

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Desenvolvimento de três aplicativos educacionais para plataformas de tablets e smartphones baseados em sistemas iOS.

Ricardo Moreira Varjão

SÃO CARLOS
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Desenvolvimento de três aplicativos educacionais para plataformas de tablets e smartphones baseados em sistemas iOS.

Ricardo Moreira Varjão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção de Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências Exatas sob orientação da Professora Dra. Ducinei Garcia.

SÃO CARLOS
2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

V313dt

Varjão, Ricardo Moreira.

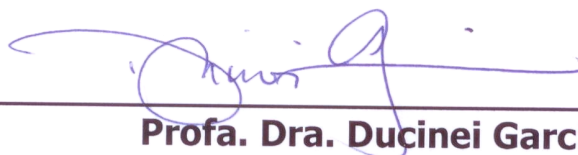
Desenvolvimento de três aplicativos educacionais para plataformas de tablets e smartphones baseados em sistemas iOS / Ricardo Moreira Varjão. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
83 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Física - estudo e ensino. 2. *Smartphones*. 3. *iPad* (Computador). 4. *Tablet* (Computador). I. Título.

CDD: 530.07 (20ª)

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Ducinei Garcia
DF – UFSCar - orientadora



Prof. Dr. Tomaz Catunda
IFSC - USP



Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes
DF - UFSCar

Agradecimentos

Aos meus pais João Moya Varjão e Marinilce Moreira Varjão por todo suporte que me deram ao longo da minha vida, proporcionando-me experiências muito interessantes e importantes para trilhar o caminho até a conquista de mais este objetivo.

À minha avó Arinda, por ter me criado e me dado broncas sempre com a mão leve de uma avó.

Aos meus irmãos, Raphael e Rogério Varjão, cuja companhia e apoio posso sempre contar.

À minha sobrinha e afilhada Yasmin, que me permite acompanhar o seu crescimento lindo e vislumbrar um futuro maravilhoso.

Às minhas cunhadas Mariane e Neilany por cuidarem tão bem dos meus irmãos.

Aos professores do PPGECE, em especial à minha orientadora Ducinei Garcia.

Aos professores e colegas do Projeto “Observatório da Educação - UFSCar”, coordenado pela Profa. Maria do Carmo de Sousa, financiado pela CAPES, porque sem o financiamento seria muito mais difícil a aquisição dos materiais e a realização os cursos específicos de programação necessários para o desenvolvimento dos aplicativos.

Aos meus colegas da turma de 2010 do PPGECE, Rodrigo do Carmo, Frederico Freitas, Dimitrius Dei Santi, Lucas Mendonça, Marina Brustello, Edson Cecilio, Max Santos, Fábio Zaroni e Mário Abbondatti, pelas grandes sextas-feiras em São Carlos, cheias de risadas, física e matemática.

Por fim, à minha esposa e companheira Louise, que muito contribuiu para a finalização deste trabalho e pela qual tenho grande admiração, pela mulher inteligente, meiga e firme que é. Agradeço por estar sempre comigo em meus e nos seus momentos, construindo esse início de caminho que será para toda a vida.

“The people who are crazy enough to think
they can change the world, are the ones
who do”.

[As pessoas que são loucas o suficiente para
achar que podem mudar o mundo são
aquelas que o fazem].
Comercial “Pense Diferente” da Apple, 1997

Resumo

Este trabalho teve por objetivo produzir aplicativos educacionais para tablets e smartphones voltados ao ensino de física e matemática que pudessem ser usados tanto em sala de aula como em locais não formais de ensino e aprendizagem. Foram desenvolvidos três aplicativos para sistemas iOS: “*Cinemática*”, “*String*” e “*Equation*” com os temas de cinemática, ondas em cordas e equações polinomiais de até o terceiro grau, respectivamente. Da data de lançamento na Apple Store, entre dezembro de 2011 e janeiro de 2012, até setembro de 2013, foram feitos mais de quatorze mil downloads em cento e doze países, espalhados por todos os continentes. Os comentários enviados ao autor, tanto pela loja virtual, como pelas redes sociais, demonstram o alcance e o sucesso na aplicação destes aplicativos como novas ferramentas educacionais.

Abstract

This study aimed to produce educational apps for tablets and smartphones targeted to teaching physics and mathematics that could be used both in the classroom and in informal places of learning and teaching. "Kinematics", "String" and "Equation" with themes of kinematic waves on strings and polynomial equations up to the third degree, respectively, three applications for iOS systems were developed. Until the release date at the Apple Store, between December 2011 and January 2012 up to September 2013 were made more than fourteen thousand downloads in one hundred and twelve countries spread across all continents. Comments sent to the author, both the virtual store, and through social networks, demonstrated the successful implementation of these new applications as educational tools.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Máquina de testes de Pressey. As respostas são registradas quando o aluno comprime a tecla.	11
Figura 2.2 – Gaiola de Skinner. Um pombo é colocado dentro da caixa. Na parede interna da caixa existem placas de diferentes formatos, o pombo é ensinado a distinguir os formatos pelo condicionamento operante.	11
Figura 2.3 – Rato na gaiola de Skinner. Ele está cheirando as paredes e eventualmente comprimirá a alavanca inferior e imediatamente receberá alimento “reforço”, por meio de uma bandeja automática.	11
Figura 2.4 – 1909 – Equipamento de treino para o avião. Ambas as rodas de controle podem ser vistas à direita e à esquerda do piloto	19
Figura 2.5 – Anúncio do lançamento do Flight Simulator 1.....	20
Figura 2.6 - Sequência do desenvolvimento da série Microsoft Simulator e a continuação com o Microsoft Flight	21
Figura 2.7 - Imagens de pré-lançamento do jogo America's Army.....	22
Figura 2.8 - Os três sistemas de simulação da equipe Williams	23
Figura 2.9 – Exemplo de utilização do Interactive Physics	24
Figura 2.10 - Tela do monitor, mostrando exemplo de simulação no software Modellus.	25
Figura 2.11 – Elementos gráficos do Modellus, versão 4.01	25
Figura 2.12 - Simulação do PhET - Equation Grapher	27
Figura 2.13 - Simulação do PhET - Wave On A String	27
Figura 3.1 – Screenshots do Xcode	30
Figura 3.2 – iOS Simulator simulando, respectivamente, um iPhone e um iPad.	31
Figura 3.3 – Página inicial da iTunes Store no dia 05 de setembro de 2013	31
Figura 3.4 – Telas da plataforma iTunes Connect.....	32
Figura 3.5 - Ícone do aplicativo "Cinemática"	33
Figura 3.6 – Tela principal do aplicativo Cinemática	34
Figura 3.7 – Ícones com as respectivas funções dentro do aplicativo <i>Cinemática</i>	34
Figura 3.8 - Janela de configuração.....	35
Figura 3.9 - Ítems com as respectivas funções na janela de configurações no aplicativo <i>Cinemática</i>	35
Figura 3.10 - Janela de visualização de gráficos.....	36
Figura 3.11 - Janela de visualização dos dados.....	36

