



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

GLEICYNILTON TELES DA SILVA

**NO EMBALO DA REDE DE DORMIR: CONTEXTUALIZANDO UMA
ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

**FORTALEZA
2013**

GLEICYNILTON TELES DA SILVA

NO EMBALO DA REDE DE DORMIR: CONTEXTUALIZANDO UMA ABORDAGEM
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao curso de Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

FORTALEZA

2013

GLEICYNILTON TELES DA SILVA
NO EMBALO DA REDE DE DORMIR: CONTEXTUALIZANDO UMA ABORDAGEM
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao curso de Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Aprovado em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará

Prof. Ms. Cleuton Freire
Universidade Federal do Ceará

A Deus.

À minha esposa, Mara.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai José Gomes, pelo apoio financeiro com meu deslocamento para universidade, visto que não resido na mesma cidade da instituição (UFC).

Aos meus irmãos e toda a minha família, em especial minha querida mãe.

A minha esposa pelo apoio psicológico e sentimental.

A minha irmã Gleiciane juntamente com sua família por todo múltiplo apoio.

Ao Prof. Dr. Antônio Marcos Araújo Silva, pela orientação nessa monografia.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Dr. Nildo Loiola Dias, Prof. Ms. Cleuton Freire, pelas sugestões nesse trabalho.

A Prof. Rosélia, pelo apoio psicológico, carisma e material acadêmico.

A professora Mônica Nunes de França, por ceder uma de suas aulas para que eu pudesse aplicar esse trabalho em prática.

A diretora Valéria do colégio E. E. M. Maria Iracema Uchôa Sales, por permitir o uso do colégio na conclusão desse trabalho.

Ao meu colega de sala Ícaro Lavor, por auxiliar no início desse trabalho.

Aos meus colegas Diomaique Lopes e Aesley Nobre, pelo companheirismo em momentos difíceis.

Aos colegas da turma de graduação, pelas orientações concernentes a assuntos acadêmicos.

Aos colegas da Monitoria, no qual não somente auxiliou em minhas dúvidas, mas sempre compartilharam momentos de amizade importantíssimos.

Ao programa PRECE (Programa de Educação em Células Cooperativas) com todos os meus amigos (Róbio, Natanaelia, Luana, Nilza, Tony, Dayane, Rocicléia e outros que foge a lembrança), no qual considero o “passaporte” para meu ingresso na universidade.

Ao Prof. Alfredo e família, por auxiliar em algumas decisões da minha vida.

A Jesus Cristo, meu Senhor e Rei, sem o qual jamais conquistaria a posição na qual estou.

“Bem aventurado o homem que
acha sabedoria, e o homem que
adquire conhecimento”.

(Provérbio 3.13 – Bíblia Sagrada)

RESUMO

A presente monografia baseia-se em um experimento didático realizado com uma rede de dormir aplicado em uma escola pública, em que é dada ênfase a um ensino contextualizado; mostrando que a Física está presente em quase tudo que nos rodeiam, até mesmo no balanço de uma rede de dormir. Na escola, o professor transmite as primeiras orientações para que os alunos em grupos, reproduzam o experimento com a rede de dormir. Os alunos recebem um roteiro de experimento para preencher com os dados obtidos, conforme o experimento vai sendo realizado. A rede de dormir apresenta um movimento semelhante ao de um pêndulo simples, um movimento harmônico simples quando oscila com pequenas amplitudes. Fez-se uma analogia entre a rede de dormir e o pêndulo, onde há possibilidades para calcular o período, frequência e até mesmo a gravidade local. Ancorado a esse experimento, pretende-se alavancar reflexões sobre algumas metodologias de ensino e/ou pressupostos teóricos; como por exemplo, a teoria da aprendizagem significativa, que busca trazer para o educando significados ao conteúdo ensinado. Mostra ainda que o ensino exige do docente criatividade para extrair do meio social, situações que possibilitam demonstrar fenômenos físicos, trazendo em seu bojo um ensino significativo e estimulante para motivar o estudante. A rede de dormir é mais uma ferramenta que pode ser utilizada no ensino de física, haja vista que a mesma é um objeto utilizado praticamente em todas as regiões de nosso país, principalmente na região Nordeste.

Palavras-chave: Rede de dormir. Ensino de Física. Metodologia contextualizada.

ABSTRACT

This monograph is based on a didactic experiment carried out with a hammock applied in a public school, where emphasis is given to contextualized teaching; showing that physics is present in almost everything around us, even in the balance a hammock. At school, the teacher transmits the preliminary guidelines for students in groups to replicate the experiment with a hammock. For the students are given a script to fill with the experimental data, as the experiment is being performed. The hammock has a movement like that of a simple pendulum, a simple harmonic motion, when oscillates with small amplitudes. There was an analogy between the hammock and the simple pendulum, where there are possibilities to calculate the period, the frequency and even the local gravity. Anchored in this experiment, we intend to leverage some reflections on teaching methodologies and/or theoretical assumptions, such as the theory of meaningful learning, which aims to bring the student to the content taught meanings. It also shows that teaching requires the teacher to extract creativity of the social situations that enable to demonstrate physical phenomena, bringing in its wake the teaching meaningful and stimulating to motivate the student. The hammock is another tool that can be used in teaching physics, given that it is an object used in virtually all regions of our country, especially in the Northeast.

Keywords: Hammock sleeping. Physics Teaching. Methodology contextualized.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Contextualização no Ensino	13
2.2 Contextualização na Aprendizagem Significativa	14
2.3 Métodos Ativos Ajudam na Aprendizagem	16
2.3.1 O Experimento Como Método Ativo	17
2.4 Motivação, Estimulação Baseado no Contexto	17
3 METODOLOGIA	19
3.1 Experimento Isolado	19
3.1.1 Pêndulo simples	19
3.1.2 Rede de dormir	21
3.2 Experimento em sala	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Visão quantitativa	26
4.2 Visão qualitativa	27
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES	34

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem é discutido e revisto entre os estudiosos da educação há décadas, visto que o mesmo é contínuo e busca-se sempre o aprimoramento através da prática. Embora não seja um processo concluído, muitos educadores chegam a afirmar que a ausência de um ensino contextualizado e baseado no construtivismo torna o aprendizado ineficaz. Com efeito, Ausubel *et al.* (1978 *apud* MOREIRA *et al.*, 1999) exprime que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, seu contexto vivenciado. Nesse trabalho, pretende-se especificamente tratar da contextualização no ensino de física.

Os PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS MAIS ENSINO MÉDIO (PCN+EM) (BRASIL, 2001) ratificam a contextualização como tendo uma relação de competência e incentiva seu exercício nas escolas, em que a Física deve ter uma abordagem próxima do cotidiano do aluno:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+ Ensino Médio, 2001,p. 59).

