

Determinação Da Aceleração Gravitacional No Centro Tecnológico Da Faculdade Evangélica De Goianésia

Determination Of Gravitational Acceleration In The Technological Center Of The Evangelical Faculty Of Goianésia

Eduardo Martins Toledo¹
Wesley da Silva Souza
Leticia Alves da Silva
Jeane Silveira de Oliveira

Faculdade Evangélica de Goianésia - eduardomtoledo@gmail.com

RESUMO

Aceleração gravitacional é a intensidade de um campo gravitacional de determinado corpo massivo. Todo corpo ou matéria possui campo gravitacional. Uma ótima ferramenta para identificar, avaliar e determinar o campo produzido por esses grandes conjuntos de matéria e obter sua aceleração gravitacional é através de pêndulos. Considerando a uniformidade da Terra, temos como objetivo obter a aceleração gravitacional no Centro Tecnológico da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG) através do pêndulo simples. Beneficiando do movimento harmônico simples que o pêndulo executa ao se deslocar em relação ao eixo de repouso, identificamos, com auxílio de ferramentas, o tempo gasto para executar tais oscilações e então determinamos a aceleração gravitacional no local. Os resultados mostram que a aceleração gravitacional média no local, com altitude de 641 metros em relação ao nível do mar, é de $9,737 \text{ m/s}^2$. O resultado obtido neste estudo contribui com os setores acadêmicos da região bem como com às empresas que necessitam de tal informação.

Palavras-chave: aceleração gravitacional, pêndulo simples, oscilação.

ABSTRACT

Gravitational acceleration is an intensity of a body's gravitational field. The whole body or field has a gravitational field. A great tool to identify, evaluate and determine the field produced by these large sets of matter and get their gravitational acceleration through the pendulums. Considering the uniformity of the Earth, we aim to achieve a gravitational acceleration at the Technological Center of the Faculdade Evangelica de Goianésia (FACEG) through the simple pendulum. Benefiting from the simple harmonic motion that the pendulum performs when moving relative to the rest axis, it identifies with the aid of tools the time it takes to perform such oscillations and then determines a gravitational acceleration at the site. The results show that the average non-local gravitational acceleration, with a height of 641 meters in relation to sea level, of $9.737 \text{ m} / \text{s}^2$. The result obtained in this study contributes to the academic sectors of the region as well as to the companies that need Information.

Keywords: gravitational acceleration, simple pendulum. oscillation

Introdução

Os pêndulos são objetos de estudos desde muitos séculos atrás. Seus diferentes tipos e particularidades vêm sendo frequentemente explorados na literatura científica. A análise dos resultados a partir desde procedimento é severamente simplificada. O modelo matemático empregado para estudar o pêndulo, encontra-se fartamente apresentado nas bibliografias

usadas no ensino da física básica, no qual será apresentada posteriormente. (ARNOLD; RANGEL, LORENZO et al, 2011).

Entre os séculos XVI e XVII, Galileu, grande estudioso das áreas de astronomia, física e matemática, afirmou que o movimento de queda dos corpos - "num meio cuja resistência fosse nula", ou seja, em "um espaço totalmente vazio de ar e de qualquer outro corpo"(SILVEIRA, 1995) - é um

movimento uniformemente variado com a mesma aceleração para todos os corpos. Galileu nunca obteve, com razoável grau de precisão, o valor desta aceleração: suas estimativas levaram a um valor cerca de 4 m/s^2 .

Um corpo que executa um movimento periódico encontra-se sempre em uma posição de equilíbrio estável. Quando ele é deslocado dessa posição e libertado, surge uma força ou um torque que o faz retornar à sua posição de equilíbrio. Entretanto quando atinge tal ponto, pelo fato de haver acumulado energia cinética, o mesmo o ultrapassa, estacionando em algum ponto do outro lado e sendo novamente atraído para sua posição de equilíbrio (SEARS; ZEMANSKY, 2008).

