



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
FÍSICA-LICENCIATURA

DELSON JOSÉ FIGUEIRÔA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÕES EM SOFTWARES LIVRES: CASO COM
CONCEITOS BÁSICOS DE OSCILAÇÕES MECÂNICAS**

Caruaru

2020

Delson José Figueirôa Silva

**DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÕES EM SOFTWARES LIVRES: CASO COM
CONCEITOS BÁSICOS DE OSCILAÇÕES MECÂNICAS**

Monografia de Graduação apresentada ao Curso de Física-Licenciatura do Núcleo de Formação Docente do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas

Caruaru

2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586d Silva, Delson José Figueirôa.
Desenvolvimento de animações em softwares livres: caso com conceitos básicos de oscilações mecânicas. / Delson José Figueirôa Silva. - 2020.
60 f. il. : 30 cm.

Orientador: João Francisco Liberato de Freitas.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2020
Inclui Referências.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. 3. Software livre. 4. Blender (Programa de computador). 5. Oscilações. I. Freitas, João Francisco Liberato de (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-008)

DELSON JOSÉ FIGUEIRÔA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE ANIMAÇÕES EM SOFTWARES
LIVRES: CASO COM CONCEITOS BÁSICOS DE OSCILAÇÕES
MECÂNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Física-licenciatura da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
licenciado em Física.

Aprovada em: 13/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco/NICEN

Prof. Dr. João Eduardo Fernando Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco/NICEN

Prof. Dr. Gustavo Camelo Neto (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco/NICEN

*À minha mãe Antonia Silva,
que sempre me apoiou nessa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família, em especial minha esposa Tarciana Silva que sempre foi meu porto seguro durante toda a graduação.

Agradeço aos amigos de curso Joclebson, Rogerio, Jackson e Bráulio entre tantos amigos que estiveram comigo nessa jornada.

Agradeço a todos os professores da graduação que de alguma deixaram sua marca na minha formação.

Agradeço ao orientador e amigo João Freitas pela sua paciência e suas orientações que me fizeram evoluir e melhorar como profissional.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

As tecnologias influenciam cada vez mais o cotidiano das pessoas. Nesse meio, as metodologias aplicadas na educação precisam estar renovando-se para conseguir estimular a curiosidade dos estudantes e apresentar bons resultados no tocante ao ensino-aprendizagem. Nesse contexto, o presente trabalho pretende utilizar principalmente softwares livres, em especial o Blender, que é um software livre multiplataforma para a modelagem, renderização e criação de vídeos entre outras funções. Tais ferramentas foram utilizadas com a finalidade de desenvolver um produto educacional, abordando o tema de oscilação comumente disponível em livros de física básica. Pretende-se ainda destacar os benefícios dos softwares livres, mostrando que esses podem ser utilizados como instrumentos capazes de contribuir com uma aprendizagem significativa.

Palavras Chave: Ensino-aprendizagem. Blender. Softwares Livre. Oscilações.

ABSTRACT

Technologies increasingly influence people's daily lives. In this environment, the methodologies applied in education need to be renewed in order to stimulate the curiosity of the students and present good results with regard to teaching and learning. In this context, the present work intends to use mainly free software, especially Blender, which is a multiplatform free software for modeling, rendering and creating videos, among other functions. Such tools were used in order to develop an educational product, addressing the oscillation theme commonly available in basic physics books. It is also intended to highlight the benefits of free software, showing that these can be used as instruments capable of contributing to meaningful learning.

Keywords: Teaching-learning. Blender. Free Software. Oscillations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Exemplos de algumas primitivas.....	30
Figura 2 -	Interface padrão do Blender.....	30
Figura 3 -	Imagens Produzidas com o Blender: a) modelagem de uma xícara; b) Modelagem para planejamento de cirurgia ortognática. (Autoria Cicero Moraes); c) The kitchen. (Autoria Thiago Figueiró); d) Pendulo de Newton. (Próprio Autor).....	32
Figura 4 -	Frames de uma pequena animação.....	33
Figura 5 -	Interface Scripting com indicação do terminal.....	34
Figura 6 -	Interface Video Editing.....	35
Figura 7-	Interface Video Editing sendo usada, imagem na Preview Window e faixas de vídeo (azul escuro), áudio (azul claro) e imagens (lilás).....	35
Figura 8 -	Massa oscilando presa a extremidade de uma mola.....	37
Figura 9 -	Plot do comportamento das funções $x(t)$, $v(t)$ e $a(t)$, mostrando relações como quando a amplitude é máxima, a velocidade é nula e a aceleração é máxima tendo sinal contrário a posição.....	40
Figura 10 -	Esquematização de forças do pêndulo simples.....	41
Figura 11 -	Pêndulo de torção.....	43
Figura 12 -	Pêndulo de torção visto de cima.....	44
Figura 13 -	Sistema com massa e mola oscilando dentro de um fluido.....	45
Figura 14 -	Pêndulo modelado no Blender.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Características dos seguimentos de desenvolvimento de softwares.....	20
Tabela - 2	Linha do tempo dos softwares livres.....	25
Tabela - 3:	Tabela de Software Educacional.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OS -	Open Source
SL -	Software Livre
TICs -	Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Educação e Tecnologia.....	14
1.2	Embasamento Teórico da Educação com Relação ao Tema.....	15
2	INTRODUÇÃO AOS SOFTWARES LIVRES E O BLENDER.....	20
2.1	Open Source e os Softwares Livres.....	22
2.2	Softwares Livres no meio Educacional.....	26
2.3	Apresentando o Blender.....	29
3	REVISANDO AS OSCILAÇÕES.....	36
3.1	Sistema Massa Mola Vertical.....	36
3.2	Pêndulo Simples.....	40
3.3	Pêndulo de Torção.....	43
3.4	Movimento Amortecido.....	44
4	DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	48
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	APÊNDICE A - Programas em Python para Animações no Blender.....	56
	APÊNDICE B - Outros materiais produzidos durante os estudos no Blender.....	58

1 INTRODUÇÃO

A informática e as tecnologias, com o passar do tempo, tornaram-se cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, ao ponto de serem algo praticamente indissociáveis de suas atividades. A praticidade e eficiência que essas ferramentas oferecem tem levado a humanidade a um novo estágio de seu desenvolvimento, a medida que estas “encurtam” as distâncias geográficas que separam as pessoas, agilizando assim, o compartilhamento de informações, de conhecimentos e de novas perspectivas para o desempenho das atividades do cotidiano.

Os benefícios da modernidade não fogem do campo da educação, onde os profissionais nessa era devem estar sempre “atenados” e em paralelo com o desenvolvimento tecnológico. Num tempo em que as crianças, já nos primeiros anos de vida, estão imersas no universo tecnológico, onde muitos pais oferecem smartphones às crianças como se fossem brinquedos como forma de distração. A preparação e a constante evolução dos profissionais é de crucial importância para que se chegue a resultados satisfatórios no ensino-aprendizagem. O alcance de tal objetivo passa pelo desafio de tornar a aprendizagem atrativa trazendo novos ingredientes que estimulem a curiosidade e o interesse de aprender.

Neste trabalho, o objetivo é mostrar que podemos utilizar a plataforma Blender, desenvolvida como software livre o que deixa seu recurso disponível para todos e possui uma grande quantidade de documentação (livros, artigos, videoaulas, blogs, etc.) disponível na internet. O Objetivo da utilização do Blender, será usado como instrumento para o desenvolvimento de um material didático, pequenas animações didáticas, para serem usadas em pequenas videoaulas, que auxiliem e facilitem o ensino-aprendizagem. Estas animações e videoaulas podem e devem ser usadas pelos colegas professores no desenvolvimento de suas aulas expositivas e distribuídas aos alunos, compondo assim, um instrumento, que desperte nos estudantes o interesse pelo conhecimento.

O presente trabalho tem em sua organização o capítulo 1 contendo a Introdução, capítulo no qual é apresentado um paralelo entre educação e tecnologia, além de uma fundamentação teórica. No capítulo 2 trazemos a Introdução aos Softwares Livres e o Blender, é nesse capítulo onde são feitas considerações a respeito dos softwares livres, de sua utilização na educação e uma apresentação do Blender com ênfase nas ferramentas mais utilizadas no

desenvolvimento desde trabalho. O capítulo 3 de título Revisitando as Oscilações, nesse capítulo são apresentados os fundamentos sobre as oscilações, com destaque para o pêndulo simples, pêndulo de torção e as oscilações amortecidas. No capítulo 4 É detalhado o processo de desenvolvimento do trabalho. E o capítulo 5 conta com a conclusão trazendo as considerações finais do trabalho.

1.1 Educação e Tecnologia

As tecnologias evoluem em quatro direções fundamentais:

Do analógico para o digital (digitalização)

Do físico para o virtual (virtualização)

Do fixo para o móvel (mobilidade)

Do massivo para o individual (personalização).

Carly Fiorina, ex-presidente da HPackard

A educação e a tecnologia sempre seguiram os mesmos caminhos e ainda que o ensino por meios digitais tenha surgido a pouco tempo, tendo o computador sido criado na década de 40 (no século passado) com fins bélicos, seu princípio remonta a milênios com os ábacos conhecidos como a primeira máquina “pensantes” e que podem ser encontrados em qualquer escola de ensino fundamental, isso nos mostra que desde os tempos mais longínquos, as ferramentas tecnológicas são importantes instrumentos para facilitar o ensinar e aprender.

A partir da penúltima década do século passado com o desenvolvimento e proliferação de novas tecnologias computacionais começaram a surgir estudos a cerca da utilização de tais recursos no auxílio à educação, mostrando a importância e a contribuição que esses podem trazer para o ensino-aprendizagem, nessa perspectiva Moran (2012) sinaliza:

“[...] Na educação, o presencial se virtualiza e a distância se presencializa[...] As tecnologias são meio, apoio, mas com o avanço das redes, da comunicação em tempo real e dos portais de pesquisa, transformam-se em instrumentos fundamentais para a mudança na educação[...]” [6].

Essa mudança na educação, sem dúvida, passa pela tentativa de conceder maior eficiência ao processo de ensino-aprendizagem. A sociedade vivencia uma realidade em que as crianças nascem e crescem manuseando as tecnologias que estão ao seu alcance. Pesquisas apresentadas por especialistas interessados pelo tema têm revelado como as crianças e os jovens se adaptam facilmente às novas tecnologias, admirando, assim, os adultos, principalmente os pais, com o uso do computador na realização de tarefas escolares [8]. Toda

essa revolução na sociedade acentua a importância da preparação do profissional da educação que tem a responsabilidade de tornar o processo ensino-aprendizagem cada vez mais atrativo, a ausência desse aperfeiçoamento contínuo faz com que essas ferramentas não sejam aproveitadas em sua plenitude, assim causando prejuízo ao processo de ensino-aprendizagem:

Os alunos estão prontos para a multimídia, os professores, em geral, não. Os professores sentem cada vez mais claro o descompasso no domínio das tecnologias e, em geral, tentam segurar o máximo que podem, fazendo pequenas concessões, sem mudar o essencial. Creio que muitos professores têm medo de revelar sua dificuldade diante do aluno. Por isso e pelo hábito mantêm uma estrutura repressiva, controladora, repetidora. Os professores percebem que precisam mudar, mas não sabem bem como fazê-lo e não estão preparados para experimentar com segurança. Muitas instituições também exigem mudanças dos professores sem dar-lhes condições para que eles as efetuem. Frequentemente algumas organizações introduzem computadores, conectam as escolas com a Internet e esperam que só isso melhore os problemas do ensino. Os administradores se frustram ao ver que tanto esforço e dinheiro empastados não se traduzem em mudanças significativas nas aulas e nas atitudes do corpo docente[6].

Ou seja, com o surgimento dessas tecnologias é primordial que o profissional da educação se aprimore mantendo-se em processo contínuo de formação e aperfeiçoamento. Em virtude desse cenário a educação situa-se em processo de constante mutação fazendo com que grande parte das competências adquiridas no início da atuação profissional estejam obsoletas ao final desta e o trabalhar represente uma atividade contínua de acumular, produzir e transmitir conhecimento[7].

As tecnologias pela facilidade com que conectam as pessoas entre si e as pessoas as informações, representam grande fonte de integralização em uma sociedade cada vez mais individualizada. Portanto, o desafio das novas tecnologias não é apenas técnico e pedagógico; é também um desafio de poder, pois a facilidade de comunicar entre escolas de uma região ou com instituições de outros países, de comunicação entre alunos e professores por e-mail, de fazer entrevista on-line com cientistas, tudo isso abre um gigantesco espaço de democratização e de reequilíbrio social através das novas tecnologias[8].

1.2 Embasamento Teórico da Educação com Relação ao Tema

Uma melhor compreensão das formas como ocorrem o processo de aprendizagem são de fundamental importância quando se tem interesse em pesquisar e desenvolver algum produto

educacional. Nesse contexto Brunner [21] traz aspectos de sua teoria “a aprendizagem depende do conhecimento de resultados, no momento e no local em que ele pode ser utilizado para correção. A instrução aumenta a oportunidade do conhecimento corretivo. O conhecimento dos resultados terá utilidade ou não, conforme receba o estudante, em tempo e local apropriados, a informação corretiva, explicadas as condições em que poderá usá-la, e da forma em que a recebe”. Contudo, as principais influências no ensino ensino-aprendizagem para ensino das ciências vem das teorias cognitivo-construtivistas dentre as quais a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel merece destaque. A seguinte citação de Ausubel [17] condensa muitas informações a respeito de sua teoria,

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averígue isso e ensine-o de acordo.

Para lançar um esclarecimento sobre a afirmação de Ausubel, Moreira [18] nos traz,

[...] ao falar em “aquilo que o aprendiz já sabe” Ausubel está se referindo à “estrutura cognitiva”, ou seja, ao conteúdo total e organização das ideias do indivíduo, ou, no contexto da aprendizagem de um determinado assunto, o conteúdo e organização de suas ideias nessa área particular de conhecimentos. Além disso, para que a estrutura cognitiva preexistente influencie e facilite a aprendizagem subsequente é preciso que seu conteúdo tenha sido aprendido de forma significativa, isto é, de maneira não-arbitrária e não-literal. (...) a ideia de que “aquilo que o aprendiz já sabe” não é simplesmente a ideia de “pré-requisito”. Esta é uma ideia ampla e até certo ponto vaga (...). “Averígue isso” também não é uma tarefa simples, pois significa “desvelar a estrutura cognitiva preexistente”, ou seja, os conceitos, ideias, proposições disponíveis na mente do indivíduo e suas inter-relações, sua organização. (...) Finalmente, “ensine-o de acordo” também é uma proposta com implicações nada fáceis, visto que significa basear o ensino naquilo que o aprendiz já sabe, identificar os conceitos organizadores básicos do que vai ser ensinado e utilizar recursos e princípios que facilitem a aprendizagem de maneira significativa.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel se baseia na premissa de que uma aprendizagem significativa acontece quando o indivíduo através de conhecimentos prévios consegue assimilar novos conhecimentos, como se os conhecimentos prévios servissem como uma ponte para os novos conhecimentos. Numa concepção onde o que mais influencia o novo aprendizado é o conhecimento prévio. Na teoria o conhecimento prévio receber o nome de subsunçor, a cerca deste Moreira [18] pontua,

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (...). Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras.

Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade [19]. Portanto, 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-literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo [18].

Além da aprendizagem significativa Ausubel define também a aprendizagem mecânica outro tipo de aprendizagem oposta a significativa, a aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos [18]. A respeito da aprendizagem mecânica Moreira [18] contextualiza,

Em Física, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Talvez aquela aprendizagem de “última hora”, de véspera de prova, que somente serve para a prova, pois é esquecida logo após, caracterize também a aprendizagem mecânica. Ou, ainda, aquela típica argumentação de aluno que afirma ter estudado tudo, e até mesmo “saber tudo”, mas que, na hora da prova, não consegue resolver problemas ou questões que impliquem em usar e transferir esse conhecimento.

Entretanto a aprendizagem mecânica não acontece necessariamente numa ausência total conhecimentos prévios, porém o processo de assimilação deste é diferente do processo da aprendizagem significativa.

Voltando a questão das condições para uma aprendizagem significativa, vale salientar um ponto muito importante para essa venha acontecer além do fator do material ser potencialmente significativo, A outra é que o aprendiz manifeste uma disposição para

relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva[18]. Acerca disso Ausubel [17] exemplifica,

“Um estudante pode aprender a Lei de Ohm, a qual indica que, num circuito, a corrente é diretamente proporcional à voltagem. Entretanto, essa proposição não será aprendida de maneira significativa a menos que o estudante já tenha adquirido, previamente, os significados dos conceitos de corrente, voltagem, resistência, proporcionalidade direta e inversa (satisfeitas estas condições, a proposição é potencialmente significativa, pois seu significado lógico é evidente), e a menos que tente relacionar estes significados como estão indicados na lei de Ohm”.

Outra importante questão é quando não há subsunçores para ancorar novos conhecimentos, como deve ser a maneira de proceder? Uma resposta plausível é que, segundo Novak (apud Moreira [18]), a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire novas informações em uma área de conhecimento que lhe é completamente nova. Isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento nessa área, relevantes a novas informações em uma mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados [18]. Assim novas informações e a introdução de organizadores prévios são de suma importância na criação de subsunçores e a acomodação da aprendizagem significativa. Em resumo fica evidenciado que aprendizagem mecânica tem grande importância para aprendizagem significativa, de modo que esta pode ser um primeiro estágio para a aprendizagem significativa contribuindo na formação dos subsunçores que posteriormente auxiliam na ancoragem de uma aprendizagem significativa.

O desenvolvimento cognitivo é, segundo Ausubel, um processo dinâmico no onde novos e antigos significados estão, constantemente, interagindo e resultando em uma estrutura cognitiva mais diferenciada, a qual tende a uma organização hierárquica, na qual conceitos e proposições mais gerais ocupam o ápice da estrutura e abrangem, progressivamente, proposições e conceitos menos inclusivos, assim como dados factuais e exemplos específicos [18].

Por conseguinte, ao final desse apanhado de informações teóricas Moreira [20] salienta os fundamentos por trás da teoria,

“[...] aprendizagem significativa, originalmente proposta por David Ausubel, se ocupa mais da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem. Por isso, foi aqui novamente descrita, com bastante detalhe, com muita releitura do autor e com esperança de que

sensibilize professores que, como ele, estão cansados do modelo tradicional que quase invariavelmente promove a aprendizagem mecânica”.

Enfim, na aprendizagem significativa a teoria parte de duas condições: o conhecimento a ser construído dever ser potencialmente significativo e há a necessidade do aluno ter disposição para aprender. Pode-se entender que essas relações têm um caráter hierárquico. De modo que a estrutura cognitiva é compreendida como uma rede de conceitos organizados pelo grau de abstração e generalização de cada indivíduo. Sendo assim a medida que um indivíduo relaciona um novo conhecimento com um aspecto da estrutura cognitiva de maneira substancial, não arbitrária, mais próximo este estará de uma aprendizagem significativa.

Certamente a aprendizagem significativa tem benefícios notáveis seja no enriquecimento da estrutura cognitiva do aluno, sendo da lembrança posterior para experimentar novos conhecimentos. Com interessa na construção de uma autonomia e ação.

Dessa forma a aprendizagem significativa, aplicada como metodologia, pode ser potencializada pela utilização de tecnologias digitais, trabalhadas no princípio da imersão no processo de aprendizagem, levando em consideração a autonomia dos estudantes, mesmo que direcionados pelos professores. As tecnologias digitais são importantes instrumentos pedagógicos de convergência de interesse dos e estudantes e de integração das temáticas de educativas.

Assim a utilização de animações e videoaulas no ensino da física podem contribuir ativamente para o ensino-aprendizagem, que quando aliadas as ideias de Ausubel, possibilitam através de atividades conceituais a visualização e interação do aprendiz com os conceitos da temática que levam a uma aprendizagem significativa ou pode auxiliar para a formação de subsunçores para a ancoragem de conhecimentos posteriores ajudando assim na aprendizagem.

2 INTRODUÇÃO AOS SOFTWARES LIVRES E O BLENDER

Os programas de computadores são sequências de instruções simples ou complexas escritas em alguma linguagem de programação (código fonte) que são convertidas em linguagem de máquina para serem rodadas em computadores ou máquinas virtuais a fim de se obter algum efeito ou resultado, os programas de computadores também são conhecidos como “Softwares” apelido criado nos primórdios da computação dado em contraponto ao “Hardware”, termo usado para especificar componentes físicos utilizados no funcionamento do computador.

Os softwares para computadores podem ser divididos em dois tipos os Softwares Proprietários e os Softwares Livres (SL), os proprietários dão o direito de uso ao programador, ou seja, o uso desse software deve passar pela autorização do programador e este pode decidir se quer ou não cobrar algum valor financeiro pelo uso por parte do usuário. Os Softwares Proprietários podem ter licenças de uso Freeware, Shareware, Demo e Pagos. No entanto, os SL ao contrário dos proprietários os programadores não restringem seu acesso aos usuários, nem a modificação e aprimoramento do código fonte por pessoas físicas ou jurídicas. A tabela 1 denota algumas diferenças entre os dois seguimentos [1].

Situações Software Livre	Software Proprietário	Software Livre
Pode ser grátis	Sim	Sim
Pode ser pago	Sim	Não
Qualquer pessoa pode modificar	Não	Sim
Sempre é permitido copiá-lo	Não	Sim
Sempre é permitido distribuí-los	Não	Sim

Tabela 1: Características dos seguimentos de desenvolvimento de softwares.

Essas diferenças implicam fortemente na relação de cada um dos tipos de software com o usuário, acerca disto Silveira [2] contextualiza:

Uma receita é um conjunto de ideias ou informações. Um software também. Quando falamos em software proprietário estamos falando de um modelo de desenvolvimento e distribuição baseado em licenças restritivas de uso. Estamos falando em autoria e propriedade do software. Em analogia, estamos falando que a

receita não é mais entregue junto com o bolo, pois as pessoas estariam impedidas de modificar e redistribuir aquela receita.

Na maioria das vezes, quando o usuário adquire um software proprietário este não está adquirindo um produto, e sim a licença de uso, sem o acompanhamento do código fonte e sem liberdades para moldar esse as suas necessidades e compartilhar essas modificações, a propriedade do produto continua com a empresa que o comercializa e distribui, em contraponto a este o SL não tem donos, tem apenas autor ou autores, e qualquer usuário pode ser tornar autor desse se assim desejar. Roberto Hexsel da Universidade Federal do Paraná descreve o contorno do ambiente no qual o SL se desenvolve [11]:

“O movimento de publicação de Software Livre ganhou notoriedade nos últimos anos. Este modo de produção de software tem resultado em produtos de excelente qualidade e grande penetração em certos nichos do mercado mundial de software. A característica mais importante do software livre é a liberdade de uso, cópia, modificações e redistribuição. Esta liberdade é conferida pelos autores do programa e é efetivada através da distribuição do código-fonte dos programas, o que os transforma em bens públicos, disponíveis para utilização por toda a comunidade e da maneira que seja mais conveniente a cada indivíduo. A liberdade para usar, copiar, modificar e redistribuir software livre lhe confere uma série enorme de vantagens sobre o software proprietário. A mais importante delas é a disponibilidade do código-fonte, porque isto evita que os usuários se tornem reféns de tecnologias proprietárias. Além desta, as vantagens técnicas são também consideráveis. A comunidade de desenvolvimento de software livre está espalhada pelo mundo todo e seus participantes cooperam nos projetos através da Internet. Estima-se que participam desta comunidade mais de 100 mil programadores e projetistas, com a grande maioria deles trabalhando voluntariamente em um ou mais projetos. Estima-se também que existem mais de 10 milhões de usuários regulares de sistemas operacionais e aplicativos distribuídos como software livre. Recentemente, empresas como IBM e Hewlet-Packard passaram a investir no desenvolvimento de software a ser distribuído livremente, bem como em serviços para usuários de software livre¹”

Uma característica dos SL e Open Source (OS) em decorrência do seu caráter aberto e da liberdade jurídica e a não ocorrência a pirataria nesse seguimento.

1 Os números citados são do ano de 2012.

2.1 Open Source e os Softwares Livres

Para adentrar no universo do SL é necessário fazer uma menção ao sistema operacional Unix, que durante a década de 70 teve papel fundamental no desenvolvimento das tecnologias da informática e da internet, o Unix teve sua criação nos laboratórios da AT&T, inicialmente o Unix precisava de aprimoramentos sendo assim a AT&T liberou a universidades e empresas de tecnologia o livre a cesso ao Unix, permitido a utilização, compartilhamento e modificação com isso obtendo o retorno dos benefícios de uma mão de obra qualificada sem custos. Rapidamente o sistema operacional se tornou popular entre os desenvolvedores e no meio acadêmico. Tal iniciativa obteve êxito tornando assim o Unix o primeiro sistema operacional de sucesso e compatível com todos os hardwares.

Entretanto ao final da década de 70 a AT&T resolveu capitalizar em cima do sucesso do Unix, mudando a política de comercialização, restringindo o acesso ao código fonte e passando a cobrar sua licença proibindo assim sua distribuição, tais ações desagradou os programadores que participaram do desenvolvimento do sistema [9]. Entre esses estava o programador e pesquisador Richard Stallman, que em 1984 deu início ao desenvolvimento do Projeto GNU² com o intuito de criar um sistema operacional baseado no Unix com ferramentas compartilháveis e já embutidas no sistema, porém de código aberto e de livre acesso para o uso e o compartilhamento, esse é o início do SL.

Com a apresentação do GNU vem o movimento da Fundação de Software Livre (FSF - Free Software Foundation) que tinha como objetivo o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias através da rede de computadores, para que fosse possível a colaboração de programadores para o desenvolvimento tecnológico.

Esse fluxo de informações foi de grande importância para o desenvolvimento das Tecnologias da informação e comunicação (TIC's), não sendo usadas apenas nos meios acadêmicos e científicos mas também como a criação de uma filosofia, uma cultura do compartilhamento de conhecimentos para um ágil desenvolvimento das tecnologias [10].

Para tal com a chegada do GNU e da FSF foi necessário o desenvolvimento de um mecanismo de licenciamento livre uma espécie de copyleft³ com a denominação GLP (General Public License), sendo este um mecanismo de licenciamento que garanta as liberdades e evite que alguém ou qualquer empresa venha se tornar proprietário e use o código

2 Acrônimo para recursivo para “GNU is Not Unix”.

3 Em contraponto ao copyright, permitindo que qualquer pessoal use, modifique e compartilhe desde que respeite as leis copyleft.

de maneira comercial [9]. Para garantir que os softwares sejam realmente livres a FSF estabeleceu quatro tipos de liberdades básicas:

- Liberdade nº 0 - A liberdade para executar o programa para qualquer propósito;
- Liberdade nº 1 - A liberdade de estudar como o programa funciona e adaptá-lo para suas necessidades. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
- Liberdade nº 2 - A liberdade de redistribuir cópias, podendo assim ajudar ao seu próximo;
- Liberdade nº 3 - A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar seus aperfeiçoamentos, de modo que toda comunidade se beneficie. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

A cerca destas quatro liberdades Richard Stallman [9] nos traz:

“Essas são as liberdades que distinguem o Software livre do Software não livre, são as liberdades que possibilitam às pessoas formarem comunidades. Se você não tem essas liberdades, está sendo dividido e dominado por alguém”.

Assim se um software não atende essas liberdades este não se enquadra no grupo dos SL.

Com tudo a popularização do SL e OS ganhou notoriedade na década de 90 com a expansão da internet e a criação do sistema operacional Linux, desenvolvido inicialmente na Finlândia pelo estudante Linus Torvalds estudante da Universidade de Helsinque, tendo este rapidamente aderido ao Projeto Stallman e sendo distribuído na internet sob as regras dos softwares livres, ganhando assim grande número de desenvolvedores, passando a se chamar GNU/Linux e se tornando um sistema operacional completo[10].

Através da popularidade do Linux empresas acabam levando-o ao mercado cobrando apenas pelos custos da mídia física do pacote GNU/Linux.

Com o sucesso do pacote GNU/Linux se difundiram também outros pacotes ou distros⁴ que vão desde as tradicionais Red Hat, Mandraque, Suse e Debian indo as modernas Ubuntu, Mint, fedora entre outras. Ainda existem distros mais específicas e indicados para diferentes finalidades como A Edubuntu (para ambientes escolares), CAELinux (para ciências e

4 Abreviação para distribuições Linux.

engenharias) e Kali Linux (principalmente para auditoria e segurança de computadores em geral).

Entre tantos projetos importantes para os SL destaca-se o da norte-americana Netscape, que desistiu de concorrer com o com software Internet Explorer⁵ liberando o código-fonte de seu navegador, dando origem ao Mozilla⁶.

A notoriedade dos SL seja pela qualidade ou custo-benefício tem levado cada vez mais o usuário de tecnologia a dar atenção especial a este recurso e a sua filosofia de compartilhamento de conhecimento.

A adesão aos SL e OS por parte de grandes corporações que em sua grade maioria transitam em um mercado com grande concorrência, mostra que os valores trazidos pela cultura OS são mais importantes para que se obtenha êxito do que o conhecimento técnico isolado, o fato de um programa ser desenvolvido como um SL não quer dizer necessariamente que este não pode ser comercializado, para este é necessário atender alguns requisitos a fim de garantir a liberdade do usuário de modo que o desenvolvedor além do executável disponibilize também o código fonte, nessa perspectiva Lessig [3] afirma:

É importante apenas tornar claro que a distinção aqui não é entre software comercial e não-comercial. Há muitas companhias importantes que dependem fundamentalmente de software livre e de código aberto, sendo a IBM a mais proeminente delas. A IBM está cada vez mais mudando seu foco para o sistema operacional GNU/Linux, o mais famoso conjunto de software livre — e a IBM é uma entidade enfaticamente comercial. Portanto, apoiar o software livre e o de código aberto não é necessariamente o mesmo que ser contra entidades comerciais. É, de fato, apoiar um modelo de desenvolvimento de software diferente do que é praticado, por exemplo, pela Microsoft.

Entretanto, não é apenas no meio da iniciativa privada que os SL e a filosofia OS vem ganhando espaço. Nesse sentido é válido destacar o Estado do Paraná que no ano de 2003 deu prioridade aos OS através das leis estaduais, Lei nº 14.058/03 – Dispõe sobre normas de utilização de programas de computação por órgãos da administração pública e Lei nº 14.195/03 – Dispõe que preferencialmente será adotado sistema operacional aberto para a execução de programas de computador [4, 5]. Desde então o estado vem promovendo a utilização de tecnologias gratuitas não só na administração, mas em todas as áreas do governo

5 O Internet Explorer permite aos usuários o acesso às páginas presentes na internet, sendo este um software proprietário.

6 Similar ao Internet Explorer porém com mais funcionalidades, sendo este um Software Livre.

possibilitando inclusão digital e o desenvolvimento socioeconômico do estado com a utilização de SL.

Ações como essas com a adesão de colaboradores tendem a fortalecer a filosofia OS chagando ao desenvolvimento de tecnologias com altos níveis de excelência. Além dos citados outros grandes benefícios é a economia de recursos que vem com a utilização das ferramentas gratuitas e a manutenção de uma independência do poder publico com relação as grandes corporações.

Na tabela 2 pode ser visto a evolução dos SL e da filosofia OS:

Linha do Tempo para os Softwares Livres	
1950-1960	Códigos fontes são distribuídos sem restrição entre empresas, centros de pesquisas e universidades.
1969	Ken Thompson desenvolve a primeira versão do Unix. O código fonte deste é distribuído livremente.
1978	Donald Knuth (Stanford) Publicou o TEX com SLKen Thompson desenvolve a primeira versão do Unix. O código fonte deste é distribuído livremente.
1979	Após a AT&T anunciar a comercialização do Unix, a Universidade de Berkeley dá início ao desenvolvimento da sua própria versão do Unix: o BSD (Berkeley Software Distribution); Eric Allmann, um estudante da Universidade de Berkeley, desenvolveu um programa que transfere mensagens entre computadores por meio da ARPANET, que posteriormente evolui para Sendmail.
1983	Richard Stallman publica o Manifesto GNU buscando a difusão do SL.
1987	O desenvolvedor Andrew Tanenbaum lança o Minix - a versão o Unix para computador pessoal, Mac Amiga, Atarai ST, disponibilizando completamente o código-fonte.
1991	Linus Torvalds Pública a versão 0.2 de uma variação do kernel ⁷ do Minix para o projeto GNU, que ele chamou de “Linux”.
1993	É lançado o FreeBSD 1.0, Baseado no BSD Unix; Ian Murdock cria uma nova distribuição do GNU-Linux Chamada “Debian”.
1994	Marc Ewing forma a empresa Red Hat Linux e cria uma distro própria para prestar serviços com este SL.
1995	O grupo de hackers ⁸ chamado “apache” constrói um novo SL para servidores Web.
1996	O desktop ⁹ KDE é lançado para usuários GNU/Linux por Matthias Ettrich, porém com alguns aplicativos proprietários.
1997	O projeto GNOME é iniciado por Federico Mena e Miguel de Icaza como

7 Kernel é uma palavra inglesa usada na computação para designar o núcleo do sistema operacional.

8 O emprego do termo hacker é usado para designar os peritos em programação e da conexão entre computadores que gostam de contribuir com a evolução e aperfeiçoamento dos sistemas [10].

9 Palavra de origem inglesa fazendo referência a interface do sistema operacional, ente que facilita o acesso do usuário aos recursos sistema operacional dos softwares.

	desktop livre oficial do projeto GNU.
1999	O número de usuários GNU/Linux é estimado em 7.5 milhões de usuários.
2000	Novas empresas multinacionais de TI lançam versões de seus produtos que rodam no GNU/Linux.
2007	Mais de 140.000 projetos de SL estão registrados em apenas um dos maiores repositórios de código aberto do mundo – o site SourceForge.net.

Tabela 2: Linha do tempo dos softwares livres.

2.2 Softwares Livres no meio Educacional

Em virtude de todas as vantagens dos SL estes se tornam a melhor alternativa quando se trata de solução tecnológica para auxiliar a educação. Recursos computacionais podem contribuir para uma maior eficiência do ensino-aprendizagem principalmente em disciplinas como a Física e a Química, que muitas vezes exigem muito esforço por parte dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, que inevitavelmente vez ou outra demandam esforço de imaginação para uma plena compreensão de conceitos e modelos abstratos.

Todavia, tão importante quanto saber que existem essas tecnologias é necessário saber selecionar e nesse cenário as tecnologias OS também destacam-se em detrimento as proprietárias, seja tanto pelo custo (gratuito), pela qualidade (muitas vezes superior as prioritárias) ou pela variedade de opções. No meio OS existem muitos projetos voltados especialmente para a educação como o Edubuntu e o Kde-edu. Abaixo (Tabela 3) lista de outros projetos de SL com finalidade educacional em diversas áreas do conhecimento.

Área do Conhecimento	Nível de Ensino					Nome do Programa	Idioma
	EI	AIEF	AFEF	EM	ES		
Alfabetização	Sim	Sim	Não	Não	Não	Jllettres	EN
Alfabetização	Sim	Sim	Não	Não	Não	Luz do Saber EI	PT-BR
Alfabetização	Não	Sim	Não	Não	Não	Luz do Saber EJA	PT-BR
Biologia - Genoma	Não	Não	Não	Não	Sim	Yass	EN
Biologia - Genética	Não	Não	Não	Não	Sim	GenoCAD	EN
Biologia - Moléculas	Não	Não	Não	Não	Sim	Coot	EN
Biologia - Processos	Não	Não	Não	Não	Sim	PathVisio	EN
Biologia - Simulação neural	Não	Não	Não	Não	Sim	Emergent	EN
Educação artística	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Tuxpaint	PT-BR
Educação infantil	Sim	Sim	Não	Não	Não	Ktuberling	PT-BR
Física - Análise de dados	Não	Não	Não	Sim	Sim	ROOT	EN
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Kstars	PT-BR
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Mars Simulation	EN
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Cartes du Ciel	PT-BR

Área do Conhecimento	Nível de Ensino					Nome do Programa	Idioma
	EI	AIEF	AFEF	EM	ES		
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Xstar	EN
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Celestia	PT-BR
Física - Astronomia	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Stellarium	PT-BR
Física - CAD	Não	Não	Não	Sim	Sim	FreeCAD	EN
Física - CAD	Não	Não	Não	Sim	Sim	KiCad	EN
Física - Circuitos Eletrônicos	Não	Não	Sim	Sim	Sim	TclSpice	EN
Física - Circuitos Eletrônicos	Não	Não	Não	Sim	Sim	gEDA	EN
Física - Eletrônica	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Electric VLSI	EN
Física - Fluidodinâmica	Não	Não	Não	Não	Sim	SU2	EN
Física - Hidrodinâmica	Não	Não	Não	Sim	Sim	ANUGA Hydro	EN
Física - Mecânica	Não	Não	Não	Sim	Sim	LibreCAD	EN
Física - Simulações	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Gravit	EN
Física - Simulações	Não	Não	Sim	Sim	Sim	OpenRocket	PT-BR
Física - Simulações	Não	Não	Sim	Sim	Não	Step	PT-BR
Física - Simulações	Não	Não	Não	Sim	Sim	Logisim	PT-BR
Física computacional	Não	Não	Não	Não	Sim	Geant4	EN
Geografia - Atlas	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Digital Universe Atlas	EN
Geografia - Geoespacial	Não	Não	Não	Sim	Sim	Whitebox GAT	EN
Geografia - Geofísica	Não	Não	Não	Sim	Sim	Madagascar	EN
Geografia - Geovisualização	Não	Não	Não	Sim	Sim	Terraview	PT-BR
Geografia - Mapas de relevo	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Height Map Editor	EN
Geografia - Mapas	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Marble	PT-BR
Geografia - Solos	Não	Não	Não	Não	Sim	ParaViewGeo	EN
Geografia - Ventos	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Dapple	EN
Idiomas - Inglês	Não	Sim	Sim	Sim	Não	KasoVerb	EN
Idiomas - alemão	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Gngt	PT-BR
Idiomas - espanhol	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Kverbos	ES
Matemática - Análise de dados	Não	Não	Não	Sim	Sim	SciDAVis	PT-BR
Matemática - Análise de dados	Não	Não	Não	Sim	Sim	Mayavi	EN
Matemática - Análise de dados	Não	Não	Não	Não	Sim	QtiPlot	EN
Matemática - Calculadora	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Kcalc	PT-BR
Matemática - Criação de gráficos	Não	Não	Não	Sim	Sim	PLplot	EN
Matemática - Cálculo numérico	Não	Não	Não	Sim	Sim	Scilab	PT-BR
Matemática - Equações Diferenc.	Não	Não	Não	Sim	Sim	FreeFem++	EN
Matemática - Estatística	Não	Não	Não	Sim	Sim	HippoDraw	PT-BR
Matemática - Estatística	Não	Não	Não	Não	Sim	GGobi	EN
Matemática - Fractais	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Xaos	PT-BR
Matemática - Funções	Não	Não	Sim	Sim	Não	Kmplot	PT-BR
Matemática - Geometria e Álgeb.	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Geogebra	PT-BR
Matemática - Geometria	Não	Não	Sim	Sim	Sim	DrGeo	PT-BR

Área do Conhecimento	Nível de Ensino					Nome do Programa	Idioma
	EI	AIEF	AFEF	EM	ES		
Matemática - Gráficos	Não	Não	Não	Não	Sim	Gnuplot	EN
Matemática - Modelador 3D	Não	Não	Não	Sim	Sim	POV-Ray	EN
Matemática - Porcentagem	Não	Não	Sim	Não	Não	Kpercentage	EN
Matemática - Superfícies	Não	Não	Não	Não	Sim	K3DSurf	EN
Matemática - Teoremas	Não	Não	Não	Não	Sim	Isabelle	EN
Matemática - Álgebra	Não	Não	Não	Sim	Sim	Maxima	PT-BR
Matemática - Álgebra	Não	Não	Não	Não	Sim	GNU Octave	EN
Matemática Financeira	Não	Não	Não	Sim	Sim	Rmetrics	EN
Medicina - Imagens	Não	Não	Não	Não	Sim	InVesalius	PT-BR
Medicina - Imagens	Não	Não	Não	Não	Sim	3DSlicer	EN
Programação	Não	Não	Não	Sim	Sim	BlueJ	EN
Programação	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Python tutor	EN
Química - Cristalografia	Não	Não	Não	Sim	Sim	Drawxtl	EN
Química - Estruturas	Não	Não	Não	Sim	Sim	Chemtool	PT-BR
Química - Moléculas	Não	Não	Não	Sim	Sim	Avogadro	PT-BR
Química - Peso molecular	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Kmolcalc	EN
Química - Tabela periódica	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Kalzium	PT-BR
Química - pH	Não	Não	Não	Sim	Sim	Xem	EN
Área do conhecimento	EI	AIEF	AFEF	EM	ES	Nome do programa	Idioma

Tabela 3: Tabela de Software Educacional (adaptado de https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/wiki/Tabela_Din%C3%A2mica_Software_Educacional_livre).