Ainda nos PCN+EM é possível salientar que o ensino de Física tem tomado outro rumo, trazendo consigo uma aprendizagem significativa:

O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (PCN+ Ensino Médio,2001,p. 60).

Baseado nas diretrizes expostas nos PCN+EM e tomando como base uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, neste trabalho abordamos uma ferramenta para auxiliar no ensino de Física: a rede de dormir.

De acordo com CASCUDO (2003), a rede de dormir é um apetrecho presente na maioria das casas no Nordeste brasileiro. Particularmente em Fortaleza, capital do Estado do

Ceará, onde essa pesquisa foi realizada, é difícil encontrar uma casa onde não haja uma, ou mais ainda, é difícil encontrar alguém que não a tenha usado. Sendo uma herança dos índios e escravos, remonta a origem de nossa nação com a chegada dos portugueses no início do Século XVI. De acordo com a KOOGAN & HOUAISS (2000), rede de dormir é uma “peça feita de tecido ou de malha, usada para nela se dormir ou embalar”. Ainda, de acordo com CASCUDO (2003), a rede de dormir é originária dos índios que habitavam o Brasil antes de seu descobrimento. Em Fortaleza, é rara a casa que não as use cotidianamente, sendo também usadas como ornamentação em praças na época das festas natalinas, conforme são mostradas na Figura 1, elas são também um produto típico em lojas de *souvenir*.

Figura 1- Ornamentação com redes de dormir em praças da cidade de Fortaleza-Ce.



Fonte: Jornal Diário do Nordeste (2007; 2011).

Haja vista que a rede de dormir está presente em quase todos os lares, principalmente na região Nordeste de nosso país, ela torna-se uma ferramenta de nosso dia-a-dia no qual é possível utilizá-la no ensino de física, especificamente na mecânica, onde se pode usar no contexto da conservação da energia mecânica, bem como no movimento harmônico simples, para medir a gravidade local. Fazendo-se medidas simples e utilizando operações matemáticas elementares como o teorema de Pitágoras, conseguiu-se fazer uma analogia com o pêndulo simples, onde o mesmo apresenta um movimento harmônico simples.

Após realizar o experimento em particular e comprovado sua eficácia nos resultados experimentais, houve a necessidade de por em prática esse experimento para verificar sua eficiência no ensino, tendo em foco um ensino contextualizado, esperando dos estudantes uma maior motivação para o aprendizado de física.

Quando falamos em um ensino contextualizado sempre nos vêm à mente um ensino baseado na teoria construtivista, onde a construção e interpretação da cognição torna-se a essência nesse tipo de ensino. Assim relata MOREIRA (1999):

O construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista porque se ocupa da cognição, de como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. (Moreira, 1999, p. 15).

Essa interpretação às vezes pode ou não estar coerente com conceitos científicos, emergindo em concepções espontâneas. As concepções espontâneas, não são somente os conhecimentos adquiridos em anos anteriores na escola, mas em todo meio em que vive o estudante, ou seja, o contexto ao seu redor.

Para que aconteça uma aprendizagem significativa às vezes necessita-se de uma ancoragem com o conhecimento preexistente. A contextualização baseia-se em uma ligação com todo o conhecimento adquirido com o novo conhecimento a ser obtido, como afirma Ausubel:

a aprendizagem significativa envolve uma interação selectiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo *ancoragem* para sugerir a ligação com as ideias preexistentes ao longo do tempo. (Ausubel, 2003, p. 3)

Baseado nessas concepções é que surge a necessidade do professor em associar ou contextualizar seu ensino. Foi com essa visão que se realizou a experiência de ensino na escola EEM Maria Iracema Uchôa Sales, onde o primeiro passo foi extrair dos alunos seus conhecimentos prévios sobre os assuntos tratados aqui, tais como conservação de energia mecânica e o movimento harmônico simples. Abordaram-se ainda, aonde eles percebiam a conservação de energia e o movimento harmônico simples em situações de suas vidas cotidianas; em seguida relacionar alguns conceitos, tais como, energia cinética, energia

potencial gravitacional, energia mecânica e sua conservação, frequência, período, pêndulo simples até chegar ao conceito de gravidade.

Em uma aula seguinte o professor apresentou o movimento da rede de dormir que imitam a um movimento de um pêndulo. Os resultados obtidos foram repassados para um roteiro de prática semiestruturado e entregue pelo professor. Nesse tipo de atividade o aluno faz todas as medidas e cálculos, o roteiro é para lhe orientar, ou seja, é um ensino significativo onde o aluno é autônomo em seu conhecimento.

Este trabalho consistiu no uso da rede de dormir como objeto de ensino de física, e está dividido como segue, no capítulo 2 apresentamos uma fundamentação teórica no que diz respeito à contextualização do ensino, em vista da aprendizagem significativa de Ausubel, dentre outros. No capítulo 3 trazemos a metodologia do trabalho. No capítulo 4 analisamos os resultados da aplicação deste trabalho numa escola de Ensino Médio na cidade de Umirim, CE, e finalizamos com as conclusões deste estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Física tem se tornado um desafio para os educadores, por um lado, alunos sentem-se desmotivado com as aulas que apresentam tantas abstrações no conteúdo, por outro lado, professores sentem dificuldades em transmiti-los. Para essa problemática muitos têm buscado soluções em diversas metodologias de ensino, haja vista que algumas metodologias têm trazido resultados satisfatórios para a educação. A formação de professores tem melhorado com a agregação de conhecimentos e concepções dessas metodologias, levando em sua aplicação nas escolas.

Nesse trabalho queremos destacar uma concepção que tem sido abraçada por nossos educadores e que tem trazido motivação para nossos estudantes, a saber: a contextualização no ensino de física.

2.1 Contextualização no Ensino

De modo geral um ensino contextualizado é aquele em que o conteúdo ensinado é tangível com a realidade do aluno, podemos embasar essa afirmação em documentos oficiais que regem a nossa educação, por exemplo, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação:

Interdisciplinaridade e contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996). Elas abrigam uma visão do conhecimento e das formas de tratá-los para ensinar e para aprender que permite dar significado integrador a duas outras dimensões do currículo de forma a evitar transformá-las em novas dualidades ou reforçar as já existentes: base nacional comum/parte diversificada, e formação geral/preparação básica para o trabalho. (BRASIL, 1998, p. 50)

Também, no Parâmetro Curricular Nacional, a contextualização é exaltada para o ensino de Física:

A cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. (BRASIL, 2000, p. 10)

Para Ausubel a contextualização começa a partir da sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos. Esses conhecimentos prévios não se restringem somente àqueles

adquiridos em aulas anteriores, mas se refere a todo conhecimento absorvido durante toda a vida desse estudante. Ausubel denomina esse tipo de conhecimento de *subsunções*.