Figura 3.12 - Janela para envio dos dados por email.....	37
Figura 3.13 - Janela flutuante para inserção de objetos.....	37
Figura 3.14 - Janela flutuante para edição dos dados do objeto.....	38
Figura 3.15 - Problema do caçador e do macaco - dados para o macaco e para o projétil	39
Figura 3.16 - Resultado gráfico do problema do macaco e do caçador	39
Figura 3.17 - Dados gerados referentes ao problema do macaco e do caçador. Dados do macaco e do projétil, respectivamente.....	40
Figura 3.18 - Ícone do aplicativo "String"	40
Figura 3.19 - Modelo para o aplicativo String - partículas em equilíbrio	40
Figura 3.20 - Modelo para o aplicativo String - partículas fora da posição de equilíbrio.....	41
Figura 3.21 – Tela principal do aplicativo <i>String</i>	43
Figura 3.22 - String - painel de configuração	43
Figura 3.23 - Sequência de imagens mostrando a reflexão do pulso quando a extremidade da corda (à direita) está fixa	44
Figura 3.24 - Sequência de imagens mostrando a reflexão do pulso quando a extremidade da corda (à direita) está livre	44
Figura 3.25 - Modos normais de oscilação da corda	45
Figura 3.26 - Ícone do aplicativo "Equation"	45
Figura 3.27 – <i>Sequência mostrando as diversas possibilidades do aplicativo Equation na versão para iPhone</i>	46
Figura 3.28 - Nova versão do aplicativo Equation	47
Figura 4.1 - Resenhas feitas na AppStore brasileira sobre o aplicativo Cinemática.....	48
Figura 4.2 - Downloads realizados do aplicativo <i>Cinemática</i> (12/12/2011 – 03/09/2013).....	49
Figura 4.3 - Principais países que mais baixaram o aplicativo <i>Cinemática</i> (12/12/2011 – 03/09/2013)	49
Figura 4.4 - Resenhas feitas na AppStore americana, inglesa e brasileira sobre o aplicativo Equation	50
Figura 4.5 - Downloads realizados do aplicativo Equation (12/12/2011 - 03/09/2013)	51
Figura 4.6 - Principais países que mais baixaram o aplicativo Equation (12/12/2011 - 03/09/2013)	51
Figura 4.7 - Resenhas feitas na AppStore americana e brasileira sobre o aplicativo String.....	52
Figura 4.8 - Downloads realizados do aplicativo String (09/01/2012 – 03/09/2013)	52
Figura 4.9 - Principais países que mais baixaram o aplicativo String (09/01/2012 – 03/09/2013)	53
Figura 4.10 - Velocidade de propagação do pulso de onda em função da força tensora aplicada...54	

Figura 4.11 – Total de downloads dos aplicativos no período de 12/12/2011 a 12/09/2013	55
Figura 4.12 – Total de downloads por países e cada aplicativo no período de 12/12/2011 a 03/09/2013	55
Figura 4.13 – Número de downloads realizados em função do tempo no período de 12/12/2011 a 03/09/2013	56
Figura 7.1 – Lista de arquivos utilizados na RVFuncaoTese – exemplo para utilização da classe RVPlotView.....	63
Figura 7.2 – Tela do Xcode – inserindo uma UIView – exemplo para utilização da classe RVPlotView	64
Figura 7.3 – Tela do Xcode – Detalhe para alteração da classe da UIView – exemplo para utilização da classe RVPlotView	64
Figura 7.4 – Tela do Xcode – Detalhe para conexão dos Outlets e Referencing Outlets no StoryBoard – exemplo para utilização da classe RVPlotView.....	65
Figura 7.5 – Gráficos gerados pela classe RVPlotView	69
Figura 7.6 – Gráficos gerados pela classe RVPlotView após alterar a cor de fundo.....	70

Sumário

1	Introdução	8
2	O Uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)	10
2.1	O que são TICs?	10
2.2	TICs na educação.....	13
2.2.1	Mudança do paradigma atual de educação	15
2.3	Simulações e Simuladores.....	19
2.4	O uso de simulações no ensino de ciências e matemática.....	24
3	Desenvolvimento dos aplicativos	28
3.1	As plataformas de desenvolvimento e de manutenção de aplicativos da Apple.....	30
3.1.1	Xcode	30
3.1.2	iTunes Connect e iTunes Store.....	31
3.2	Os Aplicativos Desenvolvidos.....	33
3.2.1	Cinemática	33
3.2.2	Aplicativo String.....	40
3.2.3	Aplicativo Equation.....	45
4	Resultados.....	48
4.1	Aplicativo Cinemática.....	48
4.1.1	Resenhas na AppStore	48
4.1.2	Downloads.....	48
4.1.3	Formas de utilização	49
4.2	Aplicativo Equation	50
4.2.1	Resenhas na AppStore	50
4.2.2	Downloads.....	50
4.2.3	Formas de utilização	51
4.3	Aplicativo String	52
4.3.1	Resenhas na AppStore	52
4.3.2	Downloads.....	52
4.3.3	Formas de utilização	53
4.4	Em Resumo	55
5	Conclusões	57
6	Referências	58

7	Anexos.....	62
7.1	Subproduto – RVPlotView: Classe para geração de gráficos em aplicações iOS (iPhone e iPad)	62
7.2	Tabelas de downloads.....	74
7.3	Códigos fontes.....	76
7.4	Aos Educadores.....	77
7.4.1	Aplicativo “Cinémática” - Movimento uniforme unidirecional	77
7.4.2	Aplicativo “Cinémática” - Movimento Uniformemente Variado.....	79
7.4.3	Aplicativo String – Introdução à ondulatória	81
7.4.4	Aplicativo Equation.....	82

1 Introdução

No ano de 2011, ao adquirir um iPad¹, este autor logo percebeu que aquele dispositivo poderia ser uma grande ferramenta para ensino e aprendizagem. Poder guardar toda uma biblioteca, acessar e criar vídeos e imagens, compartilhar facilmente anotações de aulas entre colegas, eram somente algumas das possibilidades. Porém, como professor de física, percebeu que havia uma lacuna não preenchida; simulações e aplicações já existentes para plataformas de computadores tradicionais não rodavam no novo dispositivo. Diante disso, colocou-se um desafio: aprender a lógica de programação orientada a objetos e a linguagem de programação própria para iOS² e, então, desenvolver aplicativos educacionais para ensino de física e matemática para esses dispositivos.

Mesmo já tendo formação técnica em informática e estando sempre em contato com a tecnologia, fez-se necessária a realização de cursos voltados ao desenvolvimento de aplicativos móveis. O investimento de capital e de tempo só foi possível graças à bolsa de pesquisa CAPES que o autor recebeu por participar do Observatório da Educação na Universidade Federal de São Carlos. Foi preciso um curso inicial de programação orientada a objetos e outros três cursos voltados especificamente ao sistema iOS, além de muitas horas de programação e estudo para, enfim, conseguir desenvolver e distribuir o primeiro aplicativo: Cinemática. Os dois seguintes, String e Equation, foram mais rápidos, em pouco mais de um mês foram desenvolvidas as primeiras versões e disponibilizadas para download.

Desde então, o autor tem enfrentado muitas dificuldades em relação à realidade encontrada nas escolas quanto ao uso de celulares e qualquer outro dispositivo eletrônico. O autor já se viu na obrigação de retirar um equipamento de uma estudante. Foi a única e última vez, pois não é possível estudar tanto para implementação de dispositivos em sala sem contrariar as regras impostas pela escola.

Relatório feito pelo *NMC Horizon Project* prevê as principais tendências para o ensino superior. Ele aponta seis tecnologias que prometem revolucionar as universidades. Dentro de doze meses, o destaque será os cursos on-line e tablets; entre três e cinco anos, a linguagem dos jogos eletrônicos e o "big data" (análise de grande volume de dados); a longo prazo (em cinco anos), as tecnologias da impressão 3D e de equipamentos integrados a roupas e acessórios – como óculos – devem mudar o cenário educacional (JOHNSON, ADAMSBECKER, *et al.*, 2013). Apesar de esse relatório focar o ensino superior, as escolas de ensino fundamental e médio não ficarão para

¹ Tablet da marca Apple.

² Sistema operacional de dispositivos móveis Apple

trás. Cite-se que, em junho de 2013, a Apple anunciou ter recebido da “Los Angeles School Board of Education’s” aprovação para começar a primeira fase de distribuição de iPad para os estudantes em seu distrito escolar (APPLE, 2013).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver aplicativos educacionais no contexto dessas novas tendências tecnológicas de informação e comunicação, as quais são apresentadas e discutidas no capítulo 2. No capítulo 3, estão descritos os três aplicativos educacionais voltados ao ensino de física e matemática para plataformas de tablets e smartphones baseados em sistemas iOS desenvolvidos pelo autor: **Cinemática**, **String** e **Equation**. Nesse capítulo, também, são mostradas brevemente as plataformas de desenvolvimento e distribuição dos aplicativos.

No capítulo 4, é apresentada e discutida, em detalhes, a estatística de *downloads* realizados por pessoas dos mais diversos países e, por fim, no capítulo 5, serão feitas as considerações finais deste trabalho.

2 O Uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

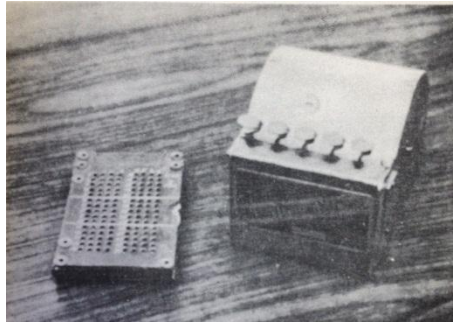
2.1 O que são TICs?

Diversos trabalhos, como os de Marco Silva (2010) e Clayton Christensen (2012), partem da análise de como são utilizadas as diversas tecnologias para comunicação e informação sem, porém, realmente defini-las. Da análise desses trabalhos, contudo, percebe-se que as tecnologias de informação e comunicação (TICs) são dispositivos eletrônicos que transmitem informações de maneira a possibilitar o rápido diálogo e retransmissão entre as pessoas e entre as pessoas e o próprio dispositivo.

Essa visão contrapõe a ideia de tecnologias educacionais de James D. Finn e B.F. Skinner, no sentido de que as TICs são “os chamados meios materiais e equipamentos audiovisuais de educação ou instrução – projetores fixos, gravadores, cinema, rádio, televisão [entre outros], assim como a instrução programada e outros meios de individualização da aprendizagem, quer apresentados por meio de equipamentos como as máquinas de ensinar, quer por meio de textos impressos” (Netto, 1976). Isso porque essa concepção abarca meios puramente **reativos**, não alcançando os meios **interativos**.

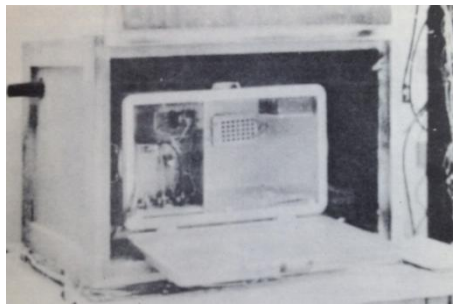
Tecnologias reativas são aquelas em que o usuário nada faz a não ser escolher uma alternativa dentro de um leque de opções predefinido. A característica reativa pode ser vista, por exemplo, nas máquinas de ensinar concebidas por Sydney L. Pressey na década de 1920. As máquinas eram equipadas com teclas por meio das quais os estudantes escolhiam as respostas de determinado teste. Ao comprimir a tecla correta, o estudante era automaticamente levado à pergunta seguinte; porém, se o estudante comprimisse a tecla errada, nada acontecia, e apenas um erro era registrado no contador mecânico da máquina. A contagem desses erros proporcionava ao instrutor um registro completo do desempenho do estudante (CALLENDER, 1973).

Figura 2.1 – Máquina de testes de Pressey. As respostas s”ao registradas quando o aluno comprime a tecla.



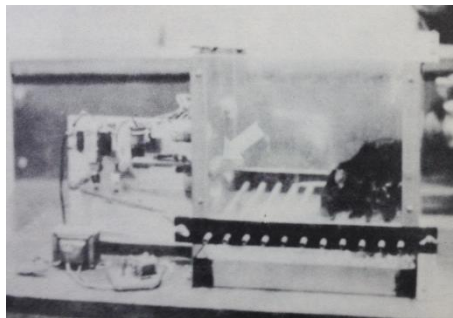
Fonte - Callender, Patricia. Como preparar e utilizar a instrução programada. 1973.

Figura 2.2 – Gaiola de Skinner. Um pombo é colocado dentro da caixa. Na parede interna da caixa existem placas de diferentes formatos, o pombo é ensinado a distinguir os formatos pelo condicionamento operante.



Fonte - Callender, Patricia. Como preparar e utilizar a instrução programada. 1973.

Figura 2.3 – Rato na gaiola de Skinner. Ele está cheirando as paredes e eventualmente comprimirá a alavanca inferior e imediatamente receberá alimento “reforço”, por meio de uma bandeja automática.



Fonte - Callender, Patricia. Como preparar e utilizar a instrução programada. 1973.

Na mesma linha, tem-se o antigo computador “Pense Bem” para crianças, que em seu manual de instruções vinculava a pontuação do usuário à resposta certa de questões matemáticas ou à escolha de respostas num livro. Confira-se:

OPENSE BEM tocará automaticamente a música apropriada para cada grau de pontuação. Ao placar mais alto corresponderá a música mais alegre para estimular ainda mais o jogador. (TECTOY, 1988, p. 10)

Apesar de o autor ter passado muitas horas jogando e aprendendo operações básicas com esse aparelho e ainda sentir certa saudade, percebe que hoje os dispositivos podem ser mais bem explorados quanto às suas capacidades de processamento e interação entre usuários.

Nesse contexto, as TICs devem ser compreendidas como parte dum conjunto de tecnologias utilizadas para informar e comunicar. Nesse sentido, deve-se fazer a diferenciação entre as tecnologias de comunicação e as de difusão, exatamente porque estas não permitem a interatividade e a comunicação interativa, termos que começaram a ser usados já na década de 1970. A interatividade corresponde à troca e conversação livre e criativa entre os polos do processo comunicacional, num contexto de contestação aos meios de difusão unidirecionais, que não comportam uma real comunicação entre emissor e receptor (Silva, 2010).

Por outro lado, entendidas as TICs como meios interativos, podemos identificar como integrantes dessas tecnologias os computadores, notebooks, smart phones³, tablets⁴ e wearable computers⁵, conectados através da internet para comunicação, não só entre pessoas, mas também entre pessoas e as próprias máquinas.

³ Celulares com acesso a internet e capazes de rodar aplicativos e softwares especializados.

⁴ Computadores portáteis sem teclado físico com tela sensível ao toque.

⁵ Computadores que podem ser vestidos, como relógios, óculos, roupas, etc.

2.2 TICs na educação

De acordo com a UNESCO (2013), “Information and Communication Technology (ICT) can contribute to universal access to education, equity in education, the delivery of quality learning and teaching, teachers’ professional development and more efficient education management, governance and administration.” A UNESCO mantém programa para elaboração de políticas, estratégias e atividades para o uso de TICs na educação em países da Ásia e do Pacífico.

Um dos grandes desafios do uso de TICs na educação é a compatibilização de algo tão moderno com o meio tradicional de ensino. É certo que as escolas têm se mostrado abertas à introdução de meios tecnológicos, mas a questão é: como inseri-los de modo a criar um novo paradigma de educação?

As formas de ensino tradicionais, centradas no professor, vêm de

valores que decorrem de uma associação de várias correntes de pensamento da cultura ocidental, dentre elas a Revolução Científica, o Iluminismo e a Revolução Industrial, que estiveram presentes a partir dos séculos XVII, XVIII e XIX. As ideias iniciais, que muito influenciaram a era moderna, foram formuladas nos séculos XVI, XVII e XVIII (Moraes, 1997, p. 32).

Observa-se que “os tipos de software que vêm sendo utilizados pela maioria das escolas como versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino [...] [tem] qualidade [...] muito baixa” (Moraes, 1997, p. 53). Sendo assim

Os computadores não contribuíram quase nada para a concretização do promissor caminho de consolidar a motivação intrínseca dos estudantes, por intermédio do aprendizado centrado no aluno. O motivo para este decepcionante resultado reside em que as escolas usaram os computadores de maneira perfeitamente previsível, perfeitamente lógica, e, se a meta for transformar a aprendizagem, perfeitamente errada. (Christensen, Horn, & Johnson, 2012, p. 53).

Note-se que o modo tradicional de ensino também norteia a avaliação dos alunos. Exames nacionais como o ENEM (colocar nota, Exame Nacional do Ensino Médio) ou internacionais como o PISA (nota: Programme for International Student Assessment) testam a aprendizagem de forma tradicional, por exigirem que as respostas sejam feitas na mesma "plataforma" papel e caneta.

É possível traçar um paralelo entre o atual momento do ensino no mundo, e em especial no Brasil, com o trabalho de Thomas Kuhn “A estrutura das Revoluções Científicas” (KUHN, 2009). As escolas existentes seriam o que Kuhn chama de ciência normal, que “significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas” e é uma “atividade que consiste em solucionar quebra-cabeças, [...] um empreendimento altamente cumulativo,

extremamente bem sucedido no que toca ao seu objetivo, a ampliação contínua do alcance e da precisão do conhecimento científico.”

O paradigma instaurado na escola, que se faz atual, foi bem sucedido, por ter proporcionado a formação de excelentes profissionais (vide os engenheiros que levaram o homem à Lua, que construíram obras como o Cristo Redentor e o Estádio do Pacaembu etc, todos com formação no paradigma das escolas tradicionais). Porém, a mudança impõe-se por força das alterações verificadas na sociedade:

“A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Esse trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado. A assimilação de um novo tipo de fato exige mais do que um ajustamento aditivo da teoria. Até que tal ajustamento tenha sido completado - até que o cientista tenha aprendido a ver a natureza de um modo diferente a novo fato não será considerado completamente científico.”(KUHN, 2009, p. 78).

O que Thomas Kuhn chamava de anomalia, no caso particular da educação, é o surgimento de novas tecnologias de aplicação indissociável da vida moderna, que têm alterado a forma de aprender da atual geração. Essas novas tecnologias impõem novas metodologias de ensino, que, por sua vez, não têm um descobridor, nem ao menos um momento exato de aparecimento, tal como uma descoberta científica. Thomas Kuhn afirma isso quando aborda o exemplo da descoberta do oxigênio:

“A proposição “O oxigênio foi descoberto”, embora indubitavelmente correta, é enganadora, pois sugere que descobrir alguma coisa é um ato simples e único, assimilável ao nosso conceito habitual (e igualmente questionável) de visão. Por isso supomos tão facilmente que descobrir, como ver ou tocar, deva ser inequivocamente atribuído a um indivíduo e a um momento determinado no tempo. Mas este último dado nunca pode ser fixado e o primeiro frequentemente também não”.(KUHN, 2009, p. 81)

Os pesquisadores estão tentando entender essas anomalias - “isto é, de um fenômeno para o qual o paradigma não preparara o investigador” e tal percepção desempenha papel essencial na preparação do caminho para a novidade(Kuhn, 2009).

A "consciência da anomalia inaugura um período no qual as categorias conceituais são adaptadas até que o que inicialmente era considerado anômalo se converta no previsto". Dessa forma, em que medida se pode afirmar que a assimilação de uma descoberta torna necessária uma mudança de paradigma?

2.2.1 Mudança do paradigma atual de educação

Pesquisas, como a recentemente publicada na Folha de SP (Folha de São Paulo, 25 de agosto de 2013), apontam o aumento da evasão escolar e da geração "Nem Nem" (jovens que "nem trabalham nem estudam"), indicando que alguma coisa está errada na escola tradicional, não mais capaz de atrair os jovens e fazê-los perceber que o estudo traz um futuro melhor para si e seus familiares.

Essa realidade aponta para a necessidade de adoção de novas formas de ensinar e atrair os jovens à escola, como tantas são as experiências bem sucedidas em atividades realizadas, mesmo dentro do contexto da escola tradicional e com todas as resistências que isso possa trazer.

As TICs, a depender de sua forma de utilização, podem ser um valioso instrumento para a mudança de paradigma. Ao redor do mundo, várias experiências revelam o uso bem sucedido das TICs na educação, mediante as mais diversas plataformas e tipos de abordagens.

Cite-se o trabalho de Echeverría et. Al. (2011) que adaptou uma aplicação já existente em PDA⁶ para celulares equipados com Wi-Fi. Nessa experiência, os estudantes foram organizados randomicamente em grupos de três pessoas e responderam a algumas questões no sistema, sendo que o professor conseguia acompanhar todo o processo. Apenas foi permitido passar para a próxima questão quando todas as respostas do grupo estavam corretas, sem divergências. Os resultados atingidos agradaram os autores, que verificaram a viabilidade do uso dessa tecnologia como suporte à aprendizagem colaborativa (Echeverría, Nussbaum, & Feli, 2011).

Outro trabalho com parte dessa mesma equipe mostra a importância da escolha do equipamento para consecução de determinados objetivos. Alvarez, Brown e Nussbaum (2011) compararam o uso de netbooks⁷ e de PCs, para realização da mesma tarefa. Perceberam que os estudantes preferiram tablets PCs a netbooks, porque os tablets permitem uma linguagem corporal mais natural, dando ênfase à discussão e não ao aparelho, melhorando a comunicação do grupo. Os estudantes mostraram mais confiança ao expressar suas ideias com a caneta digital do tablete quando comparada à configuração de tela vertical e teclado do netbook.

Já Mario Abbondati (2013) descreveu desenvolvimento e aplicação de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) na plataforma Moodle, para o estudo de tópicos de

⁶ Computador de dimensões reduzidas dotado de grande capacidade computacional, cumprindo as funções de agenda e sistema informático de escritório elementar, com possibilidade de interconexão com um computador pessoal e uma rede informática sem fios — Wi-Fi — para acesso a e-mail e internet (Wikipedia — disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Personal_digital_assistant - acesso em 10 de agosto de 2013).

⁷ Pequenos computadores portáteis com preços mais baixos e pouca capacidade. Pararam de ser fabricados em 2012 quando Asus e Acer afirmaram que não iriam mais produzi-los (Olhar Digital, 2013).

Matemática do Ensino Fundamental com um grupo de estudantes do Colégio Bandeirantes, em São Paulo. Os estudantes encontraram no ambiente virtual “uma grande variedade de problemas, na maioria das vezes envolvendo situações novas, sem receitas prontas para resolução, além disso,

“foi possível perceber que o AVA pode ser um instrumento valioso para o professor, no ensino básico. O blended learning com o uso dos AVAs pode ajudar a motivar os alunos, incentivá-los a estudar em casa e a trocar informações e ideias com seus colegas e com o professor, através de uma aprendizagem colaborativa. Pode também proporcionar um ensino mais atraente e mais próximo da realidade dos estudantes, possibilitando ainda adaptar os processos de ensino e aprendizagem às tecnologias disponíveis e às perspectivas da sociedade moderna”(ABBONDATI, 2013, p. 173).

Na mesma linha, Rodrigo do Carmo (2013) criou um Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizando Moodle, voltado ao ensino de física. O autor fez da música “um fio condutor para o estudo das ondas sonoras”. No capítulo sobre as impressões e comentários, é interessante perceber como o ambiente virtual aproxima professor e estudante, porque o aluno se sente mais à vontade para expressar seus sentimentos em relação ao ambiente, como visto nesse comentário:

Rodrigo, esse módulo eu achei um pouco mais difícil e fiquei meio perdida com os dados nos exercícios, acho que na hora da explicação você poderia colocar mais informações e alguns exemplos para ajudar mais nos exercícios.(comentário feito por estudante sobre o trabalho de Rodrigo do Carmo).

Por sua vez, o trabalho de Finkelstein, Adam, et al. (2010) centrou-se na substituição das aulas práticas de laboratório por simulações, no segundo semestre do curso de introdução à física. O laboratório de circuitos de corrente contínua foi modificado para comparar o uso de simulações computacionais com o laboratório tradicional, usando lâmpadas, multímetros e fios. Dois grupos foram formados: um para uso da simulação, outro para uso do laboratório comum. Os alunos que utilizaram o equipamento simulado superaram seus colegas na pesquisa conceitual do domínio, nas tarefas de coordenação de montagem dum circuito real e na descrição de seu funcionamento.

Já Admiraal, Huizenga e Akkerma (2011) utilizaram o jogo **Frequency 1550** para que estudantes pudessem aprender sobre a Amsterdam medieval. No primeiro dia de jogo, participaram times formados por 216 estudantes de três escolas de educação secundária de Amsterdam. Cada equipe contou com quatro estudantes, divididos em city team (CT) de dois estudantes (que andaram pela cidade, com um celular), e headquarter team (HQT), com os outros dois alunos, que ficaram numa sala com computador. O CT recebeu uma de seis áreas para explorar e fazer pequenas tarefas, baseadas na localização indicada no mapa medieval no celular.

O HQT acompanhou a rota digitalmente, utilizando várias fontes de informação do próprio jogo ou da internet. A experiência entre o que é real e virtual se confundiu de maneira interessante e trouxe motivação para a aprendizagem da disciplina.

Constata-se, assim, que os caminhos já estão sendo preparados; a mudança é iminente e gradativa. A escola no ano 2100 não será a mesma; será alterada e as mudanças já estão sendo feitas. O uso de TICs contribui, sem sombra de dúvidas, para a quebra do paradigma até então vigente, possibilitando a adoção do modelo educacional centrado no aluno, por meio da chamada “sala de aula interativa”. Esta se caracteriza como

o ambiente em que o professor interrompe a tradição do falar/ ditar, deixando de identificar-se com o contador de histórias, e adota uma postura semelhante a do designer de software interativo. Ele constrói um conjunto de territórios a serem explorados pelos alunos e disponibiliza coautoria e múltiplas conexões, permitindo que o aluno também faça por si mesmo(SILVA, 2010, p. 27).

Não basta, porém, a utilização das TICs como apoio ao tradicional modelo de educação; novas formas de utilização devem ser pensadas para atender às diversas metodologias de aprendizagem e às especificidades de cada estudante. A utilização de softwares, mesmo em aulas com ensino tradicional, traz a possibilidade de cada estudante montar a sua estratégia e explorar alguns ou todos os recursos disponíveis, por meio dos mais variados caminhos.

Para isso, o **desenvolvedor de softwares** precisa cuidar da customização das tecnologias para que permitam ao usuário percorrer diversos caminhos, não apenas um linear. O desenvolvimento ainda é um processo que demanda muito tempo e exige conhecimentos específicos na área de informática, porém, cada vez mais emergem plataformas que auxiliam pessoas não profissionais a montarem, ou apenas divulgarem, os seus próprios conteúdos. É assim com o sistema Moodle, Youtube, SlideShare, e outros, de forma que até os estudantes podem fazer ferramentas que ajudem seus colegas a aprender.

Essas ferramentas, ao contrário de livros-texto estáticos, podem ser atualizadas a todo momento, de maneira *online*, baixando gradativamente o custo de implantação e manutenção e adaptando-se para atingir os mais variados tipos de inteligência, em caminhos impossíveis de serem trilhados da maneira tradicional.

Ressalte-se que a mudança de paradigma deve ser real, para que as escolas não se divulguem como ‘interativas’ por mero modismo, argumento de venda, ideologia publicitária, dominação da técnica, etc, já que, quando tal ocorre,

“Sua interatividade está apoiada na oferta de computadores ligados à internet, de softwares ditos interativos e de equipamentos de realidade virtual, que mais funcionam como marketing de tais escolas e de tais produtos, do que como rompimento com a prática comunicacional de seus professores que, a despeito das tecnologias hipertextuais, continuam separando emissão e recepção” (SILVA, 2010, p. 26).

Os professores são parte importante desse processo de mudança na forma de ensino, porque são os especialistas do conteúdo a ser aprendido. Todavia, as funções relativas ao “ensinar” devem mudar gradativamente, já que os educadores, na “sala de aula interativa”, passam a agir como tutores e orientadores, mostrando aos estudantes as formas de explorar determinado material, da maneira que faça mais sentido para o aprendizado, gastando mais tempo com problemas individuais dos estudantes. Na verdade, esse processo representa uma volta ao passado, a um processo anterior às revoluções industriais, com as quais tudo passou a ser feito em lote e de maneira padronizada - as peças não aprovadas na inspeção voltam à esteira da fábrica ou são, simplesmente, descartadas.

Essa mudança se faz necessária, ainda, como forma de inclusão social, porque hoje, a par dos aspectos econômico e cultural, verifica-se a exclusão digital. Nesse sentido,

“A telemática amplia as exclusões não exatamente porque o acesso a ela depende de capital econômico e cultural – aqui estão os já excluídos - ,mas porque cria o novo analfabeto: o infoanalfabeto. Este é o excluído tanto do processo infocomunicacional, quanto do mercado de trabalho cada vez mais identificado como ‘setor quaternário’” (SILVA, 2010, p. 38).

Observa-se que, não raras vezes, essa exclusão é incentivada pela própria escola que, por não saber utilizar os novos meios tecnológicos, acaba por excluí-los totalmente da vida dos alunos, na contrapartida da realidade social.

Note-se que os estudantes da atualidade representam a primeira geração que cresceu com as novas tecnologias; passaram toda a sua vida envolvidos por computadores e *video games*. São os “nativos digitais”, enquanto os professores são “imigrantes digitais” - alguns, melhores que outros, aprendendo a adaptar-se ao novo ambiente, mantendo, porém, certo grau de “sotaque”. Os nativos digitais são acostumados a receber a informação rapidamente, processam paralelamente e são multitarefas. Preferem os gráficos aos textos; preferem acesso randômico, como hipertextos e jogos, a trabalho “sério”. Os imigrantes digitais tendem a não apreciar essas novas habilidades, adquiridas e aperfeiçoadas por anos de interação e prática dos nativos (Prensky, 2001).

Essa realidade demonstra a necessidade de mudança do paradigma. Qual professor já não deparou com os problemas de atenção causados pelo uso indevido de celulares em suas

aulas? Por que não aproveitar o interesse do estudante por essa tecnologia e inseri-la, a seu favor, nas aulas?

2.3 Simulações e Simuladores

A simulação é a imitação da

“operação de um processo de mundo real ou sistema ao longo do tempo. Se feito à mão ou em um computador, simulação envolve a geração de uma história artificial do sistema e a observação da história artificial para tirar conclusões sobre as características de operação do sistema real” (BANKS, NELSON e JOHN, 2004, p. 3).

Sendo assim a simulação pode ser utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento humano.

Os simuladores

podem incorporar mecanismos especiais de ensino e aprendizagem para auxiliar estudantes individualmente. Em contraste com o mundo real, que está sendo simulado com vários graus de fidelidade, os estudantes usando um simulador são capazes de ‘parar o mundo’ e dar um ‘passo para trás’ no processo simulado para revisar e entender melhor (Parush, Hamm, & Shtub, 2002).

Simuladores de voo já eram utilizados em 1909, quando um instrumento bem rudimentar auxiliava pilotos na condução do monomotor Anoinette. Esse monomotor usava duas rodas montadas de cada lado do piloto, uma para controlar o eixo lateral e outra para o longitudinal (“pitch” e “roll”). O simulador consistia num acento montado numa metade de barril com duas rodas. Todo o equipamento era articulado, de modo que assistentes podiam girá-lo conforme o piloto usava as rodas, com hastes de madeira acopladas à estrutura do barril (Wikipedia, 2013).

Figura 2.4 – 1909 – Equipamento de treino para o avião. Ambas as rodas de controle podem ser vistas à direita e à esquerda do piloto



Fonte: Wikipedia – Flight Simulator. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antoinette_tonno.jpg, acesso em 08 de agosto de 2013.

Já nas grandes guerras, foram necessários vários equipamentos de simulação de voo, para rápida formação de grande número de pilotos para frente de batalha.

A parte prática do Curso de Piloto Comercial-Avião prevê atividades e manobras realizadas em simulador num total de até vinte horas (Ministério da Aeronáutica - Departamento de Aviação Civil, 1990).

A história dos simuladores de voo vendidos para o público em geral começou em janeiro de 1980, quando a SubLOGIC lança o FS1 para o Apple II (Gruppung, 2001).

Figura 2.5 – Anúncio do lançamento do Flight Simulator 1



Fonte – *Flight Simulator History*. Disponível em http://fshistory.simflight.com/fsh/pictures/fs1_ad.jpg acesso em 10 de agosto de 2013).

Dois anos depois, em novembro de 1982, a Microsoft lançou o seu *Microsoft Flight Simulator*, que logo se tornou um dos softwares mais procurados para computadores e assim se mantém, mesmo depois de mais de 20 anos (Gruppung, 2001). As imagens da Figura 2.6 mostram a evolução desse simulador.

Figura 2.6 - Sequência do desenvolvimento da série Microsoft Simulator e a continuação com o Microsoft

Flight



Flight Simulator 1.0 -
1982



Flight Simulator 2.0 -
1984



Flight Simulator 3.0 -
1988



Flight Simulator 4.0 -
1989



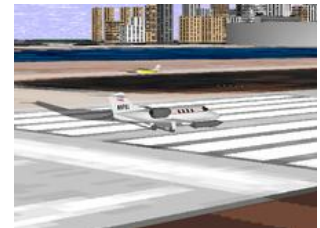
Flight Simulator 5.0 -
1993



Flight Simulator 5.1 -
1995



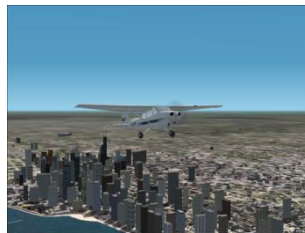
Flight Simulator for
Windows 95 - 1996



Flight Simulator 98 -
1997



Flight Simulator 2000 -
1999



Flight Simulator 2002 -
2001



Flight Simulator 2004: A
Century of Flight - 2003



Flight Simulator X - 2006



Microsoft Flight - 2013

Fontes – e Microsoft Flight Simulator disponível em <https://microsoftflight.com>, acesso em 10 de agosto de 2013 e Wikipedia, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Microsoft_Flight_Simulator, acesso em 10 de agosto de 2013.

Na área militar, pode ser citado o jogo oficial do Exército dos Estados Unidos da América, o America's Army, que simula combates militares. O jogo foi desenvolvido por Colonel Wardynski, diretor do Office of Economic and Manpower Analysis do U.S. Military Academy em West Point, NY, e chefe do programa "America's Army", como conceito de estudo em 1999 que vislumbrava usar tecnologia de jogos para prover ao público a experiência de um soldado virtual atraente, informativo e divertido (McLeroy, 2008).

O jogo, lançado em 4 de julho de 2002, foi baixado por mais de um milhão de pessoas na primeira noite e o número total (dados de fevereiro de 2005) de jogadores online aproximou-se de cinco milhões, fazendo do jogo um dos cinco jogos de ação mais populares para PC (Gizmag, 2005). Já em 2010, eram 9,7 milhões de usuários cadastrados, número quinze vezes

maior do que o tamanho do exército americano regular. O jogo foi baixado mais de 42,6 milhões de vezes (Front Line, 2010).

Figura 2.7 - Imagens de pré-lançamento do jogo America's Army



Fonte – America's Army: Proving Grounds. Disponível em <http://aapg.americasarmy.com/media#screenshots>, acesso em 10 de agosto de 2013.

A indústria também utiliza os simuladores para treinamento pessoal. A empresa de softwares *astrogon*, por exemplo, produz simuladores para diversos tipos de treinamento, os principais voltados a dirigir veículos especiais, como tratores para construção civil e para a agricultura (Astragon).

Outra empresa que utiliza simuladores voltados à direção e pilotagem de veículos é a Williams. Ela possui três sistemas de simulação: Driver Training Simulators, Motorsport Simulators e Entertainment Simulators.

O Driver Training Simulators permite o treinamento com alta fidelidade para direção num ambiente controlado em vários contextos, com o benefício da repetição para avaliar a melhoria das habilidades do condutor.

O Motorsport Simulators é voltado a pilotos de fórmula 1, ensinando-os a configuração do circuito e a identificar a aproximação das linhas de corrida. Os circuitos são recriados no simulador baseados no mundo real, com todas as pistas escaneadas com lasers, dando ao piloto uma simulação realística com todas as características da superfície. Restrições de testes em muitas séries fazem desta uma ferramenta poderosa, particularmente quando novos circuitos são adicionados ao calendário de corridas.

Já o Entertainment Simulators traz a participantes de conferências, exposições, feiras e outros eventos uma experiência única normalmente reservada para pilotos da equipe de pilotos de fórmula 1 (Williams Grand Prix Engineering Limited, 2013).

Figura 2.8 - Os três sistemas de simulação da equipe Williams



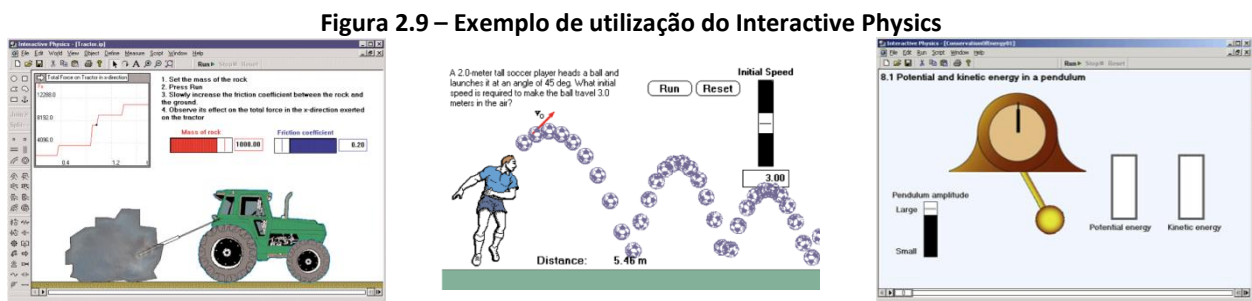
Fonte – Williams F1 Simulation Systems. Disponível em <http://www.williamsf1.com/Advanced-Engineering/Simulation-Systems/>. Acesso em 10 de agosto de 2013

A simulação também se faz presente na medicina, como se verifica no Center for Medical Simulation (CMS), fundado em 1993, um dos primeiros centros de simulação médica, que continua a ser líder global na área. Os programas do CMS incluem áreas como anestesia, medicina de emergência, UTI, otorrinolaringologia, radiologia, entre outros (Center For Medical Simulation, 2009). Na medicina emergencial (ME), pacientes simultâneos com níveis diferentes de acuidade, complexidade e prioridades devem ser gerenciados em variadas combinações para satisfazer a missão de prover cuidados de alta qualidade. Distrações frequentes, problemas no gerenciamento de informações e dificuldades em encerrar o caso levam a altos níveis de estresse crônico e responsabilidade excessiva. Simulação de alta fidelidade permite a criação de conflitos e problemas complexos a partir desses elementos (Small, Wuerz, Robert, Shapiro, Conn, & Setnik, 1999).

2.4 O uso de simulações no ensino de ciências e matemática

A física é uma das primeiras áreas em que as possibilidades oferecidas pelos computadores para o emprego de novas metodologias de ensino foram e ainda são exploradas (Jimoyiannis & Komis, 2001). As plataformas para simulações de ciências, em especial de física, são diversas. Podem ser citadas a Interactive physics, o Easy Java, o site Physics Education Technology (PhET), e ChemLab, entre outros. Passemos à breve análise de alguns deles.

“O Interactive Physics ajuda os estudantes a visualizar e aprender conceitos abstratos. Também permite que você e o seus estudantes alterem as propriedades físicas do ambiente da simulação e visualizem as mudanças em medidas importantes enquanto a simulação roda” (INTERACTIVE PHYSICS, 2009 – tradução livre). É possível construir diversos modelos sem escrever uma única linha de código. Tudo o que o usuário deve fazer é arrastar os objetos para a tela e ajustar os parâmetros. Em documento disponível no site, é possível visualizar imagens como as da Figura 2.9, com algumas possibilidades para ensino, como força de atrito, lançado oblíquo e movimento harmônico.



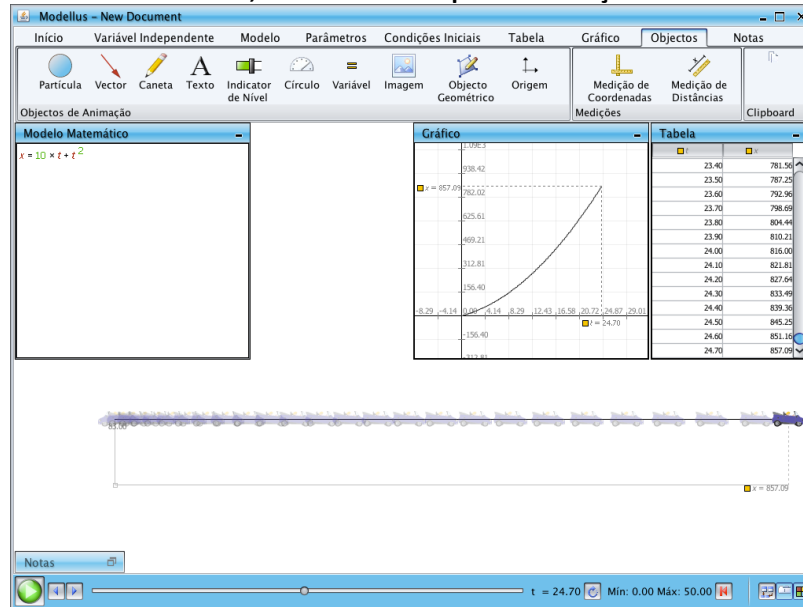
Fonte – Interactive Physics – Disponível em <http://www.design-simulation.com/ip/>. Acesso em 10 de agosto de 2013.

O software Modellus, assim como encontrado em sua página oficial,

permite estudantes e professores (do ensino básico à faculdade) a usar a matemática para explorar modelos interativamente.[...] Para criar um modelo, você simplesmente precisa entrar com equações e expressões matemáticas convencionais.[...] Não é necessária uma linguagem de programação ou comandos especiais, sejam eles visuais ou escritos.(Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Lisboa).

Esse software tem versão baseada em tecnologia Java, disponível em sistemas como Windows, Mac OSX e Linux. Nele, é possível elaborar modelo matemático descritivo de alguma situação e, a partir desse modelo, gerar gráficos, tabelas e traçar movimentos.

Figura 2.10 - Tela do monitor, mostrando exemplo de simulação no software Modellus.



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Experiências no uso do Modellus podem ser vistas nos trabalhos de Teodoro et al. (2002), Ruth Melo (2011) e Janduí Mendes (2009). Apesar de poder ser utilizado para modelar diversas situações-problema, o Modellus parece ter sido projetado para modelar situações de movimento, porque possui diversas ferramentas praticamente prontas para esse fim, como medição de coordenadas e distâncias e figuras como carros e espaçonaves para inserção na interface de usuário.

O interesse de se utilizar este aplicativo como base foi o fato dele ser apenas uma plataforma para desenvolver as mais variadas situações de física. Dentro do Modellus é possível criar modelos matemáticos e a partir daí verificar como os parâmetros afetam o comportamento do objeto estudado.

Figura 2.11 – Elementos gráficos do Modellus, versão 4.01



Fonte – Imagem produzida pelo autor

A facilidade na escrita de equações para análise de movimento de poucos corpos faz desse software uma ferramenta realmente interessante, apesar de algumas limitações. Por exemplo, não é aconselhável fazer o modelo utilizando várias partículas ao mesmo tempo, pois o Modellus não tem um recurso básico de linguagem de programação que é a estrutura de repetição, como FOR e WHILE, que repete uma sequência de comandos inúmeras vezes até que certa condição seja satisfeita.

Quando o assunto é simulação computacional voltada ao ensino, muitos repositórios podem vir à mente, porém, um deles chama a atenção pela grande quantidade e qualidade das simulações: o site da University of Colorado Boulder, “Physics Education Technology” ou, simplesmente, PhET.

O site possui diversas simulações envolvendo assuntos da matemática, física, química e biologia, com visual superatrativo, desenvolvidas com base em pesquisas de uso com alunos e professores, além de fontes bibliográficas. A maioria das simulações é construída com a tecnologia Flash e Java, o que permite a utilização em praticamente todos os computadores, exceto tablets e smartphones. Porém, as versões mais novas já são baseadas na tecnologia HTML5, acessível em todos os sistemas operacionais, incluindo os de dispositivos móveis.

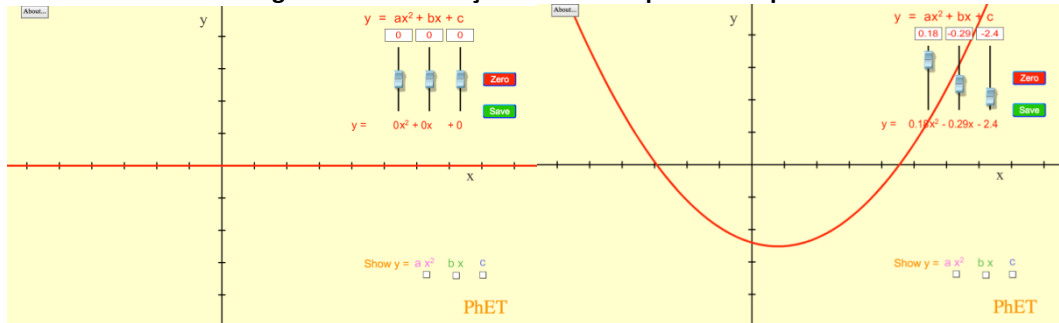
Nesse site, os princípios de design das simulações são baseados na pesquisa de como os estudantes aprendem (Bransford, Brown, & Cocking, 2000) e em entrevistas com os discentes.

Um desses princípios é o de que as simulações devem ter o mínimo de texto possível, deixando a critério do usuário explorar os conceitos envolvidos ou, ainda, desenvolver atividades de ensino e aprendizagem para que outras pessoas possam utilizá-las com um objetivo bem definido. Ou ainda as simulações e softwares voltados à aprendizagem, ou simplesmente

“devem oferecer alto grau de interatividade para o aluno, possibilitar múltiplas alternativas para soluções de problemas, ser amigáveis, permitindo acesso intuitivo por parte de professores e alunos não familiarizados com o manuseio do computador para que, de fato, possam ser incorporados ao cotidiano do professor nos tempos atuais” (Stuart, 2011).

Uma das simulações desse site foi utilizada por este autor como base para desenvolvimento dos aplicativos. Trata-se da “Equation Grapher”, em que é possível visualizar os gráficos de equações de até o segundo grau apenas alterando o valor de três controles deslizantes.

Figura 2.12 - Simulação do PhET - Equation Grapher

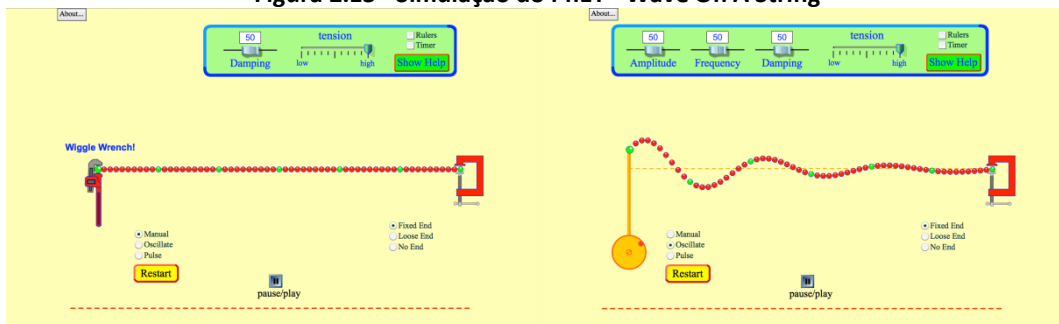


Fonte – Imagens produzidas pelo autor

Dessa forma, o usuário pode facilmente verificar como o gráfico da equação é alterado de acordo com a equação que o está gerando.

Outra simulação utilizada como base foi a “Wave on a String”, em que se estuda o comportamento de ondas mecânicas produzidas numa corda.

Figura 2.13 - Simulação do PhET - Wave On A String



Fonte – Imagens produzidas pelo autor

Essa simulação é um pouco mais complexa do que a Equation Grapher, com mais ferramentas e opções para o usuário. É possível escolher o modo de oscilação, o tipo de extremidade da corda e alterar parâmetros como amplitude, frequência, perda de energia, entre outros.

3 Desenvolvimento dos aplicativos

A escolha dos temas dos aplicativos foi feita pela percepção e preferência dos assuntos abordados pelo autor-professor em sua experiência na sala de aula. Os assuntos escolhidos foram cinemática, ondas e equações.

A cinemática é um tema trabalhado por muitas escolas já no oitavo ano do ensino fundamental e ainda durante todo o primeiro ano do ensino médio. O PCN+ de física na área, quando trata sobre movimentos, diz que

“estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações [...]. Nesse contexto, investigar movimentos não pode se limitar a um extenso tratamento da Cinemática, que nessa nova abordagem comparece apenas para dar significado às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e aceleração” (Brasil, 2006, pp. 71-72).

Dessa forma, o aplicativo desenvolvido pelo autor pode contribuir para a formulação desses conceitos, com uma abordagem investigativa e criativa por parte de estudantes e professores, já que permite criar situações-problemas vistas em praticamente todo o conteúdo dessa disciplina. A principal fonte de inspiração para a criação do aplicativo de cinemática foi o software *Modellus*⁸, utilizado para modelagem não só de física e matemática, mas de qualquer sistema que possa ser resumido a um conjunto de equações.

Em relação ao assunto ondas, costuma-se fazer a introdução dando o conceito geral de uma onda, que pode ser resumido como *“qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida”* (Nussenzveig, 2002). Por meio dessa simples definição, percebe-se a dificuldade para o professor apresentar o conceito com clareza, já que dispõe apenas de meios estáticos, como o quadro negro. Por consequência, uma ferramenta como o aplicativo *String*, desenvolvido pelo autor, é muito bem justificada, já que apresenta os principais conceitos sobre ondulatória. Amplitude, frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação, reflexão em extremidade livre ou fixa, ondas estacionárias, entre outras abordagens, podem ser estudados por meio da experimentação e da observação, com ajuda ou não de um professor.

⁸ Disponível em: <http://modellus.fct.unl.pt>. Acesso em 01 de janeiro de 2013.

Pelo aplicativo *Equation*, também desenvolvido pelo autor, consegue-se introduzir os estudantes no tema das funções e equações polinomiais. De maneira rápida e dinâmica, os estudantes conseguem perceber a forma do gráfico da função de acordo com os parâmetros. Tal aplicativo está de acordo com os PCNs(BRASIL, 2006), pois permite ao estudante desenvolver a competência