Legendas:

EI - Educação infantil

AIEF - Anos iniciais do ensino fundamental.

AFEF - Anos finais do ensino fundamental

EM - Ensino médio

ES - Ensino superior

EN - Idioma inglês

PT - BR - Idioma português do Brasil

ES - Idioma espanhol

Contudo, a medida que existem SL educativos com interesses educacionais, também há SL com outras finalidades, que podem vir a ter aproveitamento no meio educacional, por exemplo, o Impress do pacote LibreOffice, este tem a função de criar apresentações, porém este pode ser usado para a criação de slides para se ensinar temas de disciplinas como História ou Geografia, o Writer também do LibreOffice pode ser usando para a produção de palavras-cruzadas, estudo de textos entre outros, sendo assim usados com o intuito de ensinar fazendo destes ferramentas educacionais. Esse exemplo se assemelha ao caso Blender software que não foi criando com fins educativos contudo pode ser aproveitado para tal. Assim sendo fica evidenciado o grande aporte de recursos disponíveis nos SL para a utilização no meio

educacional, para tal utilização se faz necessário uma reformulação nas metodologias e um incentivo e a preparação dos professores para que estes estejam aptos a se beneficiarem das vantagens dos SL e OS.

2.3 Apresentando o Blender

O Blender é um poderoso software multiplataforma para modelagem tridimensional (3D), criação de texturas, animações e edição de vídeo, que concorre com softwares proprietários como o 3D Studio, Maya entre outros, o Blender tem a vantagem de está disponível na internet para o download gratuito sob a licença GNU - GPL, permitindo o acesso ao código fonte para alteração e compartilhamento, acerca deste Silveira nos traz:

O Blender é um software 3D e já foi empregado em muitos efeitos especiais de Hollywood. A história do desenvolvimento do Blender é muito semelhante à de inúmeros outros softwares de código aberto. Projetado e escrito nos padrões tradicionais da engenharia de software, o Blender foi adquirido pela comunidade de software livre após uma grande campanha de arrecadação de fundos pela Internet. Com o seu código aberto, um grande número de pessoas passaram a desenvolvê-lo em rede. O Blender tem melhorado a cada nova versão e o valor econômico do trabalho de seus colaboradores já ultrapassa o valor pago à empresa que o criou [1].

Para o desenvolvimento do trabalho o Blender será utilizado na criação de animações e posteriormente na edição e renderização de videoaulas. O motivo para a escolha do Blender no presente trabalho se deve a alguns atrativos do software, dentre eles logo emerge o preço, o Blender tem versões para os principais sistemas operacionais (Gnu/Linux, Windows e Mac OSX), arquiteturas (32 bits e 64 bits) e com versões em várias línguas. E todas as versões podem ser encontradas gratuitamente na internet pelo site www.blender.org, sem qualquer custo para aquisição. Outro grande atrativo é a qualidade, com o Blender é possível fazer projetos com a mesma qualidade dos melhores softwares proprietários permitindo ao usuário o desenvolvimento de projetos com gráficos de qualidade profissional como será visto adiante. Além da versatilidade do multiplataforma que proporciona ao usuário acesso a grande número de ferramentas para utilização nos projetos, sem contar a possibilidade de adaptação do programa as necessidades do usuário, que podem criar e desenvolver add-ons e versões autônomas do programa.

O Blender é desenvolvido e mantido pela Blender Foundation, organização sem fins lucrativos que se mantém através de doações e foi fundada em 2002, com o objetivo de desenvolver as ferramentas do Blender mantendo-o gratuito e de código aberto.

No Blender, uma cena é composta por objetos, que precisam ser fixados em posições e conectados a cena [12]. Na modelagem com Blender a atividade começa a partir da manipulação de formas geométricas simples (Figura 1), chamadas “primitivas”, estas possuem formas de cubos, esferas, cilindros, cones, círculos entre outras, podendo ser transformadas nas mais variadas formas através das ferramentas que o Blender dispõe.

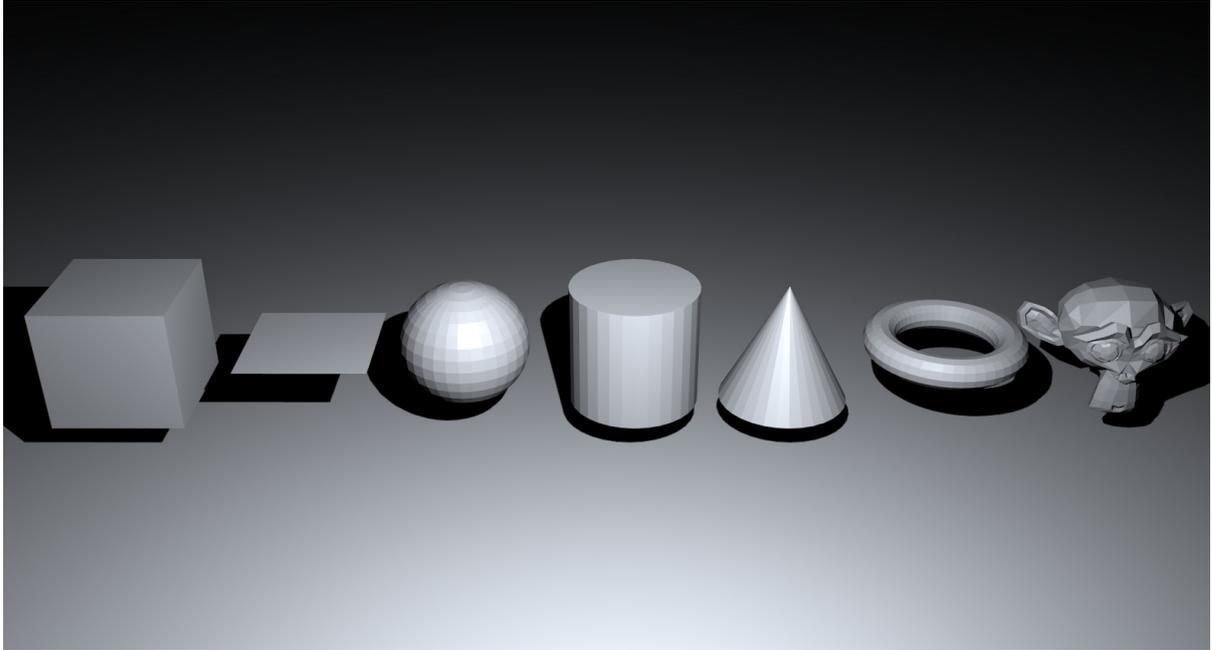


Figura 1: Exemplos de algumas primitivas.

O Blender está na versão 2.81, porém no presente trabalho foi utilizada a versão 2.79. Ao ser aberto o software na janela padrão (Figura 2), podemos destacar a visualização dos seguintes itens:

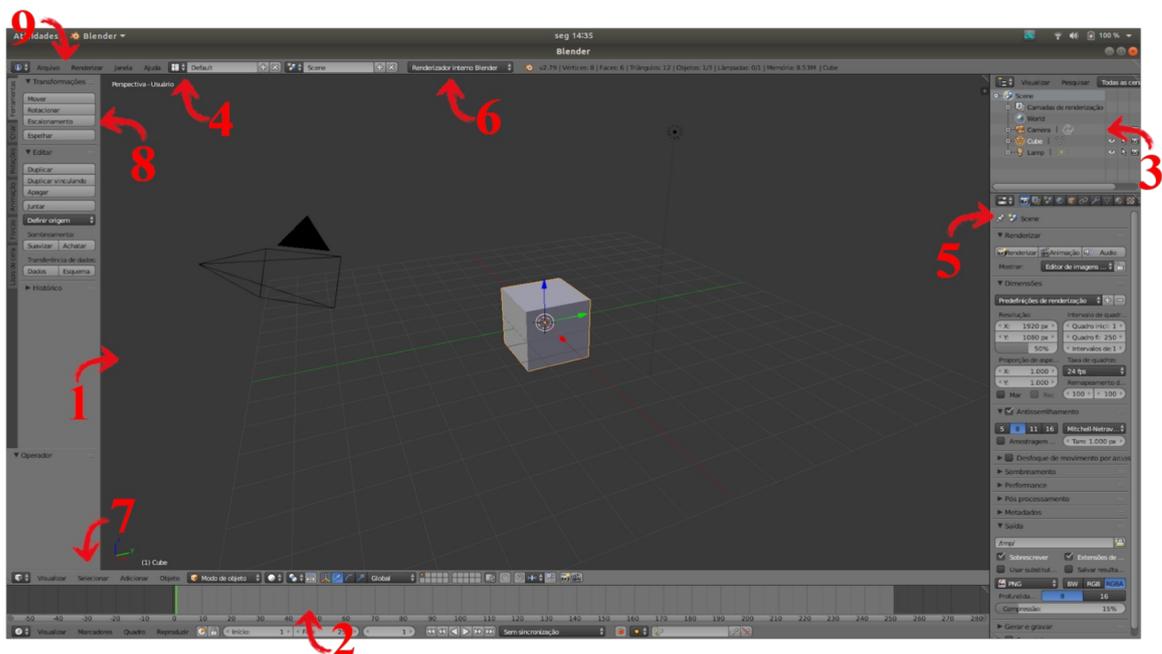


Figura 2: Interface padrão do Blender.

1. 3D View¹⁰ (Janela 3D), que é a janela pela qual se pode ter a visualização tridimensional do trabalho que está sendo ou será feito.
2. Timeline (Linha do tempo), onde se controla os aspectos temporais das animações, contando com o menu da Timeline na parte inferior da janela.
3. Outliner, onde é possível ver o nome dos objetos que estão na modelagem, ainda selecioná-los ou escondê-los se assim desejar.
4. Preset Interface Arrangements, aba onde o usuário pode trocar interface padrão por outras interfaces pré-definidas, nessa aba é possível transitar entre diferentes interfaces que o software oferece, entre elas Default (interface padrão), Animation (trabalhar com animações), e Video Editing (edição de vídeos).
5. Properties Window, no cabeçalho dessa janela é possível ter acesso as seguintes ferramentas: Render (tem a finalidade editar as renderizações alterando tamanho das imagens e os formatos tanto para vídeos quanto para fotos), Scene (Interfere em funções básicas das cenas), World (para controlar modificações do plano de fundo das cenas), Object (controles básicos de um objeto selecionado), Object constraint (controlar e aplicar interação entre diferentes objetos da cena), Modifiers (opções de contém diferentes modificadores, que podem ser aplicados aos objetos), Object data (dados que afetam o objeto selecionado), Material (para a alteração de cor e aspectos de determinados materiais), Textura (aplicação de texturas as superfícies), Particles (aplicar efeitos de partículas aos objetos, como o aspecto de fluidos) e Physics (aplicação de aspectos físicos aos objetos e criação de campos de força).
6. Render Options, para a seleção do motor de renderização que na versão 2.79 pode ser o Blerder Render, Blender Game e Cycles Render.
7. Blender View Menu, menus para a manipulação do 3D View.
8. Tool Painel, painel onde encontramos ferramentas para modificações num nível mais básico, como juntar e separa objetos ou subdividir superfícies.
9. Info é onde se apresenta os menus padrão da grande maioria dos softwares já criados, entre as principais opções está o menu preferências do usuário que permite a customização das interfaces a critério do usuário.

Ainda na figura 2 podemos observar a cena padrão do Blender que é composta por três objetos: uma câmera, uma lâmpada e um cubo.

¹⁰ Atualmente o Blender tem versões para o idioma português, todavia, os usuários se habituaram com a utilização do software no idioma inglês desde as primeiras versões. Assim neste trabalho não traduzirei muitas expressões deixando-as na forma como são conhecidas nas comunidades de usuários.

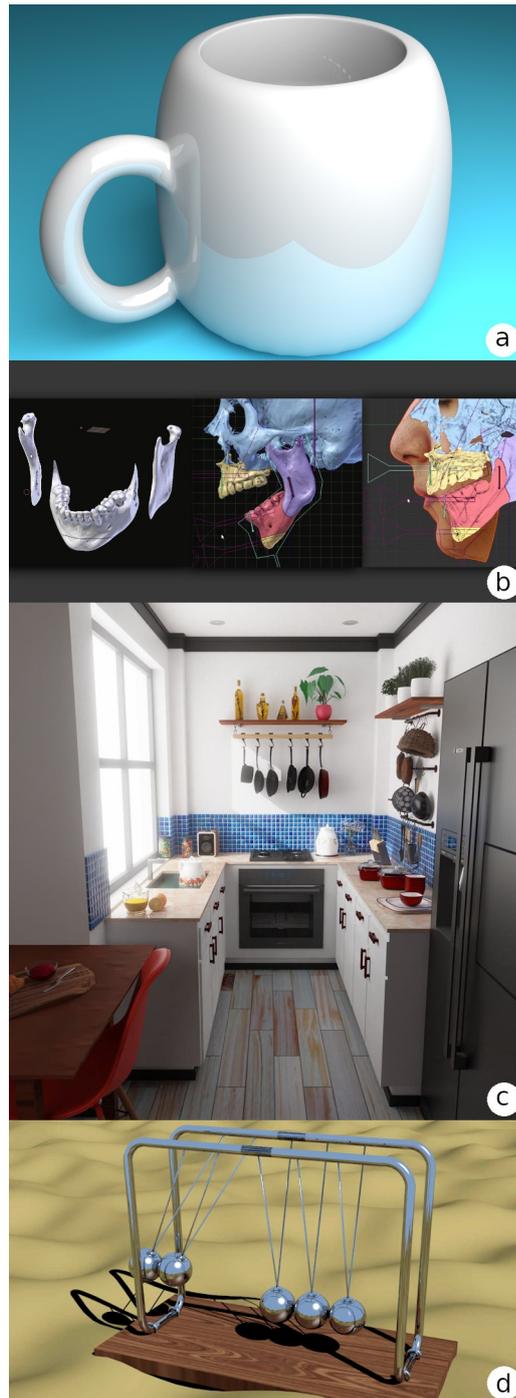


Figura 3: Imagens Produzidas com o Blender: a) modelagem de uma xícara; b) Modelagem para planejamento de cirurgia ortognática. (Autoria Cicero Moraes); c) The kitchen. (Autoria Thiago Figueiró); d) Pendulo de Newton. (Próprio Autor).

A modelagem do Blender pode ser aplicada aos mais diferentes trabalhos seja na modelagem de objetos, figuras humanoides, maquetes, ambientes internos ou máquinas mecânicas. Tendo os mais diversos fins, nas áreas de arquitetura, engenharia, medicina, cinema, design e ciências em geral (Figura 3). O uso do Blender é bastante facilitado a

pelo auxílio de atalhos no teclado que permite ao usuário acesso mais rápido e prático às ferramentas essenciais do software.

A excelente ferramenta de criação de animações que é o Blender faz com que esse ganhe notoriedade por efeitos especiais de filmes de Hollywood e em filmes de animação como o curta-metragem *Big Buck Bunny* e o longa *Next Gen* do Tangent Studio que no ano de 2018 foi negociado com a plataforma Netflix por uma quantia de US\$ 30 milhões estando disponível para os assinantes da plataforma, sendo o valor da negociação um recorde para filmes feitos totalmente no Blender. No Blender as animações vão desde as mais básicas como a translação e rotação de objetos até as articulações mais complexas de personagens, e simulações de fluidos e campos de força. A Figura 4 mostra frames de uma animação.



Figura 4: Frames de uma pequena animação.

O Blender inicialmente foi criado na linguagem de programação C, mais atualmente é mais composto pelas linguagens C++ e partes em Python. A grande maioria dos Softwares para modelagem 3D usa alguma Linguagem de programação script para automatizar tarefas e alterar aspectos dos softwares com base em interações avançadas com o softwares ou os objetos manipulados, no Blender a linguagem que cumpre essa função é a Python.

Python é uma linguagem de programação de altíssimo nível de tipagem dinâmica e forte, interpretada e interativa. Python possui uma sintaxe clara e concisa, favorecendo a

legibilidade do código e a tornando mais produtiva. Essa ainda possui grande quantidade de módulos/biblioteca, que podem ser facilmente importadas.

A interação no Blender por meio de Python pode acelerar a realização de tarefas que demandariam muito esforço e tempo, a interação no Blender com python é feita através de um terminal, o terminal do Blender é semelhante aos terminais que podem ser encontrados no Linux, esse terminal poder ser acessado na interface Scripting (Figura 5).

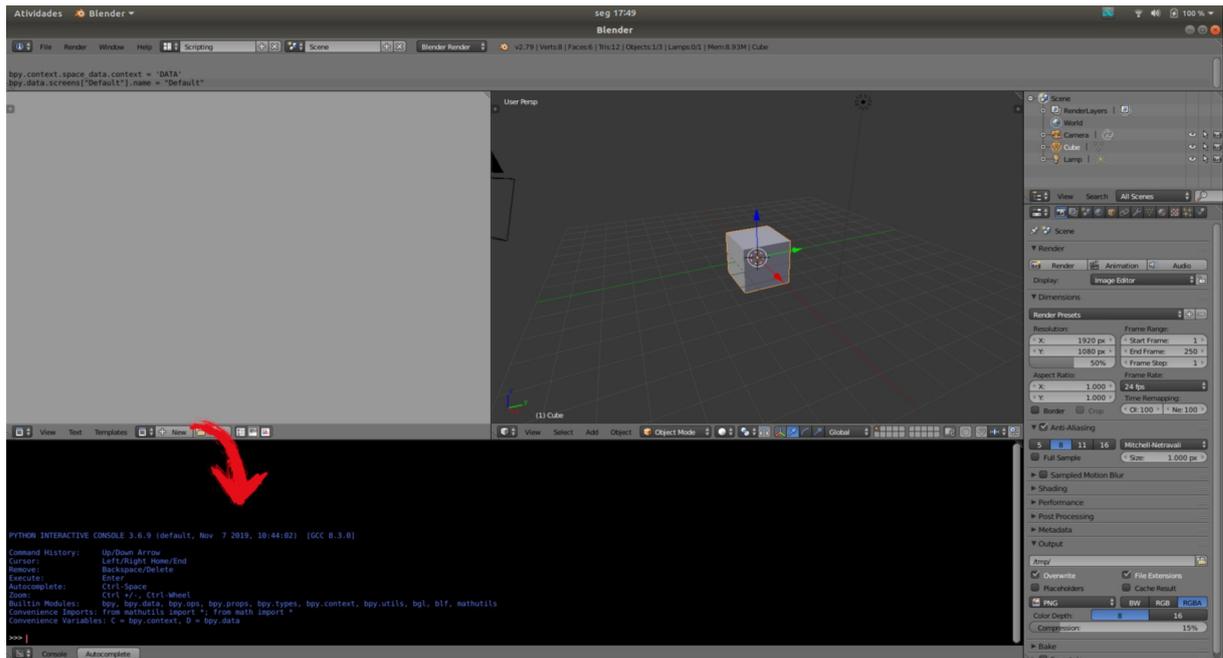


Figura 5: Interface Scripting com indicação do terminal.

Outra ferramenta de destaque que o Blender dispõe é o Video Editing. Um filme é composto de muitos vídeos gravados separadamente que ao final são organizados seguindo uma ordem cronológica formando um único vídeo, essa tarefa é possível no Blender através da janela Video Sequence Editor da interface Video Editing (Figura 6).

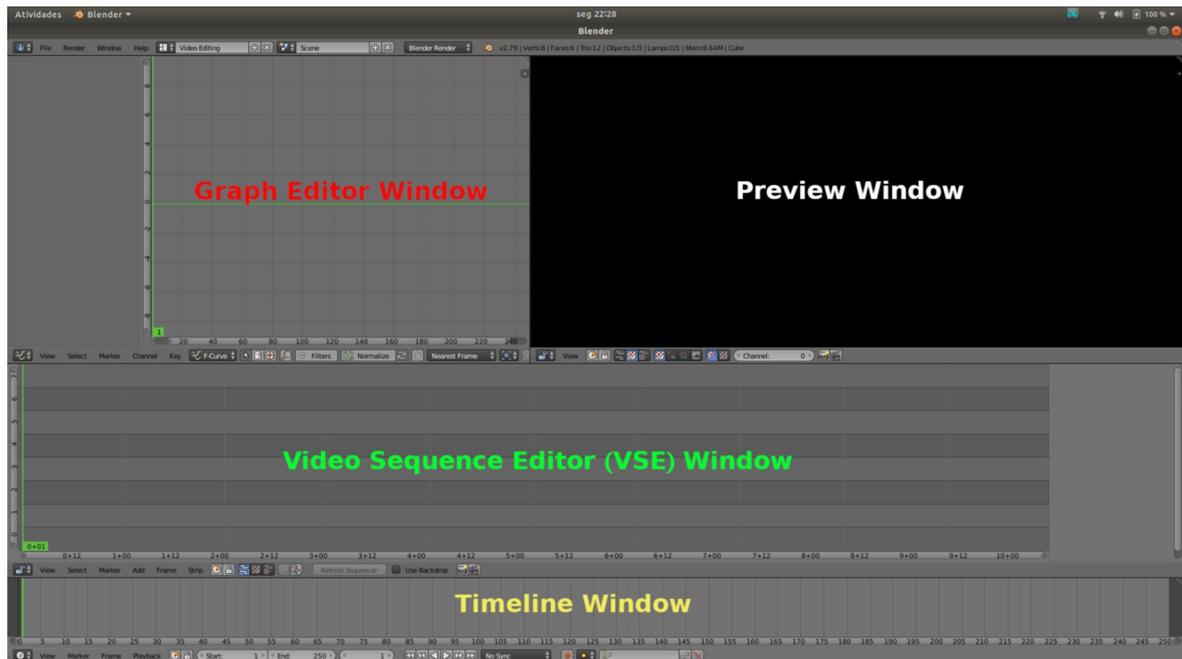


Figura 6: Interface Video Editing.

A interface Video Editing da versão 2.79 do Blender apresenta como principais janelas: Video Sequence Editing (VSE) - Nessa janela é possível manipular vídeos, áudios e imagens, essa janela é graduada em segundos; Preview Window - É nessa janela que se pode observar o trabalho visual que está sendo produzido na VSE; Timeline - No menu da timeline se executa o trabalho que está sendo produzido na VSE, a Timeline é graduada em unidades de frames e por padrão cada 24 unidades desses equivale a 1 segundo na VSE. A Figura 7 mostra a interface Video Editing do Blender sendo utilizada na edição de vídeos.

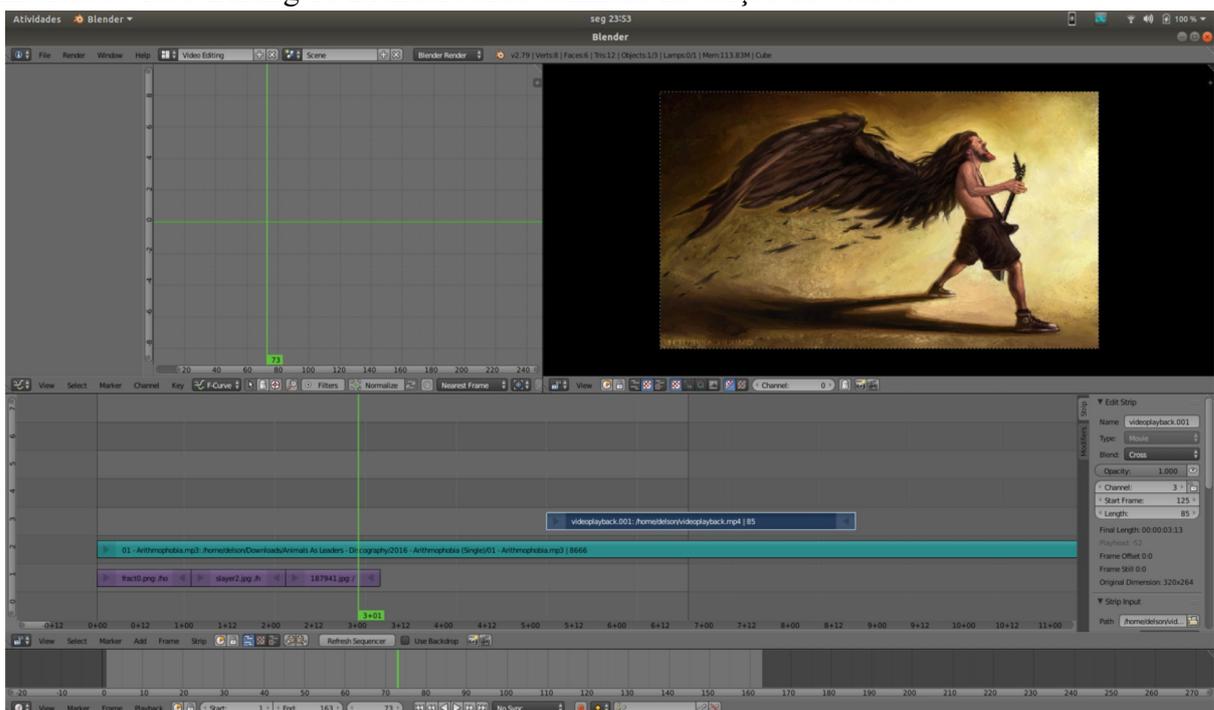


Figura 7: Interface Video Editing sendo usada, imagem na Preview Window e faixas de vídeo (azul escuro), áudio (azul claro) e imagens (lilás).

3 REVISANDO AS OSCILAÇÕES

Dentre tantos temas interessantes na física com possibilidades de serem abordados nesse trabalho o tema escolhido foi o das oscilações, essa escolha foi feita devido a grande possibilidade de representações que este tema pode ter através de animações feitas no Blender e ainda uma maior facilidade para a modelagem dos objetos oscilantes.

As oscilações são movimentos que representa um balanço para frente e para trás. Há oscilação quando um sistema é perturbado a partir de uma posição de equilíbrio estável [13]. Se o deslocamento for pequeno essas oscilações podem ser harmônicas simples. As oscilações em geral e principalmente as harmônicas são amplamente difundidas e extremamente uteis, por exemplo, todos os bons relógios dependem de um oscilador para regular a uniformidade do tempo: Os primeiros relógios confiáveis usavam pêndulo; os relógios portáteis usavam uma roda reguladora oscilante; os relógios modernos usam a oscilação de cristais de quartzo; atualmente os relógios atômicos mais precisos usam a oscilação de átomos [14].

Além do mais, o estudo de oscilações mecânicas formam a base necessária para o desenvolvimento de diversos outros conhecimentos relacionados às oscilações. Sem conhecimento sólido sobre a matemática e a física das oscilações não é possível o estudo de ondas, e isso compromete toda aprendizagem de engenharias: elétrica, eletrônica, telecomunicações, mecânica, entre outras; áreas de ciências básicas: eletrodinâmica, física quântica, gravitação, dinâmica química em reações, física de estado sólido, etc. Assim, este conteúdo deve ser muito bem explorado e apresentado em suas minúcias pelos professores aos seus estudantes.

Abaixo destacamos os sistemas mecânicos simples que em suas idealizações têm como resultado uma modelagem matemática conhecida como Movimento Harmônico Simples (MHS). Introduziremos aqui o MHS como sendo um resultado destes experimentos idealizados.

3.1 Sistema Massa Mola Vertical

Um dos tipos mais comuns de movimentos oscilatórios é o Movimento Harmônico Simples que pode ser modelado como um sistema com um corpo sólido preso a uma mola (Figura 8).

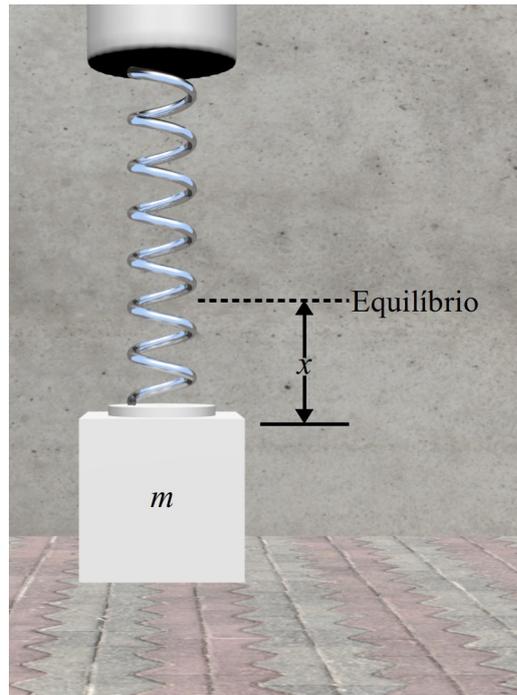


Figura 8: Massa oscilando presa a extremidade de uma mola.

Após a massa ser atada à mola, a mola distende a uma distância s , chegando à posição de equilíbrio quando o peso $P=mg$ é igual à força restauradora ks . Mas ao deslocar o corpo a uma distância x a mola exerce uma força restauradora linear F_x dada por:

$$F_x = -k(s+x) + mg = -kx + mg - ks$$

como no equilíbrio $mg - ks = 0$, temos que

$$F_x = -kx \quad \text{Eq. 3.1}$$

Onde k é a constante de força da mola, uma medida de sua rigidez. O sinal negativo indica que a força é sempre tem sentido contrário à posição a partir do equilíbrio. Comparando a Eq. 3.1 com a segunda lei de Newton ($F_x = ma_x$), temos

$$-kx = ma_x$$

ou

$$a_x = -\frac{k}{m}x \quad \text{ou} \quad \frac{d^2x}{dx^2} = -\frac{k}{m}x \quad \text{Eq. 3.2}$$

A aceleração tem uma relação de proporcionalidade com o deslocamento, o sinal negativo indica que estes têm sentido oposto. Essa relação caracteriza o movimento harmônico simples

e pode ser melhor expressa da seguinte forma como condições para o movimento harmônico simples: No movimento harmônico simples, a aceleração, e portanto, também a força resultante, são ambas proporcionais e opostas à posição a partir da posição de equilíbrio.

Denomina-se período (T) o tempo que um objeto leva para realizar uma ciclo no movimento oscilatório, enquanto que o inverso do período denomina-se frequência (f), logo

$$f = \frac{1}{T} \quad , \quad \text{Eq. 3.3}$$

a unidade da frequência é ciclo por unidade de tempo que é o ciclos por segundo (ciclo/s), conhecida como Hertz (Hz).

A Eq. 3.2 é uma equação diferencial linear de segunda ordem, de modo que tem duas soluções, essas soluções podem ser obtidas de formas distintas, todavia, é mais comum usar as seguintes soluções:

$$x(t) = e^{i\omega t} \quad \text{e} \quad x(t) = e^{-i\omega t} \quad ,$$

tal que ω é constante dada por

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad .$$

Ambas as soluções $x(t)$ satisfazem a Eq. 3.2, assim qualquer constante que multiplique as soluções também são soluções e também as somas dessas soluções, logo a função

$$x(t) = C_1 e^{i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t} \quad \text{Eq. 3.4}$$

também é solução para quaisquer constantes de acordo com o princípio da superposição, como as contantes são arbitrárias a Eq. 3.4 é solução para a Eq. 3.2.

As soluções exponenciais são as formas mais práticas de se trabalhar esse tema, entretanto, sabemos que $x(t)$ é real, mas os dois expoentes da Eq. 3.4 são complexos, assim demanda-se cuidado da escolha as contantes para que $x(t)$ seja real. Um modo de simplificar isso é por meio da fórmula de Euler, que apresenta

$$e^{\pm i\omega t} = \cos(\omega t) \pm \text{sen}(\omega t)$$

aplicando os termos na Eq. 3.4 e organizando-os, encontramos

$$x(t) = (C_1 + C_2) \cos(\omega t) + i(C_1 - C_2) \text{sen}(\omega t)$$

$$= B_1 \cos(\omega t) + B_2 \sin(\omega t) \quad , \quad \text{Eq. 3.5}$$

sendo as constantes B_1 e B_2 novos nomes para as constantes do passo anterior.

A forma da Eq. 3.5 pode ser considerada uma definição para o movimento Harmônico Simples (ou MHS). Qualquer movimento que seja uma combinação de senos e cossenos dessa maneira é chamado de harmônico simples [14].

Pode-se facilmente obter os valores das constantes B_1 e B_2 através das condições iniciais do problema. Se na Eq. 3.5 fizermos $t=0$ teremos que $x(0)=B_1$ ou seja a constante B_1 é a posição inicial $x(0)=x_0$ de maneira semelhante após derivar a Eq. 3.5 descobre-se que ωB_2 é a velocidade inicial v_0 .

Se o corpo oscilante for deslocado para uma posição inicial x_0 fora do equilíbrio e largado tendo velocidade inicial nula, na Eq. 3.5 só resta a parcela com o cosseno

$$x(t) = x_0 \cos(\omega t) \quad . \quad \text{Eq. 3.6}$$

Se aplicarmos um impulso no objeto no instante $t=0$, partindo do equilíbrio $x_0=0$ apenas a parcela com seno permanece, logo

$$x(t) = \frac{v_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

como os argumentos do seno e cosseno são ωt e sabendo que as funções são periódicas, ou seja, $x(t)$ repete-se após um período T para o qual $\omega T = 2\pi$, Implicando em outra forma de representar o período

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad , \quad \text{Eq. 3.7}$$

3.7

e ainda sendo a frequência o inverso do período, temos

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad .$$

Na Eq. 3.6 se x_0 for a maior distância possível do equilíbrio podemos dizer que x_0 é a amplitude máxima A , no argumento podemos adicionar uma constante de fase δ que surge através de manipulações da Eq. 3.5, que representa a fase no tempo $t=0$ para uma amplitude qualquer, logo a Eq. 3.6 fica

$$x(t) = A \cos(\omega t + \delta) \quad , \quad \text{Eq. 3.8}$$

derivando a Eq. 3.8 obtemos uma equação para a velocidade $v(t)$, logo

$$v(t) = \omega A \cos(\omega t + \delta) \quad , \quad \text{Eq. 3.9}$$

e derivando a Eq. 3.9 obtemos uma equação para a aceleração $a(t)$, assim

$$a(t) = -\omega^2 A \sin(\omega t + \delta) \quad . \quad \text{Eq. 3.10}$$

Plotando um gráfico (Figura 9) podemos ver o comportamento das três últimas Eq., obtemos curvas que evidenciam as características das relações entre posição, velocidade e Aceleração no MHS.

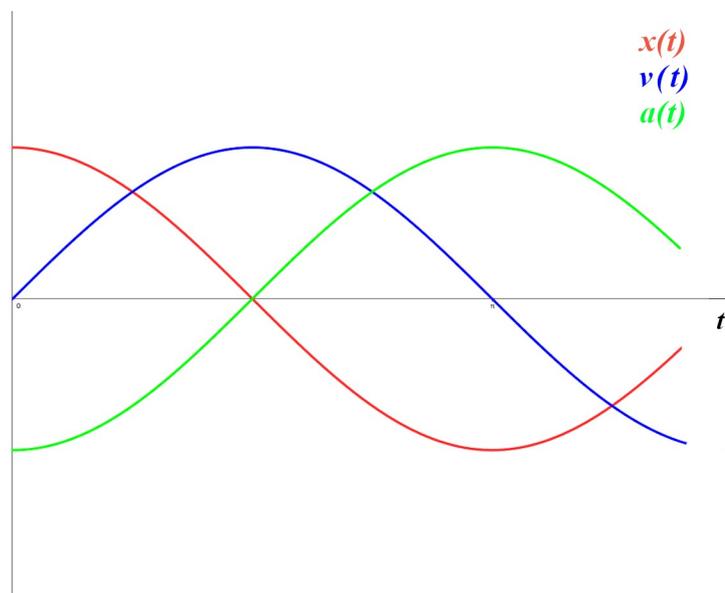


Figura 9: Plot do comportamento das funções $x(t)$, $v(t)$ e $a(t)$, mostrando relações como quando a amplitude é máxima, a velocidade é nula e a aceleração é máxima tendo sinal contrário a posição

3.2 Pêndulo Simples

O Pêndulo simples é um modelo idealizado a partir de um modelo mais complicado, que consiste de um corpo de massa m suspenso por um fio inextensível e sem peso, que tem um comprimento L , quando puxado para fora de sua posição de equilíbrio oscila em torno desta.

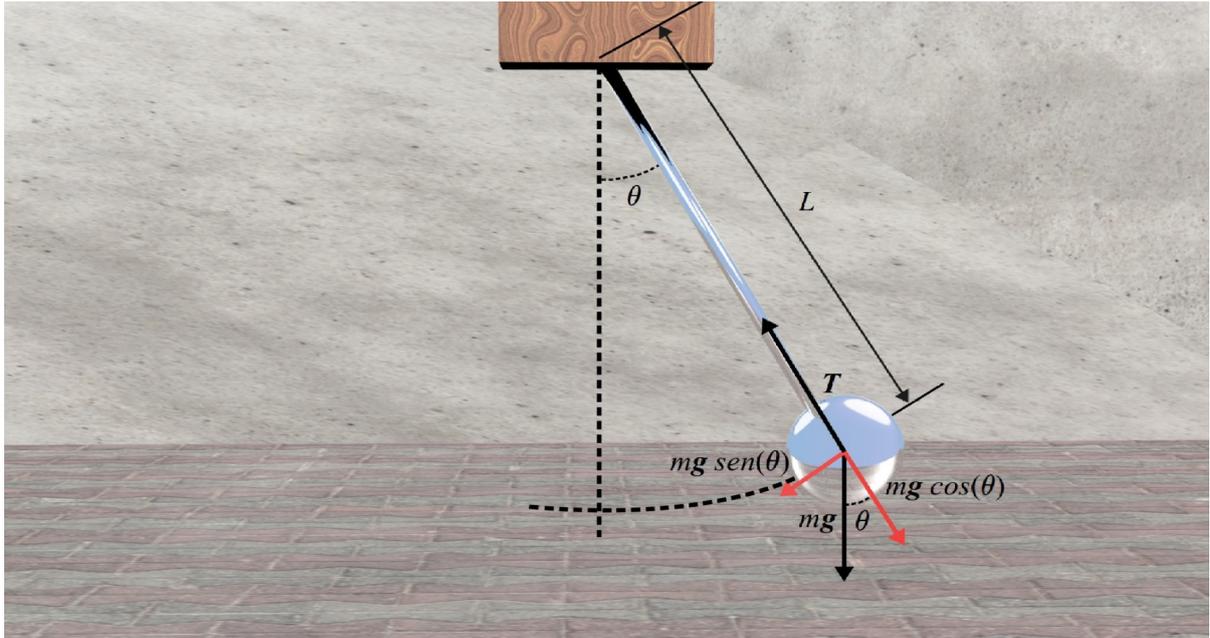


Figura 10: Esquemática de forças do pêndulo simples.

No pêndulo as forças que atuam são o peso $m \mathbf{g}$ (\mathbf{g}^{11} sendo a aceleração da gravidade) e a tensão \mathbf{T} , ainda há um ângulo θ com a vertical, o peso tem componentes $m \mathbf{g} \sin(\theta)$ tangente ao arco da trajetória no sentido da diminuição do ângulo e uma componente $m \mathbf{g} \cos(\theta)$ perpendicular ao arco (Figura 10).

Comparando a componente tangencial da direção do movimento do pêndulo com a segunda lei de Newton $\sum F_t = ma_t$, podemos escrever da seguinte forma

$$-mg \sin(\theta) = m \frac{d^2 s}{dt^2}, \quad \text{Eq. 3.11}$$

de modo que o comprimento do arco s se relaciona com o ângulo θ através da relação $s = l \theta$, se derivados duas vezes ambos os lados dessa relação, temos que

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = L \frac{d^2 \theta}{dt^2},$$

substituindo $\frac{d^2 s}{dt^2}$ na Eq. 3.11, chegamos a

$$-mg \sin(\theta) = mL \frac{d^2 \theta}{dt^2},$$

que rearranjando fica

11 O Negrito do caractere indica que o caractere representa um vetor.

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \text{sen}(\theta) . \quad \text{Eq. 3.12}$$

De acordo com Eq. 3.12 podemos perceber que o movimento do pêndulo não depende da massa m . Se θ for pequenos ângulos, temos que $\text{sen}(\theta) \approx \theta$, logo

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \theta \quad \theta \ll 1 . \quad \text{Eq. 3.13}$$

A Eq. 3.13 se assemelha a Eq. 3.2, logo o movimento do pêndulo simples se aproxima do MHS para pequenos ângulos, logo podemos escrever a Eq. 3.13 da seguinte forma:

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\omega^2 \theta , \quad \text{Eq. 3.14}$$

Tal que ω é a frequência angular, de acordo com a igualdade

$$\omega^2 = \frac{g}{L} .$$

O período do pêndulo para pequenas oscilações é portanto

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} , \quad \text{Eq. 3.15}$$

e a frequência

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} .$$

Por processo semelhante ao da Eq. 3.2 chegamos a solução da Eq. 3.13, que é

$$\theta = \theta_0 \cos(\omega t + \delta) ,$$

onde θ_0 é o ângulo máximo.

A Eq. 3.15 mostra em que se baseia a aplicação de pêndulos em relógios, que é o fato do período ser praticamente independente da amplitude, de modo que com o passar do tempo com a redução da amplitude o relógio continuam marcando as horas com precisão.

Vale enfatizar ainda que o movimento de um pêndulo é apenas aproximado ao movimento harmônico simples, apenas para pequenos ângulos, e que quando os ângulos são maiores o movimento diverge do MHS [15].

3.3 Pêndulo de Torção



Figura 11: Pêndulo de torção.

Um pêndulo de torção denomina um sistema que realiza oscilações rotacionais, sendo estas uma variação do movimento harmônico simples. A Figura 11 representa um pêndulo de torção, configurado por uma pequena barra maciça em formato aproximadamente cilíndrico, disposta na horizontal suspensa por um fio, que permite que esta faça movimentos de rotação num plano paralelo ao solo. Se o deslocamento da barra a partir da posição de equilíbrio, é θ , então o fio deve exercer um torque τ restaurador, dado por

$$\tau = -\kappa\theta \quad 3.16$$

onde κ é a constante de torção, substituindo τ por $\kappa\theta$ na segunda lei de Newton para as rotações $\tau = I\alpha$, temos que

$$-\kappa\theta = I\alpha,$$

sendo a aceleração angular $\alpha = \frac{d^2\theta}{dt^2}$, logo temos

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{\kappa}{I}\theta, \quad \text{Eq. 3.17}$$

que é idêntico a Eq. 3.2, logo analogamente a solução dessa Eq. pode ser dada na forma

$$\theta = \theta_0 \cos(\omega + \delta), \quad \text{Eq. 3.18}$$

Onde ω a frequência angular é dada por

$$\omega = \sqrt{\frac{I}{K}} ,$$

logo, o período do pêndulo fica da seguinte forma

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{K}} . \quad \text{Eq. 3.20}$$

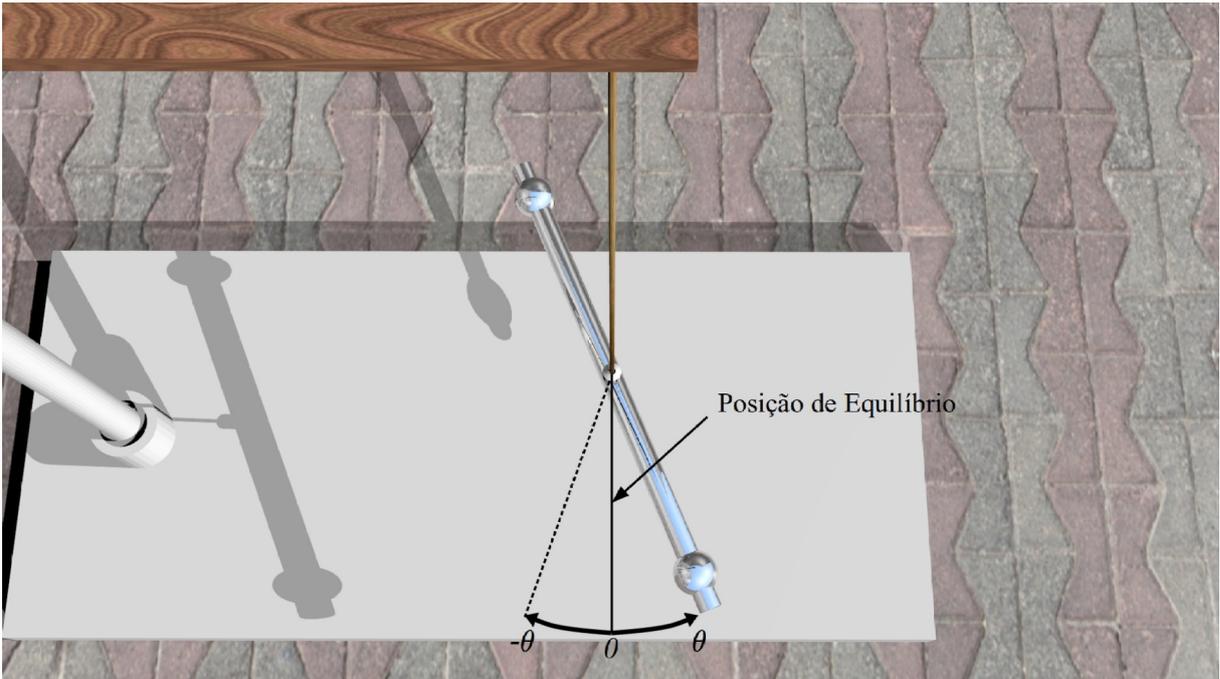


Figura 12: Pêndulo de torção visto de cima.

Representação do pêndulo de torção na Figura 12 apresentando a posição de equilíbrio e a posição de amplitude.

3.4 Movimento Amortecido

Um pêndulo imerso em um fluido oscila apenas por um breve período de tempo, isso se deve ao fato do fluido exercer uma força de arrasto contrária ao movimento do pêndulo, que em curto espaço de tempo perde toda sua energia mecânica na forma de calor para o meio.

Quando ocorre a ação de uma força reduzindo o movimento de um pêndulo dizemos que tanto o movimento quanto o pêndulo são amortecidos. Um exemplo clássico é o caso de um pêndulo debaixo d'água (Figura 13).

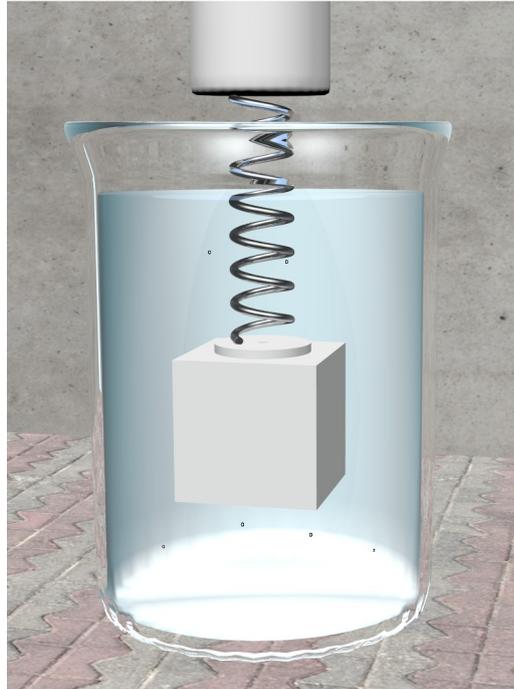


Figura 13: Sistema com massa e mola oscilando dentro de um fluido.

A água exerce uma força contrária ao movimento do pêndulo que é proporcional a velocidade do pêndulo e a uma constante de amortecimento positiva β , sendo assim

$$F_a = -\beta v = -\beta \frac{dx}{dt} , \quad \text{Eq. 3.21}$$

de acordo com a segunda lei de Newton, quando não há a ação de outras forças outras

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - \beta \frac{dx}{dt} . \quad \text{Eq. 3.22}^{12}$$

Dividindo Eq. 3.22 pela massa m temos a equação diferencial de movimento livre amortecido

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\beta}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0 \quad \text{Eq. 3.23}$$

ou ainda

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\lambda \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0 , \quad \text{Eq. 3.24}$$

sendo

¹² Nessa Eq. devido a ação da gravidade a qual o sistema está exposto, temos ainda as parcelas mg e $-kx$ respectivamente representado o peso e a força restauradora da mola quando o sistema está no equilíbrio, foram suprimidas pelo fato de se anularem.

$$2\lambda = \frac{\beta}{m} \quad \text{e} \quad \omega^2 = \frac{k}{m},$$

para resolver a Eq. 3.24, da equação característica $m^2 + 2\lambda m + \omega^2 = 0$, obtemos as seguintes raízes:

$$m_1 = -\lambda + \sqrt{\lambda^2 - \omega^2} \quad \text{e} \quad m_2 = -\lambda - \sqrt{\lambda^2 - \omega^2}.$$

Tais resultados nos permitem deduzir que há três casos possíveis a depender do sinal de $\lambda^2 - \omega^2$ e ainda salientando que todas as soluções carregam o fator de amortecimento $e^{-\lambda t}$.

CASO I: Para $\lambda^2 - \omega^2 > 0$. Nessa situação o sistema se denomina superamortecido, porque o fator de amortecimento é muito grande em comparação com a constante da mola. A solução da Eq. 3.24 ficam

$$x(t) = c_1 e^{m_1 t} + c_2 e^{m_2 t}$$

ou ainda

$$x(t) = e^{-\lambda t} (c_1 e^{\sqrt{\lambda^2 - \omega^2} t} + c_2 e^{-\sqrt{\lambda^2 - \omega^2} t}) \quad \text{Eq. 3.25}$$

CASO II: Para $\lambda^2 - \omega^2 = 0$. O sistema é chamado de criticamente amortecido, as soluções são:

$$x(t) = c_1 e^{m_1 t} + c_2 t e^{m_1 t}$$

ou

$$x(t) = e^{-\lambda t} (c_1 + c_2 t) \quad \text{Eq. 3.26}$$

CASO III: Para $\lambda^2 - \omega^2 < 0$. Nesse caso o sistema é chamado de Subamortecido, devido ao baixo valor do coeficiente de amortecimento em comparação com a constante de elasticidade da mola. E ainda temos as raízes m_1 e m_2 complexas:

$$m_1 = -\lambda + \sqrt{\omega^2 - \lambda^2} i, \quad m_2 = -\lambda - \sqrt{\omega^2 - \lambda^2} i.$$

Assim a solução geral de Eq. 3.24 nesse caso fica

$$x(t) = e^{-\lambda t} (c_1 \cos \sqrt{\omega^2 - \lambda^2} t + c_2 \sin \sqrt{\omega^2 - \lambda^2} t) \quad \text{Eq. 3.27}$$

A Eq. 3.27 descreve vibrações, todavia, por causa do coeficiente $e^{-\lambda t}$ as amplitudes tendem a zero quando o tempo tende a infinito [16].

4 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A intenção desse trabalho era mostrar a possibilidade de desenvolver um produto educacional que contribui-se para uma aprendizagem significativa através de softwares livres encabeçados pelo Blender a partir disso, a primeira questão que surgiu foi qual deveria ser o tema contemplado pelo material, após uma análise da minha experiência como estudante durante o curso de graduação na Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste escolhi o tema das oscilações devido à grande possibilidade de representações que estas poderiam ter no Blender. O estudo para a utilização do Blender levou algum tempo e durante essa fase de desenvolvimento da pesquisa tutorias como os disponíveis no canal equilibrecursos do youtube.com, além de livros como o Fundamentos do Blender da Equilibrecursos e o The Complete Guide to Blender Graphics, Computer Modeling & Animation de John M. Blain foram de grande valia. Pode ser visto no Apêndice B materiais produzidos nessa fase de desenvolvimento do trabalho.

No Blender as animações podem ser aplicadas as modelagens por meio de pequenos programas construídos na linguagem python, tal recurso foi utilizado nesse trabalho, no apêndice A pode ser visto alguns programas feitos para as animações utilizadas nas videoaulas.

Com o tema definido a intenção era produzir animações e fazer vídeos curtos introdutórios de tópicos do tema escolhido, indo da introdução do tópico a ser abordado até as equações matemáticas mais elaboradas acerca deste, a fim de situar o estudante no tema e criar interesse no que está por vir no avanço do conteúdo, utilizando assim o material como um organizador prévio contribuindo na formação dos subsunçores que podem para a ancoragem de uma aprendizagem significativa. A opção por videoaulas tem interação de não tornar o vídeo cansativo, sendo curto e explicativo. Dentro do tema foram selecionados os tópicos pêndulo de simples, pêndulo de torção e oscilações amortecidas e foram produzidas três videoaulas.

Videoaula 1 – Pêndulo simples.

O desenvolvimento dessa aula começou com a criação de uma animação no Blender composta de pêndulo suspenso (Figura 4.1).

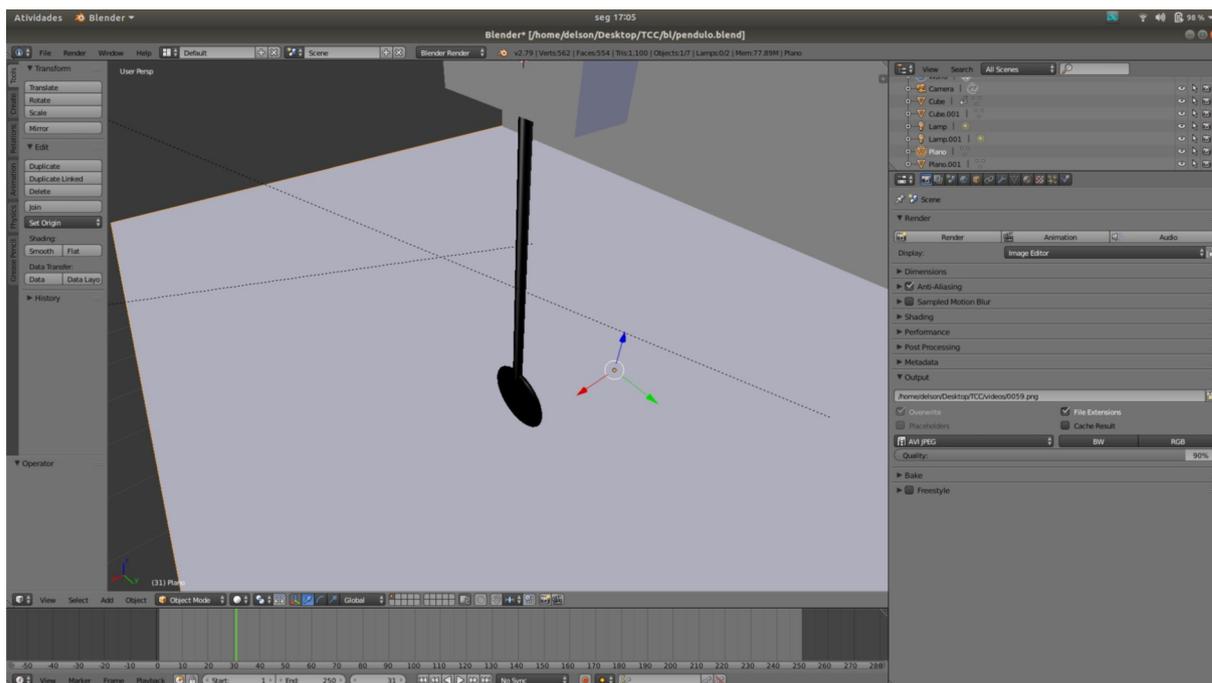


Figura 14: Pêndulo modelado no Blender.