Conforme Giordan e De Vecchi (1996), inicialmente esses conhecimentos prévios receberam outros nomes como, concepções, erros conceituais, concepções errôneas. Para Carrascoso (2005), essas respostas contraditórias aos conhecimentos científicos são denominadas como erros conceituais e as ideias que levam aos erros conceituais de concepções alternativas. Esses erros conceituais refletem o contexto social do educando e devem ser extraídos/discutidos em sala de aula.

Para TAFNER (2003) a contextualização vai mais além, ressalta a importância do educando conhecer a vida escolar e social do aluno antes mesmo de entrar em sala:

“Ao adentrar a porta de uma sala de aula no Ensino Médio, todo educador já deveria dispor de um relatório onde constasse a vida escolar anterior de cada educando, acrescido de alguns dados sociais. Este material o ajudaria a identificar o contexto no qual aqueles educandos estavam inseridos e a vislumbrar toda a diversidade e riqueza de material humano em que se constitui agora este novo grupo”. (TAFNER, 2003, p. 2).

Todavia, reconhece que conhecer a vida dos educandos antes mesmo de começar a ensinar-lhes é uma utopia para quase todas as escolas e que a solução é conhecê-los na sala de aula. Para conhecer o aluno, o educador necessita estabelecer uma relação de interação com os mesmos, como propõem Paulo Freire:

“o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa.” (PAULO FREIRE, 2011, p. 95).

2.2 Contextualização na Aprendizagem Significativa

Aqui retornamos a teoria de Ausubel, onde através de atividades o educador precisa extrair do educando o conhecimento prévio relevante ao conteúdo abordado, mesmo que esse conhecimento não seja verdadeiro, no que diz respeito a comprovação científica, ou que seja totalmente distorcido com a realidade, nesse momento cabe ao educando fazer uma ancoragem dos conceitos físicos com a concepção espontânea do educando. Por isso o educador não pode de modo algum desprezar o erro conceitual do educando, pois é a partir

desse erro que a aula irá ser construída. Destacam-se aqui alguns pontos no processo desta construção defendida por Ausubel na Aprendizagem Significativa:

- a) observar a existência de conhecimento prévio relevante na estrutura cognitiva do educando para que venha absorver corretamente o conteúdo a ser abordado posteriormente. Esse conhecimento prévio é denominado por Ausubel como *subsunçores*. Nota-se que estes *subsunçores* são adquiridos mediante o contexto vivenciado pelo educando. Na definição de MOREIRA (2006): “a aquisição de significados para signos ou símbolos de conceitos ocorre de maneira gradual e idiossincrática em cada indivíduo”. No entanto existem conteúdos de Física, por exemplo, que é extremamente complexo de ser entendido pelo educando, ao ponto deste não ter nenhum *subsunçor* relevante em sua estrutura cognitiva. Aqui entra o segundo ponto a ser analisado: organizadores prévios;
- b) trata-se de um material introdutório em que o educador utiliza em sala para inserir ou estimular a cognição do educando com finalidade de gerar *subsunçores*. Esse material deve apresentar certo grau de inclusividade para o material a ser aprendido. MOREIRA (2006) exprime: “organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentado antes do material a ser aprendido, porém em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material”;
- c) o terceiro ponto a ser analisado é o material que o educando irá utilizar em sala após a verificação dos *subsunçores*. Este deve ter um significado lógico, relacionável para o educando. Chama-se este material de potencialmente significativo. MOREIRA (2006) explica da seguinte forma: “uma das condições para ocorrência de aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literária”.
- d) o último ponto trata-se da ancoragem entre o material potencialmente significativo com os *subsunçores*. É um processo de interação pelo qual conceitos mais importantes e inclusivos começam a interagir com o material potencialmente significativo, ao ponto de modifica-se em função desta ancoragem. Um bom exemplo é exprimido por MOREIRA:

Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, estes servirão de *subsunçores* para novas informações referentes

a certos tipos de forças e campos como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos. (MOREIRA, 2006, p. 15).

Diante destes pontos até aqui expostos, pretende-se trazer uma breve reflexão sobre a contextualização dentro da teoria da aprendizagem significativa. Observe que no primeiro ponto, os *subsunçores* são intrinsecamente ligados ao contexto de vida do educando, pois a estrutura cognitiva é construída por intermédio da vivência deste educando na sociedade, no meio em que vive. Nota-se também que como já mencionado, no terceiro ponto o material potencialmente significativo a ser ensinado deve ser relacionável, ou seja, vemos aqui claramente que este material precisa ser selecionado previamente antes mesmo de ser apresentado para o educando e que esse método converge para uma contextualização, já que na voz de TAFNER (2003) o ensino contextualizado consiste naquele em que sua essência esteja presente no cotidiano do aprendiz.

Haja vista que alguns educandos não apresentam qualquer interesse por algumas disciplinas, por exemplo, em Física, pois infelizmente ainda temos educadores que possui uma metodologia baseada na “educação bancária”, metodologia esta refutada por Paulo Freire, na qual o professor simplesmente expõe o conteúdo e não há nenhuma interação entre ambos.

2.3 Métodos Ativos Ajudam na Aprendizagem

Alguns teóricos da educação declaram que o ensino deve ser acompanhado de aulas práticas com objetivo de inserir os educandos no campo de pesquisa, permitindo descobertas e situações que poderão ser reinventadas ou reconstruídas. Evidentemente há a necessidade da ação do educador em desempenhar seu papel de facilitador da aprendizagem. A introdução de métodos ativos é defendida por Piaget (1977):

“... A primeira dessas condições é naturalmente o recurso aos métodos ativos, conferindo-se especial relevo à pesquisa espontânea da criança ou adolescente e exigindo-se que toda a verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos, reconstruída e não simplesmente transmitida... Mas é evidente que o educador continua indispensável para criar as situações e armar os dispositivos iniciais capazes de suscitar problemas úteis à criança, e para organizar, em seguida, contra-exemplos que levem à reflexão e obriguem ao controle das soluções demasiado apressadas: o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas. Quando se pensa no número de séculos que

foram necessários para que se chegasse, por exemplo, à Matemática denominada “moderna” e à Física contemporânea, mesmo a macroscópica, seria absurdo imaginar que, sem uma orientação voltada para a tomada de consciência das questões centrais, possa a criança chegar apenas por si a elaborá-las com clareza. No sentido inverso, entretanto, ainda é preciso que o professor não se limite ao conhecimento da matéria de ensino, mas esteja muito bem informado a respeito das peculiaridades do desenvolvimento psicológico da inteligência da criança e do adolescente.” (MOREIRA, 1999, p. 105).

Para Rogers expor o educando a situações em que envolva problemas experimentais é fator determinante na obtenção de uma grande parte da aprendizagem significativa: “Um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem consiste em colocar o aluno em confronto experimental direto com problemas práticos de natureza social, ética e filosófica ou pessoal e com problemas de pesquisa.” (MOREIRA, 1999, p. 143).

