

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

LEANDRO DA HORA SILVA

**O USO DO EPISÓDIO HISTÓRICO DE ARQUIMEDES COMO FATOR
MOTIVADOR NAS AULAS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

LEANDRO DA HORA SILVA

**O USO DO EPISÓDIO HISTÓRICO DE ARQUIMEDES COMO FATOR
MOTIVADOR NAS AULAS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak

**CURITIBA
2015**



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CURITIBA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA – DAFIS**

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título:

Autor:

Orientador:

Coorientador:

Este trabalho foi apresentado às _____ do dia ___ / ___ / ___ como requisito parcial para aprovação na disciplina de trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do curso de Licenciatura em Física, do Departamento Acadêmico de Física (DAFIS), da Universidade tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), do Câmpus Curitiba, a comissão examinadora considerou o trabalho _____ .

Comissão Examinadora

(Presidente/Orientador)

(Coorientador)

Avaliador 1

Avaliador 2

Professora Responsável pelas
atividades de Trabalho de Conclusão de
Curso/ Curso de Licenciatura em Física
(DAFIS/UTFPR)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida.

Agradeço aos meus pais, minha mãe Edileusa da Hora Batista Silva e meu pai Leônidas Batista Silva, pelo apoio que sempre me deram desde o início desse curso e por sempre estarem ao meu lado em toda minha vida.

Agradeço a minha namorada, Taís Garcia, pelo companheirismo que sempre me deu, e pela paciência que tem comigo.

Agradeço a todos os professores do DAFIS, por sempre nos incentivar a continuar no caminho da Física.

Agradeço a professora Rita, que era a coordenadora do curso quando ingressei na universidade, sempre apoiando aos alunos.

Agradeço o PIBID pela oportunidade de voltar à sala de aula como um futuro professor.

Agradeço a todos meus colegas do curso, em especial, o Vinicius, o Alessandro, a Maria Lúcia, a Camila, o Douglas, a Janaina, a Érica, agradeço pela união que tivemos durante todo o período do curso.

Agradeço em especial, o professor Marcos Florczak, orientador deste trabalho, por aceitar me orientar nesta caminhada, apontar os caminhos a serem seguidos e pela ajuda que sempre me deu.

Agradeço os professores Marlos Ribas e João Amadeus Alves, por aceitarem o convite de participar da banca examinadora deste trabalho.

Agradeço ao Colégio Estadual Professor Brasílio V. de Castro, o diretor Marcus Silva, e a professora Juliana por me cederem o espaço, as aulas para que fosse possível a realização desta pesquisa.

Agradeço a todos os alunos do 2º C que me aceitaram na sala de aula e por participarem da pesquisa, interagirem durante as aulas e realizarem a atividade.

RESUMO

O uso da História e a Filosofia da Ciência para o ensino de Física vem aumentando, conforme as pesquisas divulgadas (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2010). Este trabalho consistiu na análise de um mito histórico como motivador para o ensino de Física. Optou-se pelo episódio histórico de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa, que é conhecido por grande parte dos alunos, sem ter a certeza sobre sua veracidade e pelos conteúdos de Física que são poucos explorados.

A pesquisa consistiu no uso da História da Ciência para o ensino de Física, para analisar as contribuições que seu uso traz, através da elaboração de uma Sequência Didática, que se baseou no episódio histórico de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa, e na aplicação desta Sequência Didática (SD) em sala de aula no Ensino Médio. Fundamentado na literatura específica da área, o tema trabalhado é a Mecânica dos Fluidos, que é pouco explorado em sala de aula. A Sequência Didática foi composta por quatro aulas que abordam um experimento e os conteúdos de densidade, pressão, empuxo e tensão superficial da água.

A aplicação desta SD foi filmada, e a coleta de dados também foi obtida pelo diário de bordo e pela atividade que os alunos realizaram. Os alunos fizeram uma atividade ao final da SD para avaliar o conteúdo apresentado durante as quatro aulas.

A pesquisa quis levantar as contribuições obtidas ao ensino de Física com a aplicação da Sequência Didática e com a utilização da História da Ciência, as contribuições levantadas foram comparadas com as contribuições apontadas pela literatura especializada da área. Aulas mais atrativas e interessantes foram umas das contribuições identificadas pela pesquisa.

Palavras-chave: História da Ciência, Mecânica dos Fluidos, Sequência Didática.

ABSTRACT

The use of history and philosophy of science for teaching Physics is increasing, according to published research (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2010). This work consisted in the analysis of a historical myth as a motivator for teaching physics. Opted for the historical episode of Archimedes and the crown of King Hieron II of Syracuse, which is known by most students, without being sure of its veracity and the contents of physics that few explored.

The research consisted in the use of the History of Science for the teaching of physics to analyze the contributions that their use is through the development of a didactic sequence, which was based on historical episode of Archimedes and the Hieron II of Syracuse king crown, and application of this Didactic Sequence (DS) in class in high school. Based on the literature of the area, the working theme is Fluid Mechanics, which is little explored in the classroom. Didactic Sequence comprised four classes which address an experiment content and density, pressure, buoyancy and surface tension of water.

The application of DS was filmed, and the data collection was also obtained by the logbook and the activity that the students performed. The students did an activity at the end of SD to evaluate the content presented during the four classes.

The research wanted to raise the contributions obtained to physics teaching with the application of the Didactic sequence and the use of the History of Science, the raised contributions were compared with the contributions indicated by the specialized literature. More attractive and interesting lessons were one of the contributions identified by the survey.

Keywords: History of Science, Fluid Mechanics, Didactic Sequence.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1 HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA	11
1.1 OS MITOS E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	15
2 O MITO DE ARQUIMEDES.....	17
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	20
4 RESULTADOS OBTIDOS	Erro! Indicador não definido.
4.1 Descrição das aulas.....	22
4.2 Análise dos resultados	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	34

INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma proposta de elaboração de uma Sequência Didática, com uma abordagem de História da Ciência. Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica em eventos voltados ao ensino de Física, neste caso, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa de Ensino de Física (EPEF).

Buscaram-se nesses eventos, no período de 2014 a 2004, os trabalhos que estivessem voltados à categoria História e Filosofia da Ciência e que apresentasse atividades aplicadas em sala de aula, pois o intuito dessa pesquisa era de ser realizada em sala de aula.

Vários trabalhos, nesse sentido, foram encontrados (ver ANDRADE, et. al.; FORATO, et. al. 2010. MORAES; QUINTAL, SANTOS; CARDASO, 2008), o que pode-se observar é que apenas um era voltado a Mecânica dos Fluidos em que este trabalhado era sobre o voo do 14 Bis, diante disso, e do fato que o orientador desta pesquisa sugeriu o que fosse tratado o episódio histórico de Arquimedes e a coroa d rei de Siracusa.

Foi selecionado, então, este episódio baseado no trabalho do Martins (2000), no qual é discutido sobre a veracidade da história repetida há tempos pelas pessoas, e até mesmo pelos professores de Física (MARTINS, 2000).

Pretendeu-se com essa pesquisa desmistificar a história sobre Arquimedes, que segundo o que é contado e repetido até mesmo nos Livros Didáticos, foi que o rei Hieron II de Siracusa estava preocupado se teria sido ou não enganado pelo ourives na confecção de sua coroa. Então ele pediu a Arquimedes que encontrasse uma forma de provar se a coroa era feita puramente de ouro ou se havia outro elemento em sua composição.

Arquimedes estava em sua casa e iria tomar banho, ao entrar na banheira, e ao perceber que conforme colocava seu corpo na banheira, ia derramando água para fora da banheira. Ele, diante disso, via uma forma para comprovar de que material era feito a coroa, saiu nu, correndo pela rua dizendo *eureka, eureka!* (MARTNS, 2000)

O que se questiona desse episódio histórico, é sua falta de fundamentação em documentos que comprovem o fato e quem teria sido o responsável pelo início dessa história. Questiona-se, também, o método, supostamente, adotado por Arquimedes para comprovar se a coroa era falsa ou não.

Diante disso, tem-se como questão de pesquisa:

Que contribuições, para o ensino e aprendizagem de física, podem ser identificadas a partir de uma proposta educacional com uma abordagem de história da ciência para alunos do ensino médio?

Esta foi a questão que se pretendeu contribuir com o final da pesquisa, e alguns objetivos foram adotados. O Objetivo geral desta pesquisa é identificar e analisar as contribuições que uma proposta educacional, utilizando História da Ciência, para o ensino e aprendizagem de Física e uma turma do Ensino Médio.

Quanto aos objetivos específicos dessa pesquisa:

- Elaborar uma proposta educacional (Sequência Didática ¹) utilizando a História da Ciência para ensinar conteúdos de Física relacionados com um episódio histórico;
- Analisar e avaliar as contribuições identificadas com a aplicação da Sequência Didática.

Vários trabalhos aplicados em sala de aula têm mostrado que a abordagem de HFC pode contribuir para o Ensino de Física. Algumas contribuições ao Ensino e Aprendizagem dos alunos já foram levantadas pelo referencial teórico analisado (FORATO, 2009; MARTINS, 2010; SILVA, 2010; VANNUCCI, 1996). Metodologias diferenciadas foram aplicadas, como produção de textos pelos alunos, dramatização, júri simulado etc.

O ensino de Mecânica dos Fluidos nas escolas públicas tem sido pouco abordado, por exemplo, como ocorreu com o autor deste texto que não teve esse conteúdo no colégio e nem outros colegas que também estudaram em escolas públicas e não tiveram esse conteúdo.

Os trabalhos apresentados nos eventos voltados ao ensino de Física, apenas um era relacionado à Mecânica dos Fluidos (ver SANTOS; CARDASO, 2008). A maioria, 9 trabalhos de um total de 10 encontrados nos eventos, estão voltados ao ensino de outras áreas da Física. Esta pesquisa vem para agregar tanto com a inserção de História da Ciência na sala de aula quanto para aumentar o leque das pesquisas voltadas a Mecânica dos Fluidos

Este trabalho teve o intuito de analisar a veracidade física da história de Arquimedes e a coroa do rei de Siracusa, e com uma abordagem de História da Ciência, ensinar os conteúdos de densidade, pressão e empuxo no Ensino Médio e que estão relacionados com o episódio.

¹ A Sequência Didática consta no anexo 5.

No primeiro capítulo é apresentado o referencial teórico, os trabalhos dos pesquisadores da História da Ciência que foram consultados. São apresentadas também as contribuições que o uso da história da ciência pode proporcionar ao ensino de ciências, é, também, discutido sobre os problemas que podem aparecer, e é mostrada que a História da Ciência não é a solução para todos os problemas do ensino. São discutidos alguns mitos que permeiam a História da Ciência, como estes mitos são passados aos alunos, tanto pelos professores como pelos livros didáticos, sem conhecerem a autenticidade dos episódios históricos, sem conhecer documentos que comprovem tais acontecimentos. É apresentado como o uso da História da Ciência pode ser utilizada para desmistificar alguns episódios históricos.

No segundo capítulo é apresentado o mito que rodeia a história há séculos, o mito de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa. É exibida a suposta primeira fonte do episódio histórico de Arquimedes.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a realização a pesquisa: o local onde foi realizada; as condições; como foram as aulas da Sequência Didática; e como foi realizada a coleta de dados.

No quarto capítulo, os resultados obtidos são apresentados; como foi o comportamento dos alunos durante as aulas; as contradições nas respostas dadas por eles na atividade solicitada; e como foi a análise do mito de Arquimedes.

Em seguida são exibidas as considerações finais desta pesquisa, as melhorias que poder ser feitas e os pontos positivos e negativos encontrados no caminho.

1. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA

As pesquisas envolvendo a abordagem de História e a Filosofia da Ciência (HFC) nos processos de ensino e aprendizagem crescem a cada ano (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2010). Cada vez mais essas pesquisas ressaltam que a introdução de elementos da História da Ciência, considerando os aspectos histórico, filosófico e social, pode contribuir para um ensino de ciências com significado para os alunos, apresentando as particularidades da construção do conhecimento que eles estão aprendem na escola e o porquê de aprender tal conteúdo (SILVA, 2010).

Embora lento e às vezes de maneira superficial, é possível detectar uma pequena tendência da inclusão da História da Ciência nos vários materiais de ensino em nosso país, que, na opinião de Martins (2006. p. xxi), é uma coisa boa, porque "a História da Ciência não pode substituir o ensino comum de Ciência, mas pode complementá-lo de várias formas". O estudo adequado de alguns episódios históricos nos permite compreender as interrelações entre Ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a Ciência não é uma única coisa, feita por poucos gênios, mas é parte de um desenvolvimento histórico, cultural e social de um mundo humano. "Esta humanização quebra o paradigma de que a ciência é algo atemporal, que aparece magicamente, e que é para além de outras atividades humanas" (MARTINS, 2006. p. xxii).

Além de ajudar a transmitir uma melhor visão sobre a Natureza da Ciência, a História da Ciência pode ajudar na própria aprendizagem de conteúdos científicos. Nos últimos 40 anos, os educadores têm se tornado agudamente conscientes (graças principalmente à influência de Jean Piaget) que os alunos não são uma "tábula rasa" (MARTINS, 2006), eles trazem certas estruturas operatórias mais ou menos desenvolvidas, de acordo com seu estágio cognitivo; e também trazem algumas concepções que, geralmente, conflitam e resistem à sua substituição pelas concepções atuais da ciência.

Estes preconceitos (anteriores à educação científica sistemática) não podem ser apagados ou ignorados. Se eles não são reconhecidos e gradualmente transformados em outros, podem continuar a existir em paralelo com concepções científicas impostas pelo professor, constantemente interferindo com a sua compreensão efetiva, aceitação e implementação (MARTINS, 2006).

As abordagens de HFC no Ensino Médio expressam uma alternativa para atribuição de sentido naquilo que os estudantes estão aprendendo. O uso da HFC não representa solução para os problemas do ensino de ciências. Entretanto, vários trabalhos utilizando essa

abordagem, vinculada a metodologias diferenciadas, mostram resultados significativos com os alunos (MARTINS; SILVA, 2003; SILVA, 2010; VANUCCI, 1996).

As contribuições do uso de HFC estão relacionadas com a formação de um cidadão mais crítico, bem como com a alfabetização científica, o desenvolvimento de concepção de ciência como construção histórica, social e cultural pelo aluno.

Tais objetivos podem ser evidenciados quando o professor utiliza a História da Ciência para analisar a Natureza da Ciência com o aluno (FORATO, 2009), no qual busca-se relatar como ocorreu a construção daquele conceito que ele aprendeu na escola; o professor pode mostrar o caráter humano da ciência, a falibilidade e que não há verdade absoluta na atividade científica.

Segundo Vannucci (1996), existem dois caminhos para introduzir elementos de História e a Filosofia da Ciência no ensino. Um é considerar a História e a Filosofia como elementos auxiliares à aprendizagem dos conceitos e teorias científicas ou como elementos constituintes da Ciência. Para que o aluno possa ter uma compreensão bem fundamentada da Ciência é necessário que a História e a Filosofia da Ciência tenha um papel como elementos constituintes da Ciência (VANNUCCI, 1996).

Nesta direção assume a relevância da História e a Filosofia da Ciência no ensino de Ciências, por ela poder facultar meios à aprendizagem de teorias científicas e, ainda, por ela facilitar discussões importantes a respeito da natureza do conhecimento científico (SILVA, 2010).

Não se trata, então, de uma inclusão de História, Filosofia e Sociologia da Ciência, Sociologia porque se aborda os aspectos políticos, religiosos, as relações dos cientistas com a sociedade externa e interna, e os cientistas entre si, mas aspira-se por uma incorporação mais rica e abrangente das questões históricas, filosóficas e sociológicas que permeiam a construção da Ciência. Para Matthews (1995):

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise (a crise no ensino de ciências, parênteses meus), porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do 'mar de falta de significação' que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que

significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, dar uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p.5).

Além disso, defende-se que não é só necessária uma tomada de consciência pontual que possa ser a solução ao problema do ensino de Ciências, pois é preciso fender com esse tratamento dogmático dado às Ciências, e, em particular, à Física (SILVA, 2010).

Quer-se, de fato, evitar que os alunos não erijam conhecimentos científicos efêmeros e desordenados, que não apenas reflitam uma vaga lembrança de conceitos prontos. Entretanto que eles possam discutir as concepções intelectuais, técnicas, pessoais e sociais da atividade científica. Para tanto, precisa-se de uma mudança na sala de aula, ou seja, novas práticas devem ser pensadas para tal feito. Para isso, segundo Silva (2010), é preciso que haja uma mudança de postura, para que seja resgatado nas salas de aula o interesse pela Ciência. Surge, neste caso, uma necessidade de exibir algoritmos matemáticos associados a uma experimentação e emerge, também, a necessidade de gerar no aluno a perspectiva de uma evolução de teorias centrais da Ciência e da Física.

Consequentemente, uma possibilidade amplamente discutida de melhoria desse cenário apresentado, é a inclusão de História e a Filosofia da Ciência.

Em Vannucci (2010) é apresentada algumas contribuições ao ensino e aprendizagem da Ciência, quanto ao uso da História e a Filosofia da Ciência:

- (i) A História e a Filosofia da Ciência tem um potencial de humanizar a Ciência, relacionando-a a questões pessoais, políticas, culturais e éticas. Existem indícios que este enfoque torne o seu estudo mais atrativo para muitos estudantes.
- (ii) A História e a Filosofia da Ciência oferece interação entre tópicos e disciplinas, manifestando a natureza interativa e interdependente dos empreendimentos humanos.
- (iii) A História e a Filosofia da Ciência vincula o desenvolvimento do pensamento individual ao desenvolvimento das ideias científicas. Deste modo, podem auxiliar os professores a compreender as dificuldades dos alunos alertando-os para as mudanças conceituais e para as dificuldades enfrentadas historicamente no curso do desenvolvimento científico. Tal conhecimento pode auxiliá-los na organização do programa, seleção e condução de atividades.

- (iv) A História e a Filosofia da Ciência fornece base para os debates educacionais contemporâneos - métodos de ensino, currículos – os quais fazem referência à HFC e à natureza do conhecimento, à sua produção e validação.
- (v) A História e a Filosofia da Ciência é intrinsecamente importante se a Ciência for encarada como uma das heranças culturais mais importantes da humanidade.
- (vi) A História e a Filosofia da Ciência pode contribuir para melhor compreensão dos conteúdos específicos, ajudando a superar o “mar de sem-sentidos” constituído de fórmulas e equações que os estudantes repetem sem saber o significado.
- (vii) A História e a Filosofia da Ciência é necessária para compreensão da natureza da atividade científica, explicando a dinâmica do processo de construção do conhecimento.
- (viii) A História e a Filosofia da Ciência, em particular, exercícios lógicos e analíticos básicos, pode tornar a aula mais desafiadora, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio e de habilidades de pensamento crítico. (VANNUCCI, 1996. p. 19-20).

A HFC tem um potencial pedagógico extremamente favorável para o professor que tem a ambição de alcançar melhores resultados em sala de aula. Sua inclusão na educação permite a construção de várias estratégias de ensino que abordam práticas pedagógicas diferentes, por exemplo: construção de textos históricos, peças de teatro, debates, experiências históricas, entre outros.

Uma unidade didática que contenha, na sua essência, a HFC pode atuar como uma boa solução contra a desmotivação constante encontrada nas aulas de Ciências. No Brasil, desde a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais em 1999 (PCN), vários programas relacionados com a educação científica tenta desenvolver soluções para o pessimismo que surge nas aulas de Ciências. Nesse sentido, estratégias de ensino que envolva HFC podem ser mecanismos relevantes para apresentar aos alunos uma Ciência mais ágil e dinâmica (SILVA, 2010).

Uma possibilidade que é amplamente utilizado hoje em dia são os textos históricos para fins de ensino. Em muitos casos, eles pretendem mostrar aos alunos uma Ciência diferente, que é normalmente apresentado em livros didáticos e nas salas de aula. Os textos históricos têm também vários aspectos da Natureza da Ciência, que recentemente têm se revelado de grande importância para uma elaboração mais estruturada do que é Ciência. Uma opção discutida é o uso de episódios históricos para a criação de textos históricos.

Atualmente, essa forma de usar a HFC tem sido utilizada em todos os graus de ensino, levando a uma melhor compreensão dos enfoques relacionados com a Natureza da Ciência e que servem para discutir teorias e modelos científicos (SILVA, 2010).

O emprego de episódios históricos pode estar vinculado à quebra de mitos que permeiam a História da Ciência. Sabe-se que muitos professores e livros didáticos passam aos alunos esses mitos, sem discutir com eles se de fato, houve tais acontecimentos relatados nos livros. Este trabalho teve a pretensão de analisar a veracidade física do mito vinculado a Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa, que é passado aos alunos há anos, pelos professores e é, também, relatado nos livros didáticos.

1.1 Os mitos e a História da Ciência

Deve-se notar que além de não ser uma solução geral de todos os problemas da educação, a História da Ciência pode se tornar um obstáculo para uma boa educação científica, quando usada de forma inadequada. Às vezes, os professores não são cientes de sua falta de compreensão da HC, e do seu uso na tentativa de melhorar o ensino. No entanto, o tipo de história que eles usam é distorcida e simplificada, enfatizando os aspectos caricaturais de cientistas, reforçando a ideia da existência de "gênios", reduzindo a nomes e datas, conduzindo os alunos a uma visão distorcida sobre o método científico (PAGLIARINE; SILVA, 2008).

Embora a utilização de HC no ensino desempenhe um papel crítico na aprendizagem das ciências, o uso frequente dessas histórias distorcidas sobre descobertas científicas estão presente em nossa cultura e, portanto, nas aulas de ciências. Assim, é essencial, além da preocupação de educadores sobre a inclusão de elementos de HC na educação, maior atenção a esses mitos que já fazem parte da sala de aula e acabam dando aos alunos uma visão completamente errada sobre o desenvolvimento científico.

Em geral, o uso adequado da História da Ciência contribui para incrementar a educação, porque, entre outras razões, motiva e atrai estudantes, humanizando o conteúdo ensinado e melhora a compreensão de conceitos científicos (PAGLIARINE; SILVA, 2008). No entanto, ignorando os seus pontos de vista históricos e filosóficos ou mesmo alterá-los, visões distorcidas da ciência são gerados, visões apoiadas em concepções empírico-indutivista, dando a ideia de que a Ciência seria contida por verdades incontestáveis (VANNUCCI, 1996).

As verdades incontestáveis são muitas vezes mitos que rodeiam a História da Ciência em particular a da Física, esses mitos apresentados por professores e livros didáticos, apresentam características apontadas por Pagliarine e Silva (2008), essas características destacam a grandiosidade dos cientistas; imaginação acerca de algumas realizações; tragédia afetiva durante seu desenvolvimento; e seu caráter justificativo implicando sempre em uma “moral da história”.

Os cientistas cumprem um papel heroico, em grande parte dentro destes mitos. Essa imponência com que uma figura do cientista é tratada dentro de certo episódio histórico faz uma menção àqueles personagens literários que não apresentam erros em seu caráter, bem como o fato de nunca cometerem falhas. Outro elemento notável nessas caricaturas dos cientistas é o fato de descobertas científicas que ocorreram gradualmente e contaram com a colaboração do trabalho árduo de várias pessoas são creditadas pura e simplesmente a uma única pessoa. Além do mais, normalmente esses feitos vêm acompanhados de uma data exata, dando uma impressão de que ocorreu num determinado dia ou ano, após um único momento de introspecção dos cientistas, tornando-os super-humanos (PAGLIARINE; SILVA, 2008).

As narrativas históricas tornam-se idealizadas e enfatizam o estado grandioso dos cientistas, visto que essas histórias são acomodadas de forma a destacar apenas aspectos julgados positivos, que geralmente são os que correspondem ao conhecimento científico atual. Muitas particularidades históricas fundamentais tendem a ser esquecidas. Particularidades de descobertas, assim como detalhes de seu tempo, lugar e cultura, encontros e colaborações, influências, erros, plágios etc., acabam por se tornarem elementos secundários e, muitas vezes completamente ocultados.

Apesar de alguns detalhes históricos serem esquecidos, a fim de garantir certa figura idealizada da Ciência e do seu desenvolvimento, outros recebem papel fundamental na arquitetura desses mitos. Esses detalhes são certamente os que envolvem determinado tipo de sentimentos ou emoções pessoais. Assim, este drama emocional que permeia a História se passa como objetivo de persuadir o leitor/ouvinte e também torná-lo memorável, porque no final de um conflito dramático, seja ele pessoal ou entre o cientista e um adversário, a verdade e a Ciência triunfam (PAGLIARINE; SILVA, 2008).

2. O MITO DE ARQUIMEDES

Esta pesquisa teve como base para elaboração de uma Sequência Didática, o mito de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II de Siracusa. Há tempos esse episódio histórico é passado aos alunos, tanto por professores quanto pelos livros didáticos, sem ter um fundamento plausível se de fato ocorreu de verdade (MARTINS, 2000).

A lenda que aparece em vários livros didáticos e paradidáticos (PAGLIARINE; SILVA, 2008) costuma dizer que Arquimedes estava trabalhando em uma missão dada pelo rei, que queria que o matemático descobrisse se o ourives que havia fabricado a coroa tinha enganado o rei e colocado em sua composição uma quantidade de prata e tirado a mesma quantidade de ouro.

O mito contado afirma que Arquimedes teria notado que ao entrar em uma banheira, completamente cheia, o volume da água derramada era correspondente com o volume do seu corpo, e com um método semelhante poderia descobrir se o rei teria sido enganado. Feliz com sua descoberta, Arquimedes saía correndo nu pelas ruas gritando *eureka*, que significa, descobri (MARTINS, 2000).

Portanto como saber se um episódio histórico é autêntico? Quais são os documentos que o tornam fidedigno? Segundo Martins (2000), é preciso que existam documentos, testemunhos e objetos relacionados com o episódio que o tornem autêntico. Para o caso do mito sobre Arquimedes, Martins (2000) apresenta alguns pontos para se analisar:

- 1) Quem descreveu os procedimentos, quando e a partir de que fontes de informação?
- 2) Esses procedimentos são possíveis e plausíveis (do ponto de vista científico)?
- 3) Que documentos, testemunhos e objetos do passado podem ser utilizados para tentar esclarecer esse ponto?
- 4) Até que ponto se pode chegar a uma conclusão segura sobre essa questão? (MARTINS, 2000, p. 116).

Iniciando pelo primeiro ponto, o relato inicial que se tem sobre o episódio vem do autor romano Marcus Vitruvius Pollio, do século I a.C. No artigo do autor Martins (2000) consta esse trecho traduzido:

Quanto a Arquimedes, ele certamente fez descobertas admiráveis em muitos domínios, mas aquela que vou expor testemunha, entre muitas outras, um engenho extremo. Hieron de Siracusa, tendo chegado ao poder real, decidiu colocar em um templo, por causa de seus sucessos, uma coroa de ouro que havia prometido aos deuses imortais. Ofereceu assim um prêmio pela execução do trabalho e forneceu ao vencedor a quantidade de ouro necessária, devidamente pesada. Este, depois do tempo previsto, submeteu seu trabalho, finalmente manufaturado, à aprovação do rei e, com uma balança, fez uma prova do peso da coroa. Quando Hieron soube, através de uma denúncia, que certa quantidade de ouro havia sido retirada e

substituída pelo equivalente em prata, incorporada ao objeto votivo, furioso por haver sido enganado, mas não

encontrando nenhum modo de evidenciar a fraude, pediu a Arquimedes que refletisse sobre isso. E o acaso fez com que ele fosse se banhar com essa preocupação em mente e ao descer à banheira, notou que, à medida que lá entrava, escorria para fora uma quantidade de água igual ao volume de seu corpo. Isso lhe revelou o modo de resolver o problema: sem demora, ele saltou cheio de alegria para fora da banheira e completamente nu, tomou o caminho de sua casa, manifestando em voz alta para todos que havia encontrado o que procurava. Pois em sua corrida ele não cessava de gritar, em grego: εὐρηξα! εὐρηξα! [Encontrei, encontrei!]. Assim encaminhado para sua descoberta, diz-se que ele fabricou dois blocos de mesmo peso, igual ao da coroa, sendo um de ouro e o outro de prata. Feito isso, encheu de água até a borda um grande vaso, no qual mergulhou o bloco de prata. escoou-se uma quantidade de água igual ao volume imerso no vaso. Assim, depois de retirado o corpo, ele colocou de volta a água que faltava, medindo-a com um sextarius, de tal modo que o nível voltou à borda, como inicialmente. Ele encontrou assim o peso de prata correspondente a uma quantidade determinada de água. Feita essa experiência, ele mergulhou, então, da mesma forma o corpo de ouro no vaso cheio, e depois de retirá-lo fez então sua medida seguindo um método semelhante: partindo da quantidade de água necessária, que não era igual e sim menor, encontrou em que proporção o corpo de ouro era menos volumoso do que o de prata, quando tinham pesos iguais. Em seguida, depois de ter enchido o vaso e mergulhado desta vez a coroa na mesma água, descobriu que havia escoado mais água para a coroa do que para o bloco de ouro de mesmo peso, e assim, partindo do fato de que fluía mais água no caso da coroa do que no do bloco, inferiu por seu raciocínio a mistura de prata ao ouro e tornou manifesto o furto do artesão (MARTINS, 2000. p. 117-118).

Ao ler o texto é possível encontrar pontos curiosos, primeiro, por que alguém encheria a banheira até a borda? Para regar todo o chão do local onde a pessoa foi tomar banho? O banheiro tinha sido preparado por um escravo (uma hipótese considerável), ele mesmo teria que secar todo o ambiente, então não é muito razoável pensar que ele encheu a banheira até a borda. Arquimedes viveu dois séculos antes que Vitruvius, sendo assim, suas palavras não constituem uma primeira mão de informações, que tipo de documentos ele se baseou? Não se sabe (MARTINS, 2000).

O segundo ponto a analisar neste episódio é quanto às dificuldades físicas encontradas. Utilizando o bom senso, é pouco provável que Arquimedes usou o método descrito no texto, supondo que a coroa tivesse um diâmetro de 20 cm, contendo 1 kg de massa e tendo uma densidade de 15 g/cm³ (um valor intermediário às densidades de ouro e prata, devido a sua falsificação), com isso, Arquimedes precisaria de um recipiente com raio maior que 10 cm e completamente cheio de água.

Assim sendo, a coroa teria, aproximadamente, 67 cm^3 , o recipiente teria uma área superficial superior a 300 cm^2 , ao introduzir a coroa na água o seu nível subiria poucos milímetros, o que seria difícil de medir, pois poderia derramar água, derramar uma quantidade diferente do volume da coroa ou, simplesmente, não derramar nada devido à tensão superficial da água (MARINS, 2000).

Segundo Martins (2000), Galileu Galilei foi um dos que contestaram o episódio relatado por Vitruvius, Galileu teria sugerido que, em vez de utilizar o método descrito por Vitruvius, Arquimedes haveria realizado as medições de peso e não de volume, para resolver o problema usando o que hoje é chamado de princípio de Arquimedes: todo corpo imerso num líquido é submetido a uma força igual ao peso do fluido deslocado. Suponha que tomar a coroa e um peso igual de ouro (medida no ar) e em seguida mergulhá-la na água, ligado a um fio, e medir o seu peso novamente aparente, este peso será menor do que o peso anterior (medida no ar), por causa do empuxo.

Se os volumes são iguais, o empuxo será o mesmo, se a coroa possuir prata, o seu volume será maior do que a de ouro puro, logo seu empuxo também será maior, por conseguinte, o seu peso em água é menor do que a do bloco de ouro puro. Através de medidas de peso dos blocos de prata e de ouro puro, na água e no ar, é possível determinar com grande precisão a proporção de prata usada pelo ourives. No seu pequeno tratado, Galileu mostrou como poderia ser construída uma balança especial permitindo facilmente realizar esse tipo de comparação (MARTINS, 2000).

Apesar do discurso de Galileu, ele não era um historiador (MARTINS, 2010), apenas usou seus conhecimentos, Martins (2010) apresenta então os documentos de Berthelot (1891) que defenderiam a tese de Galileu.

Este autor fez análises de textos medievais, e mostrou que o método da balança hidrostática foi descrito nos tratados técnicos antigos para resolver problemas semelhantes à coroa. Um texto do século XII, chamado *Mappae clavícula*, fornece informações detalhadas sobre como fazer pesagem na água e, a partir daí, calcular a percentagem de prata utilizada (MARTNS, 2010).

Berthelot ainda provou traduzindo os textos, que o método de pesagem utilizando uma balança hidrostática para resolver o problema da coroa é explicitamente atribuído a Arquimedes. Os argumentos e documentos estudados por Berthelot reforçam a ideia de que Arquimedes teria usado o método de pesagem feita no ar e na água e não o método de derramamento de água, descrito por Vitruvius (MARTINS, 2000).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública na cidade de Curitiba, no mês de outubro do ano de 2014, com uma turma do Ensino Médio e uma professora de Física. A estratégia da pesquisa constitui-se na elaboração e aplicação de uma Sequência Didática a partir de dois pontos: episódio histórico selecionado e os conceitos de Mecânica dos Fluidos que foram trabalhados, ou seja, densidade, pressão, empuxo e tensão superficial.

A coleta de dados da pesquisa foi realizada a partir de três fontes distintas, tendo em vista a triangulação destes dados:

- gravações em áudio e vídeo das aulas;
- atividades feitas pelos alunos proposta pela Sequência Didática; e
- diários de campo realizados da aplicação da SD .

Optou-se pelo diário, porque segundo Hess (2008), ele pode auxiliar em vários pontos da pesquisa, sendo que, pode mostrar ao pesquisador uma "luz" aos seus objetivos, ajudar nas análises dos conteúdos, e, da mesma forma, nas considerações finais.

Busca-se à triangulação dos dados para aumentar um dos fatores mais importantes das pesquisas em ensino, a credibilidade (MOREIRA, 2011). Segundo Moreira (2011), "a credibilidade depende do convencimento da comunidade de pesquisadores e leitores com relação às evidências apresentadas e tais processos utilizados" (MOREIRA, 2011, p. 102).

Algumas estratégias são propostas no livro do Moreira (2011) para alcançar a credibilidade:

- devem ser explicados os procedimentos de coleta de dados;
- os dados obtidos precisam ser mostrados e estar prontos para uma reanálise;
- vieses devem ser reconhecidos;
- precisa-se ser documentadas as análises de trabalhos de campo;
- necessita-se esclarecer a relação entre asserção e evidência;
- evidências primárias devem ser distinguidas das secundárias, assim como as descrições das interpretações; e
- diários precisam ser completos quanto a descrição das diferentes fases do estudo.

Nessa pesquisa procurou-se a utilização destas estratégias para melhor se evidenciar a credibilidade do trabalho. Assim como foi dito anteriormente, foi utilizada a triangulação dos

dados. Para Moreira (2011), a associação de diversas estratégias de pesquisa no estudo de um mesmo evento, constitui a triangulação. Assim essa metodologia pode compreender a aplicação de fontes de dados distintas, perspectivas ou teorias diferentes, e ainda diferentes pesquisadores.

Quanto à análise dos dados, o referencial seguido foi Bardin (2011), para o qual a análise dos de conteúdo é dividida em três fases: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, as inferências e a interpretação.

Com base no referencial teórico proposto, a utilização de uma abordagem de História da Ciência, pode contribuir em alguns pontos no ensino e aprendizagem dos alunos. Considerando-se esse ponto de vista, ousou-se levantar algumas hipóteses para a pesquisa. Ou seja, com a aplicação desta SD, pode-se observar, nas falas dos alunos, o nível de interesse nas aulas de Física; mudanças frente as concepções de ciências, tendo em vista, que com a aplicação dessa SD aspira-se, também, mostrar que a ciência é uma construção humana, e por isso, está passível de cometer erros, equívocos, e que há divergência entre os cientistas, haja vista, que esses pontos foram levantados como contribuições de uma abordagem de História da Ciência (ver: SILVA, 2010,;VANNUCCI, 1996).

A SD constituiu-se a partir do episódio histórico de Arquimedes e a coroa do rei Hieron II (MARTINS, 2000). A história que é contada até hoje, é a de que o rei pediu a Arquimedes que ele encontrasse uma forma de provar se a coroa era feita puramente de ouro ou se havia prata na liga. Conta-se então, que Arquimedes estava em sua casa e iria tomar um banho de banheira. Ao entrar no recipiente e observado que conforme seu corpo “entrava” na água, o nível do líquido subia, chegando ao momento de transbordar, teria ele então saído pelado na rua gritando *Eureka, Eureka!* (MARTINS, 2000).

O episódio histórico foi à base para a elaboração das aulas que abordavam os conteúdos de densidade, pressão, empuxo e tensão superficial da água. E na última aula foi entregue aos alunos uma atividade com cinco questões para que eles respondessem, as questões abordaram tanto o conteúdo dos conceitos trabalhados quanto o episódio histórico trabalhado em sala de aula.

Como foram as aulas, a interação do professor com os alunos e os resultados obtidos, serão apresentados no capítulo a seguir.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo foram analisados os resultados que a pesquisa alcançou. Como ocorreram as aulas, as respostas dos alunos na atividade. E como foi respondida a questão de pesquisa que é quais as contribuições, para o ensino e aprendizagem de física, podem ser identificadas a partir de uma proposta educacional com uma abordagem de História da Ciência para alunos do ensino médio?

4.1 Descrição das aulas

Na primeira aula a professora Juliana, que cedeu suas aulas, explicou aos alunos o porque ela não daria aula durante a semana. Feito isso, ela passou a palavra ao pesquisador, que novamente se apresentou, explicou o projeto aos alunos e expôs, também, sobre o que seria estudado. A turma era pequena, comparada a outras escolas, tinha vinte e cinco alunos em média.

Dito isso, foi entregue a eles o texto de Vitruvius, que seria o primeiro relato do episódio histórico de Arquimedes. Após a entrega, foi explicado aos alunos que os historiadores da ciência não conhecem as fontes que Vitruvius utilizou para escrever o texto. Deixou-se claro que Vitruvius havia escrito o texto dois séculos depois de Arquimedes. Alguns alunos conheciam, outros ouviram falar sobre o episódio histórico de Arquimedes, então se propôs uma leitura do texto junto com os alunos e após a leitura eles foram indagados com as questões levantadas por Martins (2000). Quem encheria uma banheira até borda? Seria possível e viável realizar o experimento utilizando a água derramada?

Explicou-se a eles que devido à tensão superficial da água poderia derramar uma quantidade igual, maior ou menor do volume do corpo, e contou-se a eles que seria realizado um experimento em sala para que eles pudessem ver sobre esse ponto de derramamento de água. Apresentou-se o que outro personagem da história, Galileu Galilei, escreveu que era pouco preciso esse método apresentado por Vitruvius, e que era pouco provável que Arquimedes teria feito do modo relatado por Vitruvius.

Feito isso, exibiu-se os conteúdos que seriam estudados através desse episódio histórico: tensão superficial da água, densidade, pressão e empuxo.

Após a breve discussão com os alunos, iniciou-se o conteúdo de densidade. Foi apresentada a equação de densidade, também se discutiu com os alunos a diferença entre o peso específico e a densidade de um objeto. e a partir do texto, onde está escrito que o ourives tirou uma quantidade de ouro e substituiu o equivalente em prata, os alunos foram questionados sobre o que aconteceria com a coroa, sendo o peso específico do ouro maior que a da prata.

Com isso trabalhou-se com as equações. Os alunos mostram um pouco de dificuldade, pois não conheciam as letras quebras, e não estavam acostumados a trabalhar com as variáveis sem substituir por números. Apresentaram-se as unidades de medidas no Sistema Internacional, e foi mostrado a eles que podiam converter para outras unidades. Feito isso uma pergunta foi deixada “no ar” para eles, como eles explicariam porque os navios flutuam, já que o peso específico do ferro é maior que o da água? Eles ficaram pensativos, mas não arriscaram responder a pergunta.

Na segunda aula, eles já estavam um pouco mais acostumados com o pesquisador na sala de aula. Tentaram conversar um pouco mais, mas quando foi chamada a atenção deles, ficaram quietos e continuaram a interagir com o professor. Iniciou-se a aula então com a pergunta deixada a eles na aula anterior, mas ainda ninguém sabia responder a questão. Então foi repassado o que havia sido trabalhado, voltou-se ao texto novamente para lembrá-los do episódio histórico.

Retomaram-se com eles as equações de densidade, e voltando ao texto foi realizada uma conta com números hipotéticos, de quanto o nível da água subiria ao se colocar uma coroa no recipiente completamente cheio de água. Feito isso, começou-se com a explicação do porque os navios flutuam. Nesse ponto solicitou-se aos alunos se alguém sabia desenhar um navio, e um aluno se propôs a fazer o desenho.

O primeiro ponto explicado aos alunos da flutuação dos navios, é que sua massa total tem que ser menor que seu volume externo, com isso a densidade absoluta do navio é menor, ou igual, que o peso específico da água. A explicação completa só foi dada com a explicação do conceito de empuxo, o que ocorreu na terceira aula.

Depois disso, iniciou-se o conceito de pressão, quando se coloca um objeto em um líquido, este líquido causa uma força, que é chamada de pressão, no objeto, foi explicado que o ar implica uma pressão nos corpos, assim como a água.

Apresentaram-se as equações através de uma dedução matemática. Precisaram-se realizar as transformações devagar, pois eles não estavam acostumados com essas deduções.

Após a dedução matemática e explicação sobre o conceito de pressão, discutiu-se sobre como os animais suportam as altas pressões do fundo mar, sobre os cuidados que os mergulhadores devem ter ao fazerem mergulhos profundos, sobre a confecção de relógios a prova d'água e sobre o desenvolvimento tecnológico que os submarinos tiveram para poder suportar as altas pressões das águas profundas por longos períodos.

No terceiro encontro, foi realizada uma revisão dos conteúdos que tinham sido vistos nas últimas aulas, densidade e pressão. Voltando ao texto, mais uma vez, e conforme já havia dito a eles na primeira aula, que Arquimedes teria realizado o experimento através do conceito de empuxo com o auxílio de uma balança hidrostática, dito isso, iniciou-se explicação do conceito de empuxo, utilizou-se de desenhos no quadro e dedução da equação de empuxo. Foi discutido com eles o princípio de Arquimedes: todo objeto submerso em um líquido, sofre uma força voltada para cima, com magnitude igual ao volume deslocado de líquido pelo objeto. Feito isso, foi realizado o experimento em sala e aula. Os equipamentos utilizados foram um recipiente (um copo), duas chapinhas de materiais diferentes, uma de aço e outra de alumínio, mas confeccionadas para que tivessem a mesma massa, fio para prender as chapinhas e um suporte.



Figura 1. Equipamentos utilizados no experimento.
Fonte: autor.

O experimento realizado teve um caráter demonstrativo, pois não foi possível conseguir material para todos os alunos. O objetivo do experimento foi o de verificar a possível veracidade física do mito de que Arquimedes teria utilizado as medidas dos pesos da água derramada para descobrir a fraude, como foi visto pelos alunos, esse método não funciona com precisão, pois ao colocar um corpo em um recipiente completamente cheio de água, pode ou não ocorrer derramamento do líquido.



Figura 2: Copo completamente cheio de água.

Fonte: autor.

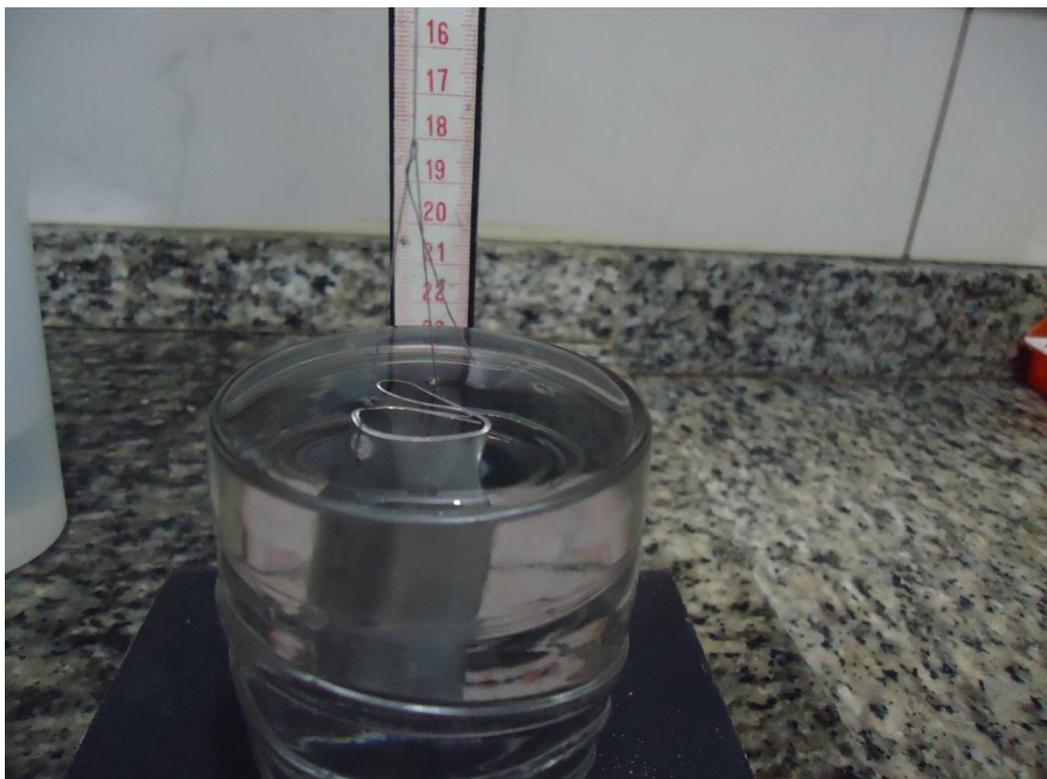


Figura 3. Chapa de alumínio submersa.

Fonte: autor.

Na figura 3 é possível ver que ao colocar o corpo na água, não acontece derramamento do líquido.



Figura 4. Chapa de aço completamente submerso na água.

Fonte: autor.

Na quarta aula, foi entregue aos alunos cinco questões² em uma folha para eles responderem. Após entregar a atividade, explicou-se o objetivo das questões a eles e foi realizada uma breve revisão dos conteúdos e do episódio histórico estudado.

A primeira questão da atividade estava relacionada com a pressão do ar e da água em um corpo. Não havia contas difíceis a serem feitas, apenas era preciso analisar a questão para responder a que pressão está sujeito um submarino que se encontra em diferentes níveis de profundidade. Na segunda questão era solicitado que eles escrevessem, com as próprias palavras, sobre as dificuldades encontradas no método supostamente utilizado por Arquimedes, que era o uso da pesagem da água derramada.

Na terceira questão foi pedido que explicasse o porquê dos navios flutuarem na água, essa questão tinha o intuito de que eles utilizassem os conceitos de densidade, peso específico e empuxo. Na quarta questão foi solicitado que eles apontassem os pontos positivos e negativos das aulas, assim é possível saber em quais pontos é preciso melhorar a SD.

² As questões estão no anexo 6.

Na quinta e última questão, solicitou-se aos alunos opinião deles sobre o uso do episódio histórico para estudar os conteúdos de hidrostática, foi pedido que escrevessem se haviam achado as aulas interessantes ou se para eles o uso do episódio foi indiferente.

4.2 Análise dos resultados

Na dissertação de Vannucci (1996), várias contribuições foram apresentadas, destas as que puderam ser identificadas pela pesquisa foi à utilização da HC para ensinar conteúdos específicos da disciplina, para análise de mitos que rodeiam a História da Ciência e para tornar as aulas de Ciências mais atrativas.

Durante todas as aulas, a maioria dos alunos se mostrou interessada, mas poucos alunos respondiam as perguntas, mas logo foi despertado o interesse dos alunos no assunto como os navios flutuam e eles acharam interessante o experimento realizado em sala. Todos os alunos ficaram em volta da mesa para ver que a água não derramava, tomaram o maior cuidado para ninguém esbarrar na mesa.

Dezoito alunos fizeram a atividade no último dia da aplicação da SD, para a questão número 1, 15 alunos responderam e acertaram, 3 alunos não fizeram.

Para questão dois, 5 alunos não responderam, 8 alunos deram respostas incompletas, simplesmente dizendo que o método de usar a água derramada é impreciso. E 5 alunos deram respostas mais completas, comentando sobre o provável método utilizado por Arquimedes.

Três alunos não responderam a questão 3, os outros 15 alunos responderam de forma incompleta. Abordando somente a questão da densidade absoluta do navio ser menor que a da água.

Os pontos positivos apontados pelos alunos na questão quatro, de forma geral, foram que as aulas foram divertidas; e aprenderam conteúdos novos. O ponto negativo indicado foi que houve pouco tempo para trabalhar o conteúdo.

Na última questão 4 alunos não responderam. Um aluno comentou que para ele foi indiferente o uso do episódio histórico. Os outros 13 alunos apontaram que as aulas foram mais atrativas e interessantes, que o uso do episódio ajudou na compreensão dos conteúdos abordados. Cinco alunos comentaram que preferem ter aulas com abordagens históricas para o ensino dos conteúdos de Física.

Algumas respostas dadas pelos alunos:

A aluna A. S. O. (iniciais do nome) respondeu na questão cinco:

5) Escreva a sua opinião sobre o episódio histórico utilizado nessas aulas para o ensino dos conteúdos da disciplina. Escreva se o uso desse episódio lhe ajudou na compressão dos conteúdos, se deixou as aulas mais atrativas ou se foi indiferente para você.

R: Esse episódio histórico é bastante interessante e até mesmo engraçado, sendo assim as aulas se tornaram interessantes e esse episódio nos ajudou a entender os conteúdos com mais facilidade.

Aluno (M. M. C.) resposta para a mesma questão 5:

R: Eu acho que a utilização de fatos históricos como este é muito bom, por ser interessante, mais fácil de compreender. Realmente prefiro aulas mais interessante assim conversando e argumentando um episódio histórico enquanto compreende e aprende.

Outra resposta, da aluna B. L. S. G.:

R: Deixou sim as aulas mais atrativas, porque foi bem legal ter outra forma de aprender, algumas coisas eu entendi, mas algumas eu não lembro muito. Apesar das aulas da Juliane serem bem legais, essas quatro aulas foram uns dias diferentes e agradou bastante.

Alguns alunos apresentaram dificuldades para compreender os conteúdos, pois faltaram durante a aplicação da SD, estes não conseguiram responder as questões referentes aos conteúdos específicos.

Diante das falas dos alunos, das respostas obtidas pela atividade final, podem-se identificar as contribuições de uma abordagem histórica para o ensino de Física. Contribuições como tornar as aulas mais atrativas e interessantes para os alunos; a utilização de textos históricos para relatar um episódio histórico; formas diferentes de abordar os conteúdos específicos da disciplina.

Outro ponto que se faz necessário destacar, que foi observado durante as aulas e nas filmagens, e dos alunos, apesar de interagirem com o professor, participarem das aulas, responderem as questões da atividade final proposta, é que eles não levaram tão a sério o conteúdo porque não valia nota para a disciplina.

O fato de não valer nota pode ter implicado no caso de que pouquíssimos alunos apresentarem dúvida durante as explicações dos conteúdos, mesmo o professor insistindo que eles perguntassem quando estivessem com dúvidas, mas poucos fizeram isso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada com uma turma do Ensino Médio, com duração de quatro aulas, mostrou resultados satisfatórios para a SD com abordagem de História da Ciência. Fica evidente que utilizar HC em sala de aula não é trivial, como foi dito anteriormente, como destaca Moraes e Quintal (2008, p. 10) “uma pratica pedagógica com essa abordagem exige do professor conhecimento de história geral, de física, de filosofia, de sociologia, e também de história da ciência e da tecnologia”.

Outro ponto interessante foi o uso de experimento, para Moraes & Quintal (2008): “defende -se que a união da História da Ciência com experimentos históricos é um elemento a ser explorado pelos professores que desejam um ensino de Física que não se restrinja à resolução de problemas matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos” (MORAES; QUINTAL, 2008. p. 10).

O experimento realizado nesta pesquisa não foi para representar o experimento de Arquimedes, mas de mostrar aos alunos a dificuldade de realização do método a ele atribuído pelo episódio. Os alunos se interessaram pelo experimento e puderam ver que é pouco provável que Arquimedes teria utilizado o método de derramamento de água.

Outro ponto importante que foi passado aos alunos, é quanto à confiança na fonte do conteúdo que eles têm acesso, seja na internet, jornais, revistas etc. Conhecer a fonte do conteúdo é tão importante quanto o conteúdo em si.

Ficou claro que a Sequência Didática precisa de melhorias, talvez aumentar o número de aulas, assim passar os conteúdos de uma forma mais clara, devagar, e levar mais exercícios que exijam mais deles.

Mas ficou evidente, também, que é preciso que os alunos levem a serio a aplicação da pesquisa, muitos alunos prestaram atenção nas aulas, mas não copiavam, e no último dia não responderam as questões, ou responderam de forma contraditória.

Esta pesquisa foi aplicada durante os conteúdos de ondas, os alunos estavam estudando esse assunto com a professora deles. Ou o curso poderia ser aplicado pelo próprio professor da turma, como fez Forato (2009), onde ela preparou o curso, mas a professora da turma quem aplicou.

Utilizar História da Ciência se mostrou uma forma diferente de dar aula, e uma forma dos alunos compreenderem melhor o porquê eles aprendem Ciência, fica claro, que para utilizar é preciso muito cuidado, para não levar para sala de aula uma pseudo-história.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Agnaldo A. F.; BOCANEGRA, Carlos H.; SILVA, Luciano F. A natureza da ciência e o processo educativo: relato de uma experiência de ensino realizado em uma escola pública de ensino Médio. **XII Encontro de Pesquisa no Ensino de Física**, Águas de Lindóia, 2010.

ARAÚJO, Brene C.; MARTINS, Andréa F. P. Natureza da ciência no ensino médio: um estudo de caso. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2012.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Reto, Augusto Pinheiro. 3ª reimpressão. 1ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOSS, Sergio L. B.; ANDRADE, Antonio A. O.; FILHO, Moacir P. de S.; CALUZI, João J. Textos históricos e experimentos: a construção de subsunçores para aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática no ensino médio. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2012.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciência afinal?** São Paulo, Editora Brasiliense, 1993.

DAMO, Higino S. **Física Experimental**. vol. 1. 2 ed. Caxias do Sul: EDUCS, 1985.

DANIEL, Gilmar P.; PEDUZZI, Luiz O. Q. Tycho Brache e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-24092009-130728/>>. Acesso em: 11 ago. de 2014.

FORATO, Thaís C. de M.; MARTINS, R. de A.; PIETROCOLA, Mauricio. A História e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar. **XII Encontro de Pesquisa no Ensino de Física**, Águas de Lindóia, 2010.

FORATO, Thaís C. de M.; PEREIRA, Jaene G.; SILVA, Ana Paula B. A natureza da ciência através de um episódio histórico sobre a luz: adaptações metodológicas. **XII Encontro de Pesquisa no Ensino de Física**, Águas de Lindóia, 2010.

MARTINS, Roberto A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 17, n. 2, p. 115-121, ago. 2000.

MARTINS, Roberto de A. Introdução. A História das Ciências e seus usos na educação. p. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, Micheal R. **Science Teaching – The role of History and Philosophy of Science**. New York, Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R.; “História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação”, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MORAES, Andréa G.; QUINTAL, João R.; A História da ciência no processo de Ensino-Aprendizagem. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

PAGLIARINI, Cassiano R.; SILVA, Cibelle C. **A estrutura dos mitos históricos nos livros de física**. Instituto de Física de São Carlos – USP. 2008. Disponível em: <<http://www.ifsc.usp.br/~cibelle/arquivos/T0124-1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. de 2015.

SANTOS, Alexssandro F. dos; CARDOSO, Tereza F. L. Uma proposta para ensinar os conceitos de Hidrostática: Santos Dumont e a História da ciência. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

SILVA, Boniek V. da C. **Controvérsias sobre a Natureza da Luz: uma aplicação didática**. 2010. 182 f. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, Natal, 2010.

SILVA, Wagner M.; SCHMIEDECKE, Wiston G. O conceito de campo elétrico em debate: possibilidades para o ensino de Física apoiado pela história da ciência. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2012.

SILVA, Cibelle C. MARTINS, Roberto A. A teoria das cores de Newton: um exemplo de uso da História da Ciência em sala de aula. **CIÊNCIA & EDUCAÇÃO**, p. 53-65. 2003.

VANNUCCI, Andréa I. **História e Filosofia da Ciência:** da teoria para a sala de aula. 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1996.

ANEXOS

Anexo 1. Fotos da turma durante as aulas da Sequência Didática.



Figura 5. Primeiro dia de aula da SD.



Figura 6. Terceira aula, dia do experimento.



Figura 7. Último dia de aula.

Anexo 2. Texto entregue aos alunos.

Texto 1. Fonte da história sobre Arquimedes.

“Quanto a Arquimedes, ele certamente fez descobertas admiráveis em muitos domínios, mas aquela que vou expor testemunha, entre muitas outras, um engenho extremo. Hieron de Siracusa, tendo chegado ao poder real, decidiu colocar em um templo, por causa de seus sucessos, uma coroa de ouro que havia prometido aos deuses imortais. Ofereceu assim um prêmio pela execução do trabalho e forneceu ao vencedor a quantidade de ouro necessária, devidamente pesada. Este, depois do tempo previsto, submeteu seu trabalho, finalmente manufaturado, à aprovação do rei e, com uma balança, fez uma prova do peso da coroa. Quando Hieron soube, através de uma denúncia, que certa quantidade de ouro havia sido retirada e substituída pelo equivalente em prata, incorporada ao objeto votivo, furioso por haver sido enganado, mas não encontrando nenhum modo de evidenciar a fraude, pediu a Arquimedes que refletisse sobre isso. E o acaso fez com que ele fosse se banhar com essa preocupação em mente e ao descer à banheira, notou que, à medida que lá entrava, escorria para fora uma quantidade de água igual ao volume de seu corpo. Isso lhe revelou o modo de resolver o problema: sem demora, ele saltou cheio de alegria para fora da banheira e completamente nu, tomou o caminho de sua casa, manifestando em voz alta para todos que havia encontrado o que procurava. Pois em sua corrida ele não cessava de gritar, em grego: εὐρηχα! εὐρηχα! [Encontrei, encontrei!]. Assim encaminhado para sua descoberta, diz-se que ele fabricou dois blocos de mesmo peso, igual ao da coroa, sendo um de ouro e o outro de prata. Feito isso, encheu de água até a borda um grande vaso, no qual mergulhou o bloco de prata. Escoou-se uma quantidade de água igual ao volume imerso no vaso. Assim, depois de retirado o corpo, ele colocou de volta a água que faltava, medindo-a com um sextarius, de tal modo que o nível voltou à borda, como inicialmente. Ele encontrou assim o peso de prata correspondente a uma quantidade determinada de água. Feita essa experiência, ele mergulhou, então, da mesma forma o corpo de ouro no vaso cheio, e depois de retirá-lo fez então sua medida seguindo um método semelhante: partindo da quantidade de água necessária, que não era igual e sim menor, encontrou em que proporção o corpo de ouro era menos volumoso do que o de prata, quando tinham pesos iguais. Em seguida, depois de ter enchido o vaso e mergulhado desta vez a coroa na mesma água, descobriu que havia escoado mais água para a coroa do que para o bloco de ouro de mesmo peso, e assim, partindo do fato de que fluía mais água no caso da coroa do que no do bloco, inferiu por seu raciocínio a mistura de prata ao ouro e tornou manifesto o furto do artesão (VITRUVIUS, De 1 architecture, livro IX, preâmbulo, §§ 9-12, pp. 5-7).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, na pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC - do curso de Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a escola. Em caso de dúvida você pode encontrar o Prof. Leandro da Hora Silva pelo telefone (41) 9681-2921.

As atividades consistem em leituras sobre conteúdos de Física, experiências no laboratório de física da escola, visualização do conteúdo estudado em sala de aula com jogos de computador e seminários. Todos com o aval prévio do professor da disciplina de Física.

A participação do aluno nesta pesquisa consistirá em responder os questionários do experimento, ou seja, irão nos dizer qual é o seu perfil (sexo, idade e se cursou o ensino fundamental todo em escolas públicas, particulares ou mistas). Além de avaliar se as atividades descritas acima o ajudam a compreender melhor o conteúdo de Física ministrado pelo professor.

Outros esclarecimentos

Por se tratar, simplesmente de responder questionários e realizar atividades em grupo em sala de aula ou no laboratório, sob a supervisão do seu professor, essa pesquisa não trará nenhum risco ou prejuízo a você.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sobre sua participação sempre que julgar necessário.

Curitiba, _____ de _____ de 20_____.

Prof. Leandro da Hora Silva

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de participação na pesquisa e concordo com a participação do menor pelo qual sou responsável.

Responsável legal:

Anexo 4.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu _____, CPF _____, RG _____,

depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, o professor e pesquisador **Leandro da Hora Silva**, estudante do **curso de licenciatura em Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, a realizar as fotos e filmagens que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e imagens (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, e slides), em favor dos pesquisadores do programa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N.º 3.298/1999, alterado pelo Decreto N.º 5.296/2004).

Curitiba, ____ de _____ de 20 ____.

Pesquisador responsável pelo projeto

Sujeito da Pesquisa (aluno)

Responsável Legal (Caso o sujeito seja menor de idade)

Anexo 5. Planos de aula da Sequência Didática

PLANO DE AULA 1

Professor: Leandro da Hora Silva

Escola: Colégio Est. Prof. Brasília V. de Castro

Turma/Série: 2 C

Duração: 50 minutos

Data: 28/10/2014

Tema: Mecânica dos Fluidos

Conteúdos: Episódio histórico de Arquimedes, tensão superficial da água, densidade e peso específico dos materiais.

Recursos didáticos: quadro, giz e texto impresso.

Estrutura da aula:

A aula se inicia com a apresentação do episódio histórico de Arquimedes e uma breve explanação sobre o personagem, suas contribuições à Matemática e a Física. Os alunos receberão uma cópia do texto que teria sido o primeiro relato sobre o episódio histórico. Após a leitura do texto junto com os alunos, inicia-se uma discussão sobre o texto, dando ênfase no método supostamente realizado por Arquimedes. Será proposto aos alunos que nas aulas seguintes estudar-se-á conteúdos de Física que ajudarão a entender o motivo pelo qual Arquimedes não realizou o experimento da forma proposta no texto.

O primeiro ponto a ser trabalhado é a questão da tensão superficial da água, mostra-se como é a ligação química das moléculas de água e com isso, qual a dificuldade de haver o derramamento de água.

Em seguida irá ser trabalhado o conceito de densidade e peso específico, tanto dos líquidos quanto dos sólidos, apresentando a equação, unidade de medida, e mostrar que diferentes materiais apresentam diferentes densidades. E dito isso, volta-se ao texto e discutir-se-á sobre os pesos diferentes das coroas de ouro puro e ouro com prata.

Referências:

DOCA, Ricardo H.; BISCOLOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V. **Física**. 1 ed. 1v. São Paulo: Saraiva, 2010.

MARTINS, Roberto A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/180494/mod_resource/content/1/art_martins_arquimedes.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2014.

NUSSENZVEIG, Herch. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2002.

PLANO DE AULA 2

Professor: Leandro da Hora Silva

Escola: Colégio Est. Prof. Brasília V. de Castro

Turma/Série: 2 C

Duração: 50 minutos

Data: 28/10/2014

Tema: Mecânica dos Fluidos

Conteúdos: Episódio histórico de Arquimedes e pressão

Recursos didáticos: quadro e giz.

Estrutura da aula:

Nesta aula será abordado o conceito de pressão nos líquidos e fora deles. Volta-se ao text para discutir a questão do derramamento do líquido, apresenta-se um cálculo hipotético para mostrar aos alunos a dificuldade e a imprecisão que pode ocorrer. Será realizada a dedução da equação de pressão nos líquidos, e será abordado as unidades de mediadas no SI. Abordar-se-á o perigo que os mergulhadores se sujeitam a mergulhar cada vez mais fundo nos oceanos, e cabe discutir com os alunos como os navios flutuam.

Referências:

AVANCINI, Margaret B. **Por que os navios flutuam?** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Margaret/porque_os_navios_flutuam_e_os_su.htm>. Acesso em: 10 jul. 2014.

DAMO, Higino S. **Física Experimental**. 1 v. 2 ed. Caxias do Sul: EDUCS, 1985.

DOCA, Ricardo H.; BISCUOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V. **Física**. 1 ed. 1v. São Paulo: Saraiva, 2010.

MARTINS, Roberto A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/180494/mod_resource/content/1/art_martins_arquimedes.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2014.

NUSSENZVEIG. Herch. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor.** 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2002.

PLANO DE AULA 3

Professor: Leandro da Hora Silva

Escola: Colégio Est. Prof. Brasília V. de Castro

Turma/Série: 2 C

Duração: 50 minutos

Data: 29/10/2014

Tema: Mecânica dos Fluidos

Conteúdos: Episódio histórico de Arquimedes e empuxo

Recursos didáticos: quadro, giz, balança, frascos de vidro e seringa, acessórios de fixação e corpos de materiais diferentes, mas de mesma massa.

Estrutura da aula:

Nesta aula da Sequência Didática, é apresentado o conceito de empuxo, realizar-se-á a dedução matemática da equação do empuxo, e volta-se a discussão sobre o motivo pelo qual os navios flutuam. Feito isso será realizado o experimento demonstrativo aos alunos para analisar a veracidade física do método proposto pelo episódio histórico de Arquimedes. Pretende-se mostrar aos alunos a dificuldade e a imprecisão do método discutido no texto de Vitruvius.

Referências

AVANCINI, Margaret B. **Por que os navios flutuam?** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Margaret/porque_os_navios_flutuam_e_os_su.htm>. Acesso em: 10 jul. 2014.

DOCA, Ricardo H.; BISCUOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V. **Física.** 1 ed. 1v. São Paulo: Saraiva, 2010.

MARTINS, Roberto A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/180494/mod_resource/content/1/art_martins_arquimedes.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2014.

NUSSENZVEIG. Herch. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor.** 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2002.

PLANO DE AULA 4

Professor: Leandro da Hora Silva

Escola: Colégio Est. Prof. Brasília V. de Castro

Turma/Série: 2 C

Duração: 50 minutos

Data: 30/10/2014

Tema: Mecânica dos Fluidos

Conteúdos: Episódio histórico de Arquimedes, revisão dos conteúdos e atividade final

Recursos didáticos: quadro, giz e folha com as atividades impressa

Estrutura da aula:

Na última aula da Sequência Didática será feita uma revisão dos conteúdos estudados até o momento e realizar-se-á uma atividade com cinco questões, envolvendo os conteúdos abordados e o episódio histórico. Cada questão será lida junto com os alunos, para que eles não tenham dúvidas.

Referências

AVANCINI, Margaret B. **Por que os navios flutuam?** Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Margaret/porque_os_navios_flutuam_e_os_su.htm>. Acesso em: 10 jul. 2014.

DOCA, Ricardo H.; BISCUOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V. **Física**. 1 ed. 1v. São Paulo: Saraiva, 2010.

MARTINS, Roberto A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno**

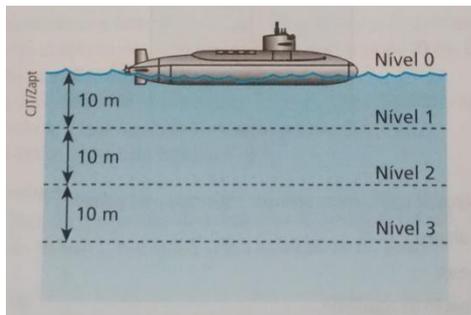
Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000. Disponível em:

<http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/180494/mod_resource/content/1/art_martins_arquimedes.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2014.

NUSSENZVEIG, Herch. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações, Ondas e Calor**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2002.

Anexo 6. Atividade proposta aos alunos.

- 1) Um submarino, inicialmente em repouso em um local do nível 0 (superfície da água), indicado na figura, inunda seus compartimentos de lastro e afunda verticalmente, passando pelos níveis 1, 2 e 3. Na região, a pressão atmosférica é normal (1 atm) e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Sabendo que a densidade absoluta da água, suposta homogênea, é de $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e considerando $1,0 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Calcule o acréscimo de pressão registrado pelos aparelhos do submarino quando ele desce de um dos níveis referidos para o imediatamente inferior.

- 2) Frente ao que foi discutido durante as aulas sobre o episódio histórico de Arquimedes, escreva com suas palavras, o porquê Arquimedes não teria realizado o experimento utilizando a água derramada do recipiente. E escreva como ele teria feito as medidas para comprovação da fraude da coroa.
- 3) Explique por que os navios podem flutuar.
- 4) Indique pontos positivos e negativos das aulas ministradas.
- 5) Escreva a sua opinião sobre o episódio histórico utilizado nessas aulas para o ensino dos conteúdos da disciplina. Escreva se o uso desse episódio lhe ajudou na compreensão dos conteúdos, se deixou as aulas mais atrativas ou se foi indiferente para você.