A movimentação do pêndulo na animação foi introduzida através do terminal do Blender por meio de instruções escritas na linguagem python [Apêndice Aa].

Com a animação pronta, o planejamento da videoaula foi de fazer as transições da animação com a apresentação sucessiva de informações sobre o pêndulo simples colocadas como frames na interface do Video Editing do Blender. O resultado final pode ser visto nos atalhos a seguir:

Animação - https://youtu.be/OtKLRxnC_QA



Aula Pêndulo Simples - <https://youtu.be/oLqWLDBYENA>



Videoaula 2 – Pêndulo de Torção.

Para o desenvolvimento dessa aula foi necessário a produção de uma animação de um pêndulo de torção, configurado por um objeto aproximadamente cilíndrico suspenso por um fio. Os movimentos do pêndulo foram acrescentados por meio de um pequeno programa na

linguagem python [Apêndice Ab], dessa animação foi possível produzir dois vídeos, o primeiro com uma visão lateral mostrando o oscilador de lado e outro com uma visão de cima.

O roteiro da aula apresenta na entrada o pêndulo de torção oscilando, em seguida esse é minimizado e na tela se sucedem as informações acerca do pêndulo de torção. Os textos apresentados foram feitos no LibreOffice Impress e adicionados como frames no Video Editing do Blender para posterior renderização.

O material produzido pode ser visto nos seguintes atalhos,

Animação 1 - <https://youtu.be/IUcSFGGeHHkw>



Animação 2 - <https://youtu.be/Zg3mjHpYV2U>



Aula Pêndulo de Torção - <https://youtu.be/sYhhSKLIinjI>



Videoaula 3 – Movimento Amortecido.

Para a elaboração dessa videoaula foi criada uma animação no Blender que consistia em um sistema massa-mola com a massa imersa em um fluido, com a intenção de simular um amortecimento e mais uma vez os momentos da animação foram produzidos um programa criado na linguagem de programação Python [Apêndice Ac], desse modelo foram feitas duas animações uma Superamortecida e outra subamortecida.

Da organização do roteiro da videoaula, após a abertura foi posto uma animação subamortecida, em seguida veio um breve desenvolvimento até chegar a equação diferencial de movimento livre amortecido, em seguida foram apresentados os três casos possíveis de acordo com as soluções da equação diferencial do movimento livre amortecido, começando pelo movimento superamortecido, passando pelo criticamente amortecido e encerrando com o subamortecido.

Os resultados obtidos podem ser visto através dos seguintes atalhos,

Animação 1- <https://youtu.be/xxIqpz5Qdhc>



Animação 2 - <https://youtu.be/jkkv801VLGo>



Aula Movimento Amortecido - <https://youtu.be/M9WurtWKj9I> .



Embora o software mais citado no trabalho tenha sido o Blender, no desenvolvimento do trabalho foram usados casualmente outros softwares, entre eles o GIMP que é um programa de edição e criação de imagens, sendo ainda uma alternativa gratuita ao Photoshop, que conta com uma série de ferramentas e recursos como pincéis e efeitos para fotografias. Outro recurso utilizado com muita frequência inclusive na escrita do trabalho foi o LibreOffice que é um pacote de aplicativos de escritórios que conta com diversos recursos como processador de texto, planilha de cálculos, entre outros.

5 CONCLUSÃO

A tecnologia se apresenta como a mais promissora ferramenta para auxiliar o educador no desafio de tornar as aulas mais atrativas e pelo que foi exposto é conhecido que há uma grande quantidade de opções entre os recursos disponíveis para tal tarefa ser exitosa.

E pelo material produzido ficou claro que o Blender tem totais condições para a produção de um produto educacional e com todos os recursos que tem o Blender pode facilmente ser fonte de muitos conteúdos.

Nesse trabalho, apesar de o produto desenvolvido não ter sido colocado em teste no meio educacional, ficou evidenciado que o Blender e os SL podem compor importante instrumento para o melhoramento da educação e que não faz sentido investir recursos em tecnologia proprietária enquanto há tecnologias com tanta qualidade e tantas opções sem nenhum custo financeiro no seguimento dos SL.

Os Recursos computacionais principalmente os SL podem ser de grande valia para uma aprendizagem significativa, ainda que seja necessário uma avaliação de como está sendo feito o ensino onde muitas vezes este é feito de maneira mecânica e pouco atrativa, sem considerar a importância dos conhecimentos prévios do aprendiz. É preciso que seja priorizada uma aprendizagem onde se valorize a construção do conhecimento, um conhecimento que não tenha um fim em si próprio, mas que seja o início de algo que irá se difundir, ser modificado e aprimorado pela criatividade como os valores da filosofia dos OS.

REFERÊNCIAS

- [1] ALQUIMIA DA MENTE. **Qual é a diferença entre Software Proprietário e Software Livre?**. Disponível em: <<https://alquimiadamente.wordpress.com/2016/09/24/qual-e-a-diferenca-entre-software-proprietario-e-software-livre/>> Acesso em: 28 de Abril de 2019.
- [2] SILVEIRA, S. A. **Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento**. São Paulo : Editora Fundação Perseu Abramo, 2004.
- [3] LESSIG, L. **Free Culture: How big media uses technology and the law to lockdown culture and control creativity**. New York: The Penguin Press, 2004. Disponível em:< <http://www.free-culture.cc/freeculture.pdf> >. Acesso em: 06 Maio 2019.
- [4] PARANÁ, LEI Nº 14.058, de 12 de Setembro de 2003, **DISPÕE SOBRE NORMAS DE UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS DE COMPUTAÇÃO POR ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, CONFORME ESPECIFICA**. Disponível em:<<http://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-14058-2003-parana-dispoe-sobre-normas-de-utilizacao-de-programas-de-computacao-por-orgaos-da-administracao-publica-conforme-especifica>>. Acesso em: 07 de Maio de 2019.
- [5] PARANÁ, LEI Nº 14.195, de 12 de Novembro de 2003, **DISPÕE QUE PREFERENCIALMENTE SERÁ ADOTADO SISTEMA OPERACIONAL ABERTO PARA A EXECUÇÃO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR, CONFORME ESPECIFICA**. Disponível em: <<http://www.leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-14195-2003-parana-dispoe-que-preferencialmente-sera-adoptado-sistema-operacional-aberto-para-a-execucao-de-programas-de-computador-conforme-especifica>> Acesso em: 7 de maio de 2019.
- [6] MORAN, J. M. **A Educação que desejamos**. Novos desafios e como chegar lá. 5ª edição. Campinas, SP. Papyrus,2012.
- [7] LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

- [8] MERCADO, L. P. L. (org.). **Tendências na utilização das tecnologias da informação e comunicação na educação**. Maceió: EDUFAL, 2004.
- [9] PALMIERI, L.; ACETI, P. A. Z. **Software Livre**. Disponível em: <https://intercienciaesociedade.francomontoro.com.br/colecao/online/v2_n2/14_software_livre.pdf>. Acesso em: 07 de junho de 2019.
- [10] ELIAS P. C.; MATTOS, F. A. M. **Formação e Software Live no Capitalismo Contemporâneo**. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/05/pdf_ae9dc9f6e5_0010617.pdf>. Acesso em: 09 de junho de 2019.
- [11] HEXSEL, R. **Software livre**. Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/ppginf/Relatorios_Tecnicos/RT_DINF004_2002.pdf>. Acesso em: 12 de junho de 2019.
- [12] BORGES, E. L. **Python para Desenvolvedores**. 2ª ed., Rio de Janeiro: 2010.
- [13] TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2**, 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- [14] TAYLOR, J. R. **Mecânica Clássica**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [15] SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D., **Física 2 - Mecânica dos Fluidos, Calor e Movimento Ondulatório - Vol. 2**, 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- [16] ZILL, D. G.; CULLEN, M. R. **Equações Diferenciais**. Vol 1, 3ª Ed. São Paulo Makron Books, 2001.
- [17] Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2ª Ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.
- [18] MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. 2ª Ed. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.
- [19] MOREIRA, M. A.; **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa**. Instituto de Física de la UFRGS. Disponível

em:<<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em 15 de dezembro de 2019.

[20] MOREIRA, M. A.; **O que é Afinal Aprendizagem Significativa?**. Instituto de Física de la UFRGS. Disponível em:<<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em 15 de dezembro de 2019.

[21] Bruner, J. S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. 2ª Ed. Rio: Bloch,1976.

APÊNDICE A - Programas em Python para Animações no Blender

Aa

“movimento harmônico”

```
import numpy as np

A = 0.785398163
i = 1
degree = 0.0
while (i < 251):
    dx = degree
    degree = A * np.cos(.05 * i)
    dx = -(dx - degree)
    bpy.ops.transform.rotate(value=dx, axis=(1, 0, 0),
        constraint_axis=(True, False, False),
        constraint_orientation='GLOBAL', mirror=False,
        proportional='DISABLED', proportional_edit_falloff='SMOOTH',
        proportional_size=1)
    bpy.context.scene.frame_current = i
    bpy.ops.anim.keyframe_insert_menu(type='Rotation')
    i += 1
```

Ab

“movimento amortecido pêndulo de torção”

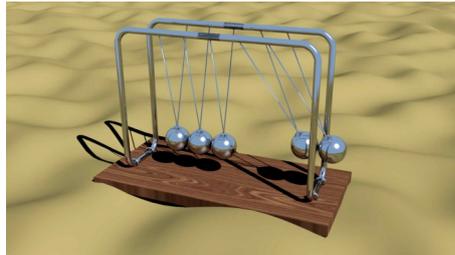
```
import numpy as np

A = 0.785398163
i = 1
degree = 0.0
while (i < 1001):
    dx = degree
    degree = A * np.exp(-.005*i) * np.cos(.09 * i)
    dx = -(dx - degree)
    bpy.ops.transform.rotate(value=dx, axis=(0, 0, 1),
        constraint_axis=(False, False, True),
        constraint_orientation='GLOBAL', mirror=False,
        proportional='DISABLED', proportional_edit_falloff='SMOOTH',
        proportional_size=1)
    bpy.context.scene.frame_current = i
    bpy.ops.anim.keyframe_insert_menu(type='Rotation')
    i += 1
```

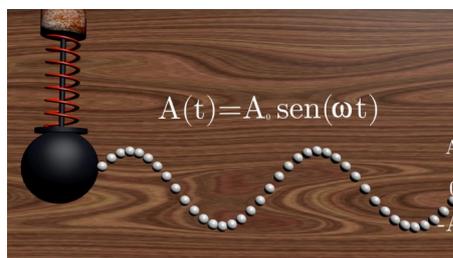
Ac

```
"movimento amortecido"  
  
import numpy as np  
  
A = 3.0525  
i = 1  
degree = 0.0  
while (i < 1001):  
    dx = degree  
    degree = A * np.exp(-.005*i) * np.sin(.05 * i)  
    dx = degree + 3.0525  
    bpy.context.object.dimensions[1] = dx  
    bpy.context.scene.frame_current = i  
    bpy.ops.anim.keyframe_insert_menu(type='dimensions')  
    i += 1
```

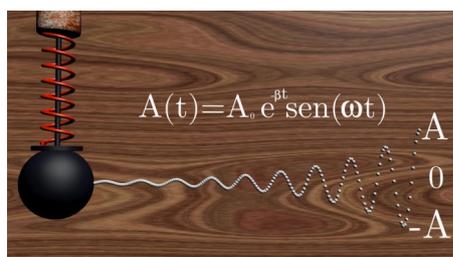
APÊNDICE B - Outros materiais produzidos durante os estudos no Blender



Pêndulo de Newton cromado - <https://youtu.be/AMZ--4eFI0Y>



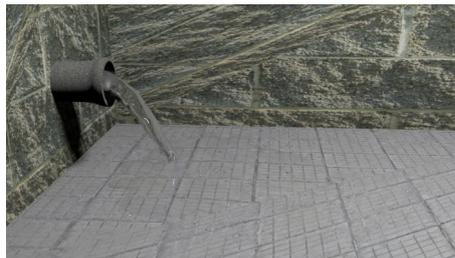
Movimento Harmônico Simples - <https://youtu.be/pNctARnZymY>



Movimento Amortecido - <https://youtu.be/fV4csagd-5M>



Movimento da Lua sem a Atração da Terra - https://youtu.be/Ndox_p5d4xA



Modelagem de Fluido no Blender - <https://youtu.be/2-54zFerROk>





Modelagem de uma xícara em alta definição feita no Blender