2.3.1 O Experimento Como Método Ativo

Um método ativo que não deve deixar de consistir nas aulas de física é o experimento, quer este seja um experimento demonstrativo, quer seja investigativo. Os PCNEM deixa claro sua utilidade, dando um retorno com um aprendizado bem sucedido para quem conduz ao longo de suas aulas seus educando diante de experimentos científicos:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (PCNEM, 2001, p. 84).

2.4 Motivação e Estimulação Baseado no Contexto

É bom diferenciar estímulo e motivação, embora esta se tenha confundido com incentivos. Na aprendizagem, incentivo é a somatória de todos os estímulos que despertam ou convergem para motivação no intuito de aprender. Na verdade, estímulos são forças externas, o contexto social ou ainda o ambiente social que afetam a motivação. Assim essa diferença é expressa por LIBÂNEO (1994):

O incentivo à aprendizagem é o conjunto de estímulos que despertam nos alunos a sua motivação para aprender, de forma que suas necessidades, interesses, desejos,

sejam canalizados para as tarefas de estudo. Todas as nossas ações são orientadas para atingir objetivos que satisfaçam as nossas necessidades fisiológicas, emocionais, sociais e de auto-realização. A motivação é, assim, o conjunto das forças internas que impulsionam o nosso comportamento para objetivos e cuja direção é dada pela nossa inteligência. Entretanto, as forças internas do nosso organismo são condicionadas por forças externas que modificam o direcionamento da nossa motivação. (LIBÂNEO, 1994, p. 110).

Podemos ainda verificar essa diferença nas palavras de CAMPOS (2011):

Motivação ou incentivação não são sinônimos, pois o segundo processo consiste em propiciar situações que despertem no aprendiz os motivos para iniciar e manter o processo da aprendizagem, enquanto que a motivação é um processo biopsíquico, ocorrido no interior do indivíduo. (CAMPOS, 2011, p. 113).

Motivo, palavra que vem do latim *movere*, *motum*, e significa aquilo que faz mover. Em outras palavras é tudo aquilo que produz movimento. Sendo motivação algo inerente a estrutura cognitiva e a aprendizagem. É de fundamental importância o educador tomar conhecimento da motivação de seus aprendizes, pois esta é a chave do controle do comportamento humano e o papel do professor torna-se indispensável na mediação entre os motivos e os legítimos alvos a serem alcançados dentro do ensino. Sendo este capaz de gerar modificação ou ajustamento no contexto social. Nas palavras de CAMPOS (2011):

O estudo da motivação humana representa, para o educador, uma necessidade amplamente reconhecida, principalmente, principalmente em uma sociedade democrática, onde o conteúdo e os métodos da educação devem, sempre que possível, respeitar os motivos individuais e os da comunidade em que vive o educando. O professor, como orientador das atividades dos alunos, é o mediador entre os motivos individuais e os legítimos alvos a serem alcançados. Mais do que isto compete ao mestre, como agente socializador, incutir os padrões da cultura, isto é, novos motivos, a fim de que certas necessidades sejam desenvolvidas, determinando a aquisição, por parte dos educandos, daqueles tipos de comportamento que garantem um ajustamento social eficiente. (CAMPOS, 2011, p. 108).

Por outro lado a falta de motivação converge para sérios problemas na aprendizagem, como, por exemplo, tensão emocional, problemas disciplinar e até mesmo desinteresse total pelos estudos.

3. METODOLOGIA

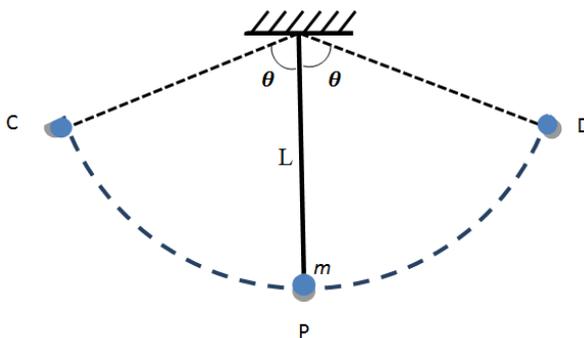
O objeto de estudo é a rede de dormir, onde o mesmo foi utilizado de forma didática em sala de aula, mas para todo objeto ou experimento deve-se testá-lo e analisá-lo antes de ser aplicado na presença do aluno. A metodologia divide-se basicamente em dois momentos: o primeiro é sua análise e sua eficiência de forma isolada e o segundo é sua aplicação e análise em sala de aula.

3.1 Experimento Isolado

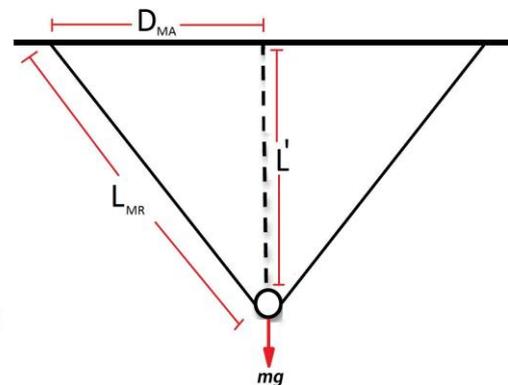
Antes de apresentar a física na rede de dormir é necessário conhecermos o pêndulo simples as leis físicas que o regem, pois essa é a base para entendermos o movimento da rede, visto que a mesma pode ser comparada com um pêndulo de duas cordas, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2. Analogia da rede de dormir com o pêndulo simples.

(a) Pêndulo simples



(b) Esquema da Rede de Dormir



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.1 Pêndulo Simples

Consideramos um pêndulo simples como um sistema ideal, composto por um fio inextensível de comprimento L com uma massa pontual presa em uma das extremidades, e a extremidade superior fixa em um ponto. Essa massa pode oscilar percorrendo um arco subtendendo um ângulo 2θ , como mostra a Figura 2(a).

Podemos fazer uma análise dos fenômenos que cercam um pêndulo simples começando pelo simples ato de sustentar a massa do corpo suspenso a uma determinada amplitude (ponto C ou D na Figura 2(a)) formando um ângulo qualquer θ entre esse ponto e seu ponto de equilíbrio (ponto P na Figura 2(a)). Nessa situação a massa adquire uma energia denominada energia potencial gravitacional, pois esse corpo, quando encontrado nessa posição, tem a potencialidade de se movimentar caso seja liberado. Ao liberarmos o corpo, ele adquire um movimento que carrega em si uma energia, energia esta chamada de energia cinética. Evidentemente, que essa energia vai aumentando à medida que a massa vai se aproximando do ponto P, ao passo que a energia potencial vai diminuindo.

Observe que quando o corpo passa pelo ponto de equilíbrio a energia potencial que ele adquiriu ao ser colocado no ponto C ou D torna-se nula. Por outro lado, no momento em que o corpo vai se afastando do seu ponto de equilíbrio (ponto P) ao ponto C ou D, a energia potencial gravitacional começa a aumentar e a sua energia cinética vai diminuindo. Se considerarmos que nesse sistema não exista qualquer tipo de resistência contrária ou força dissipativa a esse movimento, o corpo iria oscilar sem parar. Esse sistema é denominado de sistema mecânico conservativo, pois toda energia potencial (nesse caso gravitacional), torna-se energia cinética e vice-versa.

Embora não seja a finalidade desse trabalho demonstrar todas as equações envolvidas no movimento de um pêndulo simples, é essencial dizermos que o ângulo de oscilação necessita ser inferior a 15 graus para que o pêndulo descreva oscilações harmônicas. Para mais detalhes desses cálculos consultar o APÊNDICE B. Este movimento oscilatório é denominado de Movimento Harmônico Simples (MHS), onde o período dessa oscilação é descrito pela equação (1):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

A partir desse período a gravidade local pode ser calculada através da equação (2):

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad (2)$$

Assim, sabendo-se o comprimento do pêndulo (não é o comprimento do fio, mas a distância entre o ponto de fixação e o centro de massa do corpo) pode-se obter o valor

experimental da gravidade local a partir de medidas do período de oscilação harmônica do pêndulo.

3.1.2 Rede de Dormir

Para a rede de dormir o movimento é semelhante ao pêndulo simples, é claro que temos que considerar oscilações com ângulos pequenos para obter movimento harmônico. Para encontrarmos tanto o período como a gravidade local foi necessário fazer algumas adaptações nas equações (1) e (2), pois na rede de dormir não temos um comprimento L , contudo podemos imaginar que exista esse comprimento, no qual vamos chamá-lo de L' (como mostra a Figura 2(b)). Para calcular esse comprimento é necessário usar o Teorema de Pitágoras:

$$L_{MR}^2 = D_{MA}^2 + L'^2, \quad (3)$$

que, pondo L' em evidência, obtemos:

$$L' = \sqrt{L_{MR}^2 - D_{MA}^2}. \quad (4)$$

Pela Figura 2(b) temos que o comprimento D_{MA} é a metade da distância entre os suportes que sustentam a rede (armadores) e L_{MR} é a metade do comprimento da rede.

Usando a equação (1) do pêndulo simples com L' da equação (4), o período da rede será:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L'}{g}} \quad \text{ou} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\sqrt{L_{MR}^2 - D_{MA}^2}}{g}}. \quad (5)$$

Resolvendo a equação (5) para g , a gravidade local, obtemos

$$g = 4\pi^2 \frac{\sqrt{L_{MR}^2 - D_{MA}^2}}{T^2}. \quad (6)$$

Assim, a partir dos parâmetros da rede de dormir (comprimento e distância dos armadores) e de medidas do período do movimento harmônico da rede podemos medir a aceleração de gravidade local. Realizamos todas essas medidas e obtivemos os resultados experimentais anotados na Tabela 1, que chamamos de experimento isolado; pois foi realizado em laboratório pelo licenciando que vos escreve. Realizamos também o experimento em sala de aula com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio, como veremos a seguir.

Tabela 1: Resultados experimentais para o experimento isolado.

Comprimento da rede de dormir (m)	Distância entre os armadores (m)	10 períodos (T) em 10 testes(s)	Média dos períodos (s)	Gravidade local (m/s ²)
4,29	3,50	22,97	22,81	9,28
		22,73		
		22,76		
		22,69		
		22,75		
		22,77		
		22,79		
		22,89		
		22,95		
		22,76		

3.2 Experimento em Sala

Como já mencionado o experimento foi realizado na E.E.M. Maria Iracema Uchôa Sales em uma sala com 26 alunos do 1º ano do Ensino Médio. Na Figura 3 são mostradas fotografias do experimento sendo realizado na sala de aula, em (a) o licenciando que vos escreve explicando o experimento aos alunos. Na Figura 3(b) um aluno ajudando com o experimento. Na Figura 3(c), as medições para colocação da rede sendo realizadas com a ajuda de outro aluno (não mostrado). Na Figura 3(d), o experimento sendo realizado. Quando os alunos foram realizar o experimento em equipes, eles se deslocaram para o pátio da escola, conforme a seguir.

A classe foi dividida em grupos de cinco membros, onde receberam os seguintes materiais: 1 rede de dormir; 1 trena; 1 cronômetro (utilizou-se o cronômetro de um celular) e um roteiro de prática (APÊNDICE A). Cada equipe foi orientada a medir a rede de modo organizado, atentando para a divisão de tarefas, onde uma dupla segurou a rede, outra dupla mediu com a trena e um último componente fez as anotações destas medidas. Em seguida mediu-se a distância entre duas mesas, onde ambas fazem uma analogia a distância entre os armadores. Dois seguraram os punhos da rede, cada punho foi apoiado na lateral da mesa, um terceiro aluno pôs um livro dentro da rede, em seguida puxou a rede a uma amplitude mais ou menos de 15° e depois a soltou para que acontecesse a oscilação, imediatamente um quarto aluno cronometrou o tempo de dez períodos conforme o roteiro, um quinto aluno fez as anotações. Depois de realizadas todas as medidas, eles calcularam e substituíram os resultados nas fórmulas já mencionadas na seção 3.1.2.

Figura 3: Realização do experimento com uma rede de dormir em sala de aula. Em (a), a professora apresentando o planejamento do experimento para a turma. Em (b), um aluno ajudando com o experimento. Em (c), as medições para colocação da rede sendo realizadas com a ajuda de outro aluno (não mostrado). Em (d), o experimento sendo realizado.





Fonte: Autoria Própria.

Destacamos que no final do roteiro de prática ainda teve uma atividade em que os educandos deveriam responder três perguntas de forma prática e investigativa, visto que as mesmas consistem intencionalmente colocar o educando diante de problemas experimentais,

possibilitando uma construção do conhecimento relevante. No final do roteiro encontrava-se as seguintes perguntas para serem discutidas:

- 1) Durante o movimento da rede, você percebeu que a energia mecânica se conserva?
- 2) Triplicando a massa posta na rede os resultados sofrem modificações?
- 3) Aumentando a amplitude do balanço da rede em um ângulo superior a 15 graus os resultados sofrem modificações?

Essas perguntas exigem do aluno uma observação mais acurada do experimento e da teoria por trás dela, levando-os a um maior aprofundamento do problema experimental sob análise. Uma das questões exigia uma nova experimentação para ser resolvida (por causa do pouco tempo de aula, esse passo foi realizado uma única vez com o auxílio do professor).

A primeira pergunta instiga o aluno a questionar possíveis fatores que ocasionariam a perda de energia, como por exemplo, o atrito com o ar ou no armador. As duas últimas relacionavam a alteração do ângulo inicial de oscilação e a massa posta dentro da rede, visando que a massa não tem influência nos resultados e que ângulos acima de 15° podem modificar os resultados, pelo menos teoricamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor análise dos resultados houve a necessidade de verificá-los do ponto de vista quantitativo, ou seja, os resultados numéricos do experimento e também do ponto de vista qualitativo, onde ponderaremos a motivação, interação e trabalho dos alunos atrelado à didática do professor.

4.1 Visão Quantitativa

É de fundamental importância mostrar os resultados numéricos obtidos no experimento e compará-los entre si e com o valor da literatura para avaliar a eficácia do experimento. A Tabela 2 apresenta os resultados das cinco equipes.

Tabela 2: Resultados experimentais das cinco equipes.

	EQUIPE A	EQUIPE B	EQUIPE C	EQUIPE D	EQUIPE E
Distância entre os "armadores" (D)	3,40 m	3,40 m	3,40 m	3,40 m	3,40 m
Metade da distância (D/2)	1,70 m	1,70 m	1,70 m	1,70 m	1,70 m
Comprimentos das redes (L)	3,84 m	4,42 m	4,30 m	3,92 m	3,79 m
Metade dos comprimentos (L/2),	1,92 m	2,21 m	2,15 m	1,96 m	1,90 m
Comprimento (L')	0,89 m	1,41 m	1,32 m	0,96 m	0,84 m
Médias de 3 períodos (T)	1,82 s	2,24 s	2,18 s	1,87 s	1,78 s
Gravidade local (g)	10,6 m/s ²	11,1 m/s ²	10,9 m/s ²	10,8 m/s ²	10,5m/s ²

Observe que o valor da distância entre as mesas (substituindo os armadores) são iguais, isso porque intencionalmente o professor estabeleceu essa distância para promover aos alunos um cálculo mais rápido e preciso. Entretanto as medidas das redes são diferentes, conseqüentemente seus períodos de oscilação também o são.

Calculando a média das gravidades encontradas e comparando com a gravidade no experimento isolado e ainda com o valor da literatura, obteve-se a seguinte tabela comparativa:

Tabela 3: Comparativo das gravidades obtidas experimentalmente.

GRAVIDADE LOCAL (m/s ²)			ERRO PERCENTUAL (%)
Experimento Isolado	Experimento em sala	Literatura	
9,28	10,8	9,81	
Experimento isolado em relação a Literatura			5,31
Experimento em sala em relação a Literatura			10,2

4.2 Visão Qualitativa

Embora não seja ideal tirar alguma conclusão precisa diante da realização desse experimento em sala, visto que o mesmo foi aplicado apenas em uma única turma, todavia é de interesse do autor comentar possíveis pontos positivos e negativos ocorrido.

Antes de adentrar em sala, a professora que ensina essa turma declarou a seguinte carência nos alunos:

“os alunos são totalmente desmotivados, apenas uns sete são interessados e o nível deles é muito baixo, por isso estou começando tudo do início”.

Diante da frase acima citada podemos raciocinar da seguinte maneira: se a turma é na maioria desmotivada, um experimento com uma rede, que até certo ponto torna-se curioso visto que não é tão comum utilizar um objeto do cotidiano em experimentação, irá despertar nos alunos um senso investigativo ao ponto dos mesmos externar essa motivação em suas ações. E foi isso que ocorreu.

A primeira atividade consistia em uma leitura individual da fundamentação teórica do roteiro experimental (APÊNDICE B), pois este serviria mais ou menos como um organizador prévio, possibilitando um esclarecimento do que realmente iria ser abordado em sala. Não demorou muito e ouviram-se as primeiras perguntas:

“professor vamos fazer um experimento? e cadê a rede de dormir? a gente vai medir agora?”

Ao atentarmos para estas perguntas observa-se o interesse, a ansiedade dos educandos em participar de um experimento, visto que nesta instituição práticas experimentais não são realizadas com frequência, embora a mesma possua laboratório de ciências. Neste primeiro contato percebe-se que houve uma estimulação ao ponto de despertar a curiosidade do educando

A segunda atividade consistiu em extrair dos educandos *subsunçores*, conceitos espontâneos que tinha de algum modo relação com o tema abordado, para esse fim o professor realizou perguntas, como por exemplo:

“o que vocês entendem por movimento harmônico simples?”; “a onde vocês podem identificar esse movimento no dia-a-dia?”.

Nota-se que a inferência do educador é indispensável nessa atividade, pois este tem o papel de relacionar e diferenciar as concepções espontâneas com conceitos científicos. Diante de algumas perguntas e respostas verificou-se a interação entre alunos e professor, alterando a estrutura cognitiva dos educandos convergindo para um aprendizado.

Após explicar como eles iriam manipular e realizar as medidas necessárias para o experimento. Separaram-se as equipes e iniciaram as experiências. Observaram-se os seguintes resultados:

- a) todos os grupos realizaram as medidas tanto do período como comprimento da rede, assim como a distância entre as mesas com sucesso;
- b) todos os grupos sentiram dificuldades nas operações matemática básicas;
- c) todos os cinco grupos só chegaram ao resultado final com o auxílio do professor.

Para além destes resultados, vale lembra que o trabalho em grupo é relevante quanto a formação de cidadão e indispensável para momentos de enfrentamento de situações problemas na sociedade. No instante em que é posto um papel para cada membro dos grupos, intencionalmente pretendemos construir no educando certo senso de responsabilidade e outras habilidades sociais, a saber:

- a) Cooperativismo;

- b) Respeito mútuo;
- c) Interação.

A última parte do roteiro apresenta três perguntas, no qual intencionalmente pretendeu-se avaliar e instigar a investigação por parte do educando, conforme já foi discutido anteriormente.

5. CONCLUSÕES

Em relação à parte quantitativa, focando apenas no valor da gravidade encontrou-se o valor de $9,28 \text{ m/s}^2$ no experimento isolado (apenas o educador), que comparado com o valor teórico da literatura ($9,81 \text{ m/s}^2$), mostrou uma eficiência de 94,69%, pois seu erro percentual foi de 5,31%. Já o experimento realizado em sala apresentou uma média entre os grupos a gravidade com valor de $10,8 \text{ m/s}^2$, ou seja, uma eficiência de apenas 89,8% com um erro percentual de 10,2% em relação ao valor teórico da literatura. Evidentemente devemos considerar alguns fatores que contribuiriam para esse erro, como por exemplo, o tempo de reação humana entre o registro no cronômetro e o período do embalo da rede ou ainda medidas onde se desconsiderou algum algarismo significativo. E ainda, nos experimentos dos alunos foram computados apenas três períodos, enquanto no do docente foram computados 10 períodos.

Em relação à didática, a aula consistiu não apenas em matematização e a resolução de exercício, mas atentou-se a parte conceitual, mostrando pontos importantes da Física, como por exemplo, conservação de energia, movimento harmônico simples, aceleração da gravidade. A rede tornou-se um objeto potencialmente significativo, visto que a mesma encontra-se dentro do contexto social dos educandos. Possibilitou ainda uma construção de conhecimento através do experimento, onde o educando teve sua participação ativa.

O trabalho proporcionou aos educandos uma oportunidade de interação entre seus colegas, atentando para possibilidades e desenvolvimento de habilidades sociais entre os mesmos, enfatizando-os que este trabalho é apenas uma amostra do que realmente eles possivelmente enfrentariam no mercado de trabalho, visto que o cooperativismo assim como outras habilidades (paciência, respeito mútuo, responsabilidades e outras), são necessárias para o fortalecimento de um ambiente de trabalho saudável.

Os educandos desempenharam bem seus papéis nos grupos, realizando todas as medidas, contudo o trabalho mostrou uma lacuna, um ponto negativo que deverá ser ajustado, caso este sirva de proposta. Os educandos não conseguiram resolver as equações sozinhos, pois foi necessário a intervenção do educador na resolução das mesmas. Concluímos, pois que, por um lado houve uma boa compreensão na parte conceitual do conteúdo, por outro lado a aula deixou a desejar na matematização. Por isso propõe-se que o educador tire alguns minutos ou mesmo uma aula para revisar o desempenho dos educandos em relação as operações matemáticas básicas.

Para finalizar, apresentamos a opinião da professora efetiva da turma onde realizamos este experimento, e que deu origem a essa monografia. De acordo com ela: *Os alunos gostaram bastante da sua aula teórica e da sua aula prática, que tinha como tema "Gravidade local com a rede de dormir". E ainda, ...a aula foi ótima, porque conseguiu despertar a atenção dos alunos, fazendo com que os alunos aprendessem de maneira prazerosa e espontânea. Foi uma aula bastante produtiva, pois, chamou a atenção dos alunos, fazendo com que os mesmos tivessem interesse em perguntar e participar.*

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, P. David. Aquisição e Retenção de Conhecimento: Uma Perspectiva Cognitiva, 1a. ed.: Plátano, 2003.
- BÍBLIA. Apologética de Estudo. Português. Sociedade Bíblica Trinitariana do Brasil, 1995. p. 606.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Física. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2013.
- _____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 12 Abr. 2013.
- CAMPOS, Dinah Martins de Souza. Psicologia da Aprendizagem. 39a. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.
- CASCUDO, Luis da Câmara. Rede de Dormir: Uma Pesquisa Etnográfica. 2a. ed. Natal (RN): Global Editora e Distribuidora Ltda., 1983.
- Decoração com regionalismo. Jornal Diário do Nordeste: EVA. Altura: 820 pixels. Largura: 600 pixels. 121,71 Kb. Formato JPEG. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/imagem.asp?Imagem=565261>>. Acesso em: 25 mar. 2013.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 50a. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2011.
- HALLIDAY, David; Resnick; Jearl Walker. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica, 8a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- LIBÂNEO, José Carlos. Didática. (Coleção Magistério. Série Formação do Professor). São Paulo: Cortez Editora, 1994.

MOYSÉS, NussenzveigHerch. Curso de Física Básica. Fluidos; Oscilações e Ondas; Calor. Vol.2. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa e Sua Implementação em Sala de Aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

Regionalidade Natalina. Jornal Diário do Nordeste: EVA. Altura: 444 pixels. Largura: 300 pixels. 26,81 Kb. Formato JPEG. Disponível em:
<<http://diariodonordeste.globo.com/imagem.asp?Imagem=299466>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

SILVA, Maria G. L.; NÚÑEZ, Isauro B. Programa Universidade a Distância (UNIDIS grad). UFRN. Concepções Alternativas dos Estudantes: Instrumentação para o Ensino de Química II, p. 2- 3. 2007.

TAFNER, E.P., Revista Leonardo Pós, ICPG. A Contextualização do Ensino como fio Condutor do Processo de Aprendizagem v. 3, p.1-9, ago./dez.2003. Disponível em: <<http://www.posuniasselvi.com.br/artigos/rev03-08.pdf>>. Acesso em: 24 Abr. 2013.

APÊNDICE A – Roteiro de Prática

1.1 OBJETIVOS

- Relacionar o conteúdo de física com o cotidiano do aluno;
- Calcular a gravidade local.

1.2 MATERIAL

- Rede de dormir;
- Trena;
- Cronômetro;
- Caderno ou livro.

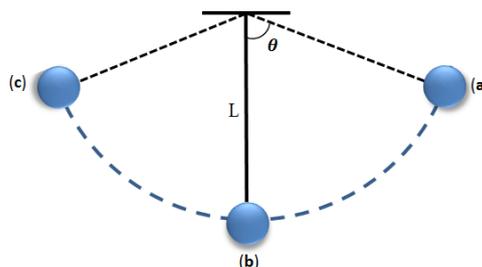
1.3 FUNDAMENTOS

Os fenômenos físicos estão presentes em toda nossa vida, desde um objeto que cai a ação de partículas subatômicas que compõem esse objeto. Essa prática tem a finalidade de demonstrar os fenômenos físicos que permeia o movimento de um simples balanço em uma rede de dormir, já que é um apetrecho presente em nossa região.

O balanço da rede pode ser comparado com o movimento de um pêndulo simples (objeto estudado na física), objeto composto por um fio inextensível, onde em uma extremidade é posto um corpo com uma determinada massa e a outra extremidade é fixada em um suporte qualquer de modo que esse corpo fique suspenso.

Quando esse corpo está totalmente parado dizemos que ele está em equilíbrio (ver Figura A1, posição b), no entanto ao aplicarmos uma força, empurrando-o ou puxando-o a uma determinada amplitude e soltarmos, o corpo sai do equilíbrio e adquire um movimento oscilatório, conhecido como **Movimento Harmônico Simples** (MHS) que é semelhante ao balanço de uma rede.

Figura A1- Pêndulo simples.



Observamos outros fenômenos na rede, por exemplo, ao sustentarmos uma rede à uma determinada amplitude, aquele instante a rede possui **energia potencial**, ou seja, ela tem um potencial de se movimentar, no entanto quando soltamos a rede ela adquire movimento, chamamos de **energia cinética**. Quando a rede oscila a partir de um ponto e retorna a esse mesmo ponto em um determinado tempo chamamos esse intervalo de tempo de **período de oscilação**.

Para descobrir o valor da gravidade local (g) utilizando o pêndulo é necessário saber apenas do comprimento do fio no qual vamos simbolizar por L , e o período de oscilação simbolizado por T , depois se aplica na seguinte fórmula:

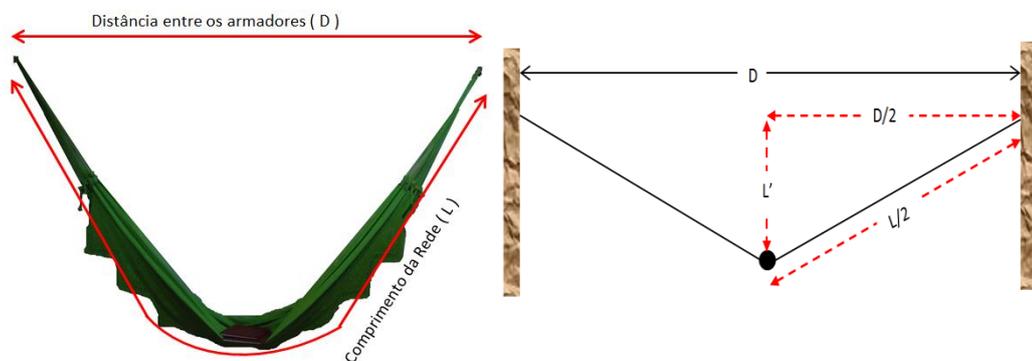
$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad (1)$$

Para que o movimento seja mais ou menos harmônico é necessário que o ângulo da amplitude entre o ponto (a) e (b) não seja superior a 15° .

Na rede de dormir o procedimento é semelhante, mas como na rede não existe nenhum fio, consequentemente não temos seu comprimento L , todavia podemos mentalizar que esse fio seja imaginário, já que a rede oscila com seu balanço. Podemos calcular este comprimento imaginário a partir do teorema de Pitágoras, vamos denominá-lo de comprimento L' para diferenciar do comprimento do pêndulo L . Pela Figura A2 é fácil observar que um dos catetos é igual à metade da distância entre os armadores e a hipotenusa é a metade do comprimento da rede, logo o comprimento imaginário será:

$$L' = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad (2)$$

Figura A2: Esquema da rede de dormir



Fonte: elaborada pelo autor.

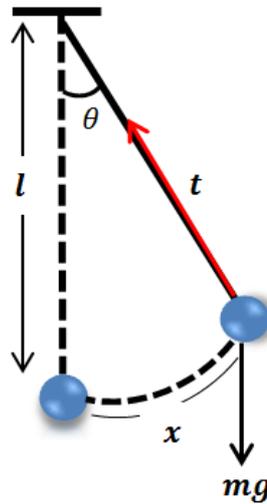
Calculando L' e substituindo na fórmula da gravidade já mencionada, teremos:

$$g = 4\pi^2 \frac{L'}{T^2} \quad (3)$$

Equipe: _____ Instituição de ensino: _____ Data: ___/___/____.						
PROCEDIMENTO						
1 - Meça o comprimento da rede: $L =$ _____ m. Divida o valor encontrado por 2: $L/2 =$ _____ m; 2 - Meça a distancia entre os armadores: $D =$ _____ m. Divida o valor encontrado por 2: $D/2 =$ _____ m; 3 - Calcule o comprimento L' pelo Teorema de Pitágoras: $L' = \sqrt{(\frac{L}{2})^2 - (\frac{D}{2})^2}$; 4 - Ponha um objeto dentro da rede (caderno, livro, etc.); 5 - Balance a rede com uma amplitude em um ângulo máximo de aproximadamente 15°; 6 - Meça o tempo de 10 períodos (repita esse passo mais duas vezes); 7 - Calcule a gravidade local pela fórmula: $g = 4\pi^2 \frac{L'}{T^2}$, considere $\pi = 3,1416$.						
RESULTADOS EXPERIMENTAIS						
Metade do Comprimento da Rede ($L/2$)	Metade da Distância entre os Armadores ($D/2$)	Comprimento L'	10 períodos em 3 testes	Média dos 10 períodos nos 3 testes	Medida de um período	Gravidade Local (m/s^2)
<p style="text-align: center;">Faça experimentos para responder às seguintes questões:</p> 1) Durante o movimento da rede, você percebeu que a energia mecânica se conserva? 2) Triplicando a massa posta na rede os resultados sofrem modificações? 3) Aumentando a amplitude do balanço da rede em um ângulo superior a 15 graus os resultados sofrem modificações?						

APÊNDICE B – Solução da Equação do Oscilador Harmônico

Figura B1 - Esquema do movimento do pêndulo simples



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para um pêndulo simples de massa m , observa-se que esta se move sobre um arco de círculo, onde seu raio é o próprio comprimento do fio, ou seja, l (no geral, o raio do círculo de movimento é a distância do ponto fixo da corda ao centro de massa do corpo sob oscilação). Este movimento está sob a ação da força peso mg e da tensão t do fio. A força restauradora está relacionada com a força resultante da seguinte forma:

$$ma = -mg\sin\theta \quad (1)$$

Observando a Figura B1, para um desvio θ em relação à posição vertical, têm-se uma distância x , onde:

$$x = l\theta \quad (2)$$

A aceleração é equivalente a derivada segunda da posição x em relação ao tempo. Logo a aceleração é obtida derivando a equação 2:

$$\frac{dx}{dt} = l \frac{d\theta}{dt}$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = l \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (3)$$

Substituindo (3) em (1):

$$l \frac{d^2\theta}{dt^2} = -g \operatorname{sen}\theta$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g \operatorname{sen}\theta}{l} \quad (4)$$

Para ângulos θ pequenos medidos em radiano, $\operatorname{sen}\theta \cong \theta$, por exemplo, para $\theta = 0,2094$ rad $\cong 12^\circ$ e $\operatorname{sen}12 \cong 0,2079$, mostrando um erro de 0,7%. Assim a equação (4) se reduzirá a:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\theta \quad (5)$$

Observe que $\theta = \theta_0 \operatorname{sen}\omega t$ satisfaz a equação (5). Derivando obtemos:

$$\theta = \theta_0 \operatorname{sen}\omega t \therefore \frac{d\theta}{dt} = \theta_0 \operatorname{cos}\omega t \cdot \omega$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \omega \theta_0 (-\operatorname{sen}\omega t) \cdot \omega = -\omega^2 \theta_0 \operatorname{sen}\omega t,$$

logo,

$\theta = -\omega^2 \theta_0 \operatorname{sen}\omega t$, substituindo este valor na equação (5), temos:

$$-\omega^2 \theta_0 \operatorname{sen}\omega t = -\frac{g}{l} \theta_0 \operatorname{sen}\omega t \rightarrow (-\omega^2 + \frac{g}{l}) \theta_0 \operatorname{sen}\omega t = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \therefore f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (6)$$

Sabemos também que $f = \frac{1}{T}$, logo $T = \frac{1}{f}$. Assim o período T será a equação (6) invertida:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (7)$$