Quando a força restauradora é diretamente proporcional ao deslocamento da posição de equilíbrio, a oscilação denomina-se movimento harmônico simples, abreviado por MHS. A aceleração $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = F_{x/m}$ de um corpo que executa um MHS é dada por (SEARS; ZEMANSKY, 2008)

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

Conforme afirma Silveira, em seu texto publicado no Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul:

Newton, em 1666, já deduzira a fórmula que permitia calcular a força no movimento circular e procurou comparar a aceleração centrípeta de um corpo em rotação junto com

a Terra com a aceleração gravitacional (Westfall, 1995). Para tanto necessitava conhecer o valor da aceleração gravitacional; não satisfeito com a estimativa de Galileu (cerca de 4 m/s^2) e provavelmente desconhecendo o resultado de Huygens (sabe-se que a obra de Huygens que trata de relógios de pêndulo - o célebre *Horologium oscillatorium* - foi publicada em 1673 (Boyer, 1974), calculou o valor da aceleração gravitacional utilizando um pêndulo cônico. O experimento foi realizado com um pêndulo com aproximadamente 2,05 m de comprimento, descrevendo uma trajetória circular na horizontal, tal que o pêndulo ficava inclinado 45 graus. Ele utilizou a relação que existe entre a força centrípeta e a aceleração gravitacional nesse movimento: a partir do período de rotação do pêndulo cônico determinou a força centrípeta e desta, a aceleração gravitacional. O valor que encontrou foi aproximadamente $10,2 \text{ m/s}^2$. Estimou então que a razão entre a aceleração centrípeta no equador da Terra e a aceleração gravitacional era ligeiramente maior do que 1:350. Ficava assim superada uma das objeções contra o movimento diário da Terra.

Esta história também nos mostra que o aumento na precisão das determinações da aceleração gravitacional sempre foi antecedido de importantes avanços teóricos. Sem uma "boa" teoria não é possível a realização de medidas sofisticadas, ou, como tantos epistemólogos já insistiram, "todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações" (POPPER, 1975).

É de grande importância o estudo da gravitação para que a humanidade possa conhecer as leis básicas da física, desde sua ação no planeta Terra aos grandes fenômenos universais, tais como o movimento orbital de satélites, planetas, galáxias, entre outras tantas. Para a engenharia esse fenômeno é de grande relevância, devido aos esforços estarem relacionados à força de atração da massa terrestre, de modo que um engenheiro deve, no mínimo, compreender essa força fundamental de atração. Neste trabalho tem-se como objetivo determinar a aceleração gravitacional no Centro Tecnológico da

Faculdade Evangélica de Goianésia, através do pêndulo simples.

Referenciais teóricos

O pêndulo simples consiste numa massa " m " suspensa por um fio ou haste de comprimento " L " e a massa desprezível. A massa " m " move-se sobre um círculo de raio " L " sob a ação do peso " \vec{P} " e da tração " \vec{T} ". No pêndulo simples, o movimento oscilatório é provocado pela componente x da força peso, " \vec{P}_x ". A Figura 1, mostra a representação do pêndulo simples.

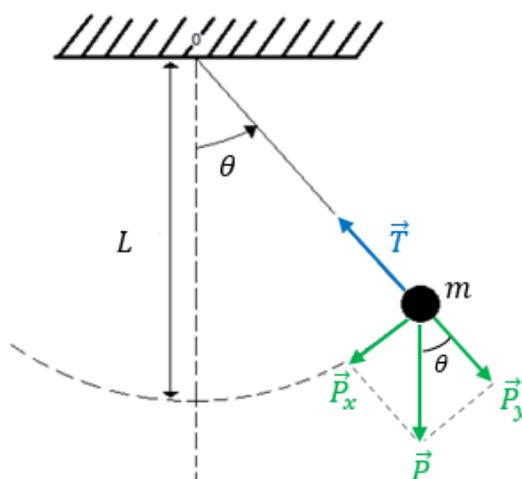


Figura 1. Pêndulo Simples.

As forças que agem sobre a massa são a tração exercida pelo fio (\vec{T}) e a força peso (\vec{P}). A componente x da força peso produz um torque restaurador em relação ao ponto fixo do pêndulo porque sempre age no sentido

aposto ao do deslocamento da massa, tendendo a leva-lo de volta ao ponto central.

O torque restaurador pode ser escrito por

$$\tau = -L(P \cdot \text{sen } \theta) \quad (1)$$

Substituindo o modulo de P por mg , obtemos:

$$= I\alpha \quad -L(P \operatorname{sen}\theta) \quad (2)$$

onde I é o momento de inércia do pêndulo em relação ao ponto fixo e α é a aceleração angular do pêndulo em relação a esse ponto. Usando a aproximação angular que válida para ângulos pequenos e explicitando α , obtemos

$$= -\frac{mgL}{I}\theta \quad \alpha \quad (3)$$

Relacionando as equações $\omega = 2\pi/T$ e $\omega = \sqrt{mgL/I}$, temos que

$$= 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgL}} \quad T \quad (4)$$

Toda massa de um pêndulo simples está concentrada na massa m do peso do pêndulo, que está a uma distância L do ponto fixo. Assim $I = mL^2$ como momento de inércia do pêndulo

$$= 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \therefore T \quad (5)$$

onde T é o período de oscilação, dado em segundos.

Metodologia

Os cálculos para determinar a aceleração gravitacional no Centro

Tecnológico da Faculdade Evangélica de Goianésia foram efetuados explicitando o g presente na equação (5). Assim, utilizou-se a seguinte equação:

$$= L \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \quad g \quad (6)$$

Utilizou-se a bancada experimental em conjunto com os equipamentos necessários, detalhados no aparato experimental, para aquisição dos dados.

Aparato experimental

Na bancada, fez-se o uso dos seguintes equipamentos:

- Tripé Delta Max com sapatas niveladoras;
- Haste longa e fixador M5;
- Conjunto com Corpo de prova, no formato cilíndrico (8,50 g), e fio alongado de algodão;
- Cronômetro digital manual (CIDEPE Ref.: EQ018D – Alta precisão);
- Transferidor (180 graus);
- Trena (1m).
-

Procedimento experimental

Inicialmente ajustou-se o comprimento do fio, com auxílio de uma trena no qual foi travado a extensão do fio do pêndulo em 20cm ($L = 0,2m$), sendo que o aparato experimental já possui na sua composição um bloco pequeno cilíndrico de massa 8,50g, na extremidade do fio. Acoplou-se o transferidor

na parte central ou no eixo do pêndulo. Realizou-se dez testes obtendo cinco oscilações em cada procedimento realizado, utilizando sempre um ângulo de 15° em relação ao eixo.

Um momento importante para o conhecimento científico foi identificar a qual altitude em relação ao nível do mar estavam sendo executados os processos experimentais. Com auxílio de um GPS para

dispositivos móveis, monitorado via satélite, SYGIC (Business Solutions), pode-se determinar uma altitude estável de 641 metros.

Resultados e discussão

Os dados obtidos para os períodos de oscilações foram substituídos na equação (6) e os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Período de oscilações e cálculo de aceleração gravitacional.

Número de identificação	Tempo de 5 oscilações (s)	Período (T = t/5)	Aceleração gravitacional (m/s ²)	Precisão (%)
1	4,501	0,9002	9,743	99,35
2	4,475	0,8950	9,857	99,49
3	4,512	0,9024	9,696	98,87
4	4,471	0,8942	9,875	99,31
5	4,475	0,8950	9,857	99,49
6	4,563	0,9126	9,480	96,67
7	4,486	0,8972	9,809	99,98
8	4,551	0,9102	9,531	97,19
9	4,457	0,8914	9,937	98,67
10	4,538	0,9076	9,585	97,74
Média	4,5029	0,9006	9.737	98,68

Assim pode-se obter o desvio padrão do período de oscilação com a seguinte Tabela 2 abaixo representada.

Tabela 2. Desvio Padrão em relação aos dados obtidos em período (T).

Número de identificação	Tempo de 5 oscilações (s)	Frequência simples	Ponto Médio	Desvio Padrão
1	4,457 – 4,4782	4	4,4676	----
2	4,4782 – 4,4994	1	4,4888	----
3	4,4994 – 4,5206	2	4,5100	----
4	4,5206 – 4,5418	1	4,5312	----
5	4,5418 – 4,563	1	4,5524	----
6	4,563 – 4,5842	1	4,5736	---
		10		0,037

Relata-se que para realização do experimento não foi possível utilizar um cronometro com sensor infravermelho e também uma câmara à vácuo para a realização dos testes de precisão, sabendo que o ar aplica uma força de arrasto sobre o objeto, de sentido oposto ao movimento, retardando-o em um movimento harmônico simples amortecido.

Conclusão

Conclui-se que a aceleração gravitacional no Centro Tecnológico da Faculdade Evangélica de Goianésia é $g = 9,737 \text{ m/s}^2$. De modo que este estudo foi bastante relevante para o levantamento de dados e comprovação metodológica, para a comunidade acadêmica da região como também para os vários setores que por hora necessitam da aceleração gravitacional com precisão para o desenvolvimento de estudos como por exemplo na engenharia civil com construções civis, engenharia agrônoma, astronomia, meteorologia e também nos demais setores que utilizam de dados precisos para realização de seus trabalhos e afins. De modo que através do método científico tem-se um estudo fundamentado para que se possa tomar como base em futuras áreas de pesquisa acadêmica ou industrial.

Observa-se que com um pêndulo simples, um bom aparato experimental e conhecimento científico pode-se calcular com

precisão a aceleração gravitacional de determinado local. É um material muito simples, e pode-se medir com boa precisão a aceleração da gravidade.

Referências bibliográficas

RIBEIRO A. F. **CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUANTITATIVIDADE DE ALENDRONATO DE SÓDIO: TITULOMETRIA X CROMATOGRÁFIA**. Osasco-SP, 2010. Publicado em UFRGS, Porto Alegre, RS. Disponível em: <http://200.145.71.150/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/975/935 > Acesso em 20 de setembro de 2016.

ANDRADE, M. M. **INTRODUÇÃO À METOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO**. 2. ed. - São Paulo-SP, 1997.

FEIX, E. C.; SARAIVA, S. B. & KIPPER, L. M. **A IMPORTÂNCIA DA FÍSICA EXPERIMENTAL NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM**. Santa Cruz do Sul-RS, 2012. UNISC, Santa Cruz do Sul, RS. Disponível em: <http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/salao_ensino_extensao/article/view/10269> Acesso em 26 de outubro de 2016.

SILVEIRA, F. L. **DETERMINANDO ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL**. Porto Alegre-RS, 1995. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Publicado em "Revista de Enseñanza de la Física", Córdoba. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/GRAVIDADE.pdf> > Acesso em 26 de outubro de 2016.

HALLIDAY; RESNICK. **FUNDAMENTOS DA FÍSICA: GRAVITAÇÃO, ONDAS E TERMODINÂMICA.** Volume 2, 8. Edição. "Fundamentals of physics, 8th ed." Tradução e Revisão Técnica. Rio de Janeiro-RJ, 2009.

YOUNG & FREEDMAN. **FÍSICA II: TERMODINÂMICA E ONDAS.** 12. Edição.

Título original: "Sear and Zemansky's University physics." Tradução e Revisão Técnica. São Paulo-SP, 2008.

H. MOYSÉS NUSSENGZVEIG. **CURSO DE FÍSICA BÁSICA: FLUIDOS, OSCILAÇÕES, ONDAS E CALOR.** 4. Edição – Editora Blucher. São Paulo-SP, 2002.