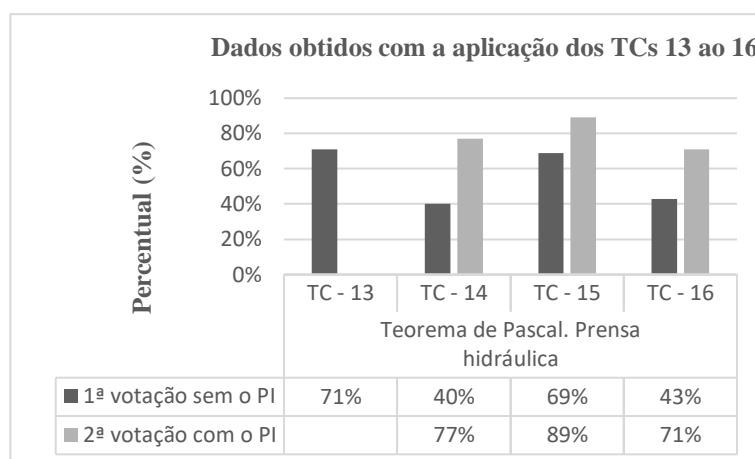
respeito das alternativas e explicou como se dava a relação entre grandezas que se relacionam de forma linear.

O TC-11 apresentou melhoras significativas quando a interação entre os alunos foi realizada. Neste teste grande parte dos alunos estavam cientes que a pressão atmosférica atuava de fora para dentro e impedia a saída da água com a garrafa tampada, e que quando aberta essa pressão podia atuar tanto nos orifícios quanto na abertura de cima da garrafa (ver apêndice D). Na fase pré-aula uma questão abordando esse tema foi passada aos alunos e foi respondida de forma satisfatória. Entretanto, quase metade da turma não conseguiu associar a velocidade de escoamento da água com a pressão hidrostática presente em cada ponto do orifício. Após a segunda votação o professor, usando uma garrafa PET, realizou um rápido experimento demonstrando o fato presente na questão e indicando a resposta correta.

O teste de número doze (TC-12) apresentou uma queda de 12% com relação à primeira votação. Diante desse novo e surpreendente fato, o professor realizou uma breve exposição explicando que para líquidos imiscíveis colocados em um sistema constituído por vasos comunicante as alturas das colunas de líquido são proporcionais às densidades dos fluidos. Essa explicação já havia sido dada no episódio três pelo professor Dheangellis. Acredita-se haver, nesta fase, um erro de planejamento por parte do professor. A seção 20.4 do material que trata dos conceitos de vasos comunicantes foi estudada juntamente com a seção 20.3, essa soma foi considerada cansativa para alguns alunos. As atividades experimentais deveriam ser melhor exploradas para esse tópico, o que facilitaria o entendimento do assunto. Alguns deles acabaram associando as experiências ocorridas na quadra da escola com líquidos imiscível para convencer o seu colega na hora da discussão. Após a nova votação houve um aumento no percentual de acerto que passou para 71%.

7.4 Análise dos TCs: Teorema de Pascal

Os TCs apresentados no quinto episódio de ensino abordaram conceitos do Teorema de Pascal. Os objetivos do teste eram verificar se os estudos prévios e a exposição em sala de aula contribuíram de forma significativa para o aprendizado do tópico abordado. Os resultados obtidos nesse estudo estão destacados na figura abaixo e serão analisados a seguir.

Figura 27: Percentual de acertos fornecidos em TCs de Teorema de Pascal

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

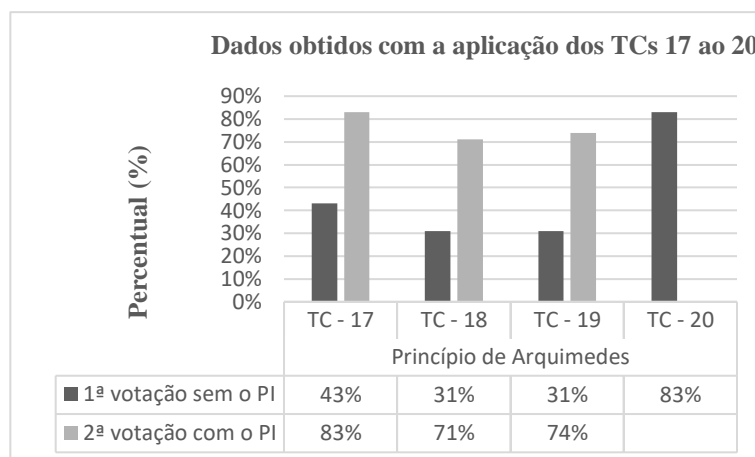
Ao apresentar as primeiras questões para os alunos, o professor buscou verificar se os conceitos que fundamentam o Teorema de Pascal foram bem assimilados. Era objetivo dos testes trazer à tona os estudos realizados na fase pré-aula e reforçado na exposição: a pressão sofrida por um ponto de um líquido em equilíbrio ser transmitida integralmente a todos os pontos do líquido e das paredes do recipiente que o contém. Os testes treze e quinze (TC-13 e TC-15), que tinham essa finalidade, foram aplicados um após o outro e em seguida foram comentados pelo professor. Alguns alunos entendiam que a variação de pressão sofrida pelo líquido, com a movimentação do êmbolo da seringa, provocaria mudanças apenas no ponto x, visto que, o bico da seringa estava apontado para ele (ver apêndice D). Para o TC-13 não houve discussão entre os alunos que obtiveram na primeira votação um percentual de 71% no número de acertos. Já na questão quinze (TC-15), a interação entre eles foi solicitada pelo fato do índice apresentado estar entre 30 e 70%. Grande parte dos alunos acreditavam que a pressão seria mais intensa no local onde a força estava sendo aplicada (ver apêndice D). O trabalho colaborativo realizado por eles elevou os índices para 89% e os comentários das alternativas foram realizados.

Um dos pontos fundamentais para que haja multiplicação de forças no Teorema de Pascal está na relação entre as áreas. Os TC-14 e 16 foram utilizados com o objetivo de verificar o entendimento dos alunos a respeito desse ponto. Essa indagação foi realizada na fase pré-aula e a grande maioria dos alunos demonstraram não entender bem como esse processo ocorre. A fase de exposição do conteúdo apresentou diversos instrumentos, em slides, nos quais essa teoria se aplica. Acredita-se que os alunos assimilaram bem essa relação, mesmo com o alto índice de escolha oferecido pela alternativa A da questão (ver apêndice D). Nas análises

realizadas por eles a maioria da turma considerou apenas a massa e não levou em consideração a ação da gravidade atuando nos corpos, o que justifica a escolha da alternativa. O fato de não considerar o peso dos objetos e sim as suas respectivas massas não foram consideradas uma preocupação, haja vista que o interesse estava no entendimento das relações existente entre as áreas dos “êmbolos” da questão. Na fase de interação os índices de acertos foram mais uma vez alavancados com a interação dos alunos, tanto o TC-14 quanto o TC-16 apresentaram aumentos nos percentuais de acertos, conforme indica a figura 27.

7.5 Análise dos TCs: Teorema de Arquimedes

Os TCs apresentados no sexto episódio de ensino abordaram conceitos presentes no Teorema de Arquimedes e estavam em consonância com o livro-texto utilizado pelos alunos. O objetivo desses testes era aplicar os conceitos presentes nesse estudo na análise do comportamento de corpos parcial ou totalmente imersos em um fluido qualquer. Nessa fase, os alunos apresentaram um amadurecimento nas respostas do teste pré-aula e resgataram algumas ideias que foram trocadas no terceiro encontro, onde se realizou algumas atividades experimentais. Mesmo com essa evolução percebida pelo professor, mais da metade dos alunos ainda não haviam entendido que estando o corpo em equilíbrio em qualquer parte do líquido a força ascendente (\vec{E}) sofrida por ele seria igualada ao peso do corpo. Alguns acreditavam que essa força seria maior quanto mais profundo estivesse o objeto, outros sinalizavam o contrário (ver apêndice E). A fase de discussão realizada neste teste (TC-17) foi de extrema importância e provou mais uma vez que a base da metodologia *PI* estava produzindo resultados positivos, os índices com a segunda votação subiram consideravelmente, conforme destaca a figura abaixo.

Figura 28: Percentual de acertos fornecidos em TCs de Teorema de Arquimedes

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

O TC-18 resgatou alguns conceitos trabalhados na primeira questão da avaliação diagnóstica e no terceiro encontro, onde se tratou dos conceitos de densidade. A maioria da turma entendeu que o navio teria a sua parte imersa maior quando saísse do mar para o rio, visto que a densidade do líquido seria alterada, entretanto alguns não levaram em consideração a condição de equilíbrio do navio tanto em um meio quanto em outro, o que manteria a força de empuxo fixa (\vec{E}). Na fase de debate o professor, mediando o processo, informou aos alunos a condição de equilíbrio na qual o navio se encontrava mesmo com a mudança de meio e sugeriu que essa informação fosse levada em consideração. Para uma grande maioria a condição de equilíbrio do teste anterior não se aplicava na questão do navio, o fato dele está em movimento, portanto não está em equilíbrio e a mudança do mar para o rio (mudança de densidade) foram alguns dos fatores que contribuíram para essa ideia. A fase de interação foi bem produtiva, alguns alunos solicitaram ao professor que apresentasse no slide a equação de empuxo para que eles fizessem as suas análises. Ao final da votação o novo percentual de acertos registrou um ganho de 40%.

A primeira votação do TC-19 não indicou um bom aproveitamento dos alunos, diversas dúvidas com relação ao entendimento da questão foram identificadas. Para esse teste, a leitura teve que ser realizada duas vezes, pois os termos apresentados não estavam sendo entendidos pela turma. Fazer com que reconheçam que o volume deslocado pelo objeto parcial ou totalmente submerso em um líquido é um dos fatores de extrema importância no estudo do empuxo era um dos objetivos deste teste. Ao perceberem um aumento no módulo do empuxo na figura 2 do teste, alguns alunos consideraram haver uma diminuição na força peso que age

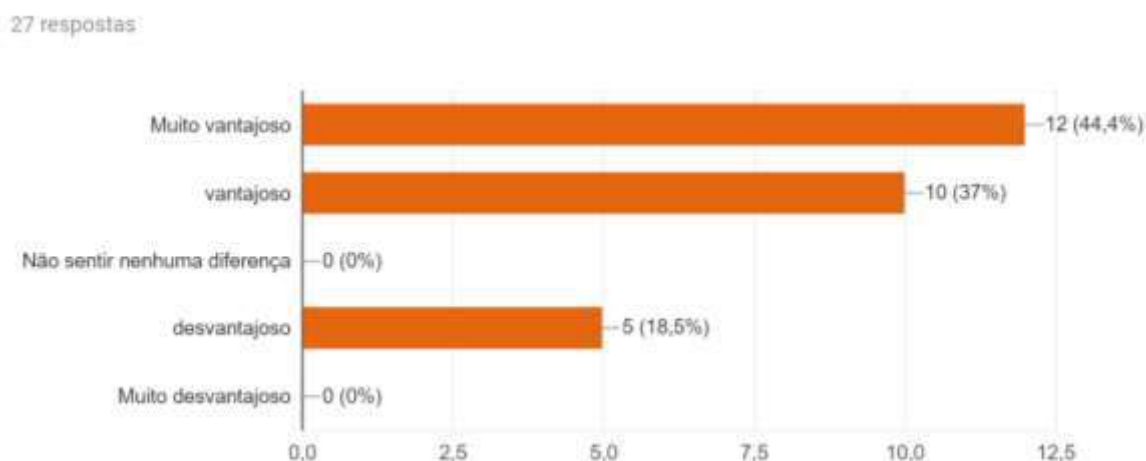
no peixe. Na alternativa C e D do teste, acredita-se que a relação inversa entre o volume e a densidade do corpo foi considerada de forma errônea por alguns deles (ver apêndice D), com o aumento do volume a densidade deveria sofrer uma redução. Além disso, a maioria deles relacionaram o aumento do volume de um com a elevação de densidade do outro. Aproximadamente um terço da turma entendia de forma satisfatória as relações existentes entre a força ascendente (\vec{E}) e o peso do volume de líquido deslocado e foram de extrema importância para a fase de interação entre eles. Os debates foram bem empolgantes e trouxeram resultados extremamente positivos à segunda votação (ver fig. 28).

O último teste (TC-20) apresentado aos alunos foi retirado do ENEM e não apresentou grande dificuldade para ser respondido, conforme destacado na figura 28. A alternativa A dessa questão sugere haver uma mudança no peso do objeto quando submerso em um líquido. Na avaliação diagnóstica alguns alunos estavam alinhados a essa ideia, entretanto a turma não indicou essa alternativa como a correta para a situação apresentada. Acredita-se que a grande maioria da turma tenha assimilado de forma satisfatória que o fato do objeto se tornar aparentemente mais leve dentro do líquido não está associado a mudança da gravidade nesse meio e sim no fato do líquido exercer uma força no corpo proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

7.6 Avaliação dos alunos com relação as metodologias *JiTT* e *PI*

O questionário repassado aos alunos seguiu os mesmos procedimentos dos TLs. As perguntas foram elaboradas por meio do *GF* e enviadas no grupo de *WhatsApp* da turma. A primeira pergunta buscou avaliar se a aprendizagem dos alunos, utilizando os métodos *JiTT* e *PI*, foi mais significativa quando comparado com a metodologia tradicional. A grande maioria dos alunos que respondeu o questionário considera a aplicação dos métodos extremamente importante para o entendimento dos conteúdos trabalhados. O total de respostas obtidas pelo questionário, bem como, o percentual escolhido em cada alternativa está destacado na figura abaixo. As respostas fornecidas pelos alunos foram retiradas do *GF*, e não transcritas pelo professor, com o objetivo de preservar a sua autenticidade.

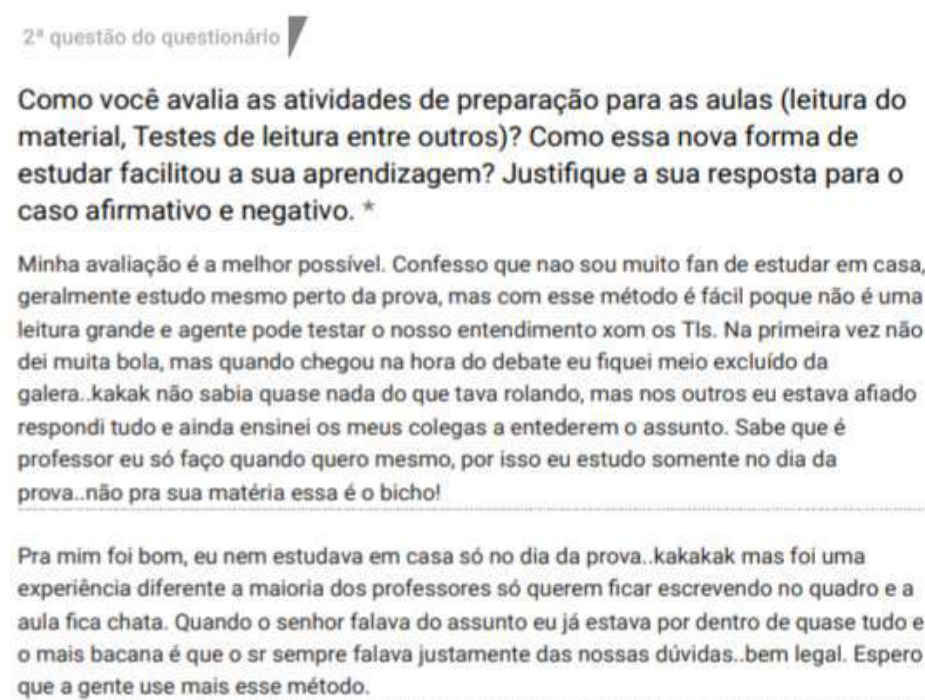
Figura 29: Percentual de respostas fornecida à primeira questão do questionário: as novas metodologias (*JiTT* e *PI*) utilizadas nas últimas aulas, quando comparada com a metodologia tradicional, está sendo para a sua aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Grande parte da turma informou, na segunda pergunta do questionário, que não possui o hábito de estudar para as aulas, segundo eles o estudo sempre era realizado nas vésperas das avaliações, e em alguns casos até horas antes da prova. Com a utilização das metodologias grande parte dos alunos tiveram uma postura diferente no seu modo de estudo, a preparação prévia, também, passou a ser usada antes das aulas de outras disciplinas. Além de facilitar a compreensão do conteúdo, a realização das atividades prévias foi considerada por eles um dos pontos importantes para a realização dos debates em sala de aula. Alguns dos comentários fornecidos pelos alunos em que estão destacados os expostos descritos acima podem ser observados na figura abaixo.

Figura 30: Respostas fornecidas pelos alunos A2 e A4 à segunda questão do questionário:



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Com relação aos testes trabalhado em sala de aula e as interações entre os alunos, foi destacado pela grande maioria que os debates realizados no ambiente escolar foram de extrema importância para a compreensão do conteúdo. A aprendizagem proporcionada nessas interações possibilitou maior autonomia entre os alunos que em muito dos casos assumia o papel de professor dentro do processo. A realização das atividades prévias e a explicação do conteúdo foram apontados por eles como uma “injeção de ânimo” para a participação nos debates. As questões conceituais apresentadas na aplicação do produto educacional também foram bem avaliadas. As respostas, para essa etapa, podem ser conferidas na figura 31.

Figura 31: Respostas fornecidas pelos alunos A16, A20 à terceira questão do questionário.

3ª questão do questionário

Os Testes Conceituais (TC) e as interações com os colegas realizadas em sala de aula foram fatores importantes para a sua compreensão da matéria? Justifique a sua resposta.

Debater com as minhas amigas sobre as questões foi a parte mais importante da aula, eu que tenho um pouco de timidez pra me expressar acabei me soltando mais e sempre tomava a frente, pois havia estudado bem e não queria decepcionar as minhas amigas. Com as dicas que o senhor dava quando explicava a matéria e mais aquelas experimentos ficava facil compreender a matéria. Só achei que a gente devia fazer alguns exercicios com conta.

A parte em que a gente fazia os debates eram muito legais, a gente podia dar uma de professor e explicar o assuntos aos colegas isso ajudou muito no entendimento do conteúdo, mesmo o senhor sendo o cara mais às vezes eu não entendia o assunto e os meus amigos explicava de um jeito simples, as questões estava boas de resolver e o senhor ainda usar aqueles cartoes que achei legais.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Mesmo com os bons resultados obtidos com a interação dos alunos na segunda votação, algumas divergências foram apresentadas, conforme sugere a figura abaixo.

Figura 32: Respostas fornecidas pelos alunos A26, A27 à terceira questão do questionário.

3ª questão do questionário

Os Testes Conceituais (TC) e as interações com os colegas realizadas em sala de aula foram fatores importantes para a sua compreensão da matéria? Justifique a sua resposta.

Pra falar a verdade eu aprender mais sozinha e nas suas explicações do que nos debates. É cada um explicando de um jeito, acaba é confundido a minha cabeça e também a sala ficava com muito barulho e não conseguir interagir direito. A experiência não foi de um todo ruim, mas não conseguir ser 100%.

Eu compreendi melhor sozinha professor. Na hora dos debates todo mundo quer dá a sua opinião e acaba embaralhando a cabeça da gente isso foi um ponto negativo pra mim e também quando eu era convencido por alguém acabava por errar a questão. É muita gente na sala e isso é um pouco complicado por que é muita gente falando e atrapalha a nossa concentração para explicar pro colega.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Na última questão do questionário, foi solicitado aos alunos que sugerissem melhorias para as metodologias utilizadas nas últimas aulas. A ideia de uma nova aplicação foi fator determinante na elaboração da pergunta. Diversas mudanças foram apontadas por eles, a saber:

- Melhor organização das equipes para os debates;
- Trabalhar as metodologias com poucos alunos;
- Permitir que os TLs possam ser resolvidos mais de uma vez em um mesmo celular;
- Reenviar os TLs respondidos para que eles possam analisar as suas respostas;
- Trabalhar com mais atividades experimentais;
- Resolver exercícios utilizando as equações matemática.

Com relação a distribuição dos alunos em sala de aula, alguns disseram que os “mais inteligentes” deveriam estar mais bem distribuídos, visto que, na sua grande maioria eles não costumam socializar muito com a turma e acabam se isolando em pequenos grupos. Com relação a quantidade de alunos, diversos comentários indicavam que as metodologias são muito atraentes, mas que deveriam ser utilizadas com uma turma com menos alunos, e que isso possibilitaria um maior controle nos debates e também na organização das equipes.

A possibilidade de responder as atividades mais de uma vez, em um mesmo celular, foi outro ponto destacado por eles. A justificativa apresentada se baseia no fato de que nem toda vez a internet está disponível para resolver as atividades, e que nos casos em que isso aconteceu eles poderiam utilizar o dispositivo de outro colega. Outra mudança proposta está no fato de eles não receberem os TLs respondidos, mesmo o professor explicando que as atividades serviriam para verificar se as leituras estavam sendo realizadas e dá parâmetros para a elaboração dos próximos encontros, diversos comentários sugeriram que o professor deveria, além de comentar, responder as atividades. O uso de atividades experimentais foi outra mudança indicada pelos alunos. A facilidade de compreensão do conteúdo com a utilização dessas ferramentas foi um dos fatores citados.

As dificuldades matemáticas apresentadas pela turma foram um dos pontos que mais chamou a atenção do professor, alguns conceitos básicos da disciplina não eram de conhecimento da maioria, em certas ocasiões (uso da calculadora) as simbologias empregadas para determinadas operações também eram desconhecidas. A utilização de questões conceituais

e a falta de conhecimentos matemáticos básicos poderiam ser apontados como um dos indícios para a boa aceitação das metodologias. Entretanto, a utilização de testes com uso de equações para a sua resolução foi fortemente indicada pelos alunos, em alguns casos foi sugerida a parceria com o professor de matemática como forma de melhorar o ensino dessa disciplina. Essas atitudes estão na contramão do que foi, inicialmente, apontado e revela à vontade que os alunos estão em aprender. Algumas respostas fornecidas para a quarta e última questão do questionário estão abordadas na figura 33 e confirma os expostos mencionados acima.

Figura 33: Respostas fornecidas pelos alunos A3, A5, A6, A7 à quarta e última questão do questionário.

4ª questão do questionário

Que mudança(s) você indicaria para que as metodologias (JITT e PI) sejam mais eficazes? *

Professor, quando o senhor uso os experimentos e aquele negócio no computador ficou bem mais simples de entender. O senhor devia usar mais isso e com outros professores também. Principalmente, com o professor de matemática o senhor viu como a gente tá ruim de matemática.

Professor, eu sempre anotava os seus comentarios dos exercicios em sala de aula para saber se eu havia certado, mas o senhor não dava as resposta dos TLs fazia somente comentarios e eu ficava sem saber se o que eu tinha respondido tava certo ou não. acho que o senhor devia reenviar os TLs com as respostas antes do encontro aí a gente podia rever as nossas respostas e tentar fazer de novo. era isso que eu ia mudar

Então professor, eu queria mais exercicios com contas, tipo aquele do Enem do elevador que quando li achei coisa do outro mundo, mas quando o senhor explicou a teoria por trás ficou tão simples e eu nem acreditei quando acertei, mas queria ter feito fazendo a conta. O senhor sabe da nossa dificuldade em matemática, espero que quando o senhor usar de novo esse método o senhor posso colocar mais questões com números.

professor, o senhor devia fazer mais aquelas atividades com o professor Dheangellis, fica melhor pra fazer e a gente ainda se diverti. e também a gente podia trabalhar mais conta. A gente conversou com o professor de matemática e falamos do lance do inversamente e diretamente proporcional. O senhor poderia trabalhar com ele na próxima vez.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Eric Mazur, ao ser perguntado a respeito de suas práticas de ensino em sala de aula, se dizia extremamente satisfeito com a forma pela qual elas eram conduzidas e que grande parte de seus alunos teriam um grande desempenho nas resoluções de problemas convencionais de Física, caso fossem solicitados (MAZUR, 1997). Essa certeza descrita por ele, que utilizava, exclusivamente, metodologias tradicionais de ensino, começou a desmoronar ao se deparar com um artigo em que relatava os resultados negativos obtidos na aplicação de conceitos básicos de Física em três instituições diferentes (HESTENES; SWACKHAMMER, 1992). Por considerar as questões, relativamente, simples esses resultados seriam muito positivos caso o teste fosse passado aos seus alunos. Ao contrário do que imaginava, a realização do teste revelou um fato extremamente grave, grande parte dos seus alunos desconheciam conceitos básicos de Física, e em muito dos casos só conseguiam responder as questões quando as mesmas solicitavam resoluções matemáticas. O fato observado por ele proporcionou uma grande mudança no seu modo de ensinar.

O que está sendo destacado acima deve-se ao fato de entendermos que a atitude inicial a ser tomado pelo professor em busca da melhoria na qualidade de sua prática educacional está, antes de tudo, em refletir sobre a sua qualidade, ou seja, se seus alunos realmente estão aprendendo, ou se suas aulas são apenas voltadas para memorização, passividade dos alunos e a simples transmissão de conceitos repetitivos que em muitos dos casos não levam à contextualização e muito menos a uma profunda reflexão de sua utilidade.

Na esperança de contribuir para a melhoria do processo educacional em nosso país, a presente pesquisa utilizou metodologias ativas de ensino (*PI* aliado ao *JiTT*) em aulas de Hidrostática para alunos do Ensino Médio da rede pública no município de Barcarena – PA. A participação e empenho da turma durante a aplicação dos métodos foram considerados uns dos pontos forte para os bons índices alcançados no trabalho. Acreditamos que o contato com um novo método de ensino e a pontuação oferecida possa ter gerado nos alunos um incentivo a mais para a participação assídua nas aulas. Segundo alguns professores da escola, o empenho e a presença de todos os alunos nas aulas é uma característica das turmas de primeiro ano, entretanto, ao avançarem para as outras séries do Ensino Médio esse entusiasmo vai diminuindo.

No primeiro episódio de ensino foi apresentado aos alunos uma avaliação diagnóstica com o objetivo de sondar os seus conhecimentos prévios com relação ao novo estudo. O teste

contou com três questões contendo situações do dia a dia em que os conceitos de Hidrostática estavam presentes. Além disso, as atividades enviadas antes dos encontros (TL), somadas as análises da avaliação diagnóstica, contribuíram significativamente para um melhor planejamento das aulas. As construções dos testes eram feitas plataforma *GF* e enviadas ao grupo de *WhatsApp* da turma. A melhor preparação para as aulas e o contato com outras fontes de estudo são alguns dos pontos positivos, destacados pela turma, para a compreensão do conteúdo. O uso da plataforma para a elaboração dos questionários (TL) possibilita ao professor introduzir novas fontes de estudo, o que gera maior incentivo à pesquisa. Conforme destacado por Mazur (1997), a utilização do *PI* requer dos alunos um estudo prévio do material disponibilizado pelo professor, sendo assim, o presente trabalho recomenda, fortemente, o método *JiTT* por considerar que a sua utilização proporciona maior celeridade e mais objetividade na exposição do conteúdo em sala de aula.

Além de abordar as metodologias *JiTT* e *PI*, a pesquisa destaca alguns dos mecanismos de votação que o professor poderá usar em sala de aula. Por se tratar de uma ferramenta pedagógica e não tecnológica, o método *PI* não deve ser influenciado por esses mecanismos (LASRY, 2008). Entretanto, é recomendável o uso do aplicativo *Plickers* por entender que essa ferramenta fornece maior agilidade no trabalho do docente com relação as votações realizadas em sala de aula. O uso do aplicativo sem a utilização de internet, portanto pode ser usado em qualquer contexto, e a necessidade do uso do smartphone apenas pelo docente são outros fatores que corroboram positivamente à sua utilização.

A linha teórica empregada neste trabalho está pautada no sociointeracionismo de Vigotski. Segundo este autor, a aprendizagem resulta da interação social e das trocas de significados socialmente aceitos e, necessitam está dentro do estágio atual e potencial do aluno, considerando-o inserido numa sociedade e em uma cultura que determina esse conhecimento. Mediar à aprendizagem daquilo que o aluno ainda não sabe, utilizando estratégias que o levem a tornar-se independente, e o preparando para um espaço de diálogo, interação e convívio social são algumas das atitudes a ser tomadas pelo professor. O método *PI* aliado ao *JiTT* está, amplamente, de acordo com todas as diretrizes apontadas pela teoria sociointeracionista.

As interações realizadas nos episódios de ensino foram um dos pontos mais importantes da aplicação, os alunos se empenharam bastante para transmiti ao outro colega a sua opinião sobre os assuntos abordados nos TCs. A turma é bastante competitiva e em muitos casos não aceitavam bem quando eram convencidos a mudar a sua resposta, muitas das vezes correta, para

uma errada. O “bate-boca” a respeito desse fato se repetiu algumas vezes e necessitou da intervenção do professor. A grande maioria dos alunos tinham medo de ensinar errado os seus colegas e por isso se empenhavam nas atividades prévias. Esse interesse não ficou somente evidente no ambiente de sala de aula, diversas vezes o professor era interpelado por mensagens e nas dependências da escola. Diante desses fatos, somos levados a crê que com o método tradicional dificilmente esse nível de envolvimento e comprometimento dos alunos seria alcançado. A utilização de novas metodologias, em especial os métodos *JiTT e PI* podem de fato contribuir para despertar nos alunos maior responsabilidade e comprometimento com a sua aprendizagem, tirando-o da passividade para uma postura mais ativa.

Os resultados obtidos com as aplicações dos TCs, apesar de bons, deixaram evidente as grandes dificuldades que os alunos possuem com a linguagem matemática. Grande parte deles não reconheciam símbolos e muito menos os termos matemáticos empregados em algumas questões. Em alguns casos (uso da calculadora no episódio 02), mesmo os sinais das operações eram desconhecidos, principalmente nas divisões. Alguns tópicos presentes no estudo de Hidrostática, como por exemplo: pressão e densidade carregam dentro de suas definições a ideia de proporcionalidade entre as grandezas que as constituem. A pressão depende da relação entre a força normal aplicada e a área de distribuição dessa força, já para o caso da densidade essa relação se dá entre a massa da substância analisada e o volume no qual ela está contida. A ideia de uma dessas grandezas ser direta ou inversamente proporcional a outra era um fator desconhecido dos alunos, muitos informaram que os termos nunca tinham sido estudados por eles, e justificaram isso pela falta de professores de matemática no Ensino Fundamental. Os erros conceituais apresentados pelos alunos tanto na sondagem prévia quanto nos TLs, apresentavam questões como: a falta de diferenciação entre massa e peso, o fato de a força gravitacional agir de forma diferente em objetos submersos em um líquido qualquer, confundir a força aplicada com a pressão, entre outros. Acreditamos que a exploração de atividades experimentais é uma das ferramentas extremamente importante no combate dessas dificuldades. Apesar de não terem sido empregadas de forma constante nos episódios de ensino, essas atividades, quando utilizadas, proporcionaram maior facilidade na compreensão do conteúdo. Outra estratégia que pode ser empregada em sala de com a utilização das metodologias é o trabalho interdisciplinar, a mescla das ciências é um fator de extrema importância para o ensino e aprendizagem dos alunos. Na fase de resposta do questionário de avaliação das metodologias essa opção foi bastante sugerida pelos alunos.

A cobrança da turma com relação à preparação para os debates foi um fator bem explorado pelo professor. As reclamações a respeito dos colegas que direcionavam os outros para respostas erradas eram constantes por parte de alguns deles. As indicações de alternativas erradas não eram bem aceitas por eles que sempre cobravam mais empenho nos estudos prévios. Mesmo com todas essas dificuldades, o trabalho colaborativo realizado nos encontros elevou os índices de acertos em quase todos os testes apresentados. Com o andamento das aulas a familiaridade deles com os métodos foram se aprimorando e os debates ficaram mais organizados e mais produtivo, proporcionando um bom aproveitamento nos índices de acertos.

Além disso, acreditamos que o tempo sugerido pela metodologia *PI* para a fase de introdução do conteúdo e para os debates devem se adequar as necessidades apresentadas pelos alunos. O tempo fornecido pela metodologia para a abordagem do assunto deverá ser trabalhado mediante o *feedback* apresentado por eles no estudo prévio. Com relação a fase de debate, dispor de um tempo muito curto para a discussão entre os alunos não permite que se desenvolva uma interação efetiva. É importante que o professor entenda que após a interação se faz necessário um período de latência para a assimilação por parte de um parceiro das proposições e argumentos de outro. Ademais, a organização do ambiente de sala de aula facilita um bom andamento das atividades que serão realizadas. A formação de grupos homogêneos, para a fase de debate, deve ser evitada por parte do docente.

Com relação à aceitação dos alunos a respeito dos métodos empregados, o resultado foi bastante positivo. O jeito novo de responder as questões dos TLs, por meio do celular, e dos TCs, utilizando os cartões *Qr-code* despertaram o interesse dos alunos. O entusiasmo apresentado por eles veio carregado de diversas dúvidas a respeito da utilização dos métodos, alguns alunos ficaram confusos com a nova forma com que as aulas seriam conduzidas e novas explicações foram postadas no grupo da turma que foi usado como um espaço de discussão. A aplicação das metodologias não está somente focada dentro de sala de aula, tanto o professor quanto os alunos devem entender que para desenvolver competências que requerem o sentido crítico, se faz necessário privilegiar espaços de discussão, tanto na escola como fora dela.

Os comentários fornecidos pelos alunos indicaram algumas mudanças que deveriam ser realizadas visando uma possível nova aplicação das metodologias. Algumas respostas sugeriram maior organização dos debates e melhor distribuição das equipes para facilitar o entendimento do conteúdo. É entendido por esse trabalho, que a grande quantidade de alunos dentro de sala de aula é de fato, uma grande barreira para a fase de interação.

A utilização de questões que envolva algum tipo de desenvolvimento matemático para a sua resolução foi uma das exigências indicadas pelos alunos, apesar da grande dificuldade apresentada por eles, alguns entendem que a inclusão desse tipo de questão pode ser uma forma de vencer essas dificuldades. As atividades interdisciplinares, também, são fortemente recomendadas por esse trabalho. No terceiro episódio de ensino as atividades experimentais realizadas com o professor de Química foram, extremamente, importantes para a compreensão do conteúdo e despertou muito o interesse dos alunos. O trabalho interdisciplinar não ficaria, simplesmente, na interação e reciprocidade entre as ciências, pois tal postura garante a construção do conhecimento de maneira global, rompendo com as fronteiras das disciplinas.

Conforme destacado neste trabalho, realizar uma grande reflexão sobre as suas práticas pedagógicas é a primeira tarefa que deve ser cumprida pelo professor a fim de proporcionar uma real mudança na sua forma de ensinar, transformando a sua sala de aula em um espaço mais agradável e participativo. Portanto, a proposta da pesquisa não está na supervalorização dos métodos, e sim, mostrar que é possível, através de mudanças de atitude e de práticas simples trilhar novos caminhos que possam tornar o aluno protagonista no seu processo de ensino e aprendizagem, ou seja, permitir que ele desenvolva habilidades superiores às promovidas com métodos tradicionais.

É imprescindível reconhecer que promover mudanças nas práticas educacionais, principalmente, no ensino de Física não é tarefa fácil. Quebrar com séculos de metodologias tradicionais nas quais os alunos são condicionados desde o início de sua vida escolar, pode gerar certa rejeição por parte deles. Nessa fase, torna-se fundamental que o professor esteja preparado e deixe claro que as novas práticas são de extrema importância para que eles se tornem personagens principais dentro do processo.

O presente trabalho procurou relatar a utilização das metodologias *JiTT* e *PI* com o objetivo de verificar se as promoções de novas metodologias despertam os interesses dos alunos e ajudam na compreensão do conteúdo. A pesquisa culminou em um produto educacional a fim de orientar os (as) professores (as) que queiram utilizá-las. Os resultados obtidos com a aplicação dos métodos não devem ser generalizados e sim indicar a real necessidade de renovação dos processos educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. R. P. **Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas - Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas**. 2011. 105 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física**. 2013. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/arquivosUpload/5379833311461697415.pdf>>. Acessado em: 12 de mar. 2018.

BACICH, L. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Penso, 2018.

BARBOSA, A. C. C; CONCORDIDO, C. F. R. Ensino colaborativo em Ciências exatas. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.2, n.3, p. 60-86, 2009.

BONJORNO, J. R. et al. **Física 1: mecânica**. 3ª edição. São Paulo: Editora FTD, 2016.

BARBOSA, E. F., MOURA, D. G., **Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional**. Boletim Técnico do SENAC, v. 39, n. 2, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.senac.br/media/42471/os_boletim_web_4.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino e aprendizagem e suas práticas educativas. *Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014. ISSN 1809-4465.

BRUNER, J. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch, 1976.

CROUCH, C. H.; FAGEN, A. P., MAZUR and WATKINS, J., **Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once**, University, Cambridge, MA 02138, (2007).

CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, v. 69, n. 9, p. 970-977. 2001.

CUMMINGS, K. and ROBERTS S. G., **A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students**, Physics Education Research Conference, 1064: 103-106 (2008). Hall, 1997. 253 p.

DEWEY, John. **Vida e educação**. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DINIZ, Alan Corrêa. **Implementação do Método Peer Instruction em aulas de Física no Ensino Médio**. 2015. 152f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Viçosa.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **Tópicos de física, 1: mecânica.** São Paulo: Saraiva, 2007.

FEYNMAN, R. P. **Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!** Editora Universidade de Brasília, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HESTENES, D.; WELLS, M. and SWACKHAMMER, G., **Force Concept Inventory**, Phys. Teach. 30, 141–158, (1992).

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

LASRY, N. **Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference?** **The Physics Teacher**, v. 46, n. 4, p. 242-244. 2008.

LASRY, N.; MAZUR, E. & WATKINS, J. **Peer instruction: From Harvard to the two-year college.** American Journal of Physics. 76, 1066, 2008.

LURIA, A. R. **Curso de Psicologia Geral.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979. (4 volumes).

MAGALHÃES, M. M. G. **A perspectiva da Linguística: linguagem, língua e fala.** Rio de Janeiro, 2007.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, (1997).

_____. **Peer Instrucion: a revolução da aprendizagem ativa/ Eric Mazur; tradução: Antonio Laschuk, - Porto Alegre: Penso 2015.**

MAZUR, E. e WATKINS, J. **Just-in-time teaching and Peer Instruction.** Physics, pp. 39-62. 2007.

MITRE, S. M. et al. **Metodologias ativas de ensino e aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais.** Revista Ciência & Saúde Coletiva, 13 (Sup 2):2133-2144, 2008.

MOREIRA, M. A. **Negociação de significados e aprendizagem significativa.** Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. Ensino, Saúde e Ambiente, v.1, n.2, p 2-13, dez. 2008.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino (1ªed.).** São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o *Peer Instruction***. 2013. 226f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-In-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall, 1999. 188 p.

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

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos do Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio**. 2012. 234f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física**. 10ª edição, Vol. 1. São Paulo, Ed. Moderna, 2009.

RESENDE, M. L. M. **Vygotsky: um olhar sociointeracionista do desenvolvimento da língua escrita**, 2009. Disponível em: <<http://www.profala.com/artpsico108.htm>>. Acesso em: 9 de ago. 2019.

REGO, T. C.; **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física, v.2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

ROCHA, H. M; LEMOS, W. M. **Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento**. IX SIMPED – Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação. Associação Educacional Dom Bosco. Resende, 2014. Disponível em <<http://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/41321569.pdf>>. Acesso em 11 fev. 2019.

ROGERS, C. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte: interlivro, 1973

TOLEDO, L. H. L. A. S; LAGE, F. C. **O *Peer Instruction* e as Metodologias Ativas de Aprendizagem**: relatos de uma experiência no Curso de Direito. Direito, Educação, Ensino e Metodologia Jurídicos. XXII Encontro Nacional do CONPEDI / UNINOVE, p. 375-390, nov. 2013.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WANIS, R. **Aplicação da metodologia *Peer Instruction* em salas de aula da rede pública estadual do Rio de Janeiro**. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015.

YOUNG, H. D. & FREEDMAN, R. A. Sears e Zemansky *Física II: Termodinâmica e Ondas*. 10. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

ZANELLA, A. V. **Vygotski**: contexto, contribuições a psicologia e o conceito de zona de desenvolvimento proximal. Itajai: UNIVALI, 2014.

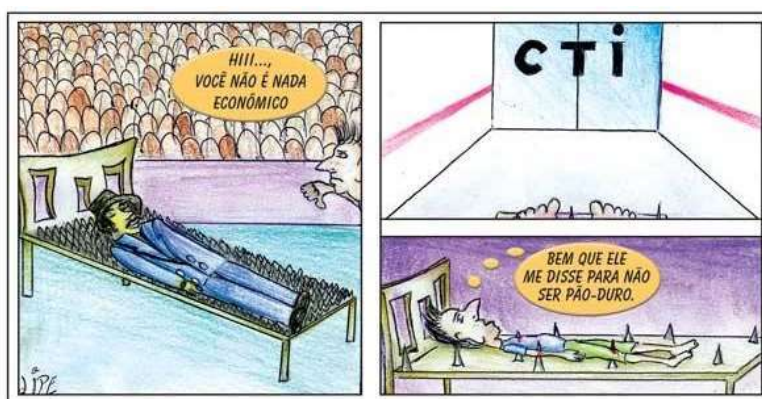
APÊNDICE A – TESTE DE LEITURA (TL)

Neste apêndice serão apresentados os questionários (TL) utilizados no trabalho. No produto educacional alguns dos testes tiveram os seus comandos revisados com o objetivo de aprimorar a compreensão do texto apresentado.

1º TL - CONCEITOS DE PRESSÃO

1ª Questão

A definição de pressão estudada por você no Material de Leitura Prévia nº 1 pode explicar o fato ocorrido na figura abaixo. Utilizando os conceitos de pressão explique os eventos ocorridos para cada personagem da ilustração.



Disponível em: <<http://fisikanarede.blogspot.com/2011/02/atomo-o-pequeno-notavel.html>>. Acesso em: 15 fev. 2019

2ª Questão

Estando sozinho ou acompanhado, não desista do seu carro quando ele estiver atolado, há salvação. Assim, a primeira decisão a ser tomada é desligar o automóvel e reduzir a calibragem de cada um dos pneus atolados.

Adaptado de: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/projetos/auto/diminuir-a-calibragem-e-o-segredo-para-sair-da-areia-1.38555>>. Acesso em 15 fev. 2019.

A dica fornecida no texto é válida ou não? Justifique a sua resposta utilizando os conceitos de pressão.

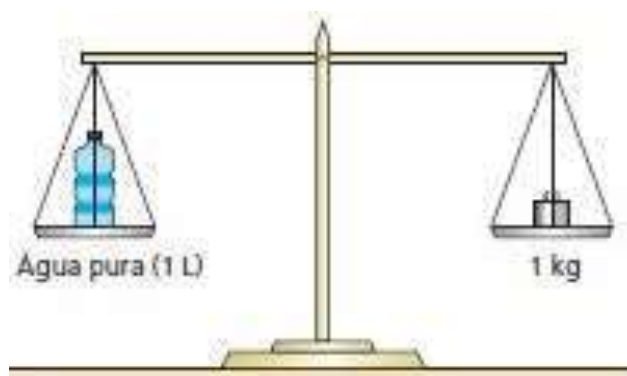
3ª Questão

Ao realizar o estudo do "Material de Leitura Prévia nº 1" (conceitos de pressão) entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? Descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara.

2º TL - CONCEITO DE MASSA ESPECÍFICA E DENSIDADE.

1ª Questão

Ao observar a figura acima você encontrará um estado de equilíbrio entre os dois extremos da balança.



Realizando a leitura do seu material e verificando o valor para a densidade da água, você concorda com a situação de equilíbrio mostrada na figura? Explique a sua resposta utilizando conceitos de densidade.

2ª Questão

Querendo verificar o que aconteceria com a situação da balança (figura da questão anterior), você decidiu trocar a garrafa de água por uma de álcool (álcool puro - 1 litro). O que você observou na nova situação? Justifique a sua resposta utilizando conceitos de densidade.

Obs: Verifique o valor da densidade do álcool no seu material.

3ª Questão

Ao realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 2 (Conceitos de massa específica e densidade), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? Descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

3º TL – PRESSÃO EM UM LIQUIDO. TEOREMA DE STEVIN

1ª Questão

É frequente, em restaurantes, encontrar latas de óleo com um único orifício (um buraco apenas para sair o óleo). Nesses casos, ao virar a lata, o freguês verifica, desanimado, que após a queda de umas poucas gotas o processo estanca, obrigando a uma tediosa repetição da operação) por que isto ocorre? Justifique.

2ª Questão

Supondo que você esteja mergulhando a 5 metros de profundidade em um imenso lago, ao mesmo tempo o seu amigo está mergulhando com a mesma profundidade em uma pequena piscina, como você explicaria o fato de vocês dois estarem submetidos a mesma pressão? Justifique a sua resposta.

3ª Questão

Ao realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 3 (Pressão em um líquido. Teorema de Stevin), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? Descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

4º TL – PRINCÍPIO DE PASCAL. PRENSA HIDRÁULICA**1ª Questão**

Ao discutir com o seu amigo de estudo o Princípio de Pascal, ele resolve lhe fazer uma pergunta: "O que acontece à pressão em todas as partes de um fluido confinado, se a pressão em uma determinada parte for aumentada?" Justifique a sua resposta.

2ª Questão

O princípio de Pascal foi descoberto no século XVI por Blaise Pascal (que já era inválido aos 18 anos de idade e assim permaneceu até a sua morte, aos 30 anos). Diversos equipamentos têm os seus funcionamentos baseados nesse princípio: prensa hidráulica, elevador hidráulico, macaco hidráulico, entre outros. O que esses equipamentos têm em comum é o fato de ambos multiplicarem forças, ou seja, no macaco hidráulico aplicando uma pequena força você consegue erguer um automóvel. Essa multiplicação de força acontece devido a que fator? Justifique.

3ª Questão

Ao realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 4 (Princípio de Pascal. Prensa hidráulica), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? Descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

5º TL – PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

1ª Questão

Após o estudo do material (Princípio de Arquimedes), você se depara com a seguinte pergunta: Quando um objeto arremessado em um lago afunda cada vez mais na água, a força de empuxo exercida sobre ele aumenta ou diminui? Ao tentar responder a essa pergunta você dá como resposta a seguinte justificativa.

2ª Questão

Dois blocos sólidos de tamanhos idênticos são submersos em água. Um deles é de chumbo, e o outro de alumínio. Sobre qual dos dois corpos a força de empuxo é maior? Justifique a sua resposta.

3ª Questão

Ao realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 5 (Princípio de Arquimedes), presente no seu livro-texto, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? Descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

APÊNDICE B – QUESTÕES CONCEITUAIS UTILIZADAS NOS EPISÓDIOS DE ENSINO

TC 1 - (Enem 2012 - adaptado) - Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A. largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- B. estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C. largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D. estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.

TC 2 - (ACAFE-SC - adaptado) - Um prego é colocado entre dois dedos, que produzem a mesma força, de modo que a ponta do prego é pressionada por um dedo e a cabeça do prego pela outra. O dedo que pressiona o lado da ponta sente dor em função de:

- A. a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força.
- B. a força ser diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à pressão.
- C. a pressão ser diretamente proporcional à força para uma mesma área.
- D. a sua área de contato ser menor e, em consequência, a pressão também.

TC 3 - (UNISA-SP - adaptado) - Três pessoas A, B e C de mesmo peso e altura diferentes usam: A, o mais baixo, patins para gelo; B, o de altura intermediária, patins normais com rodas e C, o mais alto, sapato de couro normal. Determine qual exerce maior pressão sobre o solo.

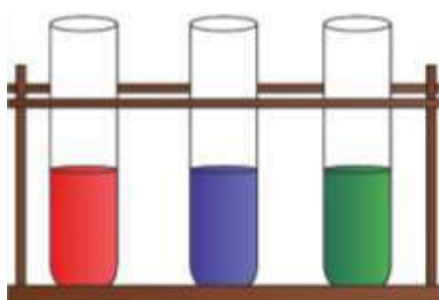
- A. $P_A = P_B = P_C$
- B. $P_C > P_B > P_A$
- C. $P_A > P_B > P_C$
- D. $P_A < P_B = P_C$

TC 4 - (UFMG) - José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado na figura ao lado. A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador. Sejam F_I o módulo da força e P_I a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, F_P e P_P . Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:



- A. $F_I > F_P$ e $P_I = P_P$
- B. $F_I > F_P$ e $P_I > P_P$
- C. $F_I = F_P$ e $P_I = P_P$
- D. $F_I = F_P$ e $P_I > P_P$

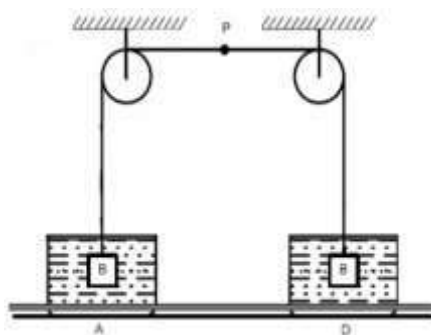
TC 5 (Adaptado) - Três tubos de ensaio estão preenchidos com líquidos distintos, como mostrado a seguir. O volume de líquido, nos três tubos, é idêntico. Seja P o peso do líquido nos tubos 1, 2 e 3, respectivamente. Pesando-os numa balança, verifica-se que $P_1 > P_3$ e $P_2 > P_1$. Sendo d a densidade dos líquidos, é CORRETO afirmar que:



Fonte: <<http://pir2.forumeiros.com/t99969-densidade-dos-liquidos>>. Acesso em: 29 jan. 2019

- A. $d_1 = d_2 = d_3$;
- B. $d_1 > d_2 > d_3$;
- C. $d_3 > d_1 > d_2$;
- D. $d_3 < d_1 < d_2$;

TC 6 – (ITA) - Na figura, os blocos B são idênticos e de massa específica $d > 1,0 \text{ g/cm}^3$. O frasco A contém água pura e o D contém inicialmente um líquido de massa específica $1,3 \text{ g/cm}^3$. Se os blocos são colocados em repouso dentro dos líquidos, para que lado se desloca a marca P colocada no cordão de ligação? (As polias não oferecem atrito e são consideradas de massa desprezível).



- A. para a direita
- B. para a esquerda
- C. depende do valor de d
- D. permanece em repouso

TC 7 - (UEMG – 2015)

Densidade

Quando me
centro em mim,
cresce a minha densidade.

Mais massa
no mesmo volume
das minhas possibilidades.

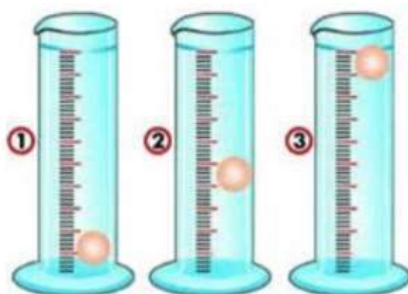
Cheio,
deixo de flutuar.

<http://www.spq.pt/>. Acesso em 28 jan 2019

Se, no contexto do poema, os versos acima fossem relacionados a um objeto sólido,

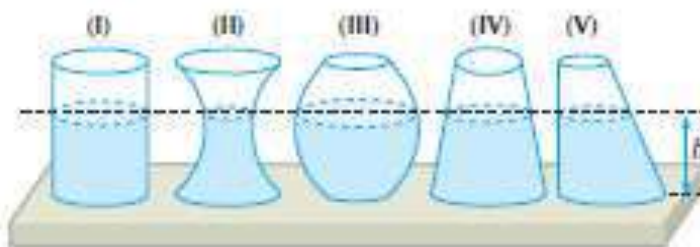
- A. este flutuaria, se colocado num líquido de menor densidade.
- B. este afundaria, se colocado num líquido de maior densidade.
- C. este afundaria, se colocado num líquido de menor densidade.
- D. este flutuaria, independentemente da densidade do líquido.

TC 8 - (UFPE - adaptado) - Para identificar três líquidos, de densidades 0,8, 1,0 e 1,2, o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



- A. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
- B. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
- C. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
- D. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.

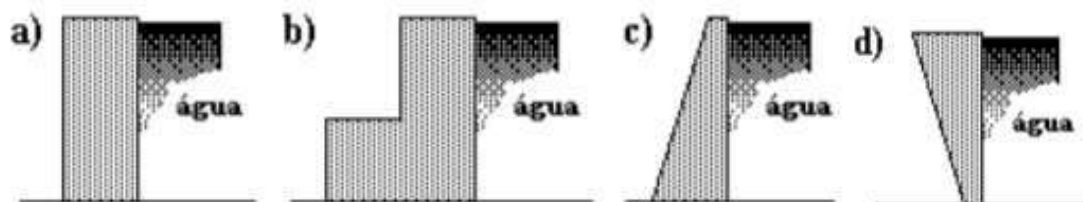
TC 9 - (UFMT-MG - adaptado) - Todos os recipientes abaixo estão preenchidos à mesma altura h por um líquido de mesma densidade.



A partir dessas informações, assinale a afirmativa correta.

- A. A pressão que o líquido exerce sobre a base é a mesma em todos os recipientes.
- B. A pressão que o líquido exerce sobre a base é maior nos recipientes IV e V que nos outros.
- C. A pressão que o líquido exerce sobre a base é menor no recipiente III que nos outros.
- D. A força que o líquido exerce sobre a base dos recipientes independe da área das bases.

TC 10 - (Unesp 1996) - Ao projetar uma represa, um engenheiro precisou aprovar o perfil de uma barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo que ele se baseou na lei de Stevin, da Hidrostática, que a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito.

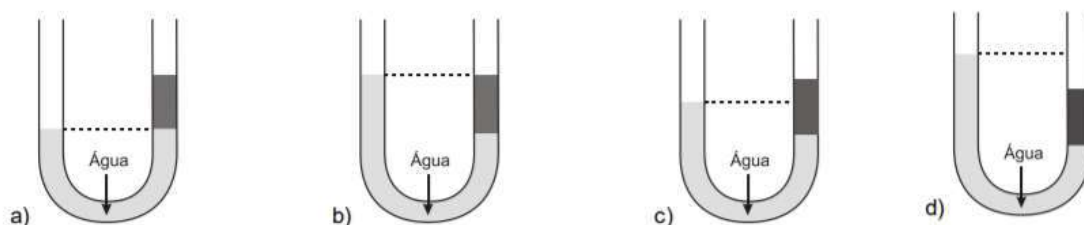


TC 11 - (Enem 2013 -adaptado) - Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura. Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

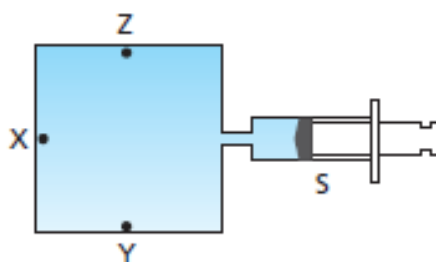


- A. Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B. Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C. Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D. Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

TC 12 - (Udesc 2010 - adaptado) - Certa quantidade de água é colocada em um tubo em forma de U, aberto nas extremidades. Em um dos ramos do tubo, adiciona-se um líquido de densidade maior que a da água e ambos não se misturam. Assinale a alternativa que representa corretamente a posição dos dois líquidos no tubo após o equilíbrio.



TC 13 - (UFSE - adaptado) - Na figura abaixo, está representado um recipiente rígido, cheio de água, conectado a uma seringa S. X, Y e Z são pontos no interior do recipiente.



Se a pressão que o êmbolo da seringa exerce sobre o líquido sofrer um aumento ΔP , a variação de pressão hidrostática nos pontos X, Y e Z será, respectivamente, igual a:

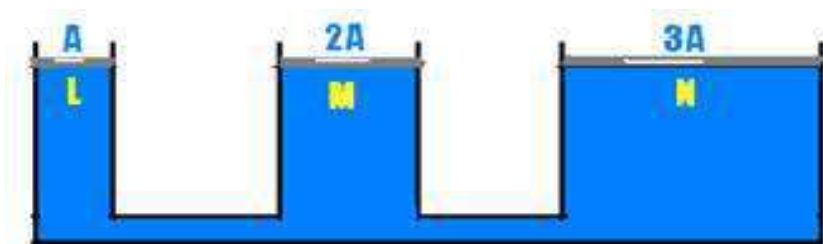
A. $\Delta P, \Delta P$ e ΔP

B. $\frac{\Delta P}{3}, \frac{\Delta P}{3}$ e $\frac{\Delta P}{3}$,

C. zero, $\frac{\Delta P}{2}$ e $\frac{\Delta P}{2}$

D. ΔP , zero e zero

TC 14 (UFMG-MG - adaptado) - Um sistema hidráulico tem três êmbolos móveis L, M e N com área A , $2A$ e $3A$, como mostra a figura.



Quantidades diferentes de blocos são colocadas sobre cada êmbolo. Todos os blocos têm o mesmo peso. Para que, em equilíbrio, os êmbolos continuem na mesma altura, o número de blocos colocados sobre os êmbolos L, M e N podem ser, respectivamente:

- A. 1, 2 e 3
- B. 1,4 e 9
- C. 3,2 e 1
- D. 8,2 e 1

TC 15 - (G1 - cps 2004 - adaptado) - No início do século XX, a indústria e o comércio da cidade de São Paulo possibilitaram uma qualidade de vida melhor para seus habitantes. Um dos hábitos saudáveis, ligados à higienização bucal, foi a utilização de tubos de pasta dental e as respectivas escovas de dente. Considerando um tubo contendo pasta dental de densidade homogênea, uma pessoa resolve apertá-lo. A pressão exercida sobre a pasta, dentro do tubo, será

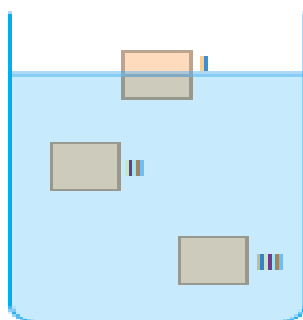
- A. menor no fundo do tubo, se se apertar perto do bico de saída.
- B. maior no meio do tubo, se se apertar no meio.
- C. menor no fundo do tubo, se se apertar no meio.
- D. igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

TC 16 - (Enem 2013 - adaptado) - Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldades de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10 m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a

plataforma de 20 kg. Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A. 20N
- B. 200N
- C. 1000N
- D. 5000N

TC 17 - (UFMG) - Ana lança caixas — I, II e III —, de mesma massa, dentro de um poço com água. Elas ficam em equilíbrio nas posições indicadas na figura ao lado. Sejam E_I , E_{II} e E_{III} os módulos dos empuxos sobre, respectivamente, as caixas I, II e III. Com base nessas informações, é correto afirmar que:

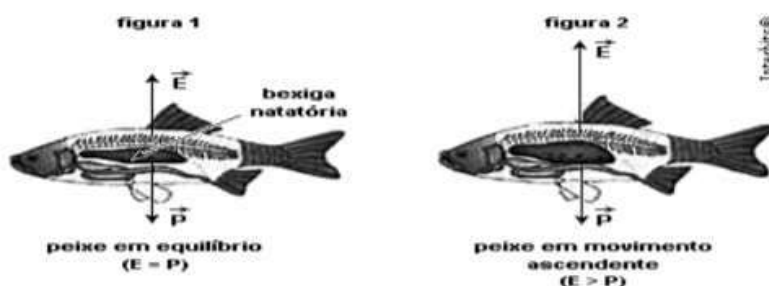


- A. $E_I > E_{II} > E_{III}$
- B. $E_I < E_{II} < E_{III}$
- C. $E_I = E_{II} = E_{III}$
- D. $E_I > E_{II} = E_{III}$

TC 18 - (UFV-MG - adaptado) - Um navio cargueiro proveniente do Oceano Atlântico passa a navegar nas águas menos densas do rio Amazonas. Em comparação com a situação no mar, é correto afirmar que no rio:

- A. o empuxo será menor e a porção imersa do navio será maior.
- B. o empuxo será maior e a porção imersa do navio será menor.
- C. o empuxo e a porção imersa do navio serão maiores.
- D. o empuxo será igual e a porção imersa do navio será maior

TC 19 - (Unesp 2012 - adaptado) - A maioria dos peixes ósseos possui uma estrutura chamada vesícula gasosa ou bexiga natatória, que tem a função de ajudar na flutuação do peixe. Um desses peixes está em repouso na água, com a força peso, aplicada pela Terra, e o empuxo, exercido pela água, equilibrando-se, como mostra a figura 1. Desprezando a força exercida pelo movimento das nadadeiras, considere que, ao aumentar o volume ocupado pelos gases na bexiga natatória, sem que a massa do peixe varie significativamente, o volume do corpo do peixe também aumenta. Assim, o módulo do empuxo supera o da força peso, e o peixe sobe (figura 2).



Na situação descrita, o módulo do empuxo aumenta, porque

- A. a intensidade da força peso, que age sobre o peixe, diminui significativamente.
- B. o módulo da força peso da quantidade de água deslocada pelo corpo do peixe aumenta.
- C. a densidade da água na região ao redor do peixe aumenta.
- D. depende da densidade do corpo do peixe, que também aumenta.

TC 20 - (Enem 2010 - adaptado) - Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso. Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- A. escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- B. água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará á força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- C. água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.

- D.** água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura

Gabarito:

TC 1	TC 2	TC 3	TC 4	TC 5	TC 6	TC 7	TC 8	TC 9	TC 10
A	A	C	D	D	B	C	A	A	C
TC 11	TC 12	TC 13	TC 14	TC 15	TC 16	TC 17	TC 18	TC 19	TC 20
A	D	A	A	D	B	C	D	B	D

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA SOBRE CONCEITOS DE HIDROSTÁTICA



HIDROSTÁTICA

Professor: André Luiz

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Avaliação diagnóstica sobre conceitos básicos de Hidrostática

1. Boiando no Mar Morto



É no ponto mais baixo da terra que a Jordânia guarda seu maior segredo: o Mar Morto. Boiando nas águas salgadas do lago formado numa depressão, a 400 metros abaixo do nível do mar, é a experiência mais inusitada e necessária dessa jornada. Provavelmente, você já deve ter se deparado com a imagem ao lado em que uma pessoa lê um jornal tranquilamente nas águas do Mar Morto. Como você explicaria esse fato? justifique

Solução:

2. A representação ao lado apresenta duas situações distintas que podem acontecer em nosso dia a dia. De que forma você explicaria a situação apresentada na ilustração?



Solução:

3. Você já deve ter sentido, a sensação descrita na figura a seguir, ao carregar um objeto dentro e fora da água, como você explicaria as duas situações apresentadas?



Solução

APÊNDICE D - DADOS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL OBTIDOS ATRAVÉS DO APLICATIVO *PLICKERS*

☐ CONCEITOS DE PRESSÃO

1ª votação sem o *PI*

Conceito de pressão: **86%**

TC 1 - (Enem 2012 - adaptado)

A largos, reduzindo pressão sobre o solo.

B estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo

C largos, aumentando a pressão sobre o solo.

D estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.

Conceito de pressão: **49%**

TC 2 - (ACAFE-SC - adaptado)

A a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força.

B a força ser diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à pressão.

C a pressão ser diretamente proporcional à força para uma mesma área.

D a sua área de contato ser menor e, em consequência, a pressão também.

Conceito de pressão **51%**

TC 3 - (UNISA-SP - adaptado)

A $PA = PB = PC$

B $PC > PB > PA$

C $PA > PB > PC$

D $PA < PB = PC$

Conceito de pressão **43%**

TC 4 - (UFMG)

A $F_I > F_P \text{ e } P_I = P_P$

B $F_I > F_P \text{ e } P_I > P_P$

C $F_I = F_P \text{ e } P_I = P_P$

D $F_I = F_P \text{ e } P_I > P_P$

2ª votação com o *PI*

Não houve interação entre os alunos

Conceito de pressão: **71%**

TC 2 - (ACAFE-SC - adaptado)

A a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força.

B a força ser diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à pressão.

C a pressão ser diretamente proporcional à força para uma mesma área.

D a sua área de contato ser menor e, em consequência, a pressão também.

Conceito de pressão **80%**

TC 3 - (UNISA-SP - adaptado)

A $PA = PB = PC$

B $PC > PB > PA$

C $PA > PB > PC$

D $PA < PB = PC$

Conceito de pressão **77%**

TC 4 - (UFMG)

A $F_I > F_P \text{ e } P_I = P_P$

B $F_I > F_P \text{ e } P_I > P_P$

C $F_I = F_P \text{ e } P_I = P_P$

D $F_I = F_P \text{ e } P_I > P_P$

☐ CONCEITOS DE DENSIDADE

1ª votação sem o *PI*

TC 5 - 74%

A $d1 = d2 = d3$;
 B $d1 > d2 > d3$;
 C $d3 > d1 > d2$;
 D $d3 < d1 < d2$;

TC - 6 94%

A para a direita
 B para a esquerda
 C depende do valor de d
 D permanece em repouso

TC 7 - (UEMG - 2015) 71%

A este flutuaria, se colocado num líquido de menor densidade;
 B este afundaria, se colocado num líquido de maior densidade;
 C este afundaria, se colocado num líquido de menor densidade;
 D este flutuaria, independentemente da densidade do líquido.

TC 8 - (UFPE - adaptado) 57%

A os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
 B os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
 C os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
 D os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.

2ª votação com o *PI*

TC 5 - 86%

A $d1 = d2 = d3$;
 B $d1 > d2 > d3$;
 C $d3 > d1 > d2$;
 D $d3 < d1 < d2$;

Não houve interação entre os alunos

TC 7 - (UEMG - 2015) 83%

A este flutuaria, se colocado num líquido de menor densidade.
 B este afundaria, se colocado num líquido de maior densidade.
 C este afundaria, se colocado num líquido de menor densidade.
 D este flutuaria, independentemente da densidade do líquido.

TC 8 - (UFPE - adaptado) 80%

A os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
 B os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
 C os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
 D os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.

PRESSÃO EM UM LÍQUIDO. TEOREMA DE STEVIN

1ª votação sem o *PI*

2ª votação com o *PI*

TC 9 - (UFMT-MG - adaptado) **71%**

A pressão que o líquido exerce sobre a base é a mesma em todos os recipientes.

A pressão que o líquido exerce sobre a base é maior nos recipientes IV e V que nos outros.

A pressão que o líquido exerce sobre a base é menor no recipiente III que nos outros.

A força que o líquido exerce sobre a base dos recipientes depende da área das bases.

Não houve interação entre os alunos

TC 10 - (Unesp 1996) **37%**

A Barragem A

B Barragem B

C Barragem C

D Barragem D

TC 10 - (Unesp 1996) **74%**

A Barragem A

B Barragem B

C Barragem C

D Barragem D

TC 11 - (Enem 2013 - adaptado) **43%**

A Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

B Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.

C Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.

D Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

TC 11 - (Enem 2013 - adaptado) **77%**

A Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

B Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.

C Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.

D Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

TC 12 - (Udesc 2010 - adaptado) **69%**

A Tubo A

B Tubo B

C Tubo C

D Tubo D

TC 12 - (Udesc 2010 - adaptado) **57%**

A Tubo A

B Tubo B

C Tubo C

D Tubo D

3ª votação sem o *PI* para o TC-12



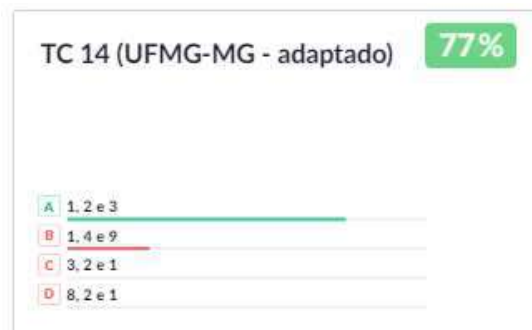
PRINCÍPIO DE PASCAL. PRENSA HIDRÁULICA

1ª votação sem o *PI*



2ª votação com o *PI*

Não houve interação entre os alunos



TC 15 - (G1 - cps 2004 - adaptado) **69%**

A menor no fundo do tubo, se se apertar perto do bico de saída.

B maior no meio do tubo, se se apertar no meio.

C menor no fundo do tubo, se se apertar no meio.

D igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

TC 15 - (G1 - cps 2004 - adaptado) **89%**

A menor no fundo do tubo, se se apertar perto do bico de saída.

B maior no meio do tubo, se se apertar no meio.

C menor no fundo do tubo, se se apertar no meio.

D igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

TC 16 - (Enem 2013 - adaptado) **43%**

A 20N

B 200N

C 1000N

D 5000N

TC 16 - (Enem 2013 - adaptado) **71%**

A 20N

B 200N

C 1000N

D 5000N

Teorema de Arquimedes

1ª votação sem o PI

TC 17 - (UFMG - adaptado) **43%**

A $E_I > E_{II} > E_{III}$

B $E_I < E_{II} < E_{III}$

C $E_I = E_{II} = E_{III}$

D $E_I > E_{II} = E_{III}$

2ª votação com o PI

TC 17 - (UFMG) **83%**

A $E_I > E_{II} > E_{III}$

B $E_I < E_{II} = E_{III}$

C $E_I = E_{II} = E_{III}$

D $E_I > E_{II} = E_{III}$

TC 18 - (UFV-MG) **31%**

A o empuxo será menor e a porção imersa do navio será maior.

B o empuxo será maior e a porção imersa do navio será menor.

C o empuxo e a porção imersa do navio serão maiores.

D o empuxo será igual e a porção imersa do navio será maior.

TC 18 - (UFV-MG) **71%**

A o empuxo será menor e a porção imersa do navio será maior.

B o empuxo será maior e a porção imersa do navio será menor.

C o empuxo e a porção imersa do navio serão maiores.

D o empuxo será igual e a porção imersa do navio será maior.

TC 19 - (Unesp 2012 - adaptado) 31%

- A intensidade da força peso, que age sobre o peixe, diminui significativamente.
- o módulo da força peso da quantidade de água deslocada pelo corpo do peixe aumenta.
- a densidade da água na região ao redor do peixe aumenta.
- depende da densidade do corpo do peixe, que também aumenta.

TC 19 - (Unesp 2012 - adaptado) 74%

- a intensidade da força peso, que age sobre o peixe, diminui significativamente.
- o módulo da força peso da quantidade de água deslocada pelo corpo do peixe aumenta.
- a densidade da água na região ao redor do peixe aumenta.
- depende da densidade do corpo do peixe, que também aumenta.

TC 20 - (Enem 2010 - adaptado) 83%

- estruturo ficará com peso menor. Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- água exercerá uma força na escultura proporcional à sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- água exercerá uma força na escultura para baixo, e isso passará a ser uma força adicionalmente da peso da própria. Esta força ajudará a anular a ação da força peso da escultura.
- água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da e

Não houve interação entre os alunos

APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS METODOLOGIAS *JUST-IN-TIME TEACHING (JITT)* E *PEER INSTRUCTION (PI)* EM AULAS DE HIDROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO



O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS: *JUST-IN-TIME TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* COMO UM FACILITADOR PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Manoel Januário Neto

Belém – PA
Outubro / 2019

O ESTUDO DA HIDROSTÁTICA COM O AUXÍLIO DE METODOLOGIAS ATIVAS:
JUST-IN-TIME TEACHING E *PEER INSTRUCTION* COMO UM FACILITADOR PARA O
ENSINO E APRENDIZAGEM

ANDRÉ LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Orientador:
Prof. Dr. Manoel Januário Neto

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Este trabalho apresenta os principais passos para a implementação das metodologias ativas: *Just-in-Time Teaching (JiTT)* e *Peer Instruction (PI)* em aulas de Hidrostática para o Ensino Médio. A aplicação das metodologias ocorreu em uma turma do primeiro ano de uma escola estadual do município de Barcarena - PA e contou com a participação de 35 alunos. O trabalho faz um breve apanhado das metodologias, além de disponibilizar os Testes Conceituais e Testes de Leitura utilizados na sua implementação. Os Testes de Leitura foram elaborados no *Google Forms* e os principais passos para a sua construção estão destacados no apêndice deste trabalho. Quanto ao mecanismo de votação, para coleta de resposta dos alunos aos Testes Conceituais, foi utilizado o aplicativo *Plickers* que trabalha com cartões *QR-code* no qual o professor poderá rastreá-los através do seu *smartphone* as alternativas escolhidas por eles. Os resultados obtidos na implementação das metodologias estão disponíveis na dissertação.

Palavras-chave: *Peer Instruction*, *Just-in-Time Teaching*, Teste Conceitual, Teste de Leitura, ensino e aprendizagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Modelos de cartões utilizados como mecanismo de votação.....	08
Figura 02: Mecanismo portátil de resposta <i>wireless</i>	09
Figura 03: Cartão <i>Qr-code</i> que será escaneado pelo professor durante as aulas.....	10
Figura 04: Combinando os métodos <i>JiTT e PI</i> em sala de aula.....	11
Figura 05: Passo a passo para a construção do Teste de Leitura.....	35
Figura 06: Formas de envio do Teste de Leitura aos alunos.....	36
Figura 07: Modelos de Testes de Leitura enviados aos alunos.....	37

LISTA DE ABREVIACÕES

JiTT – Just-in-Time Teaching

PI – Peer Instruction

TC – Teste Conceitual

TL – Teste de Leitura

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO.....	05
2 - MÉTODOS <i>JUST-IN-TIME TEACHING (JITT)</i> E <i>PEER INSTRUCTION (PI)</i>.....	06
2.1 - Mecanismo de votação.....	08
3 – A ESTRUTURA DAS METODOLOGIAS <i>JITT</i> E <i>PI</i> NOS EPISÓDIOS DE ENSINO.....	13
4 - TESTE CONCEITUAL (TC)	15
4.1 Pressão	15
4.2 Densidade.....	17
4.3 Pressão em um líquido. Teorema de Stevin.....	20
4.4 Princípio de Pascal. Prensa hidráulica.....	23
4.5 Teorema de Arquimedes.....	26
5 - TESTE DE LEITURA (TL).....	29
5.1 1º Teste de leitura – conceitos de pressão.....	30
5.2 2º Teste de leitura – conceitos de massa específica e densidade.....	31
5.3 3º Teste de leitura – pressão em um líquido. Teorema de Stevin.....	31
5.4 4º Teste de leitura – princípio de Pascal. Prensa hidráulica.....	32
5.5 5º Teste de leitura – princípio de Arquimedes.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
APÊNDICE A - CONSTRUINDO OS TESTES DE LEITURA COM O <i>GOOGLE FORMS</i>.....	35
ANEXO A – VIDEOS E SIMULAÇÃO UTILIZADOS NAS ABORDAGENS DE CONCEITOS DE HIDROSTÁTICAS.....	38

1 APRESENTAÇÃO

Caro professor, este produto educacional apresenta os principais passos para a implementação das metodologias ativas *Just-in-Time Teaching (JiTT)* e *Peer Instruction (PI)* em aulas de Hidrostática no Ensino Médio. O trabalho foi aplicado em uma turma de trinta e cinco (35) alunos de uma escola estadual do município de Barcarena – PA e mostrou-se uma ferramenta de grande ajuda para a melhoria do ensino e aprendizagem dos alunos. Além de uma breve abordagem dos métodos utilizados, o trabalho apresenta um fluxograma contendo a união dos dois métodos e alguns mecanismos de votação para serem utilizados pelo docente. Esses mecanismos devem ser empregados em Testes Conceituais (TC) para coletar as respostas fornecidas pelos alunos a respeito dos tópicos abordados.

Além das questões conceituais, que estão disponíveis no trabalho com os seus respectivos gabaritos, este produto educacional também apresenta os Testes de Leitura (TL) utilizados na fase pré-aula da aplicação. Esses testes foram elaborados no *Google Forms* e o passo a passo de sua construção está disponível no apêndice A deste documento. Os encontros em sala de aula foram rotulados de episódios de ensino e o seu cronograma está disponível no quadro dois da pesquisa. A estrutura do quadro é uma sugestão de implementação, visto que, ela deve se adequar ao contexto do docente. É também intenção deste trabalho indicar os vídeos utilizados tanto nos testes prévios (TL) quanto nos encontros em sala de aula (Anexo A). Os vídeos mostraram-se ferramentas importantes para explicar ou para introduzir os assuntos em questão.

As metodologias utilizadas nesta pesquisa buscaram estimular as atividades em equipes, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em grupos. Além de promover a competência de socialização do conhecimento e dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas. Todas essas diretrizes apontadas pelas metodologias estão fortemente alinhadas com as zonas de desenvolvimento proximal de Vigotski, na sua teoria sociointeracionista. O produto educacional aqui desenvolvido busca contribuir para o ensino e aprendizagem dos tópicos da Física no Ensino Médio, mais especificamente, dos conceitos de Hidrostática. Dessa forma, caro professor, o método *PI* aliado ao *JiTT* se apresenta como uma opção de uma abordagem metodológica com resultados eficientes a fim de proporcionar novas perspectivas para os processos educacionais em nosso país.

2 MÉTODOS *JUST-IN-TIME TEACHING (JiTT)* E *PEER INSTRUCTION (PI)*

O método *PI* aliado ao *JiTT* é uma das alternativas que vêm sendo testada com grande sucesso dentro do ambiente escolar. Gerar autonomia nos alunos dentro do seu processo de ensino e aprendizagem, constitui um dos principais objetivos das metodologias. O *PI*, proposto em meados da década de 90, pelo professor Eric Mazur (1997), propõe mudanças significativas nos hábitos de estudo dos alunos. A metodologia tem a sua eficácia acentuada quando integrado ao método *JiTT*, proporcionando um melhor feedback entre professor e aluno dentro e fora do ambiente de sala de aula. O método *PI* está fundamentado principalmente em:

- **Estudo prévio de um material indicado pelo professor (um texto, um vídeo, aplicativo, simulações entre outros):** É importante que o professor disponibilize aos alunos materiais, potencialmente significativos, para serem estudados com antecedência. Em tempo hábil, o professor realiza os TLs como forma de verificar se o estudo está sendo feito. Os TLs podem ser realizados durante as aulas ou de forma antecipada e consiste em perguntas a respeito do estudo e das dificuldades encontradas pelos alunos. Uma das dicas de Mazur (1997) é a utilização do método *JiTT* com o intuito de otimizar o tempo de preparação das aulas.
- **Feedback constante aluno-professor e discussões entre os alunos:** A base do método *PI* não está somente na interação aluno-aluno, mas também necessita de uma “via de mão dupla” entre o professor e o aluno. Conforme destaca Vygotsky (1998) na sua Teoria Socioconstrutivista, as interações citadas devem promover a aproximação crítica do aluno com a realidade. A participação ativa do aluno em todo o seu processo de aprendizagem leva a uma maior autonomia, além de gerar habilidades e competências sólidas no seu desenvolvimento. A diversidade de um grupo e o trabalho colaborativo entre os alunos, é um dos combustíveis da aprendizagem, é o que afirma Borochovicus e Tortella (2014), para esses autores a aprendizagem pode ser entendida como uma mudança de atitude gerada pela experiência de outros, reelaboradas pelo próprio indivíduo e não pela repetição ou pela associação automática de estímulos e respostas.

As etapas de implementação da metodologia podem ser divididas em nove passos e serão pormenorizados no quadro a seguir.

Quadro 01: Os passos da metodologia *PI*.

1º passo - Estudo prévio do material disponibilizado pelo professor	É de fundamental importância que o professor crie estratégias para que os alunos possam fazer um estudo prévio do material que foi disponibilizado. Objetivando com isso, que os mesmos possam trazer novos conhecimentos à sala de aula;
2º passo - Exposições de questões chamadas conceituais em sala de aula	Uma breve apresentação oral ⁹ sobre os elementos centrais de um dado conceito ou de uma dada teoria é feita por cerca de quinze minutos, ou seja, caberá ao professor nessa fase uma revisão do passo anterior, conteúdo presente no estudo prévio;
3º passo - Aplicação do Teste Conceitual	Os estudantes resolverão perguntas de múltipla escolha, geralmente conceituais, que serão abordadas sobre os conceitos apresentados na exposição oral. O ideal das perguntas é que os resultados estejam entre 30% e 70% de acertos;
4º passo - Respostas individuais por parte dos estudantes	Através de algum mecanismo de coleta os estudantes registram suas respostas individualmente e mostram ao professor às suas respectivas escolhas;
5º passo - Redefinição do caminho por parte do professor	A partir da consolidação das respostas por parte dos estudantes, o professor poderá definir se irá recolocar as questões, partir para um novo assunto ou se precisará explicar novamente o conteúdo que está sendo trabalhado, tendo em vista, a baixa porcentagem de acertos;
6º passo - Interação entre os estudantes	Essa etapa constitui a base da metodologia que está sendo utilizada, nessa fase os estudantes trocam informações, em um tempo de aproximadamente dois minutos, a fim de convergirem para a resposta certa;
7º passo - Reaplicação do Teste Conceitual	A partir da interação entre os estudantes presume-se que eles aprendam mais sobre o assunto proposto, e com o colega possa ter elevado o seu conhecimento, e agora em uma nova resposta individual ele possa ter novos resultados;
8º passo - Apresentação e explicação das respostas	Fase onde o professor comenta com o aluno quais eram as respostas corretas e faz uma explicação das mesmas;
9º passo - Nova questão ou novo tópico	Aplicação de nova questão do mesmo assunto ou passar para um novo tópico.

⁹ A exposição de um dado conceito também pode ser complementada com o uso de outras ferramentas educacionais: experimentos, simulações entre outros.

É importante ressaltar que para o 3º passo do quadro 1, o percentual de acertos abaixo de 30% levará o professor a uma revisão do conteúdo e nova aplicação do Teste Conceitual. Caso os índices esteja acima de 70%, o professor poderá comentar a resposta correta, de forma a sanar possíveis dúvidas dos alunos, e passar para outro tópico ou teste.

Na aplicação do *PI* os alunos “votam” na resposta a uma pergunta (TC), antes e depois de discutir com os seus colegas. O desempenho dos alunos, diante dos TCs, pode ser verificado através dos diversos mecanismos de coleta de resposta que poderá ser utilizado pelo docente conforme o contexto existente na sua escola. Alguns desses mecanismos serão destacados no item 2.1.

2.1 Mecanismo de votação

Levantar as mãos: é o sistema mais simples que o professor pode utilizar. Após os alunos lerem e pensarem na questão conceitual, caberá ao professor solicitar aos alunos que levantem a mão e indique qual a alternativa escolheu, mostrando um dedo para a alternativa A, e dois dedos para a alternativa B e assim por diante. A principal desvantagem deste sistema é que ele não é anônimo; os alunos podem facilmente olhar em volta para ver como os outros estão votando e escolher a resposta de acordo, em vez de pensar sobre isso por si mesmos. No entanto, este sistema ainda pode ser bastante eficaz;

Flashcard: nesse sistema cada aluno recebe um cartão, rotulados como “A”, “B”, “C”, “D” e “E” (fig. 01). Os alunos votam segurando simultaneamente o cartão correspondente à sua resposta. Por ser de baixo custo, esse sistema é amplamente utilizado.

Figura 01: modelos de cartões utilizados como mecanismo de votação.



Fonte: Monash University¹⁰

¹⁰<http://artsonline.monash.edu.au/peer-instruction-in-the-humanities/voting-mechanisms/>. Acesso em: 04 de mar. 2019

Clickers (mecanismos eletrônicos portáteis de resposta *wireless*): este dispositivo envia um sinal para o computador do professor que registra em tempo real as respostas dos alunos (ver fig. 02). A principal vantagem na utilização dos *clickers* é o anonimato das respostas. Manter registros precisos de como os alunos responderam a cada pergunta é outra vantagem desse sistema. A principal desvantagem do seu uso é o custo inicial e o suporte técnico e treinamento necessários para usá-lo;

Figura 02: Mecanismo portátil de resposta *wireless*



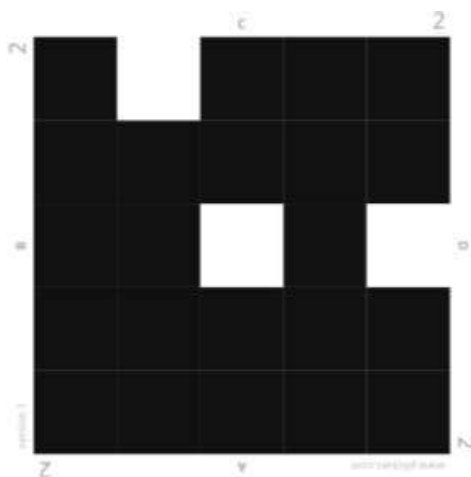
Fonte: SJSU¹¹

Plickers: é uma ferramenta disponível na versão web e aplicativo para dispositivos móveis, de administração de testes rápidos, permitindo ao professor escanear as respostas e conhecer em tempo real o nível da turma quanto ao entendimento de conceitos e pontos-chaves de uma aula. Para o escaneamento das respostas o aplicativo utiliza um código *Qr-code*, conforme destacado na figura 03: O *Plickers* é uma ferramenta de fácil utilização¹² e promove maior celeridade no trabalho do docente. O código (cartão) será utilizado pelo aluno que o levantará indicando a sua resposta: “A”, “B”, “C” ou “D”. Caso o aluno escolha a resposta C como correta, ele deverá orientar o lado C do cartão para cima, e o escaneamento será realizado pelo professor.

11 <<https://libguides.sjsu.edu/clickers>>. Acesso em: 04 de mar. 2019

12 Guia de utilização do *Plickers*: <<http://aulaincrível.com/guiaplickers/>>. Acesso em: 04 de mar. 2019

Figura 03: Cartão *Qr-code* que será escaneado pelo professor durante as aulas.



Fonte: *Plickers*¹³

Por se tratar de uma ferramenta pedagógica e não tecnológica, o método *PI* não deve ser influenciado pelos mecanismos de votação utilizado. Segundo Lasry (2008), que comparou o uso do *clickers* e do *flashcard* na metodologia *PI*, o uso do *clickers* não fornece nenhuma vantagem de aprendizagem sobre o *flashcard*. O *PI* é uma abordagem que envolve os alunos e os desafia, comprometendo-os com um ponto de vista que eles possam defender.

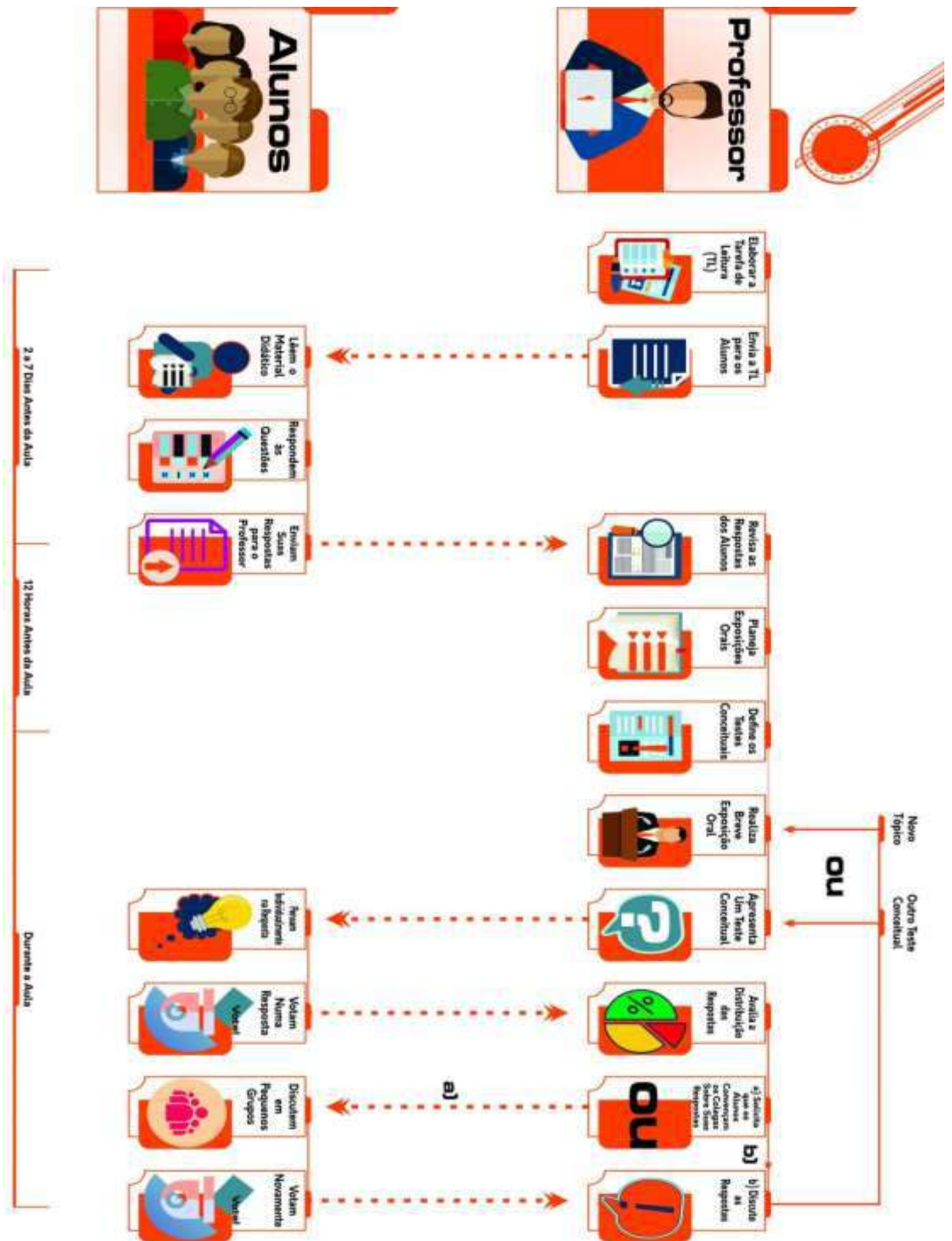
O *PI* é uma técnica de ensino que promove a interação e o envolvimento dos alunos em sala de aula (MAZUR, 1997). Ao fornecer oportunidades para os alunos discutirem conceitos de forma colaborativa, eles aprendem uns com os outros. No entanto, para este método ser mais eficaz, os alunos precisam vir para a aula com algum conhecimento básico do material. Dessa forma, a utilização do *JiTT* é um complemento ideal para o método. A sua aplicação estrutura a leitura dos alunos antes da aula e fornece *feedback* ao professor que pode adaptar as perguntas dos TCs para direcionar as dificuldades dos alunos (MAZUR, WATKINS, 2007).

O método *JiTT* foi proposto pelo professor Gregory M. Novak e colaboradores¹⁴ em 1996, com o objetivo de utilizar tecnologia em sala de aula para melhorar a aprendizagem dos alunos (NOVAK et al., 1999). O seu desenvolvimento se dá através de atividades preparatórias para as aulas. Uma combinação do *PI* com o *JiTT*, proposto por esse trabalho, pode ser observado na figura 04.

¹³ <<https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards>>. Acesso em: 05 de mar. 2019

¹⁴ Evelyn T. Patterson, Andrew D. Gavrin e Wolfgang Christian

Figura 04: combinando os métodos *JiTT* e *PI* em sala de aula



Fonte: adaptação feita de (ARAÚJO, MAZUR, 2013, p. 374)

No primeiro momento, o professor elabora e envia aos alunos um Teste de Leitura que deverá ser respondido e enviado eletronicamente. Neste trabalho, optou-se por utilizar a plataforma *Google Forms* para essa finalidade. Os TLs apresentam duas questões subjetivas, abordando pontos centrais da leitura prévia, e uma questão com o objetivo de identificar algumas dificuldades encontradas pelos alunos no seu estudo. Levando em consideração as dificuldades e interesses apresentados pelos estudantes o professor deverá prepara uma aula sob medida (OLIVEIRA, 2012).

3 A ESTRUTURA DAS METODOLOGIAS *JiTT* E *PI* NOS EPISÓDIOS DE ENSINO

Os procedimentos adotados na aplicação do produto educacional nos episódios de ensino estão de acordo com a sequência descrita por Araújo e Mazur (ver fig. 04). Alguns materiais, como: data show, computador, smartphone e cartões *Qr-code*, do aplicativo *Plickers*, foram utilizados em quase todos os episódios de ensino. Em algumas etapas, atividades experimentais foram utilizadas como forma de consolidação do tópico abordado. As aulas foram programadas de acordo com a sequência descrita no livro-texto da turma e o seu desenvolvimento está destacado no quadro a seguir.

Quadro 2: Sugestão de cronograma para aplicação das metodologias *JiTT* e *PI*

Episódios de ensino	Resumo da implementação	Atividades realizadas	Tempo das aulas
EP 01	-Apresentação das metodologias <i>PI</i> e <i>JiTT</i> ; -Apresentação do mecanismo de votação; -Abordagem inicial sobre conceitos de Hidrostática.	-Teste do aplicativo <i>Plickers</i> e indicação da leitura prévia nº 1 do livro-texto - seção 20.1 e data de envio do TL; -Atividade diagnóstica sobre conceitos de Hidrostática.	60 minutos
EP 02	-Introdução aos conceitos de pressão; -Breve abordagem sobre força peso; -Breve abordagem sobre geometria básica.	-Comentários do 1º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeter; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Atividade de revisão sobre o tema abordado; -Indicação da leitura prévia nº 2 do livro-texto - seção 20.2 e data de envio do TL;	90 minutos
EP 03	-Introdução ao conceito de densidade e massa específica; -Demonstração experimental com o auxílio do professor de Química da escola.	-Comentários do 2º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeter; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Atividade de aprofundamento: experimentos com substâncias de densidades diferentes; -Indicação da leitura prévia nº 3 do livro-texto - seção 20.3 e 20.4 e data de envio do TL;	90 minutos
EP 04	Introdução ao princípio de Stevin; ✓ Pressão de colunas líquidas ✓ Superfícies isobáricas num líquido em equilíbrio ✓ Unidades de pressão ✓ Pressão atmosférica ✓ Líquidos imiscíveis e vasos comunicantes	- Comentários do 3º Teste de Leitura enviado aos alunos; -Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeter; -Uso de simulações do <i>PHET</i> a respeito dos temas abordados; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i> ; -Indicação da leitura prévia nº 5 do livro-texto - seção 20.5 e data de envio do TL;	90 minutos

Continua na próxima página..

EP 05	Introdução ao princípio de Pascal	<ul style="list-style-type: none"> -Comentários do 5º Teste de Leitura enviado aos alunos; - Breve exposição oral/dialogada com o uso do retroprojeter; -Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i>; -Indicação da leitura prévia nº 6 do livro-texto - seção 20.6 e data de envio do TL; 	90 minutos
EP 06	Teorema de Arquimedes	<ul style="list-style-type: none"> - Comentários do 6º Teste de Leitura enviado aos alunos; - Exposição oral/dialogada seguida de atividade experimental sobre o assunto; - Aplicação de Testes Conceituais e uso do <i>plickers</i>; 	90 minutos

É válido ressaltar, que a estrutura fornecida no quadro acima constitui apenas uma sugestão de cronograma para o professor. O planejamento será um fator determinante para a eficácia das metodologias e deverá atender as necessidades do docente.

4 TESTE CONCEITUAL (TC)

Conforme destaca Crouch et al (2007), uma das ferramentas de fundamental importância para a eficácia do *PI* são os chamados TCs. Para os autores, as questões que fazem parte desses testes devem ser selecionadas em conformidade com o grau de dificuldade dos alunos, além de abordar conceitos relevantes, esses testes não devem priorizar a excessiva “matematização” que visa em muitos casos a simples substituição de números em equações. Para atender essa necessidade é necessário que o professor disponha de um banco de questões conceituais bastantes diversificado para que a utilização das metodologias seja satisfatórias (MAZUR, 1997).

Seguindo o exposto acima, apresentaremos os TCs utilizados em sala de aula com o auxílio das metodologias ativas *JiTT* e *PI* para a implementação de conceitos de Hidrostática. As questões apresentam quatro alternativas e grande parte delas sofreram modificações para se adequarem ao mecanismo de votação utilizado no trabalho. As alternativas corretas de cada questão serão comentadas com o objetivo de justificar a escolha do gabarito.

4.1 Pressão

Pressão é a relação entre a intensidade da força que atua perpendicularmente e a área em que ela se distribui.

TC 1 - (Enem 2012 - adaptado) - Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas. Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A. largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- B. estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C. largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D. estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.

Gabarito: A

O problema de compactação do solo pode ser resolvido com a diminuição da pressão. A pressão (P) é calculada pela razão entre a força normal aplicada (F) e a área de aplicação (A). Dessa forma, para reduzir a pressão é necessário substituir os pneus dos tratores por pneus mais largos para que aumente a área de aplicação da força e reduza a pressão.

TC 2 - (ACAFE-SC - adaptado) - Um prego é colocado entre dois dedos, que produzem a mesma força, de modo que a ponta do prego é pressionada por um dedo e a cabeça do prego pela outra. O dedo que pressiona o lado da ponta sente dor em função de:

- A. a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força.
- B. a força ser diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à pressão.
- C. a pressão ser diretamente proporcional à força para uma mesma área.
- D. a sua área de contato ser menor e, em consequência, a pressão também.

Gabarito: A

Conforme descreve a equação de pressão: $P = F/A$, a pressão será inversamente proporcional a área para uma mesma força, ou seja, quanto maior é a área em que está se distribuindo a força menor será a pressão exercida.

TC 3 - (UNISA-SP - adaptado) - Três pessoas A, B e C de mesmo peso e altura diferentes usam: A, o mais baixo, patins para gelo; B, o de altura intermediária, patins normais com rodas e C, o mais alto, sapato de couro normal. Determine qual exerce maior pressão sobre o solo.

- A. $P_A = P_B = P_C$
- B. $P_C > P_B > P_A$
- C. $P_A > P_B > P_C$
- D. $P_A < P_B = P_C$

Gabarito: C

Mesmo possuindo alturas diferentes as três pessoas têm o mesmo peso, isso implica que a força exercida sobre o solo será a mesma. No entanto, a área é inversamente proporcional a pressão, ou seja, para a pessoa A, que está de patins para gelo, a pressão será maior, tendo em vista que o seu peso está distribuído em uma área pequena. Aplicando este conceito para os demais concluímos que: $P_A > P_B > P_C$.

TC 4 - (UFMG) - José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado na figura ao lado. A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador. Sejam F_I o módulo da força e P_I a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, F_P e P_P . Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:



- A. $F_I > F_P$ e $P_I = P_P$
- B. $F_I > F_P$ e $P_I > P_P$
- C. $F_I = F_P$ e $P_I = P_P$
- D. $F_I = F_P$ e $P_I > P_P$

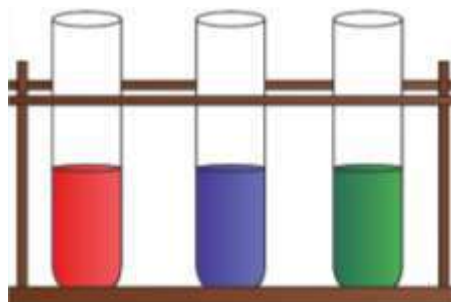
Gabarito: D

A força trocada entre os dedos e a tachinha tem a mesma intensidade, conforme destaca a Terceira Lei de Newton. No indicador a pressão é maior, visto que essa força está sendo distribuída em uma área menor. No polegar a força se distribui em uma área maior e consequentemente diminuindo a pressão.

4.2 Conceitos de densidade e massa específica

A densidade de um corpo define-se como o quociente entre a massa e o volume desse corpo. Desta forma pode-se dizer que a densidade mede o grau de concentração de massa em determinado volume.

TC 5 (Adaptado) - Três tubos de ensaio estão preenchidos com líquidos distintos, como mostrado a seguir. O volume de líquido, nos três tubos, é idêntico. Seja P o peso do líquido nos tubos 1, 2 e 3, respectivamente. Pesando-os numa balança, verifica-se que $P_1 > P_3$ e $P_2 > P_1$. Sendo d a densidade dos líquidos, é CORRETO afirmar que:



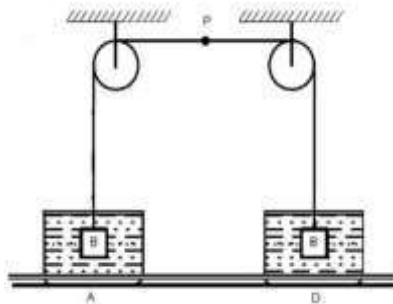
Fonte: <<http://pir2.forumeiros.com/t99969-densidade-dos-liquidos>>. Acesso em: 29 jan. 2019

- A. $d_1 = d_2 = d_3$;
- B. $d_1 > d_2 > d_3$;
- C. $d_3 > d_1 > d_2$;
- D. $d_3 < d_1 < d_2$;

Gabarito: D

A relação para a densidade de uma determinada substância deverá ser dada por $d = m/v$ e portanto a massa será $m = dv$. Com relação ao peso devemos considerar $P = dvg$ e substituí-la na relação $P_2 > P_1 > P_3$. Dessa forma, teremos $d_2Vg > d_1Vg > d_3Vg \rightarrow d_2 > d_1 > d_3$. É ideal que essa questão seja discutida de forma conceitual com os seus alunos.

TC 6 – (ITA) - Na figura, os blocos B são idênticos e de massa específica $d > 1,0 \text{ g/cm}^3$. O frasco A contém água pura e o D contém inicialmente um líquido de massa específica $1,3 \text{ g/cm}^3$. Se os blocos são colocados em repouso dentro dos líquidos, para que lado se desloca a marca P colocada no cordão de ligação? (As polias não oferecem atrito e são consideradas de massa desprezível).



- A. para a direita
- B. para a esquerda
- C. depende do valor de d
- D. permanece em repouso

Gabarito: B

O bloco que está no frasco A possui densidade maior que a densidade da água pura, contida nesse frasco, logo ele afundará com maior facilidade nesse recipiente, fazendo com que a marca P se desloque à esquerda.

TC 7 - (UEMG – 2015)

Densidade

Quando me
centro em mim,
cresce a minha densidade.
Mais massa
no mesmo volume
das minhas possibilidades.
Cheio,
deixo de flutuar.

<http://www.spq.pt/>. Acesso em 28 jan 2019

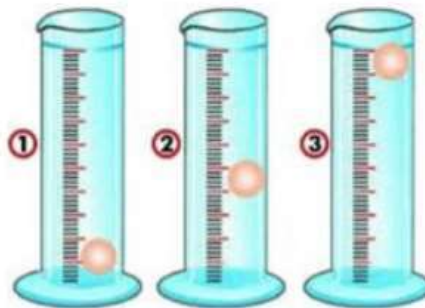
Se, no contexto do poema, os versos acima fossem relacionados a um objeto sólido,

- A. este flutuaria, se colocado num líquido de menor densidade.
- B. este afundaria, se colocado num líquido de maior densidade.
- C. este afundaria, se colocado num líquido de menor densidade.
- D. este flutuaria, independentemente da densidade do líquido.

Gabarito: C

Objetos tendem a afundar quando colocados em líquidos com densidades menores que eles.

TC 8 - (UFPE - adaptado) - Para identificar três líquidos – de densidades 0,8, 1,0 e 1,2 – o analista dispõe de uma pequena bola de densidade 1,0. Conforme as posições das bolas apresentadas no desenho a seguir, podemos afirmar que:



- A. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.
- B. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.
- C. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.
- D. os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresentam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.

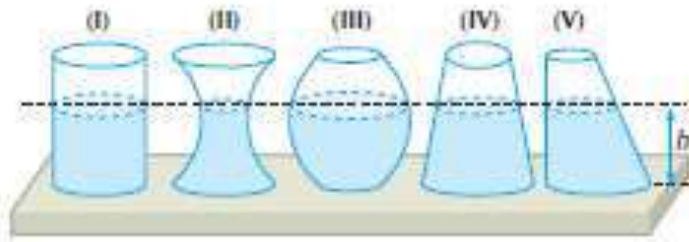
Gabarito: A

Na proveta 1, a bolinha é mais densa que o líquido, pois se encontra no fundo do recipiente. Assim, o líquido é menos denso que a bolinha ($d = 0,8$). Com relação a proveta 2, a bolinha não afunda nem flutua, isso significa que possui a mesma densidade que o líquido ($d = 1,0$). Na proveta 3, a bolinha flutua na superfície do líquido, logo, o líquido possui densidade maior do que a da bolinha ($d = 1,2$).

4.3 Pressão em um líquido. Teorema de Stevin

A pressão no interior de um líquido em equilíbrio aumenta com a profundidade.

TC 9 - (UFMT-MG - adaptado) - Todos os recipientes abaixo estão preenchidos à mesma altura h por um líquido de mesma densidade.



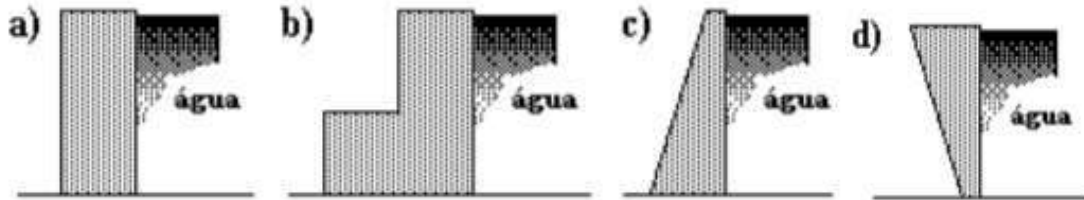
A partir dessas informações, assinale a afirmativa correta.

- A. A pressão que o líquido exerce sobre a base é a mesma em todos os recipientes.
- B. A pressão que o líquido exerce sobre a base é maior nos recipientes IV e V que nos outros.
- C. A pressão que o líquido exerce sobre a base é menor no recipiente III que nos outros.
- D. A força que o líquido exerce sobre a base dos recipientes independe da área das bases.

Gabarito: A

Conforme destaca a equação da pressão hidrostática ($P = \rho gh$), a pressão no interior de um líquido em equilíbrio aumenta com a profundidade, ou seja, depende da coluna líquida acima de um referido ponto. Para o caso destacado na figura a altura da coluna líquida nos recipientes é o mesmo, logo a pressão exercida sobre as suas bases será igual.

TC 10 - (Unesp 1996) - Ao projetar uma represa, um engenheiro precisou aprovar o perfil de uma barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo que ele se baseou na lei de Stevin, da Hidrostática, que a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito.



Gabarito: C

Como a pressão hidrostática aumenta linearmente com a profundidade, se faz necessário que a espessura da barragem aumente, também, de forma linear. A alternativa C da questão está de acordo com a essa afirmação.

TC 11 - (Enem 2013 -adaptado) - Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura. Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?



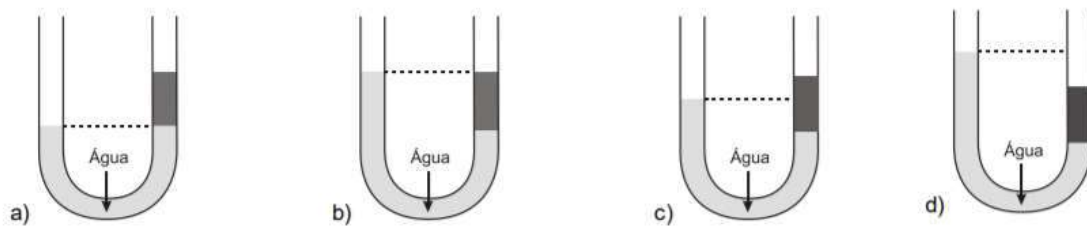
- A. Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B. Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C. Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D. Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

Gabarito: A

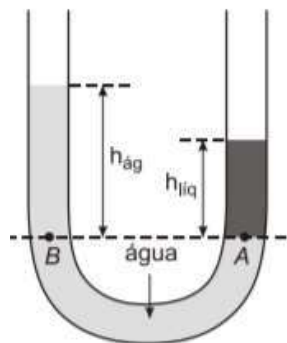
Garrafa tampada: A força proveniente da pressão atmosférica que atua de fora para dentro da garrafa impedem que a água saia.

Garrafa destampada: A força proveniente da pressão atmosférica, que atua de fora para dentro da garrafa, agora pode atuar tanto nos orifícios quanto na abertura de cima da garrafa. Como a força do furo de cima é maior, a água é ejetada pelos orifícios, devido a coluna de água.

TC 12 - (Udesc 2010 - adaptado) - Certa quantidade de água é colocada em um tubo em forma de U, aberto nas extremidades. Em um dos ramos do tubo, adiciona-se um líquido de densidade maior que a da água e ambos não se misturam. Assinale a alternativa que representa corretamente a posição dos dois líquidos no tubo após o equilíbrio.

**Gabarito: D**

De acordo com Teorema de Stevin, pontos de mesmo líquido em repouso que estão na mesma horizontal estão sob mesma pressão. Então, no ponto A da horizontal, figura abaixo, que passa pela interface entre a água e o líquido mais denso, a pressão deve ser a mesma que no ponto B situado na água, na mesma horizontal.

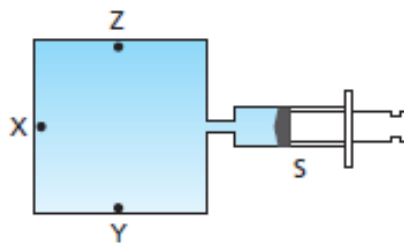


Sendo densidade do líquido maior que a densidade da água, a altura do líquido no recipiente será menor que a altura da coluna de água.

4.4 Princípio de Pascal. Prensa hidráulica

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 o contém.

TC 13 - (UFSE - adaptado) - Na figura abaixo, está representado um recipiente rígido, cheio de água, conectado a uma seringa S. X, Y e Z são pontos no interior do recipiente.



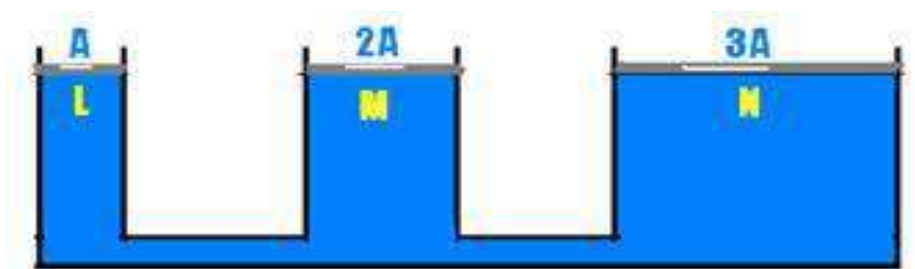
Se a pressão que o êmbolo da seringa exerce sobre o líquido sofrer um aumento ΔP , a variação de pressão hidrostática nos pontos X, Y e Z será, respectivamente, igual a:

- A. $\Delta P, \Delta P$ e ΔP
- B. $\frac{\Delta P}{3}, \frac{\Delta P}{3}$ e $\frac{\Delta P}{3}$,
- C. zero, $\frac{\Delta P}{2}$ e $\frac{\Delta P}{2}$
- D. $\Delta P, zero$ e zero

Gabarito: A

Segundo o Princípio de Pascal 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 o contém. Dessa forma, a variação de pressão sofrida pelo êmbolo será transmitida, de forma igual, aos pontos x, y e z.

TC 14 (UFMG-MG - adaptado) - Um sistema hidráulico tem três êmbolos móveis L, M e N com área A, 2A e 3A, como mostra a figura.



Quantidades diferentes de blocos são colocadas sobre cada êmbolo. Todos os blocos têm o mesmo peso. Para que, em equilíbrio, os êmbolos continuem na mesma altura, o número de blocos colocados sobre os êmbolos L, M e N podem ser, respectivamente:

- A. 1, 2 e 3
- B. 1,4 e 9
- C. 3,2 e 1
- D. 8,2 e 1

Gabarito: A

A relação entre as áreas é o que determina a multiplicação de forças no princípio de Pascal. Comparando os êmbolos L e M a diferença entre as suas áreas será de dois para um, logo, a força será duplicada no êmbolo M. Com relação aos êmbolos L e N uma determinada força saída de L será triplicada em N, visto que, a sua área é três vezes maior que a área do êmbolo L. Portanto, considerando que todos os blocos têm o mesmo peso, o número de blocos em cada êmbolo será 1, 2 e 3.

TC 15 - (G1 - cps 2004 - adaptado) - No início do século XX, a indústria e o comércio da cidade de São Paulo possibilitaram uma qualidade de vida melhor para seus habitantes. Um dos hábitos saudáveis, ligados à higienização bucal, foi a utilização de tubos de pasta dental e as respectivas escovas de dente. Considerando um tubo contendo pasta dental de densidade homogênea, uma pessoa resolve apertá-lo. A pressão exercida sobre a pasta, dentro do tubo, será

- A. menor no fundo do tubo, se se apertar perto do bico de saída.
- B. maior no meio do tubo, se se apertar no meio.
- C. menor no fundo do tubo, se se apertar no meio.
- D. igual em todos os pontos, qualquer que seja o local apertado.

Gabarito: D

Segundo o Princípio de Pascal 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 o contém.

TC 16 - (Enem 2013 - adaptado) - Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldades de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10 m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg . Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- E. 20 N
- F. 200 N
- G. 1000 N
- H. 5000 N

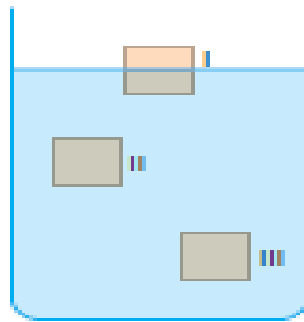
Gabarito: B

A relação entre as áreas é o que determina a multiplicação de força no Princípio de Pascal. A diferença entre elas é de cinco para um, sendo assim, a força que deve ser aplicada na tubulação estreita capaz de levantar todo o sistema (1000 N) com velocidade constante será de 200 N , essa força será multiplicada por cinco, conforme a diferença entre as áreas. O ideal para essa questão é não usar a equação para a resolução e sim os conceitos por trás da mesma.

4.5 Teorema de Arquimedes

Todo corpo sólido mergulhado num fluido em equilíbrio recebe uma força de direção vertical e sentido de baixo para cima cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado.

TC 17 - (UFMG) - Ana lança caixas — I, II e III —, de mesma massa, dentro de um poço com água. Elas ficam em equilíbrio nas posições indicadas na figura ao lado. Sejam E_I , E_{II} e E_{III} os módulos dos empuxos sobre, respectivamente, as caixas I, II e III. Com base nessas informações, é correto afirmar que:



- A. $E_I > E_{II} > E_{III}$
- B. $E_I < E_{II} < E_{III}$
- C. $E_I = E_{II} = E_{III}$
- D. $E_I > E_{II} = E_{III}$

Gabarito: C

Para o princípio de Arquimedes, em caso de equilíbrio, o empuxo será igual ao peso. Como eles são os mesmos, os empuxos que agem nas caixas serão iguais.

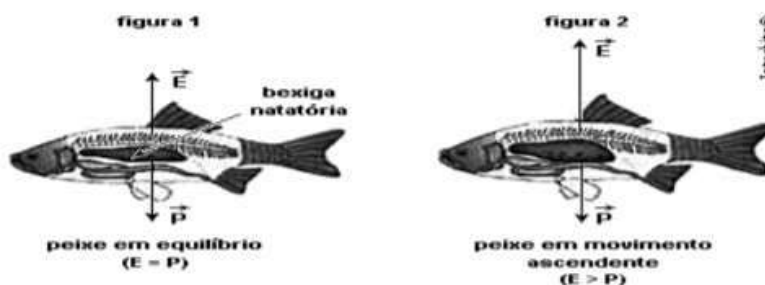
TC 18 - (UFV-MG - adaptado) - Um navio cargueiro proveniente do Oceano Atlântico passa a navegar nas águas menos densas do rio Amazonas. Em comparação com a situação no mar, é correto afirmar que no rio:

- A. o empuxo será menor e a porção imersa do navio será maior.
- B. o empuxo será maior e a porção imersa do navio será menor.
- C. o empuxo e a porção imersa do navio serão maiores.
- D. o empuxo será igual e a porção imersa do navio será maior

Gabarito: D

Navegando no Oceano Atlântico ou nas águas do rio Amazonas (menos densas), O peso e o empuxo sobre o navio se equilibram, independentemente da densidade da água. Portanto, levando em consideração que o navio entrou em águas menos densa o volume de água deslocado por ele será maior, mantendo o empuxo igual ao peso.

TC 19 - (Unesp 2012 - adaptado) - A maioria dos peixes ósseos possui uma estrutura chamada vesícula gasosa ou bexiga natatória, que tem a função de ajudar na flutuação do peixe. Um desses peixes está em repouso na água, com a força peso, aplicada pela Terra, e o empuxo, exercido pela água, equilibrando-se, como mostra a figura 1. Desprezando a força exercida pelo movimento das nadadeiras, considere que, ao aumentar o volume ocupado pelos gases na bexiga natatória, sem que a massa do peixe varie significativamente, o volume do corpo do peixe também aumente. Assim, o módulo do empuxo supera o da força peso, e o peixe sobe (figura 2).



Na situação descrita, o módulo do empuxo aumenta, porque

- A. a intensidade da força peso, que age sobre o peixe, diminui significativamente.
- B. o módulo da força peso da quantidade de água deslocada pelo corpo do peixe aumenta.
- C. a densidade da água na região ao redor do peixe aumenta.
- D. depende da densidade do corpo do peixe, que também aumenta.

Gabarito: B

Para as duas situações apresentadas (fig. 1 e 2) o peso do peixe não se altera. Entretanto, o seu volume aumenta, pois aumenta o volume ocupado pelos gases na bexiga natatória, deslocando um volume maior de água, aumentando, assim, a intensidade do empuxo (fig. 2).

TC 20 - (Enem 2010 - adaptado) - Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso. Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- A. escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- B. água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará á força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- C. água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- D. água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura

Gabarito: D

Para que os trabalhadores consigam levantar a estrutura, será necessário que as forças apontadas para cima somada com as forças apontadas para baixo resulte em uma força para cima (ascendente). Portanto: $F+E \geq P$. Sendo F a força aplicada pelos trabalhadores e P a força peso da estátua.

5 TESTE DE LEITURA (TL)

Os TLs utilizados neste trabalho seguiram a sequência descrita no livro-texto, Fundamentos da Física de Ramalho, Nicolau e Toledo (2009), utilizados pelos alunos em sala de aula. As questões apresentadas nestes testes objetivaram a internalização dos tópicos estudados em cada seção do livro. Nessa etapa, os alunos devem começar a assumir uma postura mais ativa diante das atividades propostas pelo professor: fazendo a leitura prévia do material, respondendo os TLs, ganhando autonomia para buscar informações em outras fontes e indicando ao professor as suas dificuldades de compreensão.

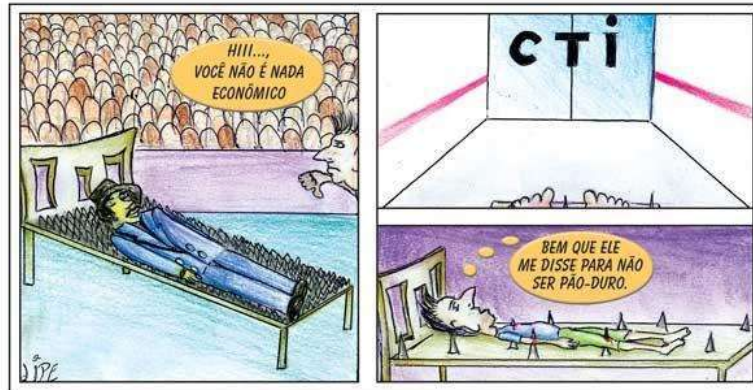
É fundamental, para alcançar esses objetivos, que o professor atue como mediador nesse processo e utilize diversas estratégias didáticas para estimular o interesse dos alunos: simulações, vídeo aulas e experimentos são algumas das ferramentas que podem ser usadas para engajar os alunos no seu processo de ensino e aprendizagem.

A utilização do TL é imprescindível para o bom rendimento das atividades em sala de aula, além de otimizar o planejamento do docente com relação as abordagens que serão realizadas, os testes visam identificar as principais dificuldades apresentadas pelos alunos com relação a um determinado assunto. A elaboração desses questionários foi realizada no *Google Forms* e disponibilizada no grupo de *WhatsApp* da turma. Os principais passos para a construção de um TL estão descritos no apêndice A deste trabalho e servirá de guia para o professor elaborar o seu próprio.

5.1 1º teste de leitura – conceitos de pressão

1ª Questão

A seção 20.1 do seu material apresenta os conceitos de pressão, além de alguns exemplos do nosso dia a dia no qual ela se faz presente. Outra situação na qual esses conceitos podem ser aplicados estão apresentados na figura abaixo.



Disponível em: <<http://fisikanarede.blogspot.com/2011/02/atomo-o-pequeno-notavel.html>>. Acesso em: 15 fev. 2019

Com base no seu estudo realizado no livro-texto e em outras fontes, como você explicaria os eventos ocorridos para cada personagem da ilustração? Justifique.

2ª Questão

Estando sozinho ou acompanhado, não desista do seu carro quando ele estiver atolado, há salvação. Assim, a primeira decisão a ser tomada é reduzir a calibragem de cada um dos pneus atolados para tentar fugir dessa incomoda situação.

Adaptado de: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/projetos/auto/diminuir-a-calibragem-e-o-segredo-para-sair-da-areia-1.38555>>. Acesso em 15 fev. 2019.

“Secar os pneus do carro” parece ser uma dica estranha para quem está no atoleiro, entretanto a orientação fornecida pela reportagem está em conformidade com os conceitos de pressão contido no seu livro-texto. Utilizando esses conceitos como você explicaria essa relação?

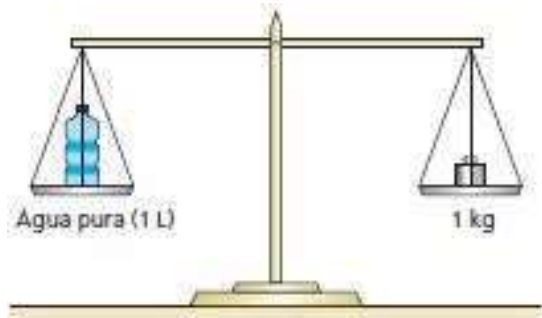
3ª Questão

Essa parte do teste está reservada para você descrever para o seu professor as suas principais dúvidas com relação a seção 20.1 do livro-texto. Caso essas dificuldades tenham surgido, descreva de forma detalhada em que parte ela foi mais acentuada.

5.2 2º Teste de leitura – conceitos de massa específica e densidade

1ª Questão

O estudo da seção 20.2 do seu material descreve os conceitos de densidade e massa específica no qual permite relacionar a massa de uma substância e o volume no qual ela está confinada. Após realizar o seu estudo você se depara com a situação apresentada na figura abaixo.



Utilizando os conceitos estudados, você concorda com a situação de equilíbrio mostrada na figura? Justifique.

2ª Questão

Se a garrafa de água, da questão anterior, fosse substituída por uma garrafa de álcool com as mesmas características (álcool puro - 1 litro), o resultado observado seria o mesmo? Justifique.

3ª Questão

Essa parte do teste está reservada para você descrever para o seu professor as suas principais dúvidas com relação a seção 20.2 do livro-texto. Caso essas dificuldades tenham surgido, descreva de forma detalhada em que parte ela foi mais acentuada.

5.3 3º Teste de leitura – pressão em um líquido. Teorema de Stevin

1ª Questão

Com base nos seus estudos realizados nas seções 20.3 e 20.4 do seu livro-texto analise a seguinte situação: supondo que você esteja mergulhando a cinco metros (5m) de profundidade em um imenso lago, ao mesmo tempo o seu amigo está mergulhando com a mesma profundidade em uma pequena piscina, como você explicaria o fato de vocês dois estarem submetidos a mesma pressão?

2ª Questão

É frequente, em restaurantes, encontrar latas de óleo com um único orifício (um buraco apenas para sair o óleo). Nesses casos, ao virar a lata, o freguês verifica, desanimado, que após a queda de umas poucas gotas o processo estanca, obrigando a uma tediosa repetição da operação. Por que isto ocorre? Justifique.

3ª Questão

Essa parte do teste está reservada para você descrever para o seu professor as suas principais dúvidas com relação a seção 20.3 e 20.4 do livro-texto. Caso essas dificuldades tenham surgido, descreva de forma detalhada em que parte ela foi mais acentuada.

5.4 4º Teste de leitura – princípio de Pascal. Prensa hidráulica**1ª Questão**

Ao discutir com o seu amigo de estudo o Princípio de Pascal, ele resolve lhe fazer a seguinte pergunta: "O que aconteceria com a pressão em todas as partes de um fluido confinado, se ela fosse aumentada em um determinado ponto". Qual resposta você daria ao seu amigo? Justifique.

2ª Questão

O princípio de Pascal foi descoberto no século XVI por Blaise Pascal (que já era inválido aos 18 anos de idade e assim permaneceu até a sua morte, aos 30 anos). Diversos equipamentos têm os seus funcionamentos baseados nesse princípio: prensa hidráulica, elevador hidráulico, macaco hidráulico, entre outros. O que esses equipamentos têm em comum é o fato de ambos multiplicarem forças, ou seja, no macaco hidráulico aplicando uma pequena força você consegue erguer um automóvel. Essa multiplicação de força acontece devido a que fator? Justifique.

3ª Questão

Essa parte do teste está reservada para você descrever para o seu professor as suas principais dúvidas com relação a seção 20.5 do livro-texto. Caso essas dificuldades tenham surgido, descreva de forma detalhada em que parte ela foi mais acentuada.

5.5 5º Teste de leitura – princípio de Arquimedes

1ª Questão

Após o estudo da seção 20.6 do seu material, você se depara com a seguinte pergunta: Quando um objeto arremessado em um lago afunda cada vez mais na água, a força de empuxo exercida sobre ele aumenta ou diminui? Ao tentar responder a essa pergunta você dá como resposta a seguinte justificativa.

2ª Questão

Dois blocos sólidos de tamanhos idênticos são submersos em água. Um deles é de chumbo, e o outro de alumínio. Sobre qual dos dois corpos a força de empuxo é maior? Justifique a sua resposta.

3ª Questão

Essa parte do teste está reservada para você descrever para o seu professor as suas principais dúvidas com relação a seção 20.6 do livro-texto. Caso essas dificuldades tenham surgido, descreva de forma detalhada em que parte ela foi mais acentuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E.; **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2013v30n2p362/24959>>. Acesso em: 11 out. 2018.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino e aprendizagem e suas práticas educativas.** Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014. ISSN 1809-4465.

CROUCH, C.H.; WATKINS, J.; FAGEN, A.P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, p. 1-55. 2007.

LASRY, N. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? **The Physics Teacher**, v. 46, n. 4, p. 242-244. 2008.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. **Peer instruction: A user's manual.** Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-In-time teaching: blending active learning with web technology.** Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall, 1999. 188 p.

OLIVEIRA, Vagner. **Uma proposta de ensino de tópicos do Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio.** 2012. 234f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física.** 10ª edição, Vol. 1. São Paulo, Editora Moderna, 2009.

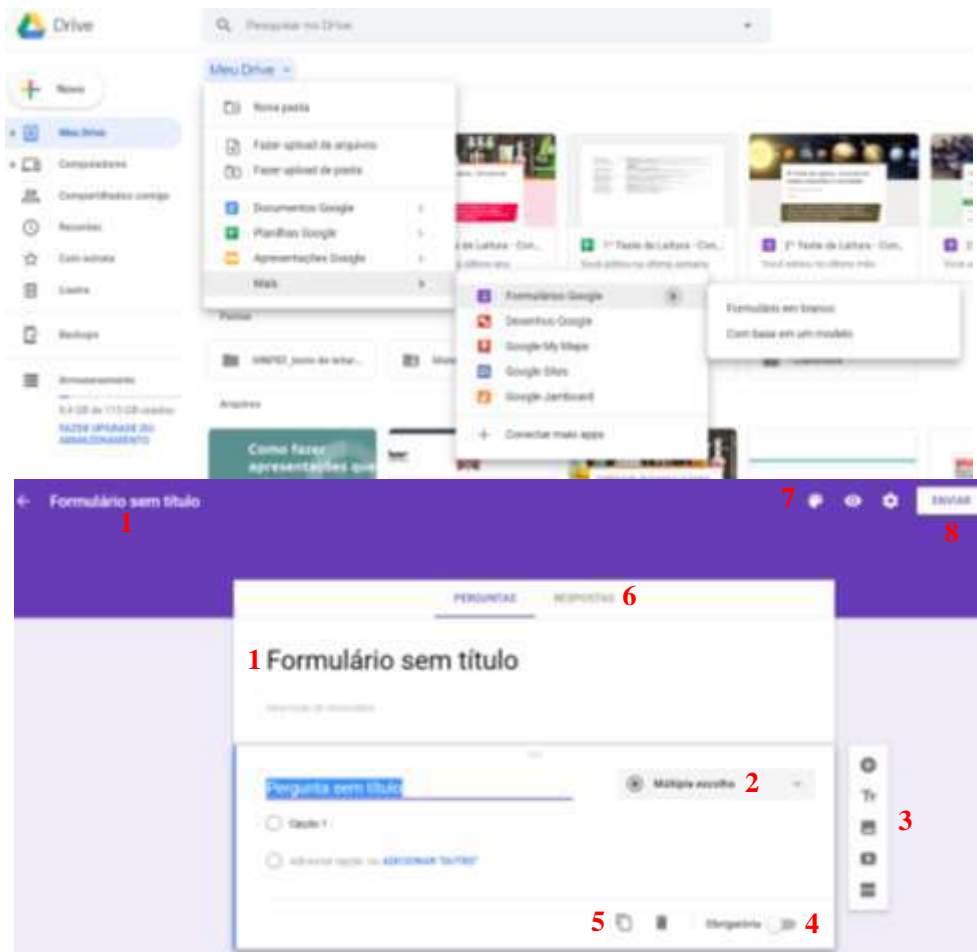
VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

APÊNDICE A – CONSTRUINDO OS TESTES DE LEITURA COM O *GOOGLE FORMS*

Nesta parte do trabalho encontra-se alguns passos para a produção dos TLs que foram enviados aos alunos. As etapas de construção dos testes foram realizadas no *Google Forms* que é um serviço gratuito para criação de formulários online. Nessa ferramenta o professor pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções.

Para a criação do TL o professor deverá acessar a sua conta *Gmail* e clicar no aplicativo *Google Drive*. Seguido as indicações na figura 05 o *layout* do formulário será aberto e a construção do teste poderá ser feita.

Figura 05: passo a passo para a construção do Teste de Leitura.

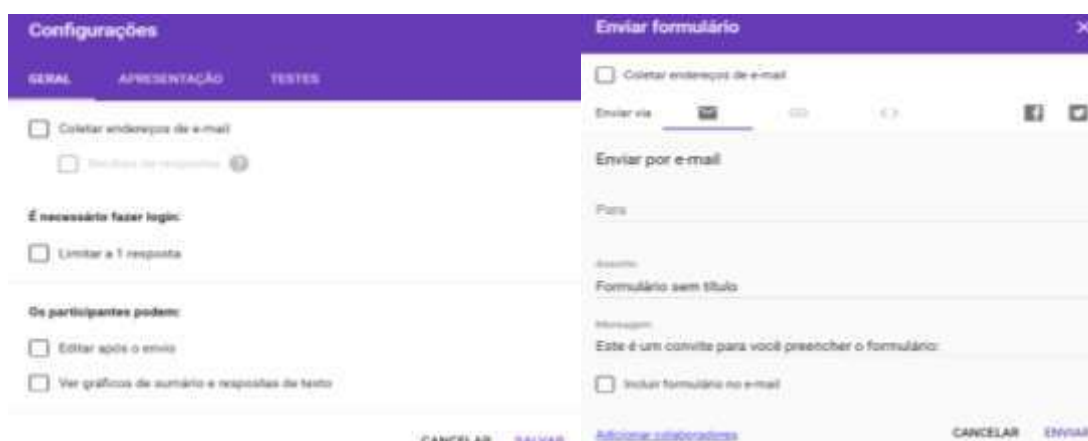


Fonte: elaborado pelo autor (2019)

As ações realizadas no formulário serão salvas automaticamente e ficaram à disposição do professor para utilizá-la conforme às suas necessidades. Os números destacados na figura 05 corresponde aos passos que o professor deverá seguir na produção do teste, a saber:

1. Espaço reservado à nomeação do formulário;
2. Conforme o tipo de pergunta elaborada pelo professor, ele poderá escolher as opções de respostas: resposta curta, parágrafo, múltipla escolha, caixas de seleção e lista suspensa;
3. Espaço reservado para adicionar perguntas, imagens, vídeos entre outros;
4. Esta opção tornará a pergunta obrigatória. Nesse caso o aluno só conseguirá enviá-la após responder;
5. Duplicar a pergunta;
6. Espaço onde serão mostradas as respostas e quantos alunos responderam o teste;
7. Personalização do formulário (mudar cor, fonte, etc.), visualização (modo como o formulário será apresentado aos alunos), configurações que está dividido em: geral (aonde o professor pode limitar a uma resposta por aluno, coletar endereço de e-mail, entre outras coisas), apresentação (Nesse espaço o professor poderá deixar uma frase de confirmação, que aparecerá assim que o aluno enviar o teste, mostrar barra de progresso das questões e embaralhar as ordens das perguntas);
8. Mostra as formas de envio do formulário para os alunos que pode ser através de e-mail, link, *Facebook* e *Twitter* (ver fig. 06).

Figura 06: formas de envio do Teste de Leitura aos alunos



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Os Testes de Leitura utilizados neste trabalho foram postados no grupo de *WhatsApp* da turma na forma de *link*. Os testes foram limitados a apenas uma resposta por aluno e eram enviados com um prazo de no máximo dois dias. A figura 07 destaca os TLs de nº 3 e 4 enviados a turma. As atividades foram produzidas seguindo os passos do exposto acima e se mostrou uma ferramenta de extrema importância para a implementação do produto educacional.

Figura 07: Modelos de TLs enviados aos alunos

3º Teste de Leitura – Pressão em um líquido. Teorema de Stevin

Professor: André Luis (MATEMÁTICA)

Objetivo:

Care aluno, para resolver as questões do Teste de Leitura, você deverá realizar o estudo do material fornecido pelo professor na última aula. Ao concluir as suas respostas clique em ENVIAR.

Os Teste de Leitura fazem parte das avaliações qualitativas.

Qual o seu nome? *

Sua resposta

Qual a sua turma? *

101

Val uma ajudinha aí?

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8Fh1uz9V4>

Teste de Leitura – Questão 01:

Consulte o seu material e o vídeo acima e responda a questão.

É frequente, em restaurantes, encontrar latas de óleo com um único orifício (um buraco apenas para cair o óleo). Nesses casos, ao virar a lata, o freguês verifica, desanimado, que após a queda de umas poucas gotas o processo estanca, obrigando a uma tediosa repetição da operação. Por que isto ocorre? Justifique.

Sua resposta

Teste de Leitura – Questão 02:

Consulte o seu material e responda a questão.

Supondo que você esteja mergulhando a 5 metros de profundidade em um imenso lago, ao mesmo tempo o seu amigo está mergulhando com a mesma profundidade em uma pequena piscina. Como você explicaria o fato de vocês dois estarem submetidos a mesma pressão? Justifique a sua resposta.

Sua resposta

Teste de Leitura – Questão 03:

Após realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 3 (Pressão em um Líquido, Teorema de Stevin), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

Sua resposta

Nunca envie senhas pelo Formulário Google.

4º Teste de Leitura – Princípio de Pascal. Prensa hidráulica

Professor: André Luis (MATEMÁTICA)

Objetivo:

Care aluno, para resolver as questões do Teste de Leitura, você deverá realizar o estudo do material fornecido pelo professor na última aula. Ao concluir as suas respostas clique em ENVIAR.

Os Teste de Leitura fazem parte das avaliações qualitativas.

Qual o seu nome? *

Sua resposta

Qual a sua turma? *

101

AGREGANDO CONHECIMENTOS: Aplicação do princípio de Pascal, no sistema de freios de carros.

Disponível em: <http://es01www.youtube.com/watch?v=RkVtE43K200>

Teste de Leitura – Questão 01:

Consulte o seu material e responda a questão.

Após discutir com o seu amigo de estudo o Princípio de Pascal, ele resolveu lhe fazer uma pergunta: "O que acontece à pressão em todas as partes de um fluido confinado, se a pressão em uma determinada parte for aumentada?" Justifique a sua resposta.

Sua resposta

Teste de Leitura – Questão 02:

Consulte o seu material e responda a questão.

O princípio de Pascal foi descoberto no século XVI por Blaise Pascal (que já era inválido aos 16 anos de idade e assim permaneceu até a sua morte, aos 39 anos). Diversos equipamentos têm os seus funcionamentos baseados nesse princípio: prensa hidráulica, elevador hidráulico, macaco hidráulico, entre outros. O que esses equipamentos têm em comum é o fato de ambos multiplicarem forças, ou seja, no macaco hidráulico aplicando uma pequena força você consegue erguer um automóvel. Essa multiplicação de força acontece devido a que fator? Justifique.

Sua resposta

Teste de Leitura – Questão 03:

Após realizar o estudo do Material de Leitura Prévia nº 4 (Princípio de Pascal, Prensa hidráulica), entregue pelo seu professor, você sentiu alguma dificuldade de compreensão em algum ponto da leitura? descreva essa (s) dificuldade (s) de forma clara para o seu professor.

Sua resposta

Nunca envie senhas pelo Formulário Google. Página 1 de 1

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

ANEXO A – VÍDEOS E SIMULAÇÃO UTILIZADOS NAS ABORDAGENS DE CONCEITOS DE HIDROSTÁTICAS.

Os vídeos e a simulação apresentados neste anexo foram utilizados em sua maioria nos TIs enviados aos alunos, os recursos foram usados como estratégias didáticas com o objetivo de proporcionar melhorias na compreensão dos conceitos de Hidrostática.

Vídeo 1: Vídeos de Física: relação pressão e área de contato

Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=KV3mURol3o>

Vídeo 2: Peso e massa! Entenda finalmente a diferença

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=upguBOEhq4c&t=221s>

Vídeo 3: Volume e densidade

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TSNWj1XQB4g>

Vídeo 4: Mar Morto

Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=BtmDLtxdh6U>

Vídeo 5: Pedra boiando em mercúrio

Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=yrz0trCCe38>

Vídeo 6: Pressão atmosférica – sentido o peso do ar

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qSfwerurzXA>

Vídeo 7: Manifestação da pressão atmosférica

Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=LfMhV99BFCI>

Vídeo 8: Vasos Comunicantes 1

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=u49GzjgOIKU>

Vídeo 9: como funciona o freio do veículo – animação 3D

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RkMiE43KGCQ>.

Vídeo 10: empuxo – quer que desenhe – descomplica

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Yq2EaW-9X_8

Simulação *Phet Simulation*: pressão do fluido e fluxo

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow