

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Educação**

**CECIMIG - Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais**

**ENCI - Especialização em Ensino de Ciências por Investigação**

**Bruno da Fonseca Gonçalves**

**Ensino de ciências por investigação na educação de  
jovens e adultos presos**

Conselheiro Lafaiete

2012

**Bruno da Fonseca Gonçalves**

# **Ensino de ciências por investigação na educação de jovens e adultos presos**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Ciência por Investigação, CECIMIG FaE/UFMG como parte das exigências para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Prof. Ms Arjuna C. Panzera  
Leitor Crítico: Profa. Dra. Eliane Ferreira de Sá

Conselheiro Lafaiete

2012

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Ciência por Investigação, CECIMIG FaE/UFMG como parte das exigências para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação, sob o título “Ensino de ciências por investigação na educação de jovens e adultos presos”, por Bruno da Fonseca Gonçalves em 15 de dezembro de 2012.

---

Orientador: Prof. Ms Arjuna C. Panzera

---

Leitor Crítico: Profa. Dra. Eliane Ferreira de Sá

# ***RESUMO***

Este trabalho traz a discussão de uma atividade realizada com alunos do terceiro período do terceiro segmento do EJA, na escola localizada no interior do Presídio Regional de São João del Rei. O trabalho apresenta diversas peculiaridades, como o fato de se desenvolver em com uma turma de EJA, dentro do sistema prisional e sob uma abordagem investigativa. Pretende-se com este trabalho dar uma pequena colaboração no ensino de ciências por investigação, no desenvolvimento de trabalhos com o EJA e na educação prisional. A atividade realizada trata-se do uso do Princípio de Arquimedes para explicar a flutuação de barcos. Os resultados se mostraram muito interessantes, destacando o quanto precisamos aprender para ensinar jovens e adultos em situações especiais.

**Palavras-chave:** ensino por investigação, educação de jovens e adultos, educação prisional, ensino do Princípio de Arquimedes.

# ***LISTA DE FIGURAS***

1	Fluxograma das fases de uma atividade investigativa (Sá et al., 2008b) . . . . .	24
2	Materiais utilizados: 1 - Pedra A; 2 - Parafina; 3 - Massa de modelar A; 4 - Sabão; 5 - Massa de modelar; 6 - Pedra B; 7 - Ludião Bic (Submarino de caneta). 33	33
3	Vasilhame com saída lateral e copo coletor . . . . .	33
4	Dinamômetro – Agradecimento à Hiperlab Equipamentos Científicos pelo empréstimo do dinamômetro . . . . .	34
5	Submarino com garrafa de vidro e balão (ORLANDI et al., 2009) . . . . .	34
6	O ovo fresco flutua na água com sal e afunda na água sem sal . . . . .	35
7	Resposta do Aluno 1 à questão 1 . . . . .	42
8	Resposta do Aluno 5 à questão 2 . . . . .	45
9	Resposta do Aluno 6 à questão 2 . . . . .	46
10	Resposta do Aluno 4 à questão 3 . . . . .	48
11	Resposta do Aluno 3 à questão 4 . . . . .	51
12	Resposta do Aluno 2 à questão 5 . . . . .	53
13	Resposta do Aluno 5 à questão 1 do pós-teste . . . . .	65
14	Resposta do Aluno 2 à questão 2 do pós-teste . . . . .	67
15	Resposta do Aluno 4 à questão 3 do pós-teste . . . . .	70
16	Resposta do Aluno 7 à questão 4 do pós-teste . . . . .	73
17	Resposta do Aluno 3 à questão 5 do pós-teste . . . . .	75
18	Resposta do Aluno 6 à questão 6 do pós-teste . . . . .	77

# ***LISTA DE TABELAS***

1	Matrículas no ensino médio EJA por dependência administrativa: Brasil (2002 a 2010)(MORAES; ALAVARSE, 2011) . . . . .	17
2	Relação de idades e escolaridade dos alunos envolvidos na pesquisa . . . . .	30
3	Objetivos em cada questão do Pré-teste . . . . .	31
4	Objetivos em cada questão do Pós-teste . . . . .	38
5	Objetivos na Questão 1 do Pré-teste . . . . .	40
6	Respostas dos alunos à Questão 1 do pré-teste . . . . .	41
7	Objetivos na Questão 2 do Pré-teste . . . . .	42
8	Respostas dos alunos ao item (a) da Questão 2 do pré-teste . . . . .	43
9	Respostas dos alunos ao item (b) da Questão 2 do pré-teste . . . . .	44
10	Respostas dos alunos ao item (c) da Questão 2 do pré-teste . . . . .	44
11	Respostas dos alunos ao item (d) da Questão 2 do pré-teste . . . . .	45
12	Objetivos na Questão 3 do Pré-teste . . . . .	47
13	Respostas dos alunos à Questão 3 do pré-teste . . . . .	48
14	Objetivos na Questão 4 do Pré-teste . . . . .	49
15	Respostas dos alunos à Questão 4 do pré-teste . . . . .	50
16	Objetivos na Questão 5 do Pré-teste . . . . .	52
17	Respostas dos alunos à Questão 5 do pré-teste . . . . .	52
18	Resultado das pesagens . . . . .	57
19	Objetivo da Questão 1 do pós-teste . . . . .	63
20	Respostas dos alunos à Questão 1 do pós-teste . . . . .	64
21	Objetivo da Questão 2 do pós-teste . . . . .	65

22	Respostas dos alunos à Questão 2 do pós-teste . . . . .	66
23	Objetivo da Questão 3 do pós-teste . . . . .	68
24	Respostas dos alunos à Questão 3 do pós-teste . . . . .	69
25	Objetivo da Questão 4 do pós-teste . . . . .	71
26	Respostas dos alunos à Questão 4 do pós-teste . . . . .	72
27	Objetivo da Questão 5 do pós-teste . . . . .	74
28	Respostas dos alunos à Questão 5 do pós-teste . . . . .	74
29	Objetivo da Questão 6 do pós-teste . . . . .	75
30	Respostas dos alunos à Questão 6 do pós-teste . . . . .	76

# **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a Deus pela benção da vida e pela minha família, pela minha namorada e meus amigos.*

*Agradeço a meus pais, Antônio Carlos e Maria Imaculada, pelo exemplo e dedicação. Amo vocês profundamente.*

*Agradeço a minha namorada, minha companheira, minha amiga Juliana, pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho. Te amo demais!!!! Muito obrigado!*

*Agradeço as minhas irmãs, Alessandra e Ana Paula.*

*Agradeço aos meus amigos da pós, foi um prazer conhecer todos vocês e vou levar um pedaço de cada um de vocês comigo.*

*Agradeço à tutora Luciana e a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram neste processo.*

*Agradeço ao CECIMIG/FAE/UFMG pela oportunidade.*

*Agradeço ao Prof. Arjuna pela orientação e compreensão em todos os momentos.*

*Agradeço á Profa. Dra. Eliane Ferreira de Sá pelas valorosas considerações e observações na constituição final da monografia.*

*Agradeço à equipe do Presídio Regional de São João del Rei e aos funcionários da Escola Estadual Detetive Marco Antônio de Souza, pelo apoio às atividades e colaboração para boa realização das mesmas.*

*Agradeço aos alunos do terceiro período do EJA 2012 pela colaboração para as atividades. Muito obrigado. Sem a colaboração de vocês, este trabalho não teria sido possível.*

# ***SUMÁRIO***

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>10</b>
1.1	Tema . . . . .	10
1.2	Organização do trabalho . . . . .	10
1.3	Problema e Questões de pesquisa . . . . .	11
1.4	Justificativa . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Referencial teórico</b>	<b>13</b>
2.1	Educação de jovens e adultos . . . . .	13
2.2	Educação prisional . . . . .	17
2.3	Ensino por investigação . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>26</b>
3.1	Espaço de pesquisa . . . . .	27
3.1.1	A “Cela de aula” . . . . .	27
3.1.2	Os alunos . . . . .	29
3.2	Pré-teste . . . . .	30
3.3	Atividade Investigativa . . . . .	31
3.3.1	Materiais utilizados . . . . .	32
3.3.2	Roteiro-guia para atividade experimental . . . . .	35
3.4	Exibição do vídeo e revisão do pré-teste . . . . .	36
3.5	Pós-teste . . . . .	37

<b>4</b>	<b>Resultados, análise dos dados e discussões</b>	<b>39</b>
4.1	Resultados e análise dos dados . . . . .	39
4.1.1	Pré-teste . . . . .	39
4.1.1.1	Questão 1 . . . . .	40
4.1.1.2	Questão 2 . . . . .	42
4.1.1.3	Questão 3 . . . . .	47
4.1.1.4	Questão 4 . . . . .	49
4.1.1.5	Questão 5 . . . . .	51
4.1.2	Atividade Investigativa . . . . .	53
4.1.2.1	Relato da Atividade Investigativa . . . . .	54
4.1.3	Exibição do vídeo e revisão do pré-teste . . . . .	58
4.1.4	Pós-teste . . . . .	62
4.1.4.1	Questão 1 . . . . .	63
4.1.4.2	Questão 2 . . . . .	64
4.1.4.3	Questão 3 . . . . .	68
4.1.4.4	Questão 4 . . . . .	71
4.1.4.5	Questão 5 . . . . .	74
4.1.4.6	Questão 6 . . . . .	75
4.2	Discussão dos resultados . . . . .	77
<b>5</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>83</b>
5.1	Perspectivas de trabalhos futuros . . . . .	84
	<b>Referências</b>	<b>85</b>
	<b>Apêndice A – Pré teste</b>	<b>88</b>
	<b>Apêndice B – Pós teste</b>	<b>94</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 TEMA**

O Plano Nacional de Educação de 2001 (BRASIL, 2001) previa em sua meta 17 a implantação em todas as unidades prisionais e nos estabelecimentos que atendam adolescentes e jovens infratores, programas de educação de jovens e adultos de nível fundamental e médio, assim como de formação profissional. Mas segundo o relatório de Carreira (CARREIRA, 2009), a educação para pessoas encarceradas ainda é algo estranho ao sistema prisional, é visto ainda como um “privilégio”, muito inferior à demanda por acesso, e quando existe, em sua maior parte sofre de graves problemas de qualidade. Além disso, segundo parecer do CNE (BRASIL, 2010), apenas 10% dos encarcerados estudam, mesmo que 66% destes não tenham concluído o ensino fundamental.

Um sistema de ensino aliado ao sistema prisional está presente desde que as penas de privação de liberdade foram adotadas como punição a crimes cometidos contra a sociedade. A educação é apontada como uma atividade que tem como objetivo proporcionar a reabilitação dos indivíduos punidos, como nos aponta Portugues (PORTUGUES, 2001).

## **1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este primeiro capítulo faz a introdução ao tema, explicita o problema de pesquisa e os objetivos. O segundo capítulo faz uma revisão bibliográfica, buscando localizar a educação de jovens e adultos em seu contexto atual no Brasil, a educação prisional como especificidade dentro da EJA e por que utilizar o ensino por investigação para nesta modalidade de ensino.

No terceiro capítulo faz-se a descrição da metodologia. Há a descrição da escola dentro do presídio, o funcionamento, os alunos e professores. Na seção seguinte apresenta-se a forma da coleta de dados utilizada, que se iniciou com a aplicação de um pré-teste para verificar os conhecimentos prévios dos alunos e servir de base de análise da eficácia das atividades a serem

desenvolvidas. Logo na aula seguinte foi realizada uma sequência de atividades experimentais, para se discutir a flutuação dos barcos e o princípio de Arquimedes. Na terceira aula da sequência, foi realizada uma atividade com um vídeo contendo a realização da experiência. Foi também discutido o pré-teste, e logo em seguida aplicado o pós-teste.

No quarto capítulo faz-se a análise dos resultados, contidos nos resultados do pré-teste e do pós-teste, bem como uma discussão da sequência didática apresentada, cujo base para análise foi a descrição da atividade realizada. No quinto e último capítulo faz-se as considerações finais do trabalho, bem como as conclusões e perspectivas de futuras intervenções.

### **1.3 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA**

Neste trabalho pretendemos investigar as potencialidades do uso de atividades investigativas para a formação de jovens e adultos que se encontram no interior do sistema prisional em São João del Rei.

Esse problema se desdobra nas seguintes questões de pesquisa:

1) Como é que se dá a educação de jovens e adultos no interior do presídio regional de São João del Rei?

2) Como o ensino por investigação pode colaborar para a construção da autonomia, maior participação nas atividades, análise crítica e reflexiva de situações propostas dos estudantes desse presídio?

### **1.4 JUSTIFICATIVA**

A modalidade de ensino na educação prisional é em sua maioria, a educação de jovens e adultos. Nos últimos anos essa modalidade tem tido um maior destaque, devido ao maior desenvolvimento econômico do país e conseqüentemente, maior acesso a uma população antes excluída a uma série de valores e bens antes distantes de suas realidades.

Entretanto a divulgação de experiências pedagógicas nesta modalidade de ensino ainda é escassa. Existem poucas publicações tratando sobre a metodologia e sobre os conteúdos abordados nesta modalidade para o ensino de ciências e menos ainda no ensino de física. Isso pode ser explicado, em parte, devido ao movimento de ensino de jovens e adultos em nível médio ter se popularizado recentemente. De outro lado pode-se também argumentar que boa parte dessas práticas fica restrita a um ambiente profissionalizante e por isso acabam ficando longe

dos olhares da escola normal, cujos profissionais normalmente compartilham suas experiências por meio de publicações.

Assim, este trabalho pretende ser uma pequena contribuição sobre como o ensino de ciências com abordagem investigativa pode colaborar para a educação de adultos presos. Para isto desenvolveu-se uma atividade em uma turma de jovens e adultos, encontrada no interior do presídio regional de São João del Rei. O problema escolhido foi “Por que os barcos flutuam?”, problema que apareceu de forma recorrente durante as aulas lecionadas no início do ano na turma do terceiro período do terceiro segmento do EJA, correspondente ao terceiro ano do ensino médio. À época das aulas, esta turma estava no segundo período.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

A educação chegou ao Brasil junto com os colonizadores, com a presença dos jesuítas em território nacional, catequizando e ensinando as primeiras letras tanto aos indígenas quanto aos colonizadores. Tratava-se dos primeiros passos da educação de jovens e adultos em território nacional. A educação de jovens e adultos não é somente aquela realizada em instituições de ensino, dita educação formal. É também a que se dá em ambientes informais, na família, no trabalho, nos grupos religiosos e em todo lugar em que ocorre a aquisição ou ampliação dos conhecimentos.

Conforme Haddad e DiPierro (2000), após a expulsão dos jesuítas do Brasil em 1759, teremos informações sobre a educação dos adultos somente no império, com a divulgação da primeira constituição brasileira, em 1824. Ali se garantia a instrução primária e gratuita para todos os cidadãos. Entretanto, não se observaram ações voltadas para que este direito fosse usufruído pelos cidadãos.

Em 1890, no final do império, 82% da população com idade superior a cinco anos era analfabeta e em 1920, 30 anos após a proclamação da república, 72% da população permanecia analfabeta (HADDAD; DIPIERRO, 2000).

Com as mudanças inerentes à industrialização e urbanização do Brasil, os índices de analfabetismo passaram a ser uma preocupação do governo, ao mesmo tempo em que ocorria a ascensão política de Getúlio Vargas e sua política populista. Somente na década de 1940 a educação de adultos se tornou parte de uma política nacional. No Plano Nacional de Educação de 1934, o tratamento de adultos teve tratamento particular. Era necessária uma abordagem político-pedagógica diferenciada no tratamento da educação formal dos jovens e adultos, não sendo simples repetição da pedagogia dirigida às crianças. A partir da criação do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP) e dos estudos desenvolvidos por este, em 1942 criou-se o Fundo Nacional do Ensino Primário, de forma a incluir o Ensino Supletivo para adolescentes e

adultos. Em 1947, iniciou-se o Serviço de Educação de Adultos (SEA), para o ensino supletivo de adultos e adolescentes analfabetos.

A partir de então, diversas campanhas nacionais de alfabetização tiveram curso, como a Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos – CEAA durante toda a década de 1950, a Campanha Nacional de Educação Rural em 1952 e a Campanha Nacional de Erradicação do Analfabetismo em 1958. Após essa série de campanhas, o analfabetismo em 1960 atingiu 46,7% (HADDAD; DIPIERRO, 2000).

Nesse período ocorreu também uma guinada na compreensão do adulto não-escolarizado. Antes visto como um ser imaturo e ignorante, agora era visto como ser oprimido e excluído pela sociedade dominante. Era o início do marxismo no pensamento brasileiro. A educação que se seguiu teve uma maior preocupação com a educação política, através da prática de refletir o social, muitas vezes colocando os aspectos pedagógicos de ensino-aprendizagem a um segundo plano.

Campanhas com essa perspectiva vigoraram desde 1959 até 1964, como Movimento de Educação de Base, da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil, o Movimento de Cultura Popular do Recife, os Centros Populares de Cultura, órgãos culturais da UNE, a Campanha De Pé no Chão Também se Aprende a Ler, da Secretaria Municipal de Educação de Natal, o Movimento de Cultura Popular do Recife e em 1964, o Programa Nacional de Alfabetização do Ministério da Educação e Cultura (HADDAD; DIPIERRO, 2000).

O golpe militar de 1964 interrompeu esses programas ou reduziu-os à sua função originária pedagógica de ensino-aprendizagem. No entanto, não era possível abandonar os esforços de alfabetização, exigidos cada vez mais pela população. Então em 1967 foi criado o Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL). Ele era paralelo aos demais programas de educação, chegava à população através de comissões municipais espalhadas em quase todos os municípios, fazia campanhas nas comunidades, onde representantes da própria comunidade ajudavam com salas de aula e monitores.

O MOBRAL possuía inicialmente dois programas, o Programa de Alfabetização e o Programa de Educação Integrada (PEI), que era uma versão compacta do antigo primário. Posteriormente outros programas foram implantados. Em 1973, o Conselho Federal de Educação reconheceu a equivalência legal entre o PEI e o ensino primário.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 5.692, de 11 de agosto de 1971, regulamentou o Ensino Supletivo. O Ensino Supletivo foi definido como um subsistema integrado, independente do ensino regular, dividido em quatro etapas: a Suplência, o Suprimento, Apre-

dizagem e a Qualificação. A Suplência tinha como objetivo suprir a escolarização regular dos adultos e adolescentes em idade escolar defasada. O Suprimento tinha por objetivo a volta dos alunos à escola com certa frequência, com o objetivo de fazer uma formação permanente. A Aprendizagem correspondia formação profissional e formal integrada, a cargo do SENAI e SENAC. A Qualificação seria a formação profissional isolada, sem a preocupação com a formação geral.

A Suplência era composta por provas de cada disciplina, dividida em módulos. Havia um suporte presencial com tele aulas e um professor presente para tirar dúvidas dos alunos. Quando o aluno terminasse todos os módulos de todas as disciplinas teria concluído cada uma das etapas, como o ensino fundamental ou ensino médio. As provas chamavam-se popularmente como Provas do Cesu.

Em 1985 o MOBRAL foi incorporado a Fundação Educar, como marco do fim da ditadura militar e primeiro governo civil desde 1964. As bases da Fundação Educar eram as mesmas do MOBRAL.

A promulgação da Constituição Federal de 1988 reconhecia o direito à educação dos jovens e adultos como responsabilidade do Estado. Entretanto, continuava a contradição entre a afirmação desses direitos e a falta de políticas públicas concretas com este fim. Uma das primeiras medidas do primeiro presidente eleito, Fernando Collor de Mello, em 1990 foi a extinção da Fundação Educar. Em contrapartida, iniciou o planejamento de outro programa que veio a ser interrompido pelo Presidente Itamar Franco, após o *impeachment* do Presidente Collor.

Em meio a tudo isso, estava sendo gestada a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, a LDB 9.394 aprovada pelo Congresso em 1996. Reafirmava na seção dedicada a educação de jovens e adultos o direito ao ensino básico adequado às suas condições peculiares de estudo e não tinha metas claras. Em 1998 foi apresentado ao congresso o Plano Nacional de Educação (PNE).

Essa série de reformas iniciada em 1995 foi implementada sob o imperativo da restrição do gasto público de modo a cooperar com a política de estabilização econômica. Foi criado com estes fins o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério (FUNDEF). A lei obrigou os estados e municípios a implementarem planos de carreira para o magistério, aplicar pelo menos 60% dos recursos do fundo na remuneração dos docentes em exercício e na habilitação dos professores. Essa política induziu a municipalização do ensino fundamental, deixando o ensino médio a cargo do estado e o ensino superior a cargo do governo federal. Com essa distribuição, o FUNDEF deixou a educação infantil, o ensino médio e a educação de jovens e adultos parcialmente desguarnecidos.

Em 1996, o Programa Alfabetização Solidária (PAS) foi idealizado pelo MEC em parceria com o Conselho da Comunidade Solidária, organismo de combate a pobreza. O PAS consiste num programa de alfabetização com duração de cinco meses. Outro programa implementado em 1997 foi o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA) capaz de introduzir uma proposta de política pública de educação de jovens e adultos no meio rural no âmbito das ações governamentais da reforma agrária. Em 1995 foi concebido também o Plano Nacional de Formação do Trabalhador (PLANFOR). O PLANFOR não é um programa de ensino fundamental ou médio, destinando-se à qualificação profissional da população economicamente ativa, entendida como formação complementar e não substitutiva à educação básica.

Em 2001 o MEC instituiu o Programa Recomeço, focalizado nos estados do Norte e Nordeste e nos municípios com baixos índices de desenvolvimento humano. Em 2003, lançou o Programa Brasil Alfabetizado, nos mesmos moldes dos programas de alfabetização passados, com cursos de curta duração e falta de mecanismos que assegurem a continuidade dos estudos e a consolidação da aprendizagem (Di Pierro, 2005). O governo, a partir de 2003, instalou também o programa Fazendo Escola e o programa Escola de Fábrica, sendo este último voltado a qualificação profissional de estudantes pobres.

Em 2006 um novo fundo foi criado, para substituir o FUNDEF, o Fundo Nacional da Educação Básica (FUNDEB). Ao contrário do FUNDEF, o FUNDEB engloba também o ensino médio, a educação infantil e a educação de jovens e adultos. Outros programas foram criados, como o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) (MORAES; ALAVARSE, 2011).

Moraes e Alavarse (2011) também apresentam em seu artigo uma tabela das matrículas na modalidade EJA, com o número de matriculados entre 2002 e 2010, conforme 1. Há uma redução entre 2006 e 2010, cuja explicação apontada é a informação prestada pelo INEP que essa redução se deve a um refinamento na coleta de dados.

Também de acordo com os dados, tem-se um quadro de atendimento muito reduzido, sobretudo ao se levar em conta a demanda potencial existente, que apontam uma demanda de mais de 80 milhões de matrículas frente a pouco mais de um milhão de matriculados. Destes 80 milhões de adultos, incluem-se aqueles que nunca foram a escola até os que já cursaram algumas séries do ensino médio (MORAES; ALAVARSE, 2011).

Hoje, no estado de Minas Gerais, a educação de jovens e adultos se organiza sob a forma presencial, dividido em três segmentos. O primeiro segmento, responsável pela alfabetização tem duração de três anos e é dividido em três módulos. O segundo segmento, correspondente aos anos finais do ensino fundamental, tem duração de 2 anos e é dividido em 4 módulos. O

Tabela 1: Matrículas no ensino médio EJA por dependência administrativa: Brasil (2002 a 2010)(MORAES; ALAVARSE, 2011)

Ano	Total	Pública		Privada	
	Nº	Nº	%	Nº	%
2002	1.287.555,00	1.037.122,00	0,805	250.433,00	0,195
2003	1.452.430,00	1.227.338,00	0,845	225.092,00	0,155
2004	1.709.053,00	1.504.045,00	0,88	205.008,00	0,12
2005	1.717.592,00	1.546.464,00	0,9	171.128,00	0,1
2006	1.750.662,00	1.606.394,00	0,918	144.268,00	0,082
2007	1.608.559,00	1.517.168,00	0,943	91.391,00	0,057
2008	1.635.245,00	1.531.712,00	0,937	103.533,00	0,063
2009	1.547.275,00	1.447.029,00	0,935	100.246,00	0,065
2010	1.388.852,00	1.298.577,00	0,935	90.275,00	0,065

terceiro segmento, correspondente ao ensino médio, tem duração de dois anos e é dividido em três módulos, sendo o primeiro com duração de um ano e os dois últimos com duração de um semestre cada (SEE-MG, 2007).

## 2.2 EDUCAÇÃO PRISIONAL

Segundo Portugues (2001) até o final da década de 1970, as escolas no interior das unidades prisionais organizavam-se tal como as escolas estaduais destinadas às crianças, tanto na questão do calendário, quanto ao material, processos de avaliação e promoção de séries, assim como as crianças estudavam. Obviamente este ensino é inadequado, pois desde a década de 1930, a educação de jovens e adultos tem sua forma própria de ser. Outro aspecto, agora mais relacionado à especificidade da educação prisional reside na alta rotatividade da população carcerária entre unidades do sistema penal, assim como penas pequenas, quando comparadas aos oito anos necessários à conclusão do ensino fundamental inviabiliza a conclusão desta fase pelos encarcerados.

Ainda segundo Portugues (2001), em 1979 cessaram as atribuições da Secretaria de Estado da Educação sobre a manutenção das escolas nas prisões. Assim uma série de instituições

estranhas a educação escolar se moveram para a continuidade da educação nestes ambientes.

No estado de São Paulo, a Fundação “Prof. Dr. Manoel Pedro Pimentel” (Funap), órgão da Administração Penitenciária do estado de São Paulo firmou convênio com o MOBRAL e com a Fundação Roberto Marinho. A organização do ensino seguia a estrutura do MOBRAL, posteriormente Fundação Educar com a divisão em níveis. A Fundação Roberto Marinho preparava os alunos, dividindo-os por disciplinas, para que prestassem as provas. A divisão em níveis seguiu-se mesmo após a extinção da Fundação Educar.

Após este período, os detentos realizavam as provas do Centro de Exames Supletivos (Cesu), órgão da Secretaria de Estado da Educação, responsável pela realização dos Exames Oficiais de Suplência em todo o estado de São Paulo. Estas provas são organizadas por disciplina e um conceito igual ou superior a cinco, habilita o aluno a receber um atestado de aprovação naquela disciplina. O certificado de conclusão do ensino fundamental é obtido após a aprovação nas disciplinas que compõem o currículo. (PORTUGUES, 2001).

O estado de Minas Gerais, em seu Plano Decenal de Educação instituído pela Lei 19.481/2011 de 12/01/2011, dá as diretrizes que vem sendo adotadas para a implementação de escolas regulares no interior de unidades prisionais (MINAS\_GERAIS, 2011), dos diversos regimes, como o fechado, semi-aberto e aberto. Essa implementação acontece a passos lentos, com um atraso gigantesco, pois a disponibilização de educação aos encarcerados é um direito assegurado na Lei de Execução Penal, em sua Seção I (BRASIL, 2012) desde 1984, já estando presente nos códigos anteriores. Outro fator que tem tornado atraente os estudos para os encarcerados é a possibilidade de remissão da pena em função dos dias estudados, conforme Seção IV (BRASIL, 2012), atualizada pela Lei de Remissão 12.433 de 2011.

Mas, quem é o estudante encarcerado? Como ensinar a ele? O que ensinar?

Recém chegado à instituição o internado sofre uma série de rebaixamentos e humilhações, passando por mudanças radicais em suas crenças de si mesmo e dos outros (QUELUZ, 2006). Ali, submetido a instituição prisional, desaparece a diferença entre um infrator e um delinqüente. A justiça condena o infrator pelo ato da infração, o sistema prisional não apenas faz com que a infração o marque pela vida toda, mas o trata também com um delinqüente. Não o trata como alguém que errou, mas como alguém que fez de sua vida o erro (PORTUGUES, 2001).

A pena de prisão surgiu como uma humanização das penas corporais aplicadas durante a idade média, como forma de punir um indivíduo por uma ofensa ou ato contra a sociedade. Aparece inicialmente como punição, a partir do desejo de vingança da sociedade (CHIAVERINI, 2009). Mas desde a antiguidade, entre os egípcios e os assírios, a prisão já era usada e os in-

divíduos punidos ainda eram levados ao trabalho forçado. Na Europa, em especial na Grécia, a prisão surgiu nos moldes ocidentais e se espalhou por toda a Europa. Mas com as invasões bárbaras e a queda do Império Romano, as cidades sofreram com ataques cada vez mais ferozes e a cultura germânica, oposta a ocidental, trazia a idéia de que cada um deveria exercer a punição por suas próprias mãos, iniciando assim os castigos corporais como forma de punição (CHIAVERINI, 2009; PRACIANO, 2007).

No entanto, a partir do fim da idade média, outras formas de punição começaram a ocorrer, como o pagamento de fiança, devido a ofensa ou outro crime. O valor da fiança variava conforme a classe do ofensor e do ofendido. Os membros das classes mais baixas, quando não possuíam o devido valor, eram submetidos a castigos corporais, entre eles, a privação de liberdade. Hoje a pena de prisão é a consequência prevista em lei para o descumprimento da norma (CHIAVERINI, 2009).

Surgiram com o tempo, diversos sistemas penitenciários, que variavam desde a pena solitária, com o preso tendo o rosto encoberto por um capuz negro até o sistema adotado hoje, cuja justificativa baseia-se na reabilitação do indivíduo (PRACIANO, 2007). A reabilitação dos indivíduos por meio do encarceramento, funda-se em três grandes princípios: o isolamento, o trabalho penitenciário e a modulação da pena. A partir deles foi possível declinar o foco de ação do crime, para aquele que o cometeu. O indivíduo passa a ser o foco central da operação penitenciária, não o seu ato (PORTUGUES, 2001).

No entanto a prisão, há anos, repete seus problemas e apresenta as mesmas necessidades. É muito comum, quando discutida a temática prisional, presenciarmos afirmações de que o sistema penitenciário brasileiro não cumpre suas obrigações de reabilitação junto aos presos (FILHO; SILVA; PêRTOJR., 2007). Quando a sociedade civil passa a dar atenção somente ao ápice da crise institucional da organização penitenciária, evidencia um descaso em relação à reabilitação dos indivíduos punidos. A impressão de que as prisões são uma “universidade do crime”, na qual os prisioneiros aprimoram uma conduta criminosa e planos delituosos, ao invés de ser uma instituição (re)educativa deveria ter maior eco e pressionar por uma mudança radical na forma e nos moldes do sistema prisional (PORTUGUES, 2001). Portanto, a prisão funciona somente como agente punitivo, praticando ações que rompem os direitos básicos de respeito e sobrevivência da vida humana (FILHO; SILVA; PêRTOJR., 2007).

O sistema penitenciário, sua organização, procedimentos, normas, programas e atividades, voltados para proporcionar a reabilitação dos criminosos, culminam por convergir suas ações para aprimorar a contenção e o controle da massa encarcerada. Arrolada como aspecto central na transformação de criminosos em não-criminosos encontra-se a atividade de educação

(PORTUGUES, 2001).

Presente desde os primórdios da prisão, a educação é arrolada como atividade que tem por finalidade proporcionar a reabilitação dos indivíduos punidos. Entretanto a operação penitenciária inicia com a adaptação dos indivíduos às normas, procedimentos e valores do cárcere, reafirmando o que se tornou a principal finalidade da organização penitenciária: a manutenção da ordem interna e o controle da massa carcerária (PORTUGUES, 2001).

Em um ambiente assim, quais são as possibilidades para se desenvolver um processo educativo num ambiente altamente hostil como o das prisões, cuja “primazia organizacional recai nos aspectos da punição, do controle e da vigilância?” (PORTUGUES, 2001)

Sem um amor profundo ao mundo e aos seres humanos, não há diálogo. É necessário que o educador reconheça a natureza humana de seus alunos, suas necessidades, manifestações, sentimentos, além de “saberes específicos” à prática docente e às metodologias que a legitimem. Educação envolve a formação do educando em um ser crítico, que pensante, agente e interveniente no mundo, sente-se capaz de transformá-lo. Para isso precisa ter o conhecimento do mundo e analisá-lo criticamente.(QUELUZ, 2006)

É difícil desenvolver efetivamente o programa de educação quando este está ligado ao esquema de funcionamento da prisão, muitas vezes transportando para a sala de aula os procedimentos pertinentes à gestão penitenciária, como as normas, procedimentos e valores (QUELUZ, 2006). Acredita-se que a educação tenha um papel ressocializador como um instrumento poderoso no resgate da dignidade humana dessas pessoas e não um fator secundário na pena dos presos (FILHO; SILVA; PôrtoJR., 2007).

Reside nesta convivência entre a reabilitação penitenciária existente no Brasil e a educação: enquanto esta última almeja a formação dos sujeitos, a ampliação de sua leitura de mundo, o despertar da criatividade e da participação para a construção de conhecimentos, a transformação e a superação de sua condição, a primeira age na anulação da pessoa, de forma que ele aceite sua situação e condição como imutáveis ou, ao menos, cujas possibilidades para modificá-las estão fora de seu alcance (PORTUGUES, 2001). A educação pode contribuir para as pessoas se desenvolverem e buscar alternativas para a sua reinserção na sociedade, apesar de demasiado complexo. O desenvolvimento de atividades durante o encarceramento, que ocupe de forma construtiva o tempo ocioso do detento, permite criar condições de reformular sua visão de sociedade, trazendo-lhe esperança de terminar mais cedo seu confinamento e melhorar sua vida carcerária promovendo sua reinserção social (QUELUZ, 2006).

Segundo Filho, Silva e PôrtoJr. (2007) Educar visa influenciar a aprendizagem de alguém, buscando a formação de indivíduos para uma sociedade. O ato educativo é um procedimento

cuja intenção envolve o desenvolvimento de uma personalidade integrada, na qual o indivíduo é visto como uma totalidade, por isso é necessário incluir no seu processo os traços afetivos, os cognitivos, os volitivos (FILHO; SILVA; PÔRTOJR., 2007). As possibilidades da metodologia em desvincular as atividades educativas do esquema disciplinar das prisões devem materializar-se na prática de sala de aula: nas relações estabelecidas entre os alunos e destes com os educadores, na participação individual e em grupo nos trabalhos, no debate, nos questionamentos, na reflexão, no respeito, na tolerância, no diálogo e nos conteúdos. A observação desses aspectos pode contribuir para a constituição do espaço escolar, diferenciando-o da técnica penitenciária (QUELUZ, 2006).

Mas existem funcionários que costumam atrapalhar o desenvolvimento das atividades escolares, que entende que a educação desqualifica o ambiente punitivo que deve existir na prisão. Defendem uma prisão mais punitiva, onde transpareça o castigo de maneira mais evidente. Para estes, a prisão deve chocar, humilhar, desfigurar, trancar, fazer sofrer, marcar os indivíduos que cometeram crimes e provocaram perdas, traumas, sofrimentos, tristezas, mortes em pessoas inocentes, honestas, trabalhadoras. Mas há funcionários que até incentivam os presos a participarem dos estudos (FILHO; SILVA; PÔRTOJR., 2007).

A educação formal não permanece, em absoluto, neutra nesse processo pleno de contradições de subjugação e resistência. O educador em presídios deve ter como característica fundamental saber lidar com conflitos, saber trabalhar as contradições à exaustão (PORTUGUES, 2001). Mais que o aprendizado formal, os presos devem ser educados como cidadãos, desenvolvendo o espírito cooperativo e a auto-estima (FILHO; SILVA; PÔRTOJR., 2007).

Muitos dos alunos presos vivenciaram como referencial de avaliação a quantidade de trabalho, sendo comum avaliarem a qualidade do trabalho educativo pelo número de atividades propostas e vivenciadas, pela quantidade de páginas do caderno que foram utilizadas, pelo número de vezes em que o quadro-de-giz foi preenchido e por atividades formais de escrita e de cálculo (QUELUZ, 2006). Entretanto a educação escolar deve apresentar-se como um espaço para se desenvolver uma série de potencialidades humanas, tais como: A AUTONOMIA, A CRÍTICA, A CRIATIVIDADE, A REFLEXÃO, A SENSIBILIDADE, A PARTICIPAÇÃO, O DIÁLOGO, O ESTABELECIMENTO DE VÍNCULOS AFETIVOS, A TROCA DE EXPERIÊNCIAS, A PESQUISA, O RESPEITO E A TOLERÂNCIA (PORTUGUES, 2001).

Analisando essas potencialidades, percebemos que todas essas características fazem parte das características defendidas no ensino de ciências por investigação, conforme Munford e Lima (2007), Orlandi et al. (2009).

## 2.3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino de ciências deve garantir aos alunos a capacidade de participar e tomar decisões fundamentadas em sua vida fora da sala de aula. Deve se basear não apenas na aquisição de conhecimentos científicos (fatos, conceitos, fórmulas, equações e teorias), mas no desenvolvimento de habilidades a partir da familiarização com os procedimentos científicos, na resolução de problemas, na utilização de instrumentos e em situações reais do cotidiano (ORLANDI et al., 2009). O ensino de ciências através de um método investigativo se propõe a desenvolver essas habilidades conforme Munford e Lima (2007) nos aponta e que Portugues (2001) lista como potencialidades a serem desenvolvidas em um ensino prisional.

São essas mesmas características aquelas que fazem parte do cotidiano de um cientista e em sua prática na pesquisa. A ciência ensinada nas escolas, entretanto, se encontra muito distante da ciência praticada no interior dos laboratórios em universidades e centros de pesquisa (PAULA, 2004; DRIVER et al., 1999). O principal objetivo do ensino de ciências por investigação é aproximar a prática da ciência do cientista da prática da ciência da escola.

No ensino de ciências por investigação, os estudantes devem interagir, explorar e experimentar o mundo natural, não como uma atividade realizada às cegas ou uma execução de certo tipo de tarefas. Os estudantes são inseridos em processos investigativos, se envolvem na aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados e assim se transformam em uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado (Sá et al., 2008a).

Essas são algumas das características de atividades investigativas:

1. conter um problema. O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em se formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado como problema pelos alunos, o que implica explorar as idéias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar delas.
2. ser, sempre que possível, generativas – ou seja, devem desencadear debates, discussões, outras atividades experimentais ou não.
3. propiciar o desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa ou a serem coordenados.
4. motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
5. propiciar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma. (Sá et al., 2008a)

Mas não é em todas as atividades investigativas que essas características irão aparecer simultaneamente. Algumas atividades podem ter um maior enfoque no planejamento das ações, outras na criação de hipóteses, outras ainda na obtenção dos dados experimentais.

Um erro comum é o de considerar apenas atividades experimentais como sendo de cunho investigativo. Mas não é bem assim. Muitas das características investigativas podem estar presentes em outras atividades, como na análise de um banco de dados em busca de evidências, em uma discussão em sala de aula, na análise crítica de um filme, enfim, em uma série de momentos de sala de aula.

O objetivo de uma atividade experimental investigativa é aumentar o estado de conhecimento sobre fenômenos e aspectos da realidade, sobre as implicações de uma teoria ou, ainda, sobre a consistência interna dela. Em uma atividade experimental investigativa realizada na sala de aula, o estudante deve se deparar com uma situação em que ele seja solicitado a fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em uma situação semelhante, participando da definição ou da interpretação de um problema (Sá et al., 2008b).

Quando em uma prática se decide por uma atividade investigativa, deve-se discutir com os estudantes a importância do tema em estudo. Uma orientação investigativa da atividade pressupõe o envolvimento dos estudantes em uma tarefa, cuja finalidade e sentido estejam claros para eles. A discussão da importância do tema proposto contribui para que os estudantes comecem a formar uma compreensão preliminar da situação problemática. Essa é a problematização, que é um fator importantíssimo no envolvimento dos estudantes, pois permite que eles se apropriem da problemática e se sintam impulsionados à compreensão do fenômeno e a busca do conhecimento (Sá et al., 2008b; BORGES, 2008).

A problematização seria uma das fases, conforme a figura 1, onde Sá et al. (2008b) apresenta um fluxograma das fases que compõem uma atividade investigativa.

A produção de hipóteses e conjecturas é uma fase essencial, mas nem sempre é possível explicitá-las. Em uma atividade investigativa, os estudantes talvez não disponham de meios para produzir respostas provisórias às questões a serem investigadas e o professor pode, intencionalmente, se eximir de fazê-lo, para não influenciar, precipitadamente, no raciocínio e nas conclusões a serem elaboradas pelos alunos (Sá et al., 2008b).

A escolha dos métodos de investigação não foi considerada essencial a uma investigação, embora o uso de algum método seja sempre necessário. No caso de atividades da ciência escolar, muitas vezes, os materiais disponíveis restringem a escolha dos métodos, sendo muitas vezes adequado buscar problemas que se adequem aos meios disponíveis e em compatibilidade com

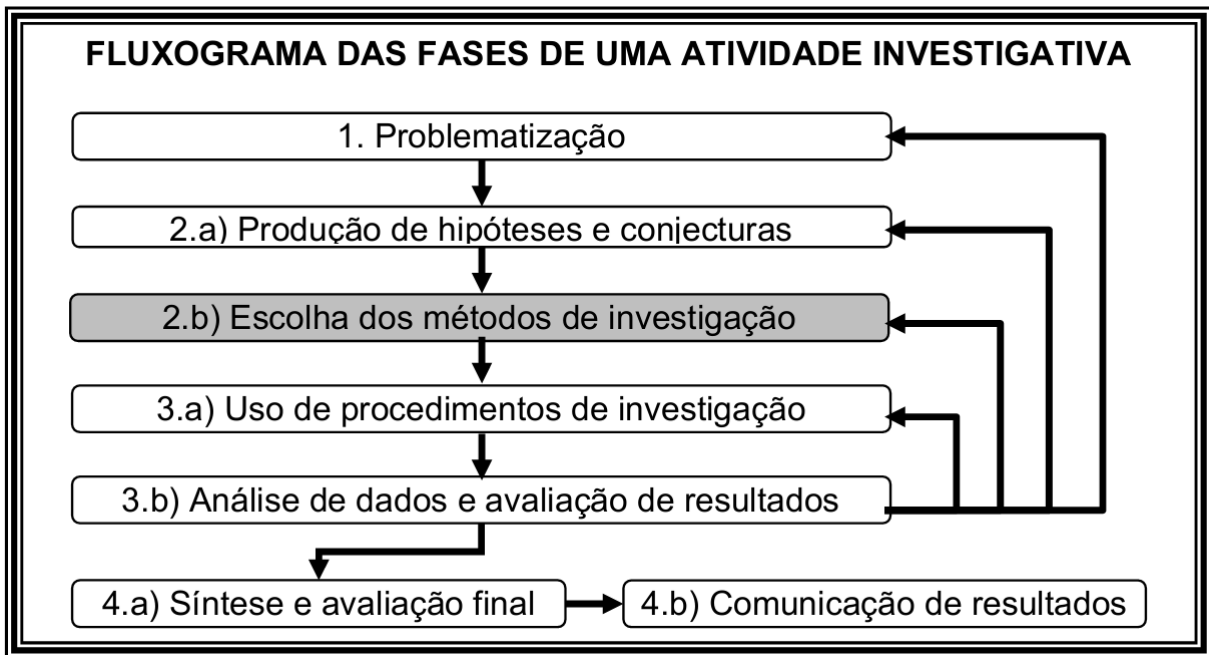


Figura 1: Fluxograma das fases de uma atividade investigativa (Sá et al., 2008b)

a capacidade dos alunos (Sá et al., 2008b).

A utilização dos procedimentos adequados à investigação, a análise dos dados e avaliação dos resultados devem estar sempre em diálogo com as etapas anteriores, permitindo uma análise constante para compreender se determinada técnica é adequada a dar as respostas ao problema, se o problema estava bem definido e se as hipóteses estavam adequadas e uma revisão de toda a proposta. Os processos associados à problematização, à elaboração de hipóteses ou ao uso de procedimentos de investigação, bem como aqueles mencionados nas outras fases, são afetados pelos processos que fazem parte da comunicação de resultados (Sá et al., 2008b).

O roteiro de atividades investigativas pode apresentar diferentes graus de abertura no trabalho a ser realizado pelos estudantes. Em uma investigação estruturada, o professor, oralmente ou por meio de um roteiro, propõe aos estudantes um problema experimental para eles investigarem, fornece os materiais, indica os procedimentos a serem utilizados e propõe questões para orientá-los em direção a uma conclusão. Em uma investigação semi-estruturada, o professor apresenta o problema, sem dizer, explicitamente, o problema a ser investigado, especifica os materiais que poderão ser utilizados e auxilia os estudantes nos procedimentos para resolver o problema. Em uma investigação aberta, o estudante tem ampla autonomia para a realização da atividade. Para investigar o estudante e seus colegas precisam conceber ou escolher os procedimentos de investigação (Sá et al., 2008b).

Há que se tomar cuidado na problematização, pois, segundo Borges, uma situação, perce-

bida como um problema por uma pessoa pode ser entendida como um mero exercício por outra. O entendimento e formulação do problema são as atividades que mais exigem dos alunos, que, muitas vezes, só conseguem entender o que devem fazer e formular o problema de maneira mais ou menos clara, depois de passar várias vezes pelas mesmas etapas (BORGES, 2008).

Ainda segundo Borges, “podemos nos perguntar se vale o esforço; continuamos acreditando que sim, mas não nos iludamos, pois ensinar e aprender a pensar criticamente é difícil e requer tempo.” (BORGES, 2008)

### **3 METODOLOGIA**

Para desenvolvimento deste trabalho, realizou-se uma revisão bibliográfica, com pesquisas em sites de busca de artigos, como a base Scielo e em sites de publicações especializados, como a Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Ensaio, por exemplo. Além destes, monografias, dissertações e teses, bem como publicações em geral foram usadas como substrato teórico e metodológico para realização das atividades.

Durante os meses de fevereiro e março de 2012, o autor deste trabalho iniciou como professor de física na referida escola. Após este período, deixou essa função e a Profa. Diana foi selecionada para o cargo. Como já conhecia os alunos, o autor pôde desenvolver o trabalho com mais liberdade e os alunos o reconheciam como professor. A escola e a direção do presídio também já o conheciam e todo o trabalho foi favorecido.

Na primeira aula do ano letivo o autor, que era professor da turma, apresentou uma introdução à disciplina de física, com respostas e explicações de alguns fenômenos usando a física, como os circuitos, a atração gravitacional, entre outros. Durante esta aula, o professor ouviu os alunos comentando entre si a explicação da flutuação dos barcos. E durante as aulas seguintes, esta questão voltou aparecer em conversas paralelas.

Conforme Borges (2008), em uma atividade experimental de investigação, o estudante está em uma situação onde é necessário algo mais que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução que ele já conhecia, participando da definição ou da interpretação de um problema, tornando-o uma questão suscetível a investigação (Sá et al., 2008b), ou seja, tem as características necessárias a uma atividade investigativa. Assim, para a atividade investigativa, foram escolhidas atividades experimentais, trabalhando o empuxo e o princípio de Arquimedes, visando explicar o fenômeno da flutuação dos barcos.

Um cuidado especial na realização das atividades aconteceu na problematização das atividades, tendo em vista ser este um fator relevante no processo de aprendizagem do aluno (LIMA; JÚNIOR; PAULA, 2009; BORGES, 2008).

Para descrição do relato da atividade experimental, o autor utilizou a memória. Não foi

possível que se realizasse a gravação das aulas e devido à dinâmica da aula não foi possível fazer anotações simultâneas das falas, utilizadas para análise e discussão.

Os resultados do pré-teste e do pós-teste são analisados detalhadamente. Faz-se também o relato da atividade investigativa e da exibição do vídeo. Na sequência, realiza-se a discussão dos dados, relacionando-os ao Referencial Teórico e dialogando com as atividades desenvolvidas.

## **3.1 ESPAÇO DE PESQUISA**

### **3.1.1 A “ CELA DE AULA”**

No início de 2012 o autor começou atividade na escola Detetive Marco Antônio de Souza, escola da rede estadual de ensino que se localiza no interior do presídio regional de São João del Rei, Minas Gerais. A escola que funciona desde 2008, cuja modalidade implementada é a EJA, tem sede localizada no Presídio Regional de São João del Rei, conhecido como Mambengo.

Esta escola também se diferencia das demais, pois conta com aulas em outros três endereços além de sua sede, sendo um deles a Casa do Albergado, destinado aos detentos cujo regime permite que passem o dia fora do presídio e fiquem presos apenas para a pernoite. Os outros dois endereços são unidades da Associação de Proteção e Assistência ao Condenado (APAC), sendo uma unidade masculina e outra unidade feminina. Inicialmente houve certa preocupação em trabalhar neste ambiente, até então desconhecido. Mas o que se encontra neste ambiente é uma sala de aula com alunos que precisam muito deste momento de vida “normal”, deste momento onde são simplesmente alunos.

Para iniciar este trabalho novo, realizou-se uma busca de informações, em publicações. Entretanto este tema é tratado quase que exclusivamente sob o ponto de vista de discussões de ordem social e política, que embora importantes não correspondem às necessidades de um professor. Duas fontes de informações importantes foram uma dissertação de mestrado do professor Emerson Lemke Queluz (QUELUZ, 2006) e um artigo do educador Manuel Rodrigues Portugues (PORTUGUES, 2001), cujas descrições de experiências educacionais influenciaram fortemente a organização deste trabalho, muito embora existam divergências ideológicas.

A diretora da escola, Profa. Dirce e a professora de física, Profa. Diana foram muito prestativas, permitindo que a pesquisa fosse realizada na escola, durante as aulas de física. A Profa. Diana também participou presencialmente de todas as atividades realizadas em sala, auxiliando sempre que necessário.

Para que se permita ao professor lecionar na escola do presídio é necessário passar por

uma entrevista com a direção deste. No momento da designação, informa-se esta condição, a possibilidade de ter a vida investigada pelos órgãos de segurança, a necessidade da apresentação de certidão de antecedentes criminais, além é claro da revista a ser realizada todos os dias, antes de entrar no presídio. Informa-se também que não é permitida a entrada de nenhum tipo de aparelho eletrônico, cortante ou perfurante, a necessidade de roupas que não sejam nem pretas nem vermelhas para que não haja confusão entre detentos, agentes e professores, roupas sem decote, curtas ou insinuanes.

Para as mulheres a utilização de brincos grandes, pulseiras, colares, maquiagem e coisas deste tipo é vedada e a utilização de jaleco é obrigatória. Não se pode levar nenhum tipo de recado, nem cartas, nem qualquer comunicação entre turmas ou entre o interior do presídio e o exterior. Todas estas normas têm em vista a prioridade da segurança e segundo Queluz (2006) muitas destas condições limitam a ação pedagógica do professor.

A unidade prisional fica distante cerca de dois quilômetros do centro de São João del Rei e a um quilômetro da rodovia BR 265, na fazenda do Mambengo. Para se chegar a escola, o professor se apresenta a portaria, entrega documento de identificação para controle de entrada, passa por revista corporal realizada por um dos agentes, tem seu material revistado e atravessa-se alguns pavimentos, acompanhados por um agente. A região destinada à escola é composta de três celas de aula <sup>1</sup>, uma sala para a secretaria e diretoria, uma sala para biblioteca e um banheiro.

As salas da aula têm um quadro negro, com giz e apagador, um mural, mesa e cadeira para o professor e carteiras para os alunos. O quadro negro se encontra no fim da sala. A parede oposta, onde se encontra a porta é feita de grades, onde os alunos e professor ficam trancados durante a aula. Os alunos são revistados antes e depois das aulas, são conduzidos de volta a cela de acordo com pavimento onde sua cela se encontra pelo grupo de agentes destinado a movimentação interna dos detentos. Nessa movimentação os detentos devem andar de mãos para trás e olhando para baixo.

Na escola, um agente fica o tempo todo de vigia do lado de fora da cela, como forma de manter a segurança. Há também um detento responsável pelo auxílio aos professores e pela faxina da escola. Sempre há movimentação de agentes do lado de fora das celas de aula, o que muitas vezes dispersa os alunos. Os alunos possuem como material um caderno tipo brochura fornecido pela Superintendência Regional de Ensino, lápis, borracha e caneta. Para apontar o lápis o detento pede ao agente que chame a bibliotecária da escola, para que esta faça a ponta

---

<sup>1</sup>A expressão “celas de aula” é utilizada por Queluz (2006) em seu trabalho. Aqui tratam-se de celas mesmo, com grades e cadeado, porém destinadas à escola.

do lápis, pois eles não podem possuir apontadores e muito menos estiletes.

O uso de qualquer equipamento durante as aulas deve passar por autorização interna, submetido à conferência na entrada e na saída. A utilização de computador e vídeo pode acontecer mediante autorização e preenchimento de formulário de conteúdo e objetivos, principalmente em relação à exibição de filmes.

Embora na literatura e na conversa com alguns professores haver relatos de dificuldades com alguns agentes no passado, com tratamentos ofensivos ou práticas que dificultem o desenvolvimento das atividades docentes normais, não se percebeu este comportamento durante todo o contato para a realização do trabalho. Muito pelo contrário, encontrou-se muita disponibilidade em todos os agentes, preocupação com o bom decurso das atividades e até envolvimento com as atividades experimentais.

### **3.1.2 OS ALUNOS**

A turma escolhida para realizar o presente trabalho foi a do segundo/terceiro período do terceiro segmento, correspondente ao segundo ano do ensino médio. A turma contava no início de 2012 com onze alunos. Já no segundo semestre de 2012 dois alunos haviam sido transferidos para a unidade da APAC e dois novos alunos faziam parte da turma. Ela era composta apenas por homens, com idades variando entre vinte e quarenta anos e histórico escolar conforme segue na tabela 2. Trata-se de uma turma que demonstra interesse no aprendizado, que se traduz no comportamento em sala de aula, onde os conceitos e explicações sempre são discutidos e as atividades são realizadas com participação e comprometimento.

Durante a realização das atividades a Profa. Diana esteve presente em sala, mas permitiu que o autor desenvolvesse a aula como professor.

As atividades tiveram duração de três semanas, iniciando dia 31 de agosto com a aplicação do pré-teste e terminando dia 21 de setembro com a aplicação do pós-teste. A turma escolhida tinha dois horários de física por semana, às sextas-feiras. Na aula de aplicação do pré-teste, foi utilizado apenas um horário. Na aula seguinte, dia 15 de setembro, foi realizada a atividade experimental nos dois horários e dia 21 de setembro foi feita a exibição do vídeo e realizada a discussão do pré-teste, para logo em seguida, ser aplicado o pós-teste.

Tabela 2: Relação de idades e escolaridade dos alunos envolvidos na pesquisa

Aluno	Idade (anos)	Escolaridade anterior	Retomou os estudos em
Aluno 1	33	concluiu o primeiro ano do ensino médio em 1999	2012 no 2º período do 3º segmento
Aluno 2	25	sem dados anteriores	2011, no 1º período do 3º segmento
Aluno 3	29	sem dados anteriores	2012, no 3º período do 3º segmento
Aluno 4	25	concluiu o ensino fundamental em 2007	2011, no 1º período do 3º segmento
Aluno 5	24	sem dados anteriores	2012 no 2º período do 3º segmento
Aluno 6	27	concluiu o segundo ano do ensino médio em 2005	2012, no 3º período do 3º segmento
Aluno 7	25	cursou a quinta série do fundamental em 2001, a sexta série em 2004	2010, no 3º período do 2º segmento

### 3.2 PRÉ-TESTE

O pré-teste foi pensado de forma a permitir que o aluno demonstre de forma escrita como ocorre a flutuação dos barcos e quais fatores se relacionam a este fenômeno. Para isto as questões abordam situações práticas, ilustradas com figuras que podem ajudar os alunos na visualização dos fenômenos e associação da situação prática com a situação descrita na questão.

O teste foi composto com cinco questões, com quatro delas (1, 3, 4 e 5) unicamente discursivas e uma questão objetiva (2), que deveria ter uma justificativa discursiva. Cada uma das questões foi colocada em uma única folha e entregue uma questão de cada vez, para cada um dos alunos. O teste foi individual, mas os alunos puderam conversar entre si.

Antes do pré-teste ser aplicado, foi explicado aos alunos o objetivo do trabalho, a organização pretendida, composta de pré-teste, atividade experimental e pós-teste, para elaboração da monografia de especialização do autor. Também foi perguntado aos alunos se eles aceitavam participar da pesquisa. Como houve esta aceitação, houve uma problematização rápida, com o objetivo de aflorar os pensamentos e conceitos a respeito da flutuação dos barcos.

Podemos ver na Tabela 3 o objetivo de cada uma das questões do pré-teste. O Apêndice A traz uma cópia do pré-teste que foi utilizado com os alunos.

Tabela 3: Objetivos em cada questão do Pré-teste

Questão	Objetivo
1	Espera-se que os alunos possam expressar suas explicações para a flutuação dos barcos, com suas próprias palavras
2	Espera-se aqui, a partir da sugestão de alguns fatores, como a forma, o material, a localização e a carga, dizer quais e como eles influenciam na flutuação
3	Espera-se que os alunos expressem com suas próprias palavras os fatores que podem provocar o afundamento das embarcações
4	Aqui, após as questões anteriores, espera-se que os alunos relacionem os dois fenômenos, a flutuação dos barcos e o funcionamento do submarino como sendo parte de um mesmo fenômeno
5	Busca-se com esta questão que o aluno pense no fato de dentro da água as coisas ficarem “mais leves” como um fenômeno relacionado à flutuação dos barcos

Após a aplicação, o pré-teste foi analisado de forma a compreender como os estudantes pensam a flutuação dos objetos e como eles explicam este fenômeno. Os resultados se apresentam na seção 4.1.1 apresentados com exemplos das falas dos alunos e análises em acordo com as referências teóricas como Bakhtin (LIMA; JÚNIOR; PAULA, 2009) e de experiências como de Axt (1988). Estes resultados servirão de substrato para o discurso e organização da atividade investigativa, bem como para elaboração do pós-teste e finalmente para uma comparação, verificando assim a eficácia do ensino e as possíveis mudanças conceituais associadas.

### 3.3 ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Para o desenvolvimento de uma atividade investigativa, optou-se por uma atividade do tipo experimental. Conforme nos aponta Borges (2008), em uma atividade experimental de investigação, o estudante deve ser colocado frente a uma situação onde é necessário algo mais que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução que ele já conhecia. Neste tipo de atividade o estudante participa da definição ou da interpretação de um problema, tornando-o uma questão suscetível a investigação (Sá et al., 2008b).

A atividade foi baseada no vídeo Flutuação, da coleção de vídeos didáticos Didak (DIDAK, ). Este vídeo desenvolve o fenômeno da flutuação, abordando os conceitos envolvidos, como o princípio de Arquimedes utilizando alguns experimentos simples e fáceis de ser reproduzidos.

A sequência didática utilizada segue como linha básica os experimentos realizados, baseados no vídeo. Ela foi planejada de forma que a ordem de execução poderia ser alterada, conforme a discussão fosse conduzida. Dentro dos limites do material utilizado, alguma nova forma de execução, ou algum aspecto do experimento poderia ser sugerido pelos alunos ou pelo professor. Essa flexibilidade na realização do experimento vai de encontro às características de um ensino com abordagem investigativa, conforme vemos em Sá et al. (2008b), Driver et al. (1999), Munford e Lima (2007), Paula (2004).

Os experimentos serão iniciados com a sugestão do professor, que irá sugerindo os passos seguintes da sequência. Assim, conforme classificação presente no nas disciplinas do curso ENCI (Sá et al., 2008b), pode-se identificar esta atividade como “estruturada”, embora os alunos não tenham ideia da estruturação da atividade antes da realização do experimento. Se analisarmos pela flexibilidade no decurso da atividade, então a atividade poderá ser melhor classificada como uma atividade semi-estruturada.

Nesta atividade, o professor irá atuar como um mediador, ao mesmo tempo em que indica as próximas etapas a serem executadas. Haverá apenas um aparato experimental em sala, já que o pequeno número de alunos facilita esse tipo de atividade. Os alunos serão incentivados de forma que eles próprios realizem as atividades e principalmente, que façam sugestões sobre o próximo passo a ser dado.

### 3.3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

- 2 Pedras de mármore
- Massa de modelar
- 1 Pedaco de parafina
- 2 pedacos de sabão glicerinado
- 1 garrafa tipo pet 1,5 l
- 1 tubo de caneta
- 3 clips
- 1 vasilhame com saída lateral
- 1 dinamômetro 5 N
- 1 ovo cru
- Sal
- Óleo
- 1 garrafa de vidro
- Canudinho

Segue abaixo a sequência para a atividade experimental.



Figura 2: Materiais utilizados: 1 - Pedra A; 2 - Parafina; 3 - Massa de modelar A; 4 - Sabão; 5 - Massa de modelar; 6 - Pedra B; 7 - Ludião Bic (Submarino de caneta).



Figura 3: Vasilhame com saída lateral e copo coletor



Figura 4: Dinamômetro – Agradecimento à Hiperlab Equipamentos Científicos pelo empréstimo do dinamômetro

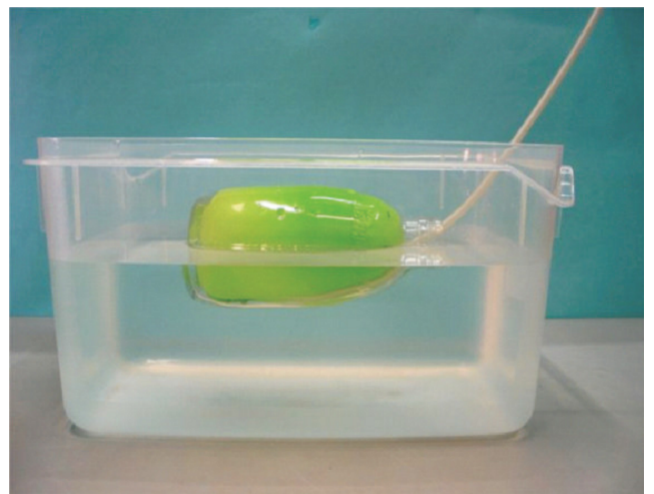
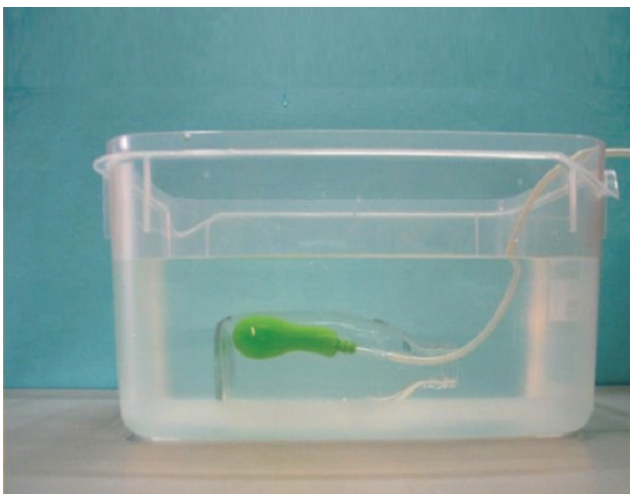


Figura 5: Submarino com garrafa de vidro e balão (ORLANDI et al., 2009)



Figura 6: O ovo fresco flutua na água com sal e afunda na água sem sal

### 3.3.2 ROTEIRO-GUIA PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

1. Pesar, usando o dinamômetro, dois dentre os objetos 1 a 6 da Figura (2) no ar e na água. Anotar as medidas. – Constatação: objetos parecem pesar menos dentro da água
2. Pesar materiais diferentes com mesmo peso, neste caso, Pedra A (objeto 1) e dois pedaços de sabão juntos (objeto 4) – Constatação: o volume dos objetos é diferente
3. Pesar objetos de mesmo tamanho e diferentes materiais, neste caso, Pedra A (objeto 1), Parafina (objeto 2) e Massa A (objeto 3) – Constatação: pesos diferentes
4. Usar a massa de modelar para fazer a mudança de forma e pesar dentro da água – Constatação: mudando a forma (maciça), o peso dentro da água não muda
5. Colocar o copo coletor na balança (dinamômetro da Figura (4), ajustando-se o zero (tara)
6. Submergir o bloco de pedra (Pedra A e Pedra B) coletando a água deslocada no copo e pesar – Constatação: Peso da água coletada = Peso do objeto fora da água - Peso aparente = Empuxo
7. Submergir outros objetos e comparar o peso da água coletada – Constatação: Empuxo = peso do líquido deslocado → Princípio de Arquimedes.
8. Questionar: Porque objetos flutuam ou afundam?
9. Dois objetos diferentes de mesmo tamanho deslocam mesmo peso de água (Massa A e Pedra A) – Constatação: O tamanho do objeto afeta o empuxo
10. Massa de modelar afunda na maioria das formas testadas, mas na forma de uma cuia ela flutua. Algumas formas deslocam maior quantidade de água, o que aumenta a quantidade do empuxo para compensar o peso da argila. Se deixarmos entrar água ela afundará.
11. Relação entre peso e empuxo determina se o objeto flutua ou não.
12. Mudando os líquidos. Ovo afunda em água doce e flutua em água salgada.
13. Pesar a pedra em líquidos diferentes: água, água salgada e óleo, recolhendo e pesando o líquido deslocado – Constatação: Flutuação depende do objeto e densidade do líquido.

14. Mostrar o submarino de caneta e de balão com garrafa de vidro – Constatação: Submarino flutuando, peso e empuxo são iguais. Quando entra água, peso aumenta sem variar volume e ele afunda.

### **3.4 EXIBIÇÃO DO VÍDEO E REVISÃO DO PRÉ-TESTE**

Em função da ausência de três alunos durante a atividade experimental dentre os seis que estiveram presentes na aplicação do pré-teste, em discussão com o orientador, optou-se pela exibição do vídeo Flutuação, da coleção Didak. Este vídeo é o mesmo que inspirou a sequência didática experimental apresentada aos alunos presentes em uma aula anterior. Esta exibição também encontra respaldo para ser utilizada como atividade de caráter investigativo, conforme nos aponta Sá et al. (2008a).

Neste sentido, a atividade deve se desenvolver de forma que os alunos compreendam e participem, favorecendo o levantamento de hipóteses, confronto de expectativas e fatos, permitindo assim que o aluno tenha um bom aproveitamento da exibição.

Neste caso, o vídeo é mais próximo de uma atividade de demonstração, com a diferença que o experimento já foi realizado em algum outro momento, em outro lugar que não a sala de aula. Pretende-se, através do conhecimento de todo o conteúdo do vídeo, fazer pausas e suscitar perguntas, questionando sobre os fenômenos que estão envolvidos e os resultados esperados em cada etapa da atividade. Pretende-se também fazer uma demonstração com parte do aparato utilizado na atividade experimental realizada na aula anterior.

Essas demonstrações experimentais serão feitas como complemento ao vídeo, de forma que alguns pontos deste possam ser feitos e verificados pelos próprios alunos.

Antes da exibição do vídeo, será feita a problematização, buscando que os alunos reconheçam a flutuação dos barcos como um problema a ser resolvido através das atividades a serem desenvolvidas.

Após esta atividade será realizada a discussão sobre o pré-teste, abordando as questões levantadas pelos alunos, discutindo e possivelmente verificando algumas delas com o aparato experimental disponível. Nesta atividade, as respostas dadas pelos alunos serão confrontadas com resultados das atividades experimentais realizadas ou disponíveis no vídeo.

### 3.5 PÓS-TESTE

O pós-teste é composto de seis questões, sendo cinco delas (1, 2, 3, 5 e 6) discursivas e uma questão objetiva. Como no pré-teste, cada uma das questões está posta em uma única folha. Foi entregue uma folha de cada vez, de forma que os alunos não tenham indicações de solução com base em questões que eles ainda não leram. O teste é individual, mas não foi reprimida a comunicação entre os alunos durante a realização deste. A última questão contém referência a pesagem de uma maçã. Foi utilizada uma maçã para verificação da resposta proposta pelos alunos. Depois foi distribuído para cada aluno uma maçã como prêmio pela última questão e como agradecimento à colaboração pela realização das atividades.

(Acho que essa última frase deste parágrafo ficou muito grande e confusa. Tente escrevê-la de outra forma, separando os comentários de cada questão. Além disso acho que os objetivos de cada questão não ficaram muito claros. vale discutirmos isso no Skype. Uma forma alternativa de apresentar tais resultados seria a de acrescentar na tabela seguinte uma outra coluna com objetivos pedagógicos; a coluna que já está na tabela seria relativa aos conteúdos da física.)

O pós-teste foi criado com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos alunos com base nas atividades anteriores, isto é, o pré-teste e a atividade investigativa experimental com relação à flutuação dos barcos e ao princípio de Arquimedes. Ele visa avaliar:

1. a compreensão qualitativa do fenômeno, como podemos ver nas questões 1 e 2
2. a compreensão de situações além das estudadas com uma postura criativa, questão 3
3. a verificação da aquisição da linguagem adequada e da compreensão do fenômeno sob a perspectiva científica, na questão 4
4. a explicitação da compreensão do fenômeno da flutuação dos braços em uma pergunta direta e a capacidade de expressar essa resposta sob a forma escrita na questão 5
5. e finalmente na questão 6 a capacidade de usar os conceitos aprendidos em uma situação do cotidiano, embora esta questão não seja propriamente uma situação usual.

Segue abaixo a tabela 4 referente ao pós-teste e aos objetivos de cada questão:

O pós-teste será analisado sob o ponto de vista da mudança conceitual, em comparação aos resultados do pré-teste. Também será analisada a eficiência do método utilizado, verificando a aquisição de habilidades necessárias à solução de problemas envolvendo o princípio de Arquimedes e a linguagem científica correta, através das respostas presentes no pós-teste.

Tabela 4: Objetivos em cada questão do Pós-teste

Questão	Objetivo
1	Verificar o entendimento dos alunos sobre as relações entre peso de um objeto submerso e volume do líquido deslocado
2	Verificar se os alunos entendem os efeitos do aumento do peso de um objeto que está flutuando, com o aumento do volume submerso dos barcos, evidenciado pela aproximação da marca feita no casco do navio com a superfície da água
3	Com esta questão, pretende-se verificar a compreensão dos alunos sobre os princípios básicos do funcionamento de um submarino. Há também a intenção que os alunos apliquem este conhecimento, criativamente, buscando uma solução para o problema apresentado
4	Pretende-se verificar se o aluno adquiriu de forma consistente os conceitos e a linguagem do princípio de Arquimedes
5	Pretende-se verificar se o aluno consegue descrever a flutuação dos barcos, mesmo que usando suas próprias palavras, mas com os conceitos científicos corretos
6	Pretende-se verificar se os alunos conseguem fazer uso dos conceitos apresentados em situações práticas do cotidiano, embora idealizadas

Serão feitas também discussões a respeito das habilidades trabalhadas no ensino com abordagem investigativa como habilidades sugeridas na educação prisional.

## **4 RESULTADOS, ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES**

Este capítulo se inicia com a apresentação detalhada dos resultados do pré-teste e do pós-teste na seção Resultado e Análise dos Dados. Faz-se também o relato da atividade investigativa e da exibição do vídeo. Na seção seguinte, Discussões, é realizada a discussão dos dados, em diálogo com o Referencial Teórico.

### **4.1 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS**

#### **4.1.1 PRÉ-TESTE**

A aplicação do pré-teste ocorreu sem problemas. Os alunos se comprometeram a participar da atividade, fizeram-na tranquilamente, embora os alunos 2 e 3, e os alunos 5 e 6 conversassem o tempo todo entre si. Os alunos 5 e 6 chegaram a copiar as respostas uns dos outros. Eles discutiam entre si e respondiam sempre com as mesmas palavras. Os alunos 2 e 3 conversavam entre si, trocavam ideias, mas mesmo assim cada um deles deu uma resposta diferente, com suas próprias palavras.

Antes de iniciar o teste, foi feita a problematização, retomando a pergunta que havia sido alvo de discussão entre os alunos durante algumas aulas no início do ano, “Por que os barcos flutuam?”. Esse momento foi interessante, pois os alunos se lembraram da pergunta e começaram a discutir sobre as razões que permitem aos barcos flutuarem. Pedi então que realizassem o pré-teste com calma. Após as três primeiras questões, os alunos começaram a demonstrar cansaço e ficavam reclamando, perguntando se ainda tinham muitas questões para responder.

Nas discussões de cada questão, é apresentado um quadro retomando os objetivos de cada uma, um quadro trazendo a transcrição das respostas dos alunos (sem correções) e a figura da resposta de um dos alunos, para ilustrar e dar a conhecer, através de exemplos, as formas de expressão escrita destes estudantes.

#### 4.1.1.1 QUESTÃO 1

1 - Como você explica o fato de os barcos flutuarem? Explique com suas palavras.



De acordo com a Tabela 5 (objetivos das questões pré-teste), para a Questão 1 temos

Tabela 5: Objetivos na Questão 1 do Pré-teste

Questão	Objetivo
1	Espera-se que os alunos possam expressar suas explicações para a flutuação dos barcos, com suas próprias palavras

Nesta questão, quando perguntados sobre as causas da flutuação dos barcos, os alunos responderam com suas próprias palavras, expressando como entendem e explicam o fato de os barcos flutuarem. Como podemos ver na Tabela 6, que contém as respostas dadas no pré-teste, todos os alunos relacionaram a flutuação dos barcos ao material e à forma.

O Aluno 1 tenta relacionar a explicação com os conceitos de “inércia” e “volume” como vemos na figura 7. Com relação a inércia, o aluno pode estar tentando relacionar com o conteúdo curricular de força e as leis de Newton, conceitos que foram trabalhados no início do ano letivo. Estes conteúdos podem explicar também a palavra “equilíbrio”, presente na fala do Aluno 4. O Aluno 1 usa também a palavra “volume”, mas não dá a entender a relação desta com o fenômeno. O Aluno 2 quando vai explicar a flutuação, usa a palavra película de água. Por esta película, o aluno pode estar querendo falar da tensão superficial da água, que explica o “tapa”

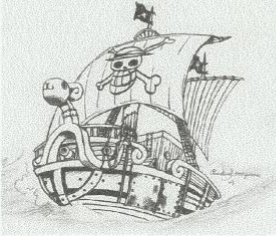
Tabela 6: Respostas dos alunos à Questão 1 do pré-teste

Questão 1	
Aluno 1	Eu acho que os barcos flutuam, primeiramente por causa dos materiais usados em sua fabricação e a posição na qual é colocada e projetada na água. Mas tenho dúvidas sobre a questão da força inércia e a do volume.
Aluno 2	Então, não sei muito bem, mas acho que a água tem uma película e a flutuação depende da densidade e a forma do material para não atravessar esta película.
Aluno 3	No meu modo de pensar os barcos flutuam devido o material em que fica em contato com a água e devido também da forma que fica este material sobre a água.
Aluno 4	Os barcos flutuam porque são feitos de um material menos denso do que a água, o mais comum é o barco de madeira, e o fato dele ser moldado é para manter um equilíbrio sobre a água.
Aluno 5	Porque ele é feito de madeira e porque ele é aerodinamico.
Aluno 6	Devido ao material ou a madeira que é feito o barco e aerodinâmica.

que recebemos ao pular de barriga em uma piscina, ou o pernilongo ficando sobre a água.

O Aluno 5 e o Aluno 6 usam a palavra aerodinâmica para explicar a flutuação (Figuras 8 e 9). Conversando com eles, durante a revisão do pré-teste, explicaram que se relacionava à forma do barco.

Número: 1



1 - Como você explica o fato de os barcos flutuarem? Explique com suas palavras

Eu acho que os barcos flutuam, primeiramente por causa dos materiais usados em sua fabricação e a posição na qual é colocada e projetada na água.

mas tenho dúvidas sobre a questão da força inércia e a do volume.

Figura 7: Resposta do Aluno 1 à questão 1

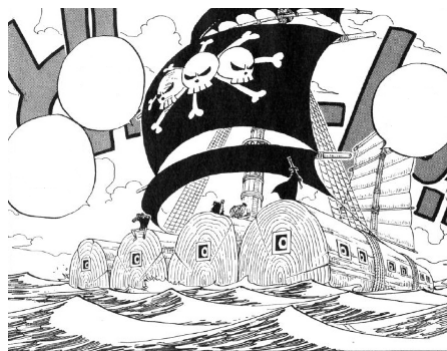
Tabela 7: Objetivos na Questão 2 do Pré-teste

Questão	Objetivo
2	Espera-se aqui, a partir da sugestão de alguns fatores, como a forma, o material, a localização e a carga, dizer quais e como eles influenciam na flutuação

#### 4.1.1.2 QUESTÃO 2

2 - Quais fatores influenciam na flutuação de um barco? Marque os fatores que você considera importantes e justifique.

- A forma do barco, porque...
- O material de que o barco é feito (madeira, ferro, plástico, ...) porque...
- Onde o barco se encontra, se no mar ou no rio...
- A quantidade de carga transportada, por que...



Nesta questão sugerem-se diversos fatores que podem influenciar ou não o fenômeno da

flutuação. Na primeira opção, onde se sugere a forma do barco como fator que tem influência na flutuação, cinco alunos responderam que a forma tem influência na flutuação. O Aluno 4 afirma que não há influência, embora na questão anterior tenha colocado a expressão “moldado”, dando ideia de “forma”.

Tabela 8: Respostas dos alunos ao item (a) da Questão 2 do pré-teste

Questão 2 (a)	
Aluno 1	Sim. Porque é concavo, então a água, não tem força o suficiente para encobri-lo e o suporta na superfície da água.
Aluno 2	Sim. a forma do barco e importante para não porder atravesa a pelicula da agua
Aluno 3	Sim. porque devido a forma deste material ele vai afundar e na forma de um barco ele só vai afundar se entrar água dentro dele.
Aluno 4	Não.
Aluno 5	Sim. aerodinamica
Aluno 6	Sim. por causa da aerodinamica

O Aluno 1 e o Aluno 2 disseram que a água não tem força para encobrir o barco e por isso o formato côncavo influencia na flutuação. O Aluno 3 afirma que a forma influencia, mas sua justificativa recai sobre a ideia de que se o barco estiver cheio de água, o barco irá afundar.

Na segunda opção da questão 2, aparece o material como fator que influencia a flutuação. Cinco alunos marcaram esta opção e o Aluno 5, embora não tenha marcado a opção, justificou.

O Aluno 1 justificou que existem certos materiais que são próprios a fabricação dos barcos por serem resistentes à pressão da água e à degradação do material devido à água. O Aluno 2, justificando o material, colocou que quanto mais pesado o material, maior deveria ser o barco. Provavelmente ele se referia a densidade do material e tentou relacionar a densidade do material com o tamanho do barco. O Aluno 4 também relaciona a flutuação à densidade do material, mas agora relacionando com a densidade da água. Se a densidade do material for maior que a da água, o barco fatalmente afundaria.

O Aluno 6, embora não marcando a opção, justificou sugerindo que cada material teria sua utilidade, como vemos na figura 9. Durante a discussão do pré-teste, ele deu a entender que somente se houvesse um material que flutue entre os constituintes do barco, este iria flutuar. Por isso ele justificou que os três materiais influenciariam na flutuação, já que o ferro presente

nos pregos, uniria a madeira.

Tabela 9: Respostas dos alunos ao item (b) da Questão 2 do pré-teste

Questão 2 (b)	
Aluno 1	Sim. Porque são materiais que resistem à pressão da água ao decorrer do tempo, e próprios para embarcações.
Aluno 2	Sim. o material influencia sim porque quanto mais pesado o material mais maior deve ser o barco
Aluno 3	Sim. o barco não flutua só pelo tipo de material mas flutua também pela forma que se encontra este material.
Aluno 4	Sim. pois se for usado um material mais denso do que a água provavelmente ele não irá flutuar.
Aluno 5	Sim. madeira poruqe e um material que boia
Aluno 6	Não. dos três pois cada um tem sua utilidade.

Na opção letra (c), quatro alunos disseram que não há influência na flutuação do meio onde se encontra o barco, seja no mar ou no rio. Apenas os alunos 5 e 6 marcaram esta opção (Figuras 8 e 9). Estes dois alunos conversavam sobre suas respostas. Um deles colocou na justificativa “se encontra no mar” e o outro “se encontra no rio”. Entende-se que escolheram marcar esta opção e que só haveria influência se estivesse no mar ou no rio. Cada um justificou uma das opções para que um deles acertasse.

Tabela 10: Respostas dos alunos ao item (c) da Questão 2 do pré-teste


Questão 2 (c)	
Aluno 1	Não.
Aluno 2	Não.
Aluno 3	Não.
Aluno 4	Não.
Aluno 5	Sim. Se encontra no mar
Aluno 6	Sim. se encontra no rio

Na alternativa d, a influência da carga transportada foi sugerida como fator que influencia a flutuação. Nesta, três alunos marcaram “não” e três alunos marcaram “sim”. O Aluno 2 relacionou o maior peso com uma maior pressão sobre a água. Em conversa durante a discussão do pré-teste, percebeu-se que seu desejo era relacionar uma maior carga com uma maior força exercida sobre a água. Já os alunos 5 e 6 simplesmente disseram que o barco era grande, sem maiores explicações (Figuras 8 e 9).

Tabela 11: Respostas dos alunos ao item (d) da Questão 2 do pré-teste  
Questão 2 (d)

Aluno 1	Não.
Aluno 2	Sim. a quantidade de carga influencia, porque quanto maior o peso maior a pressão sobre a película da água
Aluno 3	Não.
Aluno 4	Não.
Aluno 5	Sim. O bargo e grande
Aluno 6	Sim. Por que o barco e grande

Número: 05



2 - Quais fatores influenciam na flutuação de um barco? Marque os fatores que você considera importantes e justifique.

A forma do barco, porque... *aerodinâmico*

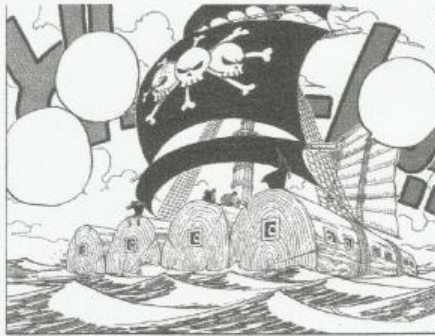
O material de que o barco é feito (madeira, ferro, plástico, ...) porque... *madeira porque é um material que boia*

Onde o barco se encontra, se no mar ou no rio... *o encontro no mar*

A quantidade de carga transportada, por que... *o bargo e grande*

Figura 8: Resposta do Aluno 5 à questão 2

Número: 06



2 - Quais fatores influenciam na flutuação de um barco? Marque os fatores que você considera importantes e justifique.

A forma do barco, porque...

*por causa da aerodinâmica*

O material de que o barco é feito (madeira, ferro, plástico, ...) porque...

*dos dois pois cada um tem sua utilidade.*

Onde o barco se encontra, se no mar ou no rio...

*se encontra no rio*

A quantidade de carga transportada, por que...

*Porque o barco é grande*

Figura 9: Resposta do Aluno 6 à questão 2

### 4.1.1.3 QUESTÃO 3

3 - O que pode fazer um barco afundar? Descreva algumas possíveis causas.



Sendo estes os objetivos da questão 3, então

Tabela 12: Objetivos na Questão 3 do Pré-teste

Questão	Objetivo
3	Espera-se que os alunos expressem com suas próprias palavras os fatores que podem provocar o afundamento das embarcações

Na questão 3, cinco alunos responderam que fazendo um furo no fundo do barco provocaria o afundamento do mesmo, sendo que apenas o Aluno 3 não colocou essa opção. Ele colocou que os seguintes fatores: colisões com rochas, se entrar água e caso a carga fique mal dividida dentro do barco podem provocar o afundamento. O Aluno 4 usa o termo “tornará mais denso”, que reflete bem o efeito do aumento de peso ocasionado pela entrada de água no mesmo volume do barco, conforme mostrado na Figura 10.

Os outros alunos parecem sugerir que a presença de água dentro do barco é necessário para que ele afunde, mas não associam essa presença de água com um aumento do peso (e consequentemente da densidade) do barco.

Tabela 13: Respostas dos alunos à Questão 3 do pré-teste

Questão 3	
	Uma das são: - Deixar que todo seu espaço interno se encha de água
Aluno 1	- sua posição, que ao mudar bruscamente pode virar e afundar - excesso de peso -Bater em alguma pedra ou em outra embarcação, assim danificando sua estrutura.
Aluno 2	Furo no seu fundo excesso de peso para sua capacidade
Aluno 3	o barco pode afundar se ele colidir com rochas, se entrar água, se a carga estiver em divisões diferente e ele vira a tombar.
Aluno 4	Um barco pode afundar se ocorrer um furo em seu casco, ele encherá de água e trará mais denso que ocasionará o seu afundamento.
Aluno 5	Furando ele ou quebrando ele.
Aluno 6	Pode fazer um barco afundar um furo no casco.

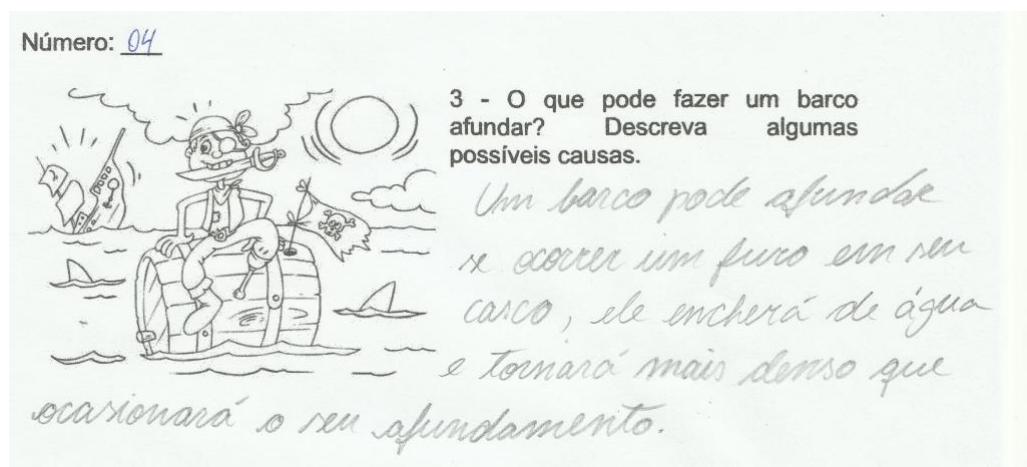


Figura 10: Resposta do Aluno 4 à questão 3

#### 4.1.1.4 QUESTÃO 4

4 – O que permite a um submarino afundar e emergir está relacionado à flutuação de um barco? Tente relacionar o funcionamento do submarino e a flutuação do barco.

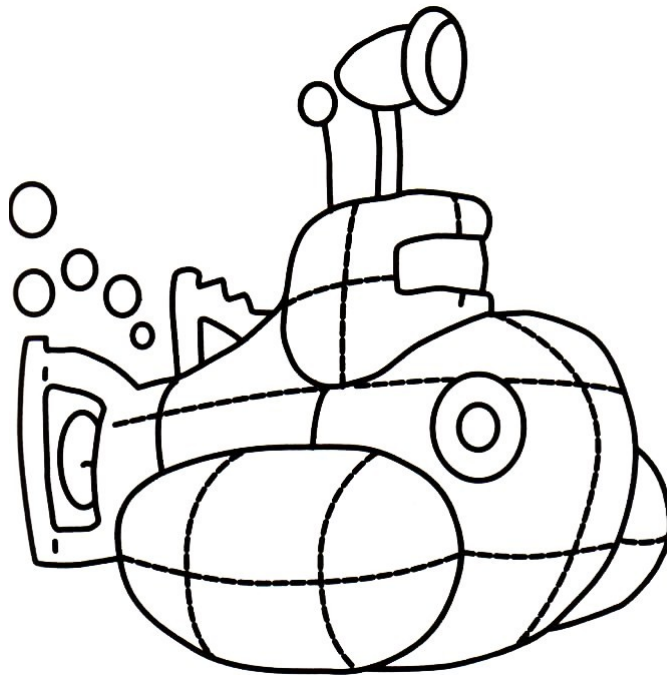


Tabela 14: Objetivos na Questão 4 do Pré-teste

Questão	Objetivo
4	Aqui, após as questões anteriores, espera-se que os alunos relacionem os dois fenômenos, a flutuação dos barcos e o funcionamento do submarino como sendo parte de um mesmo fenômeno

Nesta questão, desejava-se que os alunos começassem a pensar a flutuação dos barcos e o funcionamento dos submarino como relacionados por um mesmo fenômeno, o princípio de Arquimedes. A questão já sugeria esta relação e pedia que os alunos explicassem o funcionamento do submarino e se havia relação com a flutuação dos barcos.

O Aluno 1 e o Aluno 4 explicaram corretamente o funcionamento mecânico do submarino, falando sobre os compartimentos que se enchem de água e se esvaziam usando motores . O Aluno 2 voltou a mencionar a ideia da “película” que separa a água e o ar. Para ele, o projeto do barco e do submarino é feito de acordo com esta película, sendo o submarino feito para atravessá-la e o barco para ficar sobre ela.

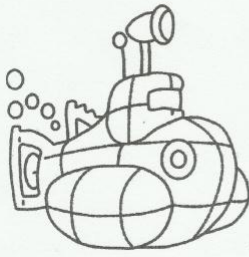
O Aluno 3 aponta como o motor sendo o responsável pelo controle do submarino, como

podemos ver na figura 11. O Aluno 5 e o Aluno 6 aponta o material como o responsável pelos fenômenos de afundamento e flutuação. Não explicam porém como ocorre o afundamento do submarino, que flutuaria devido à existência de bóias no submarino. Ou seja, seria o material que compõe as bóias, que em contato com a água, fariam o submarino flutuar. Eles não explicam, porém, a razão dessas bóias flutuarem.

Tabela 15: Respostas dos alunos à Questão 4 do pré-teste

Questão 4	
Aluno 1	Sim. Quando está emergido é porque as partes do submarino estão sem água aí funciona como um barco, mas quando enche um grande espaço que à em sua estrutura de água, ele afunda por causa do excesso de peso que a água faz, aí então os tripulantes treinados por essa função sabem o quanto descer ou melhor comportar de água, e para subir ligam bombas que jogam a água para fora desses espaços, fazendo então funcionar como um barco.
Aluno 2	Sim. O barco flutuão pois estão na superfície da película da água e são projetado com esta finalidade. O submarino são projetados para atravessar esta película
Aluno 3	assim como o motor de um barco faz ele movimentar para frente e fazer suas manobras e também não podendo entrar água se não ele afunda. O submarino também tem o seu motor fazendo ele movimentar e tendo também grandes suportes que quando enche dágua ele afunda.
Aluno 4	Eu acho que existe um compartimento no submarino onde se aciona a entrada de água tornando então assim o seu afundamento possível, para emergir ele libera essa água e como é feito de um material menos denso que a água ele consegue se emergir e então flutuar.
Aluno 5	O que permite em submarino afundar é o peso dele e o funcionamento dele é porque ele tem o motor
Aluno 6	O que permite um submarino afundar é o peso que é desde e a flutuação e as boias

Número: 03



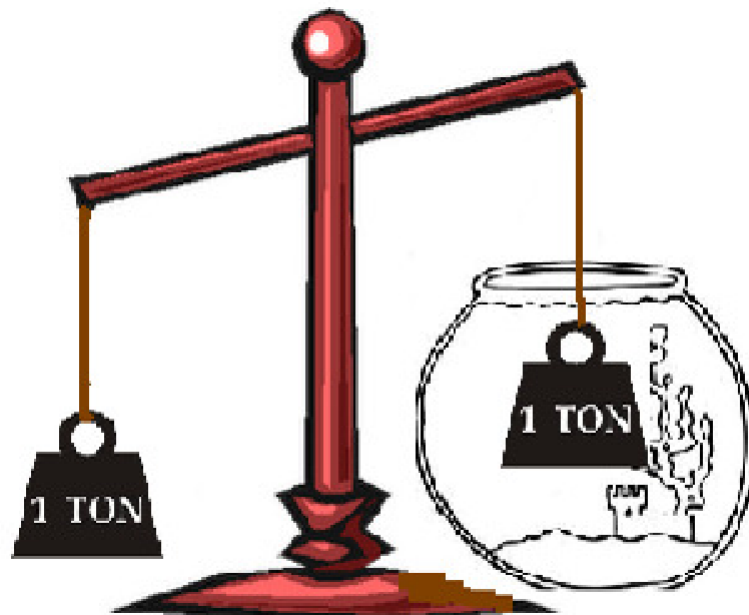
4 – O que permite a um submarino afundar e emergir está relacionado à flutuação de um barco? Tente relacionar o funcionamento do submarino e a flutuação do barco.

Assim como o motor de um barco faz ele movimentar para frente e fazer suas manobras, e também não podendo entrar água se não ele afunda. O submarino também tem o seu motor fazendo ele movimentar, e tendo também grandes suportes que quando entra d'água ele afunda.

Figura 11: Resposta do Aluno 3 à questão 4

#### 4.1.1.5 QUESTÃO 5

5 - Existe alguma relação entre as coisas ficarem mais leves na água e a flutuação dos barcos?



Na última questão, foi feita uma afirmação, a de que os objetos parecem pesar menos quando estão dentro da água que quando estão no ar. Esta escolha pode ter sido equivocada,

Tabela 16: Objetivos na Questão 5 do Pré-teste

Questão	Objetivo
5	Busca-se com esta questão que o aluno pense no fato de dentro da água as coisas ficarem “mais leves” como um fenômeno relacionado à flutuação dos barcos

uma vez que durante as discussões do pré-teste e durante a realização das atividades experimentais, esse fato não se mostrou ser do conhecimento de todos os alunos. Alguns deles tinham essa ideia, embora não associassem a um fenômeno comum a todos os materiais. Eles percebiam, por exemplo, que é mais fácil sustentar uma pessoa com os braços dentro piscina que fora dela.

Tabela 17: Respostas dos alunos à Questão 5 do pré-teste

Questão 5	
Aluno 1	Acho que sim, pois desde o momento que colocamos algo dentro de um recipiente de água, é lógico que a água também irá reagir contra o objeto que está sendo colocado contra a água, talvez a água existente no recipiente resista a capacidade deste objeto.
Aluno 2	Sim. porque a água tem algum tipo atrito.
Aluno 3	Eu acho que as coisas ficam mais leve dentro da água devido a pressão da água.
Aluno 4	Sim, pois cada coisa tem a sua densidade umas são mais outras menos densas e também um objeto dentro da água sofre uma pressão da mesma.
Aluno 5	Por causa da força da água é maior do que a do peso que está sobre ela.
Aluno 6	Por que a força de água é mais pesada do que o peso que é posta sobre ela.

O Aluno 1 apresenta a ideia de uma reação da água à presença do objeto. Conceitualmente parece correto, uma vez que a força de empuxo surge da força peso sobre o fluido. Entretanto a explicação utiliza linguagem cotidiana e passa a impressão que a água tem vida própria.

Talvez em busca de explicar usando conceitos científicos, o Aluno 2 utilizou o termo atrito como a força de oposição ao peso do objeto (ver figura 12). Não quer dizer, entretanto que o aluno tenha compreendido o fenômeno, mas que tentou explicar usando conceitos de sala de aula.

O Aluno 3 usou a ideia de pressão exercida pela água para justificar o fato de as coisas ficarem mais leves dentro da água. De acordo com as discussões do pré-teste e nas aulas do início do ano, a ideia de pressão se confunde com a ideia de força, mas exercida constantemente.

A ideia de impulso seria o que os alunos indicam por força, assim como o esforço realizado pelo homem. Então, neste caso, o aluno diz que a água exerce uma força que diminui o peso do corpo. Embora correto, não explica nem dá detalhes de como essa força funciona, nem nenhum outro tipo de relação com a flutuação dos barcos.

Esta ideia de pressão como sendo a força exercida constantemente pela água aparece também na explicação do Aluno 4. Ele dá mais explicações, falando da diferença de densidades, embora não aponte qual a relação desta diferença de densidades com a força que a água exercerá sobre o objeto. Também não aponta a relação com a flutuação dos barcos.

O Aluno 5 e o Aluno 6 explicaram que a força da água é maior que o peso sobre ela. Mesmo conversando durante o pré-teste, não foi possível entender bem o que eles desejavam expressar com esta frase.

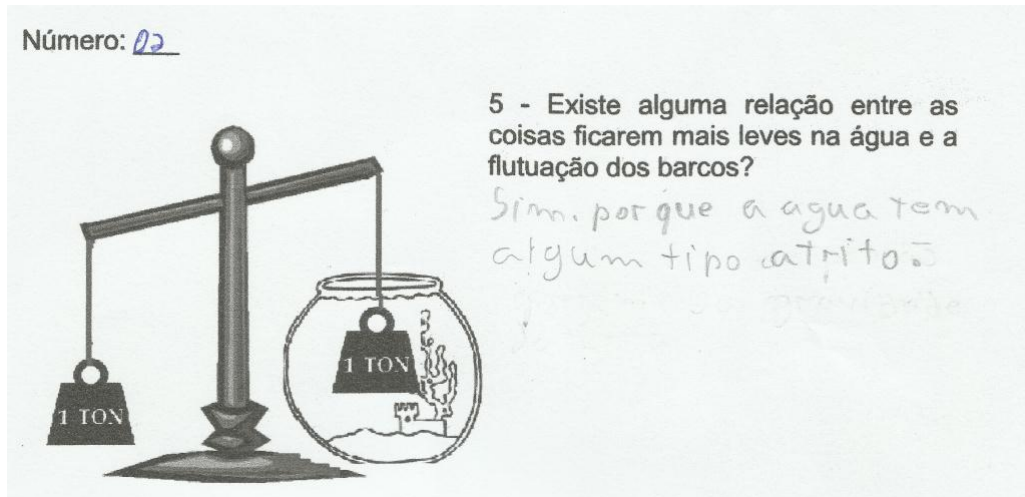


Figura 12: Resposta do Aluno 2 à questão 5

#### 4.1.2 ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Os preparativos para a realização da atividade experimental se iniciaram com a listagem do material que seria utilizado. Era necessário que fosse feita esta listagem para realizar uma solicitação à direção do presídio e fosse permitida a entrada do material. Esse procedimento ocorreu tranquilamente. Assim que o material chegou ao presídio, foi feita a conferência do material, o que também ocorreu após a realização da atividade, na saída do presídio.

Toda sequência experimental precisava de água para ser realizada. Na ala do presídio onde fica a escola, no dia da apresentação, apresentava falta de água. Para que se pudesse realizar a atividade, foi necessário ir a outra ala. Os agentes colaboraram imensamente, ajudando a encontrar um local com água. Esse problema afeta as áreas do presídio cuja utilização é menos

necessária, sendo priorizadas as celas dos presos. O problema de falta de água é um problema crônico da cidade de São João Del Rei.

Um dos experimentos montado foi o submarino feito com tubo de caneta e cliques dentro de uma garrafa do tipo pet, cheia de água. Pimentel e Yamamura (2006) nos dá uma explicação bastante clara a respeito do funcionamento do ludião:

Pelo fato da embalagem PET ser deformável, quando ela é pressionada com as mãos a pressão adicional exercida distribui-se pelo líquido todo (Princípio de Pascal) e também afeta o volume de ar contido no ludião que flutua dentro dela, uma vez que sua parte inferior não é vedada.

Apertando-se a garrafa cheia de água, a pressão adicional “empurra” um pouco da água para dentro do ludião, diminuindo o volume da bolha de ar existente no seu interior. Este fato é perfeitamente observável durante a operação.

A água que penetra no ludião funciona como o lastro do submarino, aumentando seu peso total e fazendo que ele afunde. O ludião começa a afundar quando a sua densidade média torna-se um pouco maior do que a da água. Isto ocorre porque a água que penetrou no ludião aumenta sua massa, mas não interfere em seu volume externo.

O controle da água que penetra no ludião é feito por meio da pressão que se faz na embalagem. Controlando a pressão aplicada, a densidade média do ludião pode tornar-se maior, menor ou igual que a da água, possibilitando que ele desça, suba ou se mantenha nivelado em qualquer profundidade.

Na sala da biblioteca, a bibliotecária ficou intrigada com o funcionamento, assim como os dois presos que fazem a faxina da área da escola. Eles tentaram entender como funcionava o ludião, enquanto era dito que o “poder da mente” é que fazia a caneta se movimentar. Disfarçadamente, entretanto, a garrafa pet era pressionada. Eles ficaram intrigados, tentando entender, quando passaram do lado de fora dois agentes. Os dois presos os chamaram e logo que chegaram, observaram e perceberam o truque. Então, foi explicado rapidamente, o funcionamento do submarino e do ludião.

Em sala de aula a atividade transcorreu muito bem. A professora de física da turma também estava presente e ajudou com alguns comentários, embora discretos e sem interferir diretamente na atividade. Neste dia, estiveram presentes apenas três estudantes: os Alunos 1, 3 e 5.

Segue um relato em primeira pessoa da atividade experimental, pois assim pareceu mais fácil exprimir as situações e as impressões deixadas pela atividade.

#### **4.1.2.1 RELATO DA ATIVIDADE INVESTIGATIVA**

- 1 *Iniciei a atividade explicando que seria a continuidade da última aula, quando eles reali-*
- 2 *zaram o pré-teste. Discuti com eles o que teria influência sobre a flutuação dos barcos. Eles*
- 3 *responderam que a forma e o material que compunha os barcos influenciariam na flutuação*
- 4 *destes.*

5 *Então fiz uma discussão sobre a última questão do pré-teste, perguntando sobre os objetos*  
 6 *que parecem ter menos peso na água que no ar. Disse a eles que no teste tinha sido uma*  
 7 *afirmação, mas será que eles concordavam?*

8 *O Aluno 3 respondeu que achava que sim, que era verdade. Segundo ele, um dia ele estava*  
 9 *com um colega, nadando em uma cachoeira. Pegaram uma pedra que estava próxima da queda*  
 10 *d'água. Os dois então começaram a carregá-la, cada um pegando de um lado e foram levando*  
 11 *até a margem. No entanto, quando a pedra começou a despontar, ficar um pouco fora d'água,*  
 12 *eles não conseguiam sequer movê-la.*

13 *O Aluno 1 e o Aluno 5, também relataram que essa afirmativa era verdadeira, uma vez que*  
 14 *dentro da água, quando estavam nadando era muito mais fácil levantar outra pessoa.*

15 *Resolvi então questionar e perguntar se dentro da água uma pedra iria pesar menos. Apre-*  
 16 *sentei a eles o dinamômetro (fig. 1), simplificando seu uso e a relação linear entre a massa e*  
 17 *a força, fazendo-o funcionar como uma simples balança<sup>1</sup>. Como fator para obter a massa em*  
 18 *gramas, multiplicamos por cem o valor medido.*

19 *A princípio eles pareciam meio incrédulos quanto ao fato de dentro da água os valores*  
 20 *medidos pela balança serem diferentes. Pedi a um deles que realizasse a pesagem da Pedra A*  
 21 *(ver fig. 2) no ar. Anotamos no quadro o valor (360 g) e logo em seguida, pedi que pesasse na*  
 22 *água (220 g). Até aí, nada demais. Observei que o objeto devia estar todo submerso, tomando*  
 23 *cuidado para que o dinamômetro não fosse submerso junto. Quando visualizaram a diferença*  
 24 *(140 g), que era relativamente grande, ficaram meio em dúvida quanto a veracidade. Tanto que*  
 25 *um deles pegou o dinamômetro e olhando para a anotação do quadro, consultou novamente os*  
 26 *valores marcados no dinamômetro.*

27 *Logo em seguida, tomei uma das massas de modelar, Massa A (ver fig. 2), que tinha*  
 28 *forma muito semelhante à Pedra A (mas que tinha volume diferente, conforme vim a constatar*  
 29 *mais tarde). Ao pesar fora da água, perguntei o que iria acontecer ao colocá-la na água.*  
 30 *Responderam que iria ficar mais leve, mas sem muita convicção, parecendo duvidar. Anotado*  
 31 *o valor do peso no ar (180 g) e colocando na água, vimos que a diferença entre o peso na água*  
 32 *(40 g) e no ar era a mesma (140 g), ou muito próxima (dentro da precisão dos aparelhos) à*  
 33 *diferença anotada na pesagem da Pedra A.*

34 *Eles pareciam não acreditar. Então eu perguntei se essa diferença seria a mesma se to-*  
 35 *mássemos qualquer outro objeto. Parece que concordaram, embora não tivessem respondido*  
 36 *claramente. Tomei então uma pedra bem menor, a Pedra B conforme fig. 2. Pedi que a pesas-*  
 37 *sem no ar e na água. Então eles viram que a diferença entre o peso na água (90 g) e no ar (140*  
 38 *g) ainda existia (50 g), mas não era igual aos anteriores.*

39 *Colocando então um pedaço de parafina, com a mesma forma da Pedra A. O peso fora da*  
 40 *água foi de 130 g. Quando a colocamos na água, ela flutuou. Ressaltei que a diferença de peso*  
 41 *observada na Pedra A e na Massa A (que tinha mesma forma da Pedra A) (140 g) era maior*  
 42 *que o peso do pedaço de parafina no ar (130 g).*

43 *Questionei também como seria se um objeto tivesse o mesmo peso da Pedra A. Peguei então*  
 44 *dois pedaços de sabão, com mesmo peso que a Pedra A (360 g) e fizemos a pesagem na água*  
 45 *(20 g). Neste último procedimento, houve uma grande diferença entre as pesagens no ar e na*  
 46 *água (340 g).*

<sup>1</sup>Uma vez que o dinamômetro mede a força em newtons, então  $1N = 0,1kg \cdot \vec{g}$ , sendo  $g$  a aceleração da gravidade, cujo valor, por facilidade foi tomado como  $10m/s^2$ . Assim,  $m(g) = g \cdot xN * 100$

47 *Então perguntei o que estava diferente. Antes, comparando os valores anotados na tabela*  
48 *18, a perda de peso da Pedra 1 e da Massa A, ambas perdiam a mesma quantidade de peso*  
49 *(140 g). Já o sabão, que tinha a mesmo peso da Pedra A, perdia uma quantidade diferente*  
50 *de peso (320 g) e o pedaço de parafina com mesma forma que a Pedra A flutuava. Então o*  
51 *Aluno 3, sugeriu que fosse a forma. Aproveitando esse fato tomei então outro pedaço de massa*  
52 *de modelar, Massa B, de outra marca, na forma quadrada (mais fácil de manipular que a*  
53 *primeira) com volume menor. Fizemos a medida da massa fora (160 g) e dentro da água (70 g).*  
54 *Perguntei então por que a diferença entre os pesos dentro e fora da água (90 g) era diferente*  
55 *das outras realizadas e eles, já mais convencidos, disseram que era a forma.*

56 *Pedi então que mudassem a forma da Massa B à vontade, para verificar se haveria mu-*  
57 *dança. Então modificaram, fazendo primeiramente uma esfera, depois um quadrado, depois*  
58 *uma espécie de pirâmide. Em ambos os casos, eles perceberam que a diminuição do peso*  
59 *dentro e fora da água era a mesma (90 g). Mas perceberam também que todas as formas eram*  
60 *maciças. Propus então um desafio: seria possível que a Massa B poderia ser moldada de forma*  
61 *que a diferença entre as duas pesagens fosse diferente de 90 g?*

62 *Eles toparam o desafio. O Aluno 3 já havia sugerido a situação, que um pedaço de ferro*  
63 *afunda, mas se feito na forma de uma chapa ou de uma bacia, ela pode flutuar. Acrescentou*  
64 *também “mesmo ficando mais pesada por causa da solda”. Então, após moldar a Massa B, na*  
65 *forma de uma chapa, colocamos a fita adesiva de forma a conseguirmos pesar. Para surpresa*  
66 *dos alunos, quando colocamos na água, a Massa B submergiu completamente e a diferença*  
67 *continuava igual. O Aluno 1 disse que deveria estar mais fina, o Aluno 5 concordou, mas o*  
68 *Aluno 3 disse que deveria estar sob a forma de uma bacia, pegou a Massa B e começou a fazer*  
69 *a forma.*

70 *Assim que ele terminou, colocamos a fita adesiva, para podermos pesar e quando coloca-*  
71 *mos a Massa B dentro da vasilha de água, ela flutuou. Assim, o peso da Massa B dentro da*  
72 *água era diferente do anterior. Os alunos ficaram muito felizes por terem conseguido. Então*  
73 *perguntei se seria a mesma situação de um barco de verdade. Ai eles disseram que sim, com*  
74 *convicção.*

75 *Perguntei então o que fazia o barco, feito de um material que quando é maciço afunda na*  
76 *água (por exemplo: um barco de ferro), flutue. E eles responderam que era a forma.*

77 *Continuando a atividade, perguntei sobre as outras formas, a de esfera, a quadrada, e por*  
78 *que ambas não flutuaram. Por que nesta forma especificamente a Massa 2 flutuou? O que*  
79 *mudou, de uma forma para a outra? Eles se entreolharam, sem argumentos. Perguntei então o*  
80 *que acontecia quando colocávamos o objeto dentro da água. Eles disseram que a água subia.*  
81 *Perguntei o que fazia a água subir, ou o quanto de água subia. Eles disseram que era por*  
82 *causa do objeto, da forma dele. Diferentes formas deslocavam diferentes quantidades de água,*  
83 *diferentes volumes.*

84 *Então, peguei um vasilhame com saída lateral cheio de água até a altura do orifício, o*  
85 *mesmo da figura 3, de modo que quando colocássemos o objeto dentro dele, a água deslocada*  
86 *fosse expulsa para um copo colocado do lado de fora. Fizemos a medida do peso da Pedra A e*  
87 *o peso da água deslocada foi exatamente a diferença entre o peso da Pedra A no ar e na água,*  
88 *ou seja, 140g. Mas quando fizemos a Massa A, não deu muito certo, com uma diferença entre*  
89 *10 e 20 gramas, aproximadamente. Dentro do esperado, dado o instrumental que estávamos*  
90 *usando, mas poderia ter sido mais preciso.*

91 *Eles perceberam então certa relação entre o volume deslocado e jogado para fora do vasi-*  
 92 *lhame e a diminuição do peso do objeto pesado dentro da água. Fizemos então com a Massa*  
 93 *B em forma de bacia e verificamos que o peso do volume de água deslocado era o mesmo peso*  
 94 *da Massa B fora da água.*

95 *Continuei questionando sobre como esse fato se relacionava com a flutuação dos subma-*  
 96 *rinos? O Aluno A explicou muito bem o funcionamento do submarino, baseado em comparti-*  
 97 *mentos que se enchem e se esvaziavam com água. Mas quando pedi que relacionassem, não*  
 98 *souberam responder. Então, dando a entender que mudava de assunto, perguntei: como vocês*  
 99 *responderam a questão sobre o afundamento dos barcos? Quais eram os argumentos? O que*  
 100 *fazia um barco afundar? Disseram então que seria quando ele se chocasse contra pedras, ou*  
 101 *quando se enchesse de água. Perguntei então o que acontecia quando, tomando a Massa B*  
 102 *em forma de bacia, começava a colocar água dentro dela. Disseram que ela ia ficando mais*  
 103 *pesada e por isso afundava. Então perguntei, retomando o que já havíamos discutido, como*  
 104 *funcionava o submarino.*

105 *Havia uma variação de massa, ainda que o volume continuasse o mesmo. Isso mudava o*  
 106 *peso do submarino e o fazia afundar.*

107 *Então apresentei a eles o submarino de caneta. Fiz a brincadeira de submergir e emergir*  
 108 *com o poder da mente. Pedi que eles tentassem. Foi interessante, pois pensaram que era minha*  
 109 *aliança que fazia a caneta afundar. Mas assim que o Aluno 3 tomou a garrafa, entendeu o*  
 110 *truque e fez afundar a caneta, apertando o frasco. Perguntei então o que estava acontecendo*  
 111 *com a caneta quando se apertava a garrafa e fazia com que afundasse. Depois de observarem*  
 112 *atentamente, discutindo entre eles, conseguiram verificar que dentro do tubo da caneta a quan-*  
 113 *tidade de água variava. Então o Aluno 1 relacionou imediatamente com a variação de massa*  
 114 *do submarino.*

115 *Depois destes fatos, fiz uma mistura de sal com a água, coloquei um ovo cru na água*  
 116 *com sal e outro na água sem sal, mostrando que na água com sal o ovo flutuava e na água*  
 117 *sem sal o ovo afundava. Os alunos perguntaram se eu usasse açúcar, o efeito seria o mesmo.*  
 118 *Respondi perguntando o que eles achavam. Eles disseram que achavam que sim. Eu disse que*  
 119 *se tivesse ali o açúcar, este era um experimento que poderíamos testar. Mas como não havia*  
 120 *esta possibilidade, ficamos apenas com a discussão.*

121 *Então, fizemos com a pedra e verificamos que na água salgada, apesar que o volume de*  
 122 *água expulsa através da saída lateral ser a mesma, a diferença entre as pesagens (190 g) era*  
 123 *diferente da observada na água sem sal (140 g), próximo de 50 g. Essa diferença e a diferença*  
 124 *entre a flutuação dos ovos na água e na água salgada ajuda a entender que a flutuação é*  
 125 *diferente no mar ou nos rios e lagos de água doce.*

Tabela 18: Resultado das pesagens

<i>Objeto</i>	<i>Peso no ar (gramas)</i>	<i>Peso na água (gramas)</i>	<i>Diferença de peso (gramas)</i>
<i>Massa A</i>	180	40	140
<i>Massa B</i>	160	70	90
<i>Pedra A</i>	360	220	140
<i>Pedra B</i>	140	90	50
<i>Parafina</i>	130	0	130
<i>Sabão</i>	360	20	340

### 4.1.3 EXIBIÇÃO DO VÍDEO E REVISÃO DO PRÉ-TESTE

Como na aula da atividade investigativa experimental poucos alunos estiveram presentes, decidiu-se pela realização de outra atividade investigativa, como reforço aos que haviam participado da atividade experimental e como forma de atingir aqueles que não participaram. Para isso, optou-se pela exibição do vídeo “Flutuação”, o mesmo que havia norteado a organização da sequência experimental.

Junto ao vídeo, tentou-se realizar uma discussão entre os alunos sobre a flutuação. Neste dia, compareceram seis alunos, mas um deles não havia participado do pré-teste e um dos três alunos que participaram da atividade experimental não estava presente. Segundo os alunos, ele havia ido até a sala de aula, mas devido ao horário de visitas, foi levado ao pavilhão onde elas acontecem.

Antes do início da exibição, realizou-se novamente a problematização, como na aula da atividade experimental. Logo após, o vídeo foi iniciado. Conforme o narrador do filme fazia questionamentos, o vídeo era paralisado e o questionamento era reforçado pelo professor. Entretanto as interrupções não estavam permitindo que os alunos se concentrassem no vídeo, onde se optou por vê-lo em sequência.

Para ajudar a entender a sequência, segue a transcrição das falas do vídeo, até dez minutos, momento em que o vídeo foi interrompido, pois começava a abordagem de outros conceitos.

1 Em líquidos e gases a força de empuxo determina a flutuação.

2 Alguns objetos flutuam em líquidos e gases apesar da força da gravidade.

3 Medimos essa força ao medir o peso de um objeto.

4 A gravidade atrai esse cubo de argila com 170 g-força, ou seja, o peso do cubo.

5 Vamos colocar o cubo na água.

6 No ar o peso do cubo era 170g-força, mas na água ele parece pesar 50.

7 A força da gravidade mudou?

8 Não.

9 A intensidade com que o cubo é atraído para baixo ainda é a mesma. Outra força porem,  
10 chamada de força de empuxo empurra o cubo para cima com intensidade de 120 g-força. Ela  
11 compensa 120 g-força do cubo restando apenas 50 g-força puxando para baixo.

12 Qualquer objeto colocado em um fluido sofre a ação tanto da gravidade quanto do empuxo.  
13 A relação entre essas duas forças determina se um corpo flutua ou afunda.

14 Um submarino flutua ao ser colocado na água pois as forças da gravidade e do empuxo  
15 estão em equilíbrio.

16 Mas quando permitimos a entrada de água nos tanques de lastro, o submarino torna-se mais  
17 pesado. Basta que a força da gravidade seja um pouco maior que a força de empuxo para que  
18 ele afunde até o leito do oceano, 2000 metros de profundidade.

19 Para que o submarino emerja, é necessário que a água seja retirada dos tanques. E então o  
20 peso do submarino volta a ser menor que força de empuxo, ele volta a superfície e flutua.

21 Durante todo o processo, a ação de submergir ou emergir é controlado pelo peso do subma-  
22 rino.

23 Mas se o que determina a flutuação é o peso, por que o submarino flutua e esse bloco de  
24 argila que é muito mais leve afunda?

25 Será a forma?

26 Vamos observar.

27 Mesmo com o formato diferente, a argila ainda pesa 170g-força no ar e parece pesar 50  
28 g-força na água.

29 Seja na forma de pirâmide ou cubo a intensidade do empuxo é a mesma. Na verdade  
30 podemos dar a argila qualquer forma sólida. A intensidade do empuxo continuará a mesma.  
31 Então talvez o tamanho seja importante.

32 Vamos testar três formas de diferentes tamanhos e constituídas de materiais diversos: argila,  
33 alumínio e cobre. Todas com 540 g-força de peso.

34 O que acontece quando submergimos três formas na água? Em cada caso surge uma força  
35 oposta a gravidade que sustenta parte do peso.

36 O cubo maior parece ter perdido mais peso e o menor menos. Portanto parece que o ta-  
37 manho do objeto afeta a intensidade da força de empuxo. Vamos testar agora cubos de mesmo  
38 tamanho.

39 Como os cubos são de matérias diferentes, argila alumínio e cobre, os pesos também são  
40 diferentes..

41 No ultimo teste, cubos de tamanhos distintos perderam quantidades diferentes de peso.

42 Mas agora, o que vai acontecer quando os cubos forem colocados na água?

43 Os cubos de mesmo tamanho parecem perder a mesma quantidade de peso. Então a inten-  
44 sidade do empuxo depende do tamanho do objeto submerso.

45 Porém o tamanho não explica por que uma pessoa flutua mais facilmente em água salgada  
46 que em água doce. Ou porque um ovo que afunda na água doce flutua em água salgada. A  
47 intensidade da força de empuxo é diferente.

48 Não foi o tamanho do ovo que mudou, mas alguma coisa na água.

49 Para sabermos o que mudou, vamos pegar um cubo de alumínio de 550 g-força e comparar  
50 seu peso aparente em quatro líquidos diferentes.

51 Submerso em água, ele parece pesar 320 g-força.

52 Então o cubo que pesava 550g-força no ar parece pesar 320 na água. Logo 230 g-força  
53 foram compensadas pelo empuxo da água.

54 Vamos mergulhar o cubo em água salgada.

55 280g-força, ou seja, menos que em água doce.

56 Portanto ele parece ter perdido 270g-força em água salgada.

57 No álcool o resultado é diferente. 370g-força. O cubo parece ter perdido apenas 180 g-força  
58 no álcool.

59 Mergulhando o mesmo cubo em tetra cloreto de carbono, o peso passa a ser 200 g-força.  
60 350 g-força foram compensados pela força de empuxo.

61 Vamos reorganizar essa tabela em ordem crescente de perda de peso.

62 Vemos que quando pesamos quantidades iguais, digamos 1cm cúbico de cada um destes  
63 líquidos, o resultado é que o álcool é o que pesa menos, seguido pela água doce, água salgada  
64 e por fim o tetra cloreto de carbono, o mais pesado. O cubo também perdeu mais peso no tetra  
65 cloreto de carbono e menos no álcool. E mais na água salgada que na água doce.

66 Isso nos mostra que a flutuação é afetada não só pelo tamanho do objeto submerso em um  
67 líquido mas também pela densidade do líquido.

68 Para vermos a relação entre estes dois fatores, vamos colocar um béquer em uma balança e  
69 pesar o líquido que será coletado.

70 Ajustamos a balança em zero para compensar o peso do béquer. Quando mergulhamos o  
71 cubo, ele desloca determinada quantidade de água.

72 Esta água pesa 230 g-força. Marcamos o nível da água no béquer e seu peso indicado pela  
73 balança.

74 Notamos que o cubo parece pesar 320g-força ao invés de 550. Ele parece ter perdido 230g-  
75 força. Exatamente o peso da água deslocada para o béquer.

76 Tentaremos agora com água salgada.

77 Esta claro que a quantidade de líquido expulsa do recipiente é determinada pelo volume do  
78 cubo. Objeto sempre desloca uma quantidade de líquido equivalente ao seu próprio volume.  
79 Por isso novamente a mesma quantidade de água é deslocada.

80 Em água salgada, este cubo parece ter perdido 270g-força pela ação do empuxo e ele des-  
81 loca exatamente a mesma quantidade de líquido para o béquer, 270g-força.

82 Embora os números para o álcool sejam diferentes, a relação é a mesma.

83 O cubo parece perder 180g-força, embora desloque a mesma quantidade de líquido que  
84 antes e o álcool deslocado pesa 180g-força.

85 Em qualquer caso, a intensidade do empuxo sobre um objeto é a mesma do peso do lí-  
86 quido deslocado por ele. Este princípio é conhecido como princípio de Arquimedes. Nome do  
87 cientista grego da antiguidade que o descobriu.

88 Através dele entendemos por que os objetos flutuam ou afundam.

89 Na maioria das formas testadas a argila afunda.

90 Mas quando modelamos a argila desta forma, ela flutua porque algumas forma deslocam  
91 maior quantidade de água, o que aumenta a força do empuxo o suficiente para compensar a

92 força da gravidade.

93 Se deixarmos entrar um pouco de água, o peso do objeto será maior que a força do empuxo  
94 e ele afundará.

Depois da exibição do vídeo, o Aluno 6, que não esteve presente na aula experimental, foi chamado para fazer a pesagem da Massa B, a mesma utilizada anteriormente. Questionado se a Massa B iria parecer mais leve dentro da água, ele disse que não. Perguntou-se então sobre o que se passou no vídeo e ele disse que sim, se lembrando do vídeo. Em reforço a esta evidencia, lembrou-se a “situação da pedra”, contada pelo Aluno 3 na aula anterior na linha 9 do relato de experiência, Seção 4.1.2.1. O Aluno 6 então fez a pesagem dentro e fora da água, verificando que realmente a Massa B pesa menos dentro da água.

Perguntado se é possível que a Massa B flutue, ele respondeu que não, porém os alunos que participaram da atividade experimental disseram que era possível, fazendo uma forma de concha, conforme se observa nas linhas de 62 a 76 do relato. Tomando então a Massa B, fez-se a forma indicada e colocando sobre a água, esta flutuou. Perguntou-se então sobre o vídeo e sobre a flutuação da Massa B, o que tinha em comum, o que fazia flutuar agora, sendo que antes afundava. Eles disseram que era a forma. Iniciou-se assim a discussão do pré-teste.

Conversando com os alunos, iniciou-se perguntando sobre a última pergunta do pré-teste. A partir do vídeo e da experiência os alunos responderam corretamente. Então perguntou-se sobre a questão dois, quais fatores influenciam na flutuação de um barco. O Aluno 6 afirmou que seria a forma e o material, que seria impossível um objeto de ferro flutuar. Perguntado se seria possível a Massa B flutuar. Ele disse que não, mas logo em seguida os colegas disseram que era possível e que ele acabara de fazer a experiência com a massa na forma de concha.

O que faria então o barco afundar? Quando novamente se dirigiu a pergunta aos alunos, estes disseram que quando bate em alguma pedra, ou se enche de água. Retomando com os alunos que participaram da experiência, perguntou-se a semelhança dos dois casos. Disseram que quando um barco bate nas pedras, ele começa a ficar cheio de água, ficando mais pesado. Quando se apontou para a Massa B e se colocou a mão em concha, eles disseram que a forma do barco também mudava. Então, para um barco afundar, pode-se alterar sua forma ou aumentar seu peso.

Aproveitando este argumento, foi refeita a última questão, sobre o funcionamento do submarino. Os alunos que estiveram presentes na atividade anterior explicaram aos demais, um a um, em discussões simultâneas e desconexas o funcionamento do submarino. Então, perguntando novamente, os alunos conseguiram explicar bem a variação de peso do submarino e sua relação com a flutuação barcos. Entretanto não usavam muito bem os termos científicos.

#### 4.1.4 PÓS-TESTE

Após a realização da revisão do pré-teste, foi aplicado o pós-teste. A aplicação do pós-teste ocorreu sem problemas. Os Alunos 7 e 3, e os Alunos 5 e 6 conversavam o tempo todo entre si, discutindo as questões e tentando encontrar uma forma de expressar melhor o que queriam dizer.

Como no pré-teste, os alunos reclamaram da extensão e do número de questões. Começaram a reclamar a partir da quarta questão e alguns chegaram a dizer que iam responder pela metade, pois estavam cansados. Na última questão, cujo conteúdo tratava da forma de pesar uma maçã sem colocá-la na balança, o Aluno 7 disse: “falar de maçã você fala, mas maçã que é bom, nada.” Neste instante, optou-se por dizer que uma maçã seria distribuída para quem desse a resposta correta primeiramente. Foi uma chuva de sugestões, nenhuma nem próxima dos conceitos de flutuação e princípio de Arquimedes, e todas envolviam alguma balança, seja uma balança digital, de pratos, de molas. Um exemplo dessas sugestões era o de pesar-se com a maçã e depois sem a maçã, fazendo então a diferença.

Depois de muita discussão, dois alunos concluíram que deveriam colocar a maçã no vasilhame com água, recolher a água deslocada e então pesar essa água. No momento de explicar a razão, os alunos não conseguiam expressar bem com as palavras os conceitos envolvidos, embora se esforçassem.

De forma geral as respostas foram boas. Um contraste com o pré-teste é a utilização de termos mais formais, como empuxo, força, peso, volume. Também ficou evidente que os alunos associam bem o empuxo com a forma do objeto. Um problema conceitual detectado é que a ideia de equilíbrio não está bem assimilada. Quando um objeto flutua, é fato que a força peso e o empuxo são iguais, havendo um equilíbrio. Nas respostas, os alunos dão a entender que neste caso o empuxo é maior.

Outro problema detectado foi a situação onde um objeto é mergulhado na água. Neste caso, se o objeto flutua, seu peso é igual ao peso do volume do fluido deslocado, mas se ele afunda, o peso do fluido deslocado é igual a diferença entre o peso do objeto dentro da água e fora dela. Os alunos se expressaram dizendo que o peso do objeto no ar, se colocado na água e afunda, é igual ao peso do volume do fluido deslocado.

#### 4.1.4.1 QUESTÃO 1

1 – José pegou um béquer com uma saída lateral e o encheu com água até o tubo de saída lateral. Depois pegou uma bolinha de gude e colocou dentro do béquer. Ele observou que através da saída lateral, vazou certa quantidade de água, que ele recolheu em um copo.

Quais relações existentes entre a bolinha de gude e a água recolhida no copo?

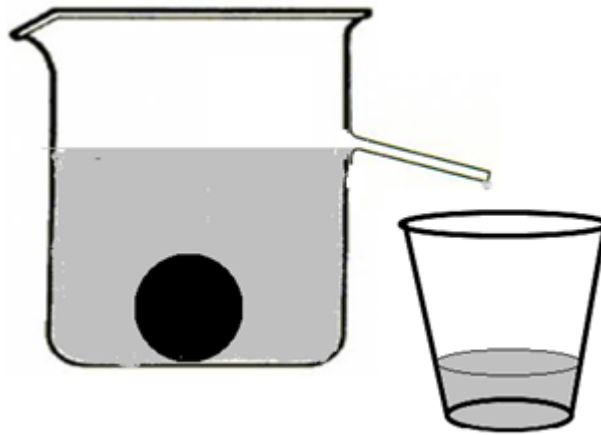


Tabela 19: Objetivo da Questão 1 do pós-teste

Questão	Objetivo
1	Verificar o entendimento dos alunos sobre as relações entre peso e volume do líquido deslocado

Nesta questão, era desejo que os alunos tivessem compreendido a relação entre o peso do volume do fluido deslocado pela presença da bolinha dentro do vasilhame e a diferença de peso nas duas situações de pesagem. Esta experiência foi realizada com os alunos, como se pode observar nas linhas 84 a 94 e mostrada no vídeo diversas vezes no início do filme, como se pode observar na transcrição do vídeo, Seção 4.1.3.

O Aluno 3 e o Aluno 5 estiveram presentes durante a atividade investigativa. Os alunos 2, 3 e 4 responderam corretamente. O Aluno 3 usou uma explicação confusa, enquanto que o Aluno 2 usou um exemplo numérico para ilustrar mais facilmente o fenômeno e o Aluno 4 foi simples e objetivo. Nenhum deles disse o que fazia a bolinha pesar menos, nem nomeou o empuxo como a força responsável por esta diminuição do peso da bolinha, o que se esperaria em uma resposta bem escrita.

Já o Aluno 5, o Aluno 6 e o Aluno 7 não responderam corretamente. Eles responderam que a água que sai devido à presença da bolinha tem peso igual à bolinha (ver, por exemplo, A

resposta do Aluno 5 na figura 13 .

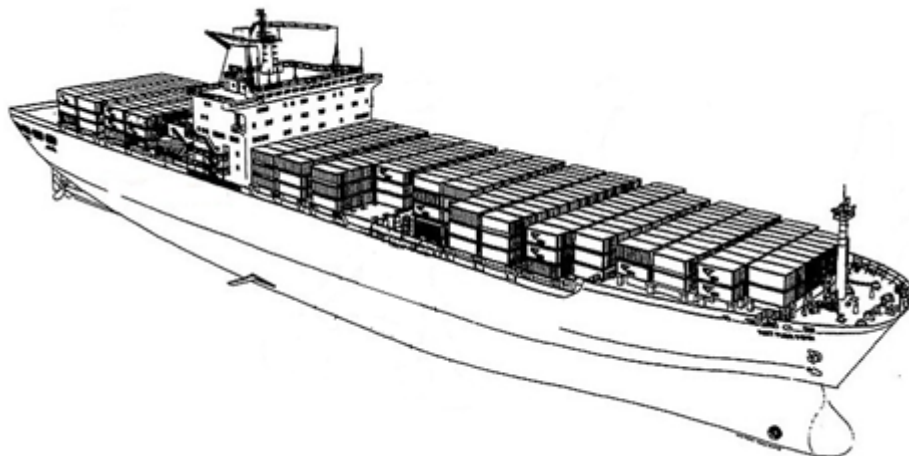
Tabela 20: Respostas dos alunos à Questão 1 do pós-teste

Questão 1	
Aluno 2	O peso da bolinha impociona a água para fora. Exemplo: Se a bolinha pesa 5g e a força de empuxo erxecida nele for de 2g, a água que será sai vale 3g.
Aluno 3	Devido o espaço em que a bolinha ocupa na água a água e escoada fora do béquer, o peso que ela perde quanto entra toda na água e o peso que tem o volume da água escoada
Aluno 4	Quando se coloca a bolinha de gude na água ela perde peso e a água recolhida no copo é a mesma quantidade desse peso que a bolinha de gude perde.
Aluno 5	A água recolhida vai dar o mesmo peso da bolinha de gude
Aluno 6	Nenhuma Pois é o mesmo peso da bolinha e da agua que sai do béquer
Aluno 7	água que saiu corresponde exatamente igual ao peso da bolinha

#### 4.1.4.2 QUESTÃO 2

2 - Um barco de transporte de carga, inicialmente descarregado estava no cais de um porto aguardando o carregamento. Dois marinheiros desocupados fizeram uma marca no casco do navio, na altura de um metro acima do nível do mar.

Conforme o navio foi sendo carregado, o que aconteceu com a distância da marca até a água? Por quê?



Número: 5

1 – José pegou um béquer com uma saída lateral e o encheu com água até o tubo de saída lateral. Depois pegou uma bolinha de gude e colocou dentro do béquer. Ele observou que através da saída lateral, vazou certa quantidade de água, que ele recolheu em um copo.

Quais relações existentes entre a bolinha de gude e a água recolhida no copo?

*A água recolhida naí tem o mesmo peso da bolinha de gude*

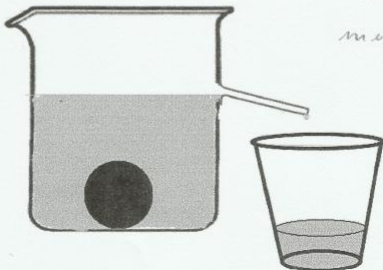


Figura 13: Resposta do Aluno 5 à questão 1 do pós-teste

Tabela 21: Objetivo da Questão 2 do pós-teste

Questão	Objetivo
2	Verificar se os alunos entendem a os efeitos do aumento do peso de um objeto que está flutuando, com o aumento do volume submerso os barcos, evidenciado pela aproximação da marca feita no casco da água

Nesta questão os alunos deviam correlacionar a aproximação que a marca no casco do navio fazia da água com o aumento do volume submerso e conseqüentemente com a força do empuxo, para então equilibrar o aumento da força peso. Esta noção de equilíbrio entre forças parece ter sido uma barreira sofrida pelos alunos, pois eles, em mais de uma questão, diziam que o peso ficava maior que o empuxo, ou que o empuxo ficava maior que o peso, mesmo nas situações onde os objetos flutuavam.

Tabela 22: Respostas dos alunos à Questão 2 do pós-teste

Questão 2	
Aluno 2	a marca ira fica mais proximo ao nivel do mar Quando maior o peso a mais espanção de agua
Aluno 3	A marca foi afundando de acordo com o peso em que ele recebia. este navio foi ocupando mas espaço, e a força da gravidade foi ficando maior que a força de empuxo que existia na água e assim a marca estava dada vez mais baicha
Aluno 4	A distância da marca até a água diminuiu pois foi aumentando o peso, aumentando a força da gravidade, então essa força foi maior que a força de empuxo.
Aluno 5	O navio foi afundando porque encheu ele de peso
Aluno 6	foi se aproximando por causa do peso que foi posto a ele.
Aluno 7	porque com o peso, o barco foi ficando pesado foi aumentando a gravidade e a marca vai se aproximando da água e o empuxo vai diminuindo

Aqui, os alunos parecem não compreender a variação das duas grandezas de forma simultânea, uma vez que o aumento de peso provoca o afundamento do navio e conseqüentemente o aumento do empuxo. O Aluno 2 foi o que mais se aproximou de uma descrição adequada ao princípio de Arquimedes, uma vez que relacionou o afundamento a “expansão” da água. Se o navio se encontrasse em um tanque, faria mais sentido, mas como este se encontra no mar, esta expansão é irrisória e para efeitos práticos, inexistente.

O Aluno 3 começou explicando que o afundamento faz o barco ocupar mais espaço, imagina-se que na água. Então o princípio foi compreendido. Logo em seguida, entretanto aponta um aumento da força peso em contrapartida a uma manutenção do empuxo e seria esta diferença que provocaria o afundamento.

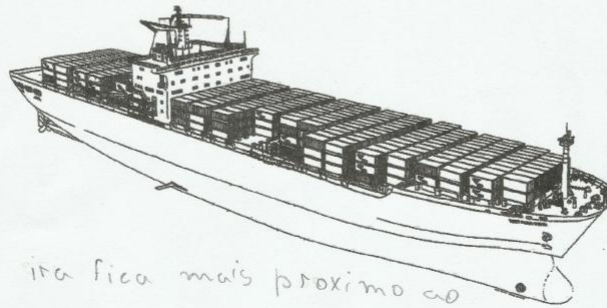
O Aluno 4 e o Aluno 7 também relacionam a ideia de aumento do peso e diminuição do empuxo como a causa da aproximação entre a marca e a água. Já os alunos 5 e 6 relacionam

apenas ao aumento do peso sobre o barco, sem fazer qualquer outra menção.

Número: 02

2 - Um barco de transporte de carga, inicialmente descarregado estava no cais de um porto aguardando o carregamento. Dois marinheiros desocupados fizeram uma marca no casco do navio, na altura de um metro acima do nível do mar.

Conforme o navio foi sendo carregado, o que aconteceu com a distância da marca até a água? Por quê?



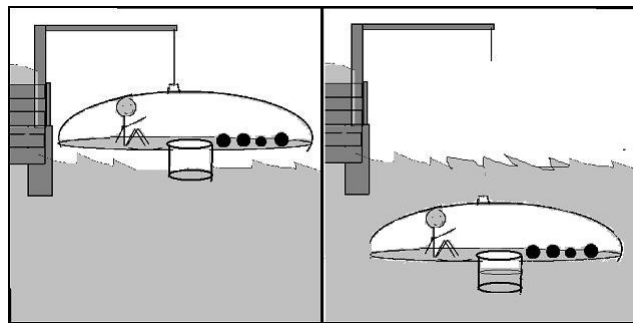
a marca irá ficar mais próximo ao nível do mar

Quando maior o peso a mais expansão de água

Figura 14: Resposta do Aluno 2 à questão 2 do pós-teste

### 4.1.4.3 QUESTÃO 3

3 - Um inventor construiu um submarino usando o seguinte sistema de funcionamento: Uma estrutura metálica, contendo uma única abertura na parte de baixo com um tubo que impede a entrada de água. Ele fica inicialmente suspenso por um cabo, enquanto se colocam pedras em seu interior. Solto o cabo, o submarino afunda, e o tubo se preenche parcialmente de água. O tripulante pode fazer o submarino emergir jogando fora algumas pedras, conforme for necessário.



Explique por que devemos jogar fora algumas pedras para que o submarino volte a superfície.

De maneira mais geral, por que o submarino funciona assim? Em que aspectos esse submarino é semelhante aos submarinos reais?

Tabela 23: Objetivo da Questão 3 do pós-teste

Questão	Objetivo
3	Com esta questão, pretende-se verificar a compreensão dos alunos sobre os princípios básicos do funcionamento de um submarino. Há também a intenção que os alunos apliquem este conhecimento, criativamente, buscando uma solução para o problema apresentado

Esta questão, dividida em duas partes pretendia que os alunos, compreendendo e explicando o funcionamento do submarino dado no exemplo, pudessem estender este funcionamento aos submarinos reais. Esse funcionamento foi explicado durante os experimentos, conforme linhas 95 a 114 e durante o vídeo, linhas 14 a 25.

Na primeira parte da questão, o Aluno 3 respondeu corretamente, dizendo que jogando as pedras fora, o empuxo ficaria maior que a força peso. Os outros alunos responderam bem, embora tenham ou colocado que o empuxo iria aumentar conforme disseram o Aluno 4 e o

Tabela 24: Respostas dos alunos à Questão 3 do pós-teste

Questão 3	
Aluno 2	para diminuir o peso eles tem que fica mais pesado que a força de empuxo para afunda e mais leve para ermegi
Aluno 3	para que a força do empuxo seja maior que da gravidade. Sem o peso maior e a força maior da gravidade ele não iria afundar. E semelhante com as mesmas forças que tem e precisam para afundar e a boiar.
Aluno 4	Para diminuir o peso, aumentando a força do empuxo que empurrará ele para a superfície. Por ele ter essa forma para ele submergir ele precisa ter o peso maior que a força de empuxo e vice-versa para ele emergir o peso tem que ser menor que a força do empuxo, e é semelhante ao submarino real que ambos aumentam a força gravitacional para submergir.
Aluno 5	Para que ele fique mais leve para flutuar No aspecto da flutuação com peso ele se afunda e tirando o peso ele voltará a superfície
Aluno 6	Para que ele fique mais leve e volte a superficie Para que podemos controlar e é a mesma semelhança porque ambos precisa de peso para afundar.
Aluno 7	para aumentar a força do empuxo e deixando o submarino mais leve ele sobe de volta para ele poder voltar para a superfície, e é semelhante a todos porque todo submarino diminui seu peso para voltar a superficie

Aluno 7, ou apenas dizendo que o peso ficando menor o submarino irá flutuar conforme o Aluno 5 e o Aluno 6.

Na segunda parte da questão, pediu-se aos alunos que relacionassem o funcionamento deste submarino com o funcionamento dos submarinos reais. Os alunos, Aluno 2, Aluno 3 e Aluno 4 utilizaram o aumento e diminuição do peso em relação ao empuxo como justificativas, enquanto que os alunos Aluno 5, Aluno 6 e Aluno 7 falaram apenas do peso do submarino, sem utilizar a palavra empuxo ou citar outra relação.

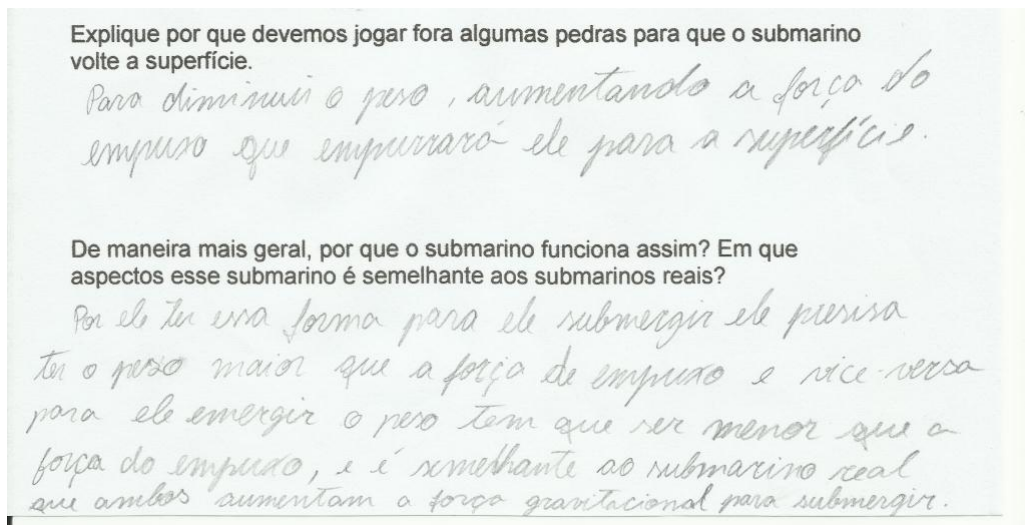


Figura 15: Resposta do Aluno 4 à questão 3 do pós-teste

#### 4.1.4.4 QUESTÃO 4

4 – Um barril está flutuando no mar. Sobre a flutuação deste barril, podemos afirmar que:

- ( ) o barril pesa menos que um quilo de chumbo.
- ( ) o volume deste barril é maior que um elefante
- ( ) o peso do volume de água deslocado pela parte do barril submersa é igual ao peso do barril todo.
- ( ) se o barril estiver totalmente preenchido, ainda que seja feito de madeira, fatalmente irá afundar devido à inércia do movimento das ondas.
- ( ) se o barril está flutuando o seu peso é menor que o empuxo da água sobre ele.
- ( ) se o barril está flutuando o seu peso é menor que o volume de água necessária para enchê-lo.

Justifique.

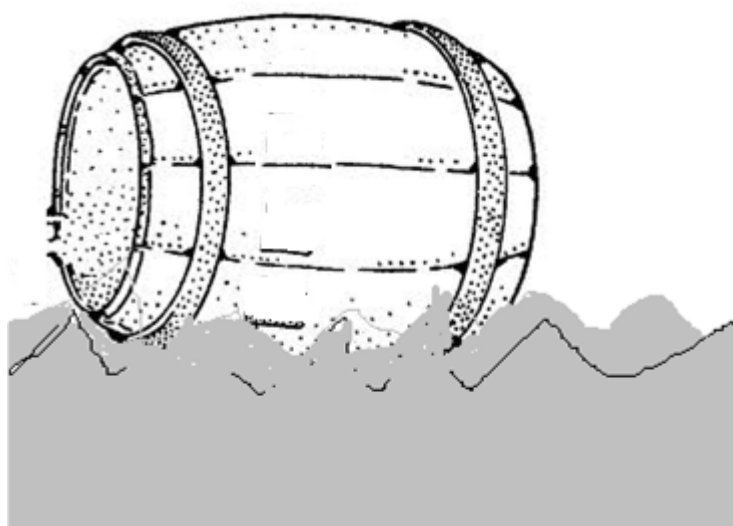


Tabela 25: Objetivo da Questão 4 do pós-teste

Questão	Objetivo
4	Pretende-se verificar se o aluno adquiriu de forma consistente os conceitos e a linguagem do princípio de Arquimedes

Como observado anteriormente, os alunos utilizaram os conceitos científicos, às vezes de forma confusa. Nesta questão os alunos deveriam mostrar a compreensão correta destes termos na explicação do fenômeno e marcar a questão que melhor explicasse o fenômeno descrito e justificar a escolha.

Apesar de certa uniformidade na resposta, apenas dois alunos, Aluno 6 e Aluno 7, marcaram corretamente a terceira opção. Suas justificativas foram as mesmas, mas não explicam nada,

Tabela 26: Respostas dos alunos à Questão 4 do pós-teste

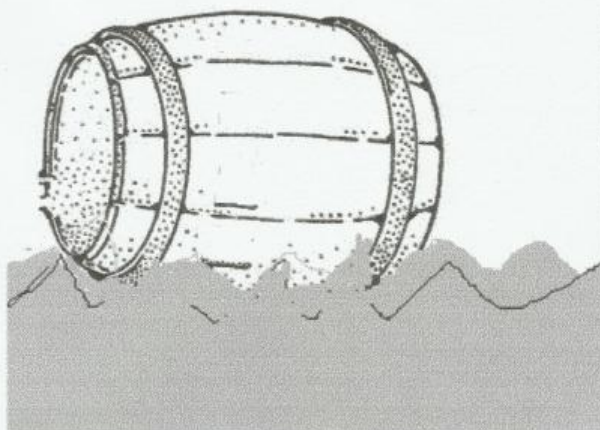
Questão 4	
Aluno 2	quinta se o peso do barril fosse maior que a força de empuxo o barril afundaria
Aluno 3	quinta Porque a força da empuxo da água e maior que a do barril.
Aluno 4	quinta Por ser feito provavelmente de madeira e pela sua forma, a madeira é menos densa que a água
Aluno 5	quinta por causa do formato dele
Aluno 6	terceira porque ele iria afundar
Aluno 7	terceira porque ele iria afundar

ficam soltas, sem sentido. Os outros alunos marcaram a quinta opção. Aqui se percebe uma confirmação de uma visão equivocada na questão 2, onde os alunos dizem que se o objeto flutua, significa que o empuxo é maior que a força peso. Nas justificativas os alunos descreveram novamente as visões simplistas do pré-teste, apontando como causa o material (Aluno 4), o formato (Aluno 4 e Aluno 5) e que se a força peso fosse maior, o barril afundaria (Aluno 2 e Aluno 3).

Talvez para resolver esta questão fosse interessante novo trabalho enfatizando o equilíbrio de forças e também o fato de objetos que estão flutuando sofrem empuxo proporcional ao volume submerso, ou seja, que o empuxo não é constante do corpo, mas varia conforme o volume submerso do corpo. Para isto poder-se-ia utilizar um copo graduado sobre uma cuba com água e uma saída lateral para medir o volume deslocado. Conforme se aumenta o peso dentro da cuba, aumenta-se o peso da água deslocada (empuxo) e se percebe que o volume submerso tem o mesmo volume da água deslocada. Outra opção é colocar um bloco de isopor sobre a água de uma bacia tentando afundá-lo. Vê-se pela nossa sensação de força que quanto mais o afundarmos mais força deveremos fazer para contrabalançar o empuxo.

Número: 7

4 – Um barril está flutuando no mar. Sobre a flutuação deste barril, podemos afirmar que:



- o barril pesa menos que um quilo de chumbo.
- o volume deste barril é maior que um elefante
- o peso do volume de água deslocado pela parte do barril submersa é igual ao peso do barril todo.
- se o barril estiver totalmente preenchido, ainda que seja feito de madeira, fatalmente irá afundar devido à inércia do movimento das ondas.
- se o barril está flutuando o seu peso é menor que o empuxo da água sobre ele.
- se o barril está flutuando o seu peso é menor que o volume de água necessária para enchê-lo.

Justifique. *porque ele iria afundar*

Figura 16: Resposta do Aluno 7 à questão 4 do pós-teste

#### 4.1.4.5 QUESTÃO 5

5 – Agora seu filho chega até você e pergunta:  
 – Papai, por que é que barco de ferro pode flutuar?  
 Como você explicaria a ele esse fato de forma correta e científica?

Tabela 27: Objetivo da Questão 5 do pós-teste

Questão	Objetivo
5	Pretende-se verificar se o aluno consegue descrever a flutuação dos barcos, mesmo que usando suas próprias palavras, mas com os conceitos científicos corretos

Esta questão, após as outras tem como objetivo verificar a expressão dos conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre a flutuação dos barcos. Nesta questão, esperava-se que os alunos fizessem uma síntese dos conhecimentos adquiridos até aqui, de preferencia utilizando um vocabulário adequado.

Tabela 28: Respostas dos alunos à Questão 5 do pós-teste

Questão 5	
Aluno 2	eu falaria para ele presta atenção nas aulas de fisica.
Aluno 3	Porque e muita água então sua força de empuxo e enorme devido o tamanho o formato do barco com suas poucas forças de gravidade, de acordo com o tamanho do mar e devido a água salgada.
Aluno 4	Pelo formato dele.
Aluno 5	Por causa do formato que ele é feito
Aluno 6	por causa do formato do barco
Aluno 7	por causa do formato que ele está sobre a água ondependente do seu peso ele não afunda

O Aluno 2 se esquivou de dar uma resposta, apenas dizendo que pediria ao filho para prestar atenção às aulas de física. O Aluno 3 parece ter compreendido bem, mas sua resposta ficou muito confusa. Em pouco mais de trinta palavras ele falou da importância do formato, da força de empuxo, da gravidade e da água salgada. Ele também colocou o tamanho do mar na explicação, que conceitualmente está errado, uma vez que o empuxo não depende do tamanho do reservatório, desde que tenha um tamanho mínimo que permita a flutuação.

Os outros alunos responderam de forma curta e simples, indicando apenas o formato do barco como o responsável pela flutuação. Não citaram empuxo, nem peso, nem nada além.

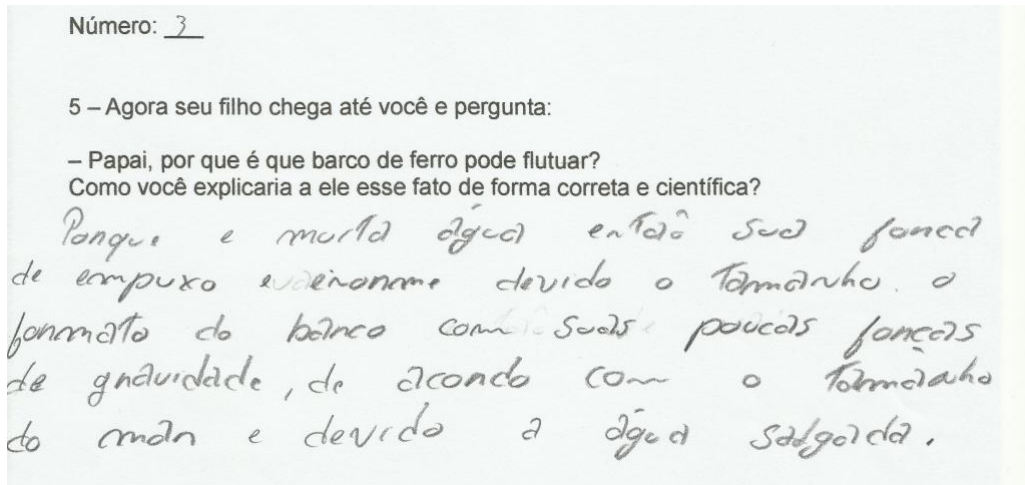


Figura 17: Resposta do Aluno 3 à questão 5 do pós-teste

#### 4.1.4.6 QUESTÃO 6

6 – DESAFIO

José comprou uma maçã e resolveu brincar com seu amigo. Pesou a maçã em uma balança e anotou seu peso. Sabendo que seu amigo era muito esperto, propôs a ele que descobrisse o peso da maçã sem colocar a maçã na balança. Levando em conta o que aprendemos sobre o princípio de Arquimedes, de que forma o amigo de José poderia saber o peso desta maçã sem pesá-la?

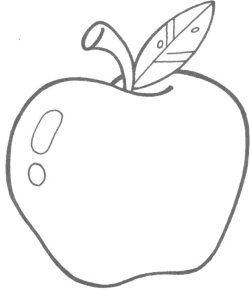


Tabela 29: Objetivo da Questão 6 do pós-teste

Questão	Objetivo
6	Pretende-se verificar se os alunos conseguem fazer uso dos conceitos apresentados em situações práticas do cotidiano, embora idealizadas

Nesta questão, os alunos colaboraram entre si para responder. Como havia um prêmio pela descoberta, eles se esforçaram e foram discutindo entre si, fazendo várias sugestões até que

Tabela 30: Respostas dos alunos à Questão 6 do pós-teste

Questão 6	
Aluno 2	colocava dentro de uma vasilha com um furo e colocava a maçã dentro o tanto de água que a maçã desloca para fora da vasilha sera o peso da maçã
Aluno 3	iria colocar ela em uma vasilha com água com escoamento, depois iria pesar a água escoada e iria saber o peso da maçã.
Aluno 4	Pegando um recipiente com água e uma saída lateral, coloca a maçã dentro da água e então pesa-se essa água recolhida, como a maçã boia na água a força do empuxo é igual a força da gravidade e por fim o peso da água recolhida é o mesmo peso da maçã.
Aluno 5	Colocando ela dentro de uma vasilha de água e a água que sair você pesa ela e vai dar o mesmo peso da maçã
Aluno 6	É o mesmo peso Por causa do impulso, quando colocada dentro de água o peso que você tirar de água e o peso dele.
Aluno 7	colocando ela na água, o que sai de líquido é o peso da maçã

uma boa parte deles chegou a conclusão que havia apenas a forma por eles escrita. O teste foi feito e revelou-se adequado, com uma precisão muito boa. Logo em seguida, foi pedido que escrevessem a forma de fazer a pesagem corretamente, o que permitiu que ambos escrevessem a resposta correta.

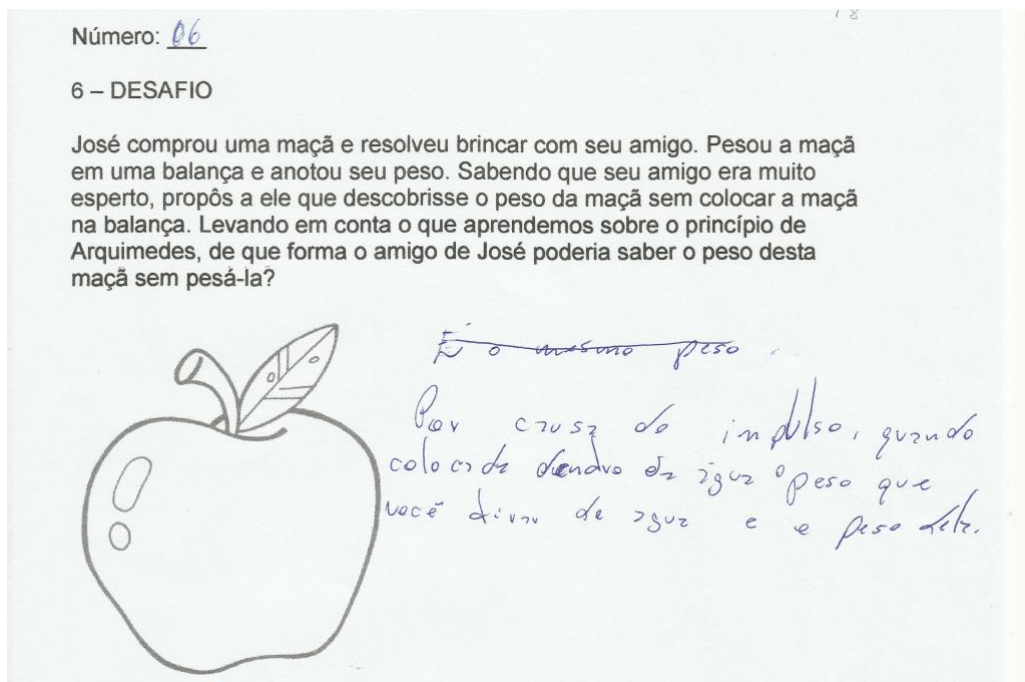


Figura 18: Resposta do Aluno 6 à questão 6 do pós-teste

## 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando os resultados apresentados, o que se pode verificar? Os alunos apresentaram uma boa evolução na compreensão dos conceitos, apresentando modificações em suas formas de pensar e até mesmo traçando relações que antes da realização das atividades não se verificava.

Como podemos ver, por exemplo, na resposta do Aluno 3 na questão 5 do pré-teste, como pode ser visto na tabela 17 e resposta do mesmo aluno na questão 1 do pós-teste, conforme tabela 20, os conceitos agora estão de forma mais correta, apresentam-se mais claramente e tem mais coerência com o pensamento científico. Entretanto, como Lima, Júnior e Paula (2009) nos mostra, citando Piaget, a fixação dos conceitos é um processo demorado, que se faz com o tempo e conforme o estudante tem mais contato com estes conceitos ocorrem mais desequilibrações e equilibrações, levando finalmente à assimilação/acomodação.

Para a realização da atividade investigativa utilizou-se como justificativa uma série de habilidades que poderiam ser desenvolvidas utilizando esta abordagem, conforme final da seção 2.2 e seção 2.3. Retomando agora estas habilidades, vamos localizar nas atividades desenvolvidas essas habilidades e como elas foram trabalhadas, com resultados significativos ou não.

**1 - A autonomia:** Caracterizando a autonomia, podemos descrevê-la como faculdade de se guiar por si mesmo (Editora Melhoramentos, 2012). Os alunos que desenvolvem a autonomia passam a resolver os problemas com o próprio esforço, dependendo cada vez menos de outrem

para fazê-lo. Os estudantes não rejeitam ajuda ou auxílio, mas eles próprios passam a conhecer o momento de pedir. Nesta atividade, a capacidade de descrever os fenômenos estudados e de sugerir situações para investigar o fenômeno leva a crer que esta habilidade foi trabalhada.

Em diversas situações, como na linha 62 do relato da experiência, podemos verificar que os próprios alunos sugeriam a forma de fazer com que a Massa B flutuasse. Na questão 6 do pós-teste, os alunos eram incitados a resolver o problema, utilizando dos conhecimentos adquiridos durante a realização da atividade. Essa postura de utilizar o conhecimento adquirido para resolver um problema prático que se apresenta é uma das características da autonomia.

**2 - Crítica e a Reflexão:** Podemos agrupar a crítica e a reflexão em um mesmo grupo. Isso porque a crítica sem reflexão não leva a lugar nenhum. Quando os alunos foram questionados durante todo o desenvolvimento da atividade investigativa sobre o significado e as relações entre este ou aquele fenômeno, estava-se trabalhando a habilidade da crítica e da reflexão.

Podemos ver também quando o aluno é questionado a respeito das situações do dia a dia onde ele se depara com a diminuição do peso em função de estar mergulhado em um líquido, os alunos passam a ser obrigados a pensar sob uma ótica diferente as situações. São levados a uma postura crítica das explicações simplistas e não científicas. Durante a explicação do submarino de ludião linhas 95 a 114, vemos que a principal preocupação deles é em encontrar uma explicação, não aceitando de imediato a opção de ser um poder metafísico da mente o responsável pelo movimento do ludião.

Vemos durante o vídeo também diversas situações. O vídeo inicia com relações entre o submarino e forças, com a gravidade e o empuxo. Ele conduz através de situações onde é necessário que o estudante se poste criticamente, comparando com sua experiência do dia a dia para verificar se o que apresenta é verdade. O aluno se postando criticamente acaba sendo levado a uma situação de reflexão sobre o que esta sendo dito.

A questão 3 do pós teste é bastante representativa da reflexão e da postura crítica, assim como a questão 4, onde os fenômenos apresentados são questionados como verdadeiros e pedindo que os alunos ampliem e estendam aos conceitos trabalhados.

**3 - Criatividade:** A criatividade, como “capacidade de criar” (Editora Melhoramentos, 2012) coloca o aluno em uma situação onde precisa criar uma situação nova, uma situação por eles ainda não vivenciada que permita resolver uma situação que se deparam. Precisam usar os meios que possuem e muitas vezes improvisar. Vemos na atividade investigativa experimental a partir da linha 62, a criatividade. Nesta mesma situação se observa a autonomia, já descrita acima. A criatividade também é exercitada na última questão do pós-teste, onde os alunos

devem resolver o problema apresentado.

**4 - Sensibilidade:** “Capacidade de um organismo para receber estimulações.” (Editora Melhoramentos, 2012) Como podemos ver, essa habilidade, muitas vezes tida como a pessoa que se deixa guiar facilmente pelas emoções também envolve este significado, que evoca a capacidade do ser humano em perceber estímulos que normalmente passam despercebidos. Pode-se ver essa capacidade sendo desenvolvida durante o vídeo, apontando, por exemplo, se haveria diferença entre a água salgada e água com açúcar, linhas 115 a 120.

**5 - Participação e Diálogo:** Tratar da participação como atitude ativa dos alunos frente à situação de aprendizagem mostra o quanto os alunos durante a atividade tiveram participação. Durante toda a realização da atividade os alunos se postaram de forma ativa nas atividades, perguntando, fazendo questionamentos, sugestões. Este aspecto que inicialmente orientou para que esta turma fosse escolhida para realizar a atividade se mostrou verdadeiro. Através do diálogo e da participação, as atividades puderam se desenvolver plenamente e com aproveitamento muito bom, mesmo frente às dificuldades vivenciadas, como a ausência de muitos alunos em cada atividade, burocracia para realização das atividades, pouca liberdade de ações.

**6 - Estabelecimento de vínculos afetivos:** Quando tratamos essa potencialidade, podemos verificar a carência que estes alunos possuem. Conversando com os professores que trabalham a mais tempo sempre é recorrente entre eles este assunto, sobre a carência dos alunos. “O espaço da escola prisional torna-se, para aquelas pessoas privadas de liberdade, um local de possibilidade de rompimento com o ‘aprisionamento’, um espaço de intervenção social em que o professor investe, além de suas habilidades profissionais, o que é como pessoa”(VIEIRA, 2008).

Pode-se ver o estabelecimento dos vínculos afetivos mais pelo cuidado e pelo respeito que os alunos demonstraram durante a realização do trabalho. Ao final, quando foi distribuída a maçã, como agradecimento e prêmio pelo trabalho desenvolvido, percebia-se neles um carinho e uma satisfação de ter feito parte do projeto.

**7 - Troca de experiências:** Enquanto os alunos discutiam, diversas vezes apareciam outros complementando as falas uns dos outros, explicando situações sob outro ponto de vista, como no caso do Aluno 3 explicando sobre sua experiência carregando a pedra dentro da água, ou então quando os alunos corrigiram o Aluno 6 durante a realização da experiência após o vídeo, uma vez que eles já haviam realizado. Essas trocas de experiência, bem como as conversas durante a realização dos testes, onde os alunos discutiam entre si a melhor forma de responder mostram que o este trabalho também prezou pelo exercício desta habilidade.

**8 - Respeito:** Um professor vem de fora e se mete a realizar trabalhos dentro da sala de aula, tirando os alunos da rotina. É frequente ouvir dos alunos que professores tem medo de dar aula naquele ambiente. Por isso eles têm muito respeito por aqueles professores que se prestam a dar aulas ali. E este respeito não é apenas sob o ponto de vista do medo, devido a presença do agente fora da sala, mas de profundo respeito humano, que reconhece no outro a presença de alguém comprometido com a educação deles. E os professores, em contrapartida, tratam os alunos com o respeito que todo ser humano merece, cobrando deles desempenho acadêmico igual a qualquer turma de jovens e adultos. Esse ambiente de respeito se torna um ambiente de tamanha tranquilidade que muitos professores têm na educação dentro do presídio a preferência no momento de escolher as escolas onde trabalhar.<sup>2</sup>

**9 - Tolerância:** Lidar com situações de conflito é uma das habilidades mais importantes de ser trabalhada em uma escola. Se a escola se encontra em um presídio, é ainda mais crucial este trabalho. Lidar com ideias contrárias através de argumentos e ideias é muito importante em nossa sociedade hoje. Durante a realização da experiência, em diversos momentos como linhas 62 a 76 e seção 4.1.3, onde o Aluno 6 diz que é impossível que a Massa B flutue, apontaram-se opiniões diversas que eram levadas ao campo da experiência para dirimir as dúvidas e dar os argumentos necessários à discussão, pautando-se pela tolerância à diversidade de ideias.

**10 - Pesquisa:** “Ação ou efeito de pesquisar; busca, indagação, inquirição, investigação” (Editora Melhoramentos, 2012). A principal característica do ensino por investigação é a pesquisa. O que diferencia esta metodologia é a realização de atividades que exploram uma postura investigativa dos alunos, com características que aproximam o ensino da pesquisa realizada pelos cientistas em seus laboratórios.

Sá et al. (2008a) dá algumas destas características e agora estas características serão apontadas nos diversos momentos da realização das atividades.

- **Problematização**

A problematização ocorreu no início da atividade, fruto de uma pergunta que surgiu durante algumas aulas e no início da atividade experimental linhas 2 da descrição, bem como antes da exibição do vídeo, seção 4.1.3 e da discussão do pré-teste. Durante toda a realização da atividade foram colocadas questões que levam os alunos a explorar as ideias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar

---

<sup>2</sup>Essa escolha se refere à designação que ocorre no início do semestre letivo, para contratação de professores da rede estadual de ensino. Existe uma listagem com uma classificação que obedece critérios determinados pela própria Secretaria de Educação de Minas Gerais. Os mais bem colocados tem preferência para realizar a escolha dentre as vagas disponíveis.

delas. Pode-se ver essas características no relato da experiência, onde a todo momento se pergunta aos alunos relações, explicações, razões e correlações.

- **Atividades Generativas**

As atividades desencadearam diversas discussões entre os alunos, muitas vezes impossíveis de serem traduzidas, pois fazem parte do chamado “brain storm”. Neste momento é muito difícil compreender o que cada aluno fala. Dessas discussões, surgiram ideias para desenvolver a atividade, como a construção de uma forma chata da Massa B ou a forma de “bacia” linhas 62 a 76 do relato da atividade, ou a sugestão de utilizar açúcar em vez de sal, linhas 115 a 120 .

- **Desenvolvimento de argumentos**

Um dos momentos mais interessantes se deu no momento em que os alunos tentaram explicar o funcionamento do ludião. Ali os alunos levantaram muitas possibilidades, assim como no momento de estender os resultados para resolver a última questão do pós-teste, onde os alunos tentaram resolver o problema de como pesar a maçã usando os conceitos aprendidos sem colocar a maçã na balança. Não bastava responder, mas era preciso justificar e através da experiência, testar.

Também na questão 3 e em todas as questões onde se pedia justificativa para os fenômenos observados, o desenvolvimento dos argumentos era trabalhado e incentivado. Percebemos uma mudança grande nas respostas do pré-teste, principalmente nos estudantes Aluno 5 e Aluno 6, uma vez que no primeiro teste responderam quase todas as questões de forma muito sucinta e no pós teste foram mais prolixos, com mais argumentos. Ainda assim, muitos dos argumentos estavam equivocados, mas mostra uma mudança de postura, que pode levar ao desenvolvimento pleno desta habilidade e conseqüentemente à aquisição do conhecimento.

- **Engajamento**

O engajamento dos estudantes foi fantástico. Durante o relato, percebeu-se na linha 72 a alegria dos estudantes quando conseguiram fazer a Massa B flutuar ou a descontração quando descobriram o funcionamento do ludião. Nesses momentos, onde a emoção transborda, percebemos que os alunos estão realmente envolvidos no trabalho e passam a ter uma relação muito próxima e pessoal com o problema. Esse envolvimento ajuda muito na aprendizagem, como a ponta Ausubel em sua teoria da aprendizagem significativa. (PELIZZARI; KRIEGL, 2001)

- **Socialização dos resultados**

Como no dia da realização das atividades investigativas experimentais não estavam todos os alunos presentes, no dia da exibição do vídeo, os alunos começaram a explicar uns aos outros como funcionavam e os fenômenos que eram esperados. Os alunos também relataram que usando materiais conseguidos dentro da cela repetiram o experimento ludião para seus colegas, fazendo brincadeiras com eles e depois explicando o funcionamento. Este extensão do conhecimento é a melhor forma de divulgação da cultura científica. Aprender socialmente, como diz Vigostsky (LIMA; JÚNIOR; PAULA, 2009).

## **5      *CONSIDERAÇÕES FINAIS***

No desenvolvimento deste trabalho fez-se a descrição de uma atividade realizada no interior do sistema prisional com jovens e adultos presos. A atividade foi desenvolvida de forma a provocar uma reflexão sobre esta modalidade de ensino e as implicações que ela possui. Como se viu, existem diversas limitações no trabalho docente, como a grande burocracia para iniciar o trabalho, prioridade na segurança o que muitas vezes atrasa o trabalho docente em sua forma plena.

Por outro lado, percebemos que existem iniciativas que visam diminuir os problemas presentes nesta modalidade e o envolvimento de profissionais, tanto os professores como os agentes penitenciários, visando a efetividade da educação para este público.

Existem limitações envolvendo a formação dos alunos, que marcados pelas diversas situações de vida, apresentam dificuldades na leitura, escrita e interpretação. Estas dificuldades são vivenciadas por todos aqueles que trabalham com a educação de jovens e adultos. Podemos ver, entretanto, que em um trabalho envolvendo uma diversidade de habilidades, a resposta destes alunos é muito positiva. As habilidades listadas e analisadas em Discussões mostram claramente esse potencial dos alunos e como o ensino por investigação pode contribuir nesta situação especial de ensino.

O desenvolvimento de habilidades como a autonomia, a crítica, a criatividade, a reflexão, a sensibilidade, a participação, o diálogo, o estabelecimento de vínculos afetivos, a troca de experiências, a pesquisa, o respeito e a tolerância são fundamentais em qualquer modalidade de ensino. A utilização de atividades com as características investigativas (Conter um problema, Atividades generativas, Propiciar o desenvolvimento de argumentos, Motivar e mobilizar os estudantes, Propiciar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma), são excelentes meios de trabalhar as habilidades listadas acima.

A utilização do problema da flutuação dos barcos e o fato de ser um problema que surgiu dentro das salas parece ter colaborado para o envolvimento dos alunos. De fato este é um dos pilares da proposta investigativa: a problematização. O problema a ser trabalhado deve ser um

problema para os alunos também.

Finalmente percebe-se o quanto é necessário aprender a trabalhar nesta modalidade de ensino, a educação de jovens e adultos, e aprender mais ainda sobre a educação de jovens e adultos presos. A simples proposta de uma atividade isolada, em uma única turma de um presídio não irá resolver. É necessário o envolvimento prático da academia, dos centros de pesquisa e de profissionais que compartilhem sua experiência, principalmente na formação dos futuros professores permitindo assim uma boa formação para os sujeitos envolvidos neste processo.

## **5.1 PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS**

O presente trabalho desenvolveu o estudo sobre aplicação de uma atividade investigativa para uma turma de jovens e adultos localizada no interior de um presídio. Ele traz algumas contribuições em cada uma das situações de abordagens, seja na educação de jovens e adultos, na educação prisional ou no ensino por investigação. Estudos futuros podem abordar com maior profundidade cada um destes temas, com enfoques mais direcionados à aprendizagem, em amostras de turma maiores ou mesmo abordando as dificuldades de aprendizagem deste público ainda pouco conhecido para a pesquisa em ensino de física.

Pode-se perceber a relevância de uma abordagem investigativa sob o ponto de vista de uma educação para os adultos presos e sua posterior ressocialização. Mas apenas a educação não basta para que a volta destes indivíduos ao convívio social possa ocorrer satisfatoriamente. Sabemos que a educação cumpre um papel social muito importante e estudar e buscar formas de que a educação possa melhorar ainda mais essa tarefa é papel do Estado, mas principalmente de cada um de nós.

Educar jovens e adultos presos é o mínimo que podemos fazer para ajudar a própria sociedade, permitindo assim que estes jovens adquiram uma perspectiva de vida além do crime e possam recobrar própria a dignidade. O amor incondicional que cada um dos profissionais envolvidos neste processo deve nortear os trabalhos e se traduzir em um tratamento humano adequado que todos os alunos, sejam eles presos ou não, merecem.

## **REFERÊNCIAS**

- AXT, R. Professores de hoje, alunos de ontem... (dificuldades com alguns conceitos-chave sobre fluidos). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 5, n. 1, p. 160–171, 1988.
- BORGES, A. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, p. 291–313, 2008. Disponível em: <<http://journal.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6607/6099>>.
- BRASIL. *LEI No 10.172, DE 9 DE JANEIRO DE 2001*. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm)>.
- BRASIL. *Parecer CNE/CEB nº 4/2010, aprovado em 9 de março de 2010 - Diretrizes Nacionais para a oferta de educação para jovens e adultos em situação de privação de liberdade nos estabelecimentos penais*. [S.l.], 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12992:diretrizes-para-a-educacao-basica&catid=323](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12992:diretrizes-para-a-educacao-basica&catid=323)>.
- BRASIL. *Lei Nº 7.210, de 11 de julho de 1984. Institui a Lei de Execução Penal - Versão 2012*. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7210.htm)>.
- CARREIRA, D. *Relatoria Nacional para o Direito Humano à Educação: Educação nas Prisões Brasileiras*. São Paulo, 2009. v. 55, n. 11. Disponível em: <<http://www.observatoriodaeducacao.org.br/images/pdfs/relatorioeducacaonasprioesfinal.pdf>>.
- CHIAVERINI, T. *Origem da pena de prisão*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, 2009. Disponível em: <[www.observatoriodeseguranca.org/](http://www.observatoriodeseguranca.org/)>.
- Di Pierro, M. C. Notas sobre a redefinição da identidade e das políticas públicas de educação de jovens e adultos no Brasil. *Educação & Sociedade*, v. 26, p. 1115–1139, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/es/v26n92/v26n92a18.pdf>>.
- DIDAK. *Flutuação - Coleção Didak Ensino Médio*. [S.l.]: Didak net.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química nova na escola*, n. 9, p. 31–40, 1999. Disponível em: <[qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf)>
- Editora Melhoramentos. *Dicionário de Português Online*. 2012. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>.
- FILHO, A. I.; SILVA, R. B. e.; PÔRTOJR., G. *Humanização e Direitos Humanos no Sistema Prisional*. 1º. ed. Palmas: Secretaria de Educação do Estado do Tocantins / Gerência de Jovens e Adultos, 2007. Disponível em: <[http://www.unitins.br/gpect/Arquivos/Modulo\\_4\\_Direitos\\_Humanos\\_Tocantins\\_abertura\\_e\\_sumario.pdf](http://www.unitins.br/gpect/Arquivos/Modulo_4_Direitos_Humanos_Tocantins_abertura_e_sumario.pdf)>.

- HADDAD, S.; DIPIERRO, M. C. Escolarização de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Educação*, Mai/Jun/Ju, n. 14, p. 108–130, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n14/n14a07.pdf>>.
- LIMA, M. E. C. d. C. e.; JÚNIOR, O. G. d. A.; PAULA, H. d. F. e. Formação e Evolução dos Conceitos. In: LIMA, M. E. C. d. C. e.; MARTINS, C. M. d. C.; PAULA, H. d. F. e. (Ed.). *Ensino de Ciências por Investigação - ENCI*. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2009. p. 118.
- MINAS\_GERAIS. *Lei 19.481/2011 de 12/01/2011 Institui o Plano Decenal de Educação do Estado*. 2011. Disponível em: <<http://ws.mp.mg.gov.br/biblio/informa/140114296.htm>>.
- MORAES, C. S. V.; ALAVARSE, O. M. Ensino médio: possibilidades de avaliação. *Educação & Sociedade*, v. 32, n. 116, p. 807–838, set. 2011. ISSN 0101-7330. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73302011000300011&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302011000300011&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. d. C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? ... *em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, p. 72–89, 2007. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/122/172>  
<<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1295/129516644007.pdf>>.
- ORLANDI, A. S. et al. *Ensino de Ciências por Investigação*. [S.l.]: CDCC-USP - Centro de Divulgação Científica e Cultural, 2009. 160 p.
- PAULA, H. d. F. e. Experimentos e experiências. *Presença Pedagógica*, v. 10, n. 60, p. 74–76, 2004.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Rev. PEC*, ..., p. 37–42, 2001. Disponível em: <[http://files.percursosdosaber.webnode.pt/200000019-5b51c5c4b8/teoria\\_da\\_aprendizagem\\_signifi.\\_Ausubel.pdf](http://files.percursosdosaber.webnode.pt/200000019-5b51c5c4b8/teoria_da_aprendizagem_signifi._Ausubel.pdf)>.
- PIMENTEL, J. R.; YAMAMURA, P. Bic: Um Ludião que Funciona. *Física na Escola*, v. 7, n. 1, p. 34, 2006.
- PORTUGUES, M. Educação de adultos presos. *Educação e Pesquisa*, v. 27, n. 2, p. 355–374, jul. 2001. ISSN 1517-9702. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022001000200011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022001000200011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)  
<[http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/298/29827211/29827211\\_5.html](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/298/29827211/29827211_5.html)>.
- PRACIANO, E. R. T. *O direito de punir na Constituição de 1988 e os reflexos na execução da pena privativa de liberdade*. Tese (Doutorado) — Universidade de Fortaleza, 2007. Disponível em: <<http://uol01.unifor.br/oul/conteudosite/F1066349447/Dissertacao.pdf>>.
- QUELUZ, E. L. *Cela de aula : espaço de ensino - aprendizagem*. Tese (Doutorado), 2006. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080//dspace/handle/1884/6986>>.
- Sá, E. F. de et al. Ensino de Ciências com Caráter Investigativo I. In: LIMA, M. E. C. d. C. e.; MARTINS, C. M. d. C.; MUNFORD, D. (Ed.). *Ensino de Ciências por Investigação - ENCI*. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008. v. 1, p. 109. ISBN 8599372-46-7.

Sá, E. F. de et al. Ensino de Ciências com Caráter Investigativo II. In: LIMA, M. E. C. d. C. e.; MARTINS, C. M. d. C.; MUNFORD, D. (Ed.). *Ensino de Ciências por Investigação - ENCI*. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008. v. 2, p. 130. ISBN 85-993747-5.

SEE-MG, S. d. E. d. E. a. d. M. G. *Resolução SEE Nº 1025, DE 26 de dezembro de 2007. Institui e regulamenta a organização curricular a ser implementada nos cursos de ensino médio das unidades de ensino da rede estadual de Educação*. 2007. Disponível em: <[www.educacao.mg.gov.br](http://www.educacao.mg.gov.br)>.

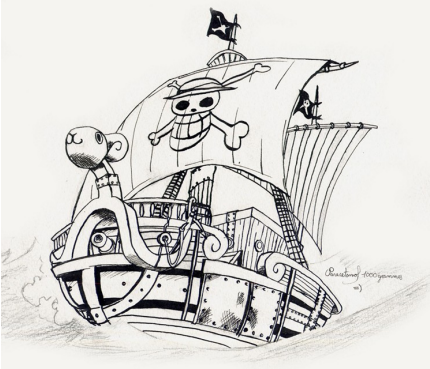
VIEIRA, E. d. L. G. *Trabalho docente: de portas abertas para o cotidiano de uma escola prisional*. 136 p. Tese (Dissertação de Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

## ***APÊNDICE A - PRÉ TESTE***

Pré-teste utilizado para as atividades.

## PRÉ-TESTE – Por que os barcos flutuam?

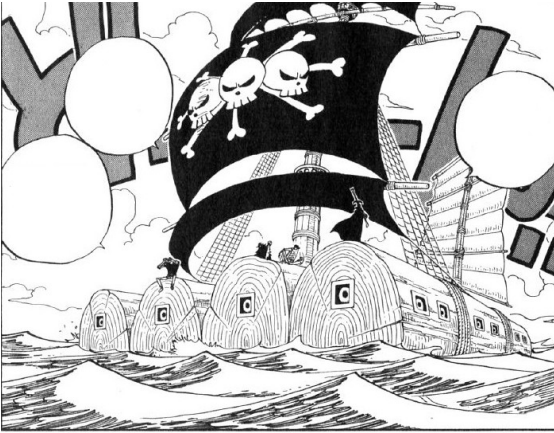
Número: \_\_\_\_



1 - Como você explica o fato de os barcos flutuarem? Explique com suas palavras

## PRÉ-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_



2 - Quais fatores influenciam na flutuação de um barco? Marque os fatores que você considera importantes e justifique.

( ) A forma do barco, porque...

( ) O material de que o barco é feito (madeira, ferro, plástico, ...) porque...

( ) Onde o barco se encontra, se no mar ou no rio...

( ) A quantidade de carga transportada, por que...

## PRÉ-TESTE – Por que os barcos flutuam?

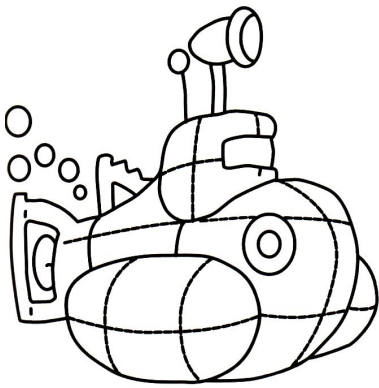
Número: \_\_\_\_



3 - O que pode fazer um barco afundar? Descreva algumas possíveis causas.

## PRÉ-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

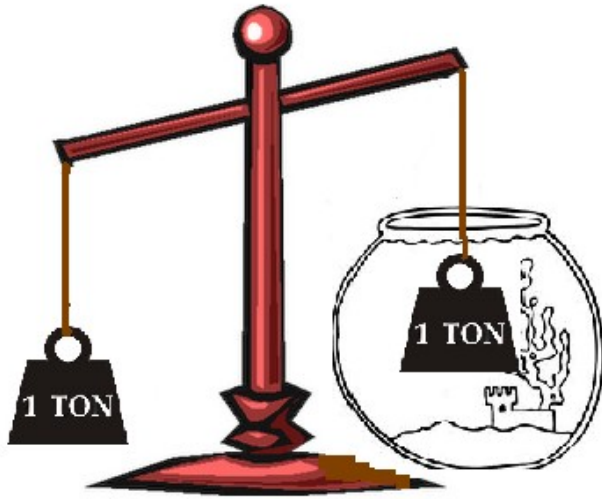


4 – O que permite a um submarino afundar e emergir está relacionado à flutuação de um barco? Tente relacionar o funcionamento do submarino e a flutuação do barco.

PRÉ-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

5 - Existe alguma relação entre as coisas ficarem mais leves na água e a flutuação dos barcos?



## ***APÊNDICE B - PÓS TESTE***

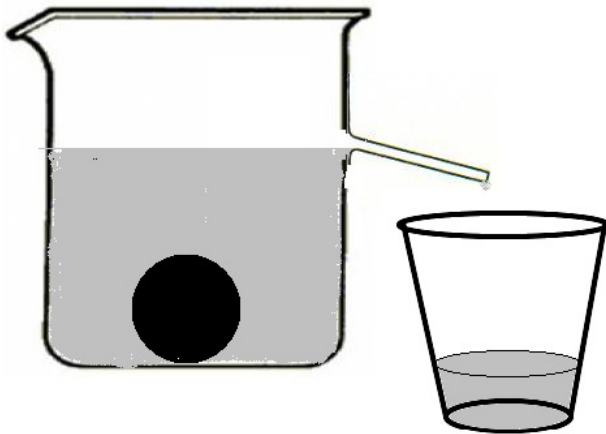
Pós-teste utilizado para as atividades.

## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

1 – José pegou um béquer com uma saída lateral e o encheu com água até o tubo de saída lateral. Depois pegou uma bolinha de gude e colocou dentro do béquer. Ele observou que através da saída lateral, vazou certa quantidade de água, que ele recolheu em um copo.

Quais relações existentes entre a bolinha de gude e a água recolhida no copo?

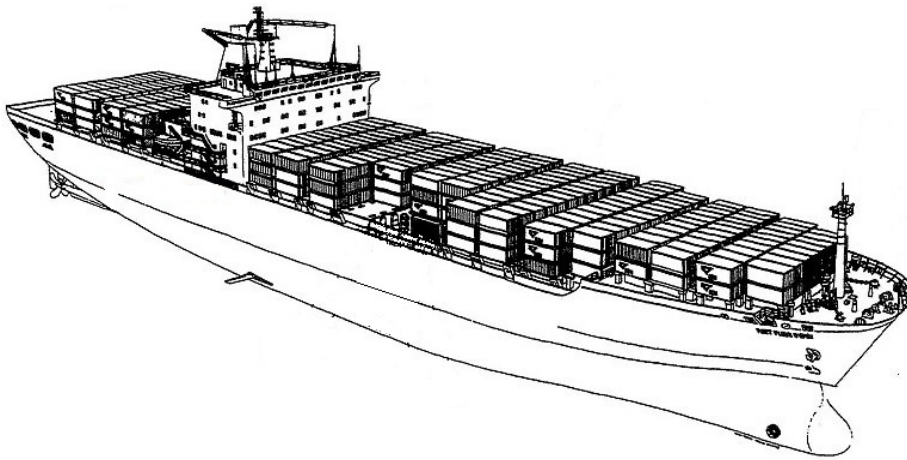


## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

2 - Um barco de transporte de carga, inicialmente descarregado estava no cais de um porto aguardando o carregamento. Dois marinheiros desocupados fizeram uma marca no casco do navio, na altura de um metro acima do nível do mar.

Conforme o navio foi sendo carregado, o que aconteceu com a distância da marca até a água? Por quê?

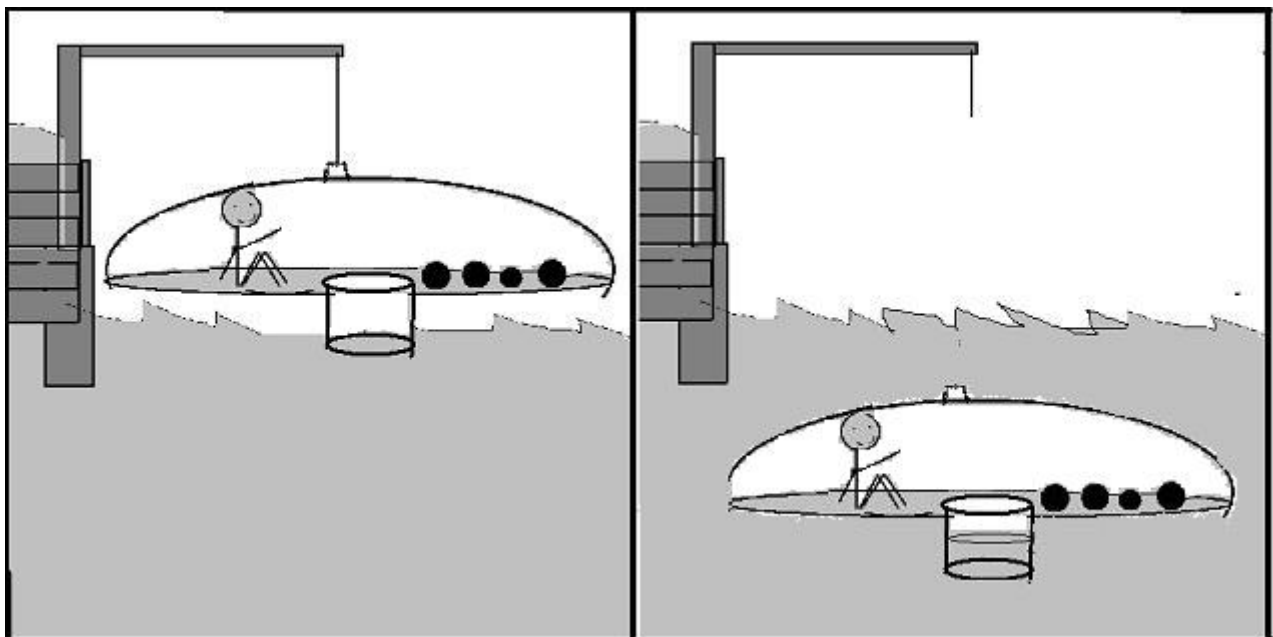


## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

3 - Um inventor construiu um submarino usando o seguinte sistema de funcionamento:

Uma estrutura metálica, contendo uma única abertura na parte de baixo com um tubo que impede a entrada de água. Ele fica inicialmente suspenso por um cabo, enquanto se colocam pedras em seu interior. Solto o cabo, o submarino afunda, e o tubo se preenche parcialmente de água. O tripulante pode fazer o submarino emergir jogando fora algumas pedras, conforme for necessário.



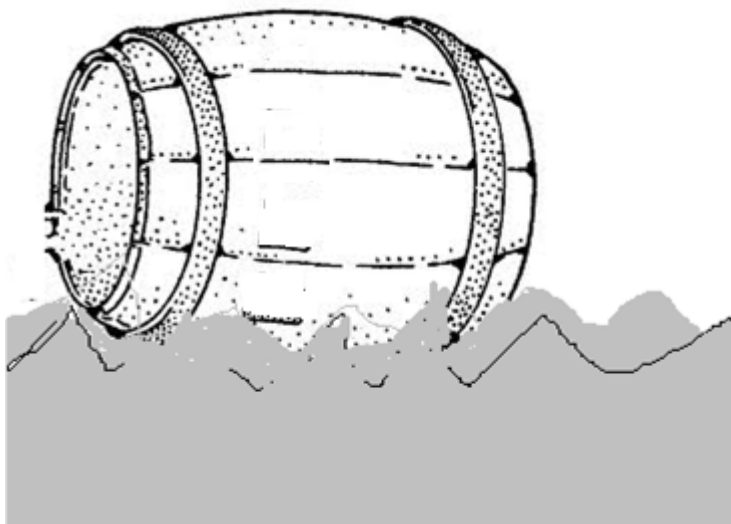
Explique por que devemos jogar fora algumas pedras para que o submarino volte a superfície.

De maneira mais geral, por que o submarino funciona assim? Em que aspectos esse submarino é semelhante aos submarinos reais?

## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

4 – Um barril está flutuando no mar. Sobre a flutuação deste barril, podemos afirmar que:



- o barril pesa menos que um quilo de chumbo.
- o volume deste barril é maior que um elefante
- o peso do volume de água deslocado pela parte do barril submersa é igual ao peso do barril todo.
- se o barril estiver totalmente preenchido, ainda que seja feito de madeira, fatalmente irá afundar devido à inércia do movimento das ondas.
- se o barril está flutuando o seu peso é menor que o empuxo da água sobre ele.
- se o barril está flutuando o seu peso é menor que o volume de água necessária para enchê-lo.

Justifique.

## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

5 – Agora seu filho chega até você e pergunta:

– Papai, por que é que barco de ferro pode flutuar?

Como você explicaria a ele esse fato de forma correta e científica?

## PÓS-TESTE – Por que os barcos flutuam?

Número: \_\_\_\_

### 6 – DESAFIO

José comprou uma maçã e resolveu brincar com seu amigo. Pesou a maçã em uma balança e anotou seu peso. Sabendo que seu amigo era muito esperto, propôs a ele que descobrisse o peso da maçã sem colocar a maçã na balança. Levando em conta o que aprendemos sobre o princípio de Arquimedes, de que forma o amigo de José poderia saber o peso desta maçã sem pesá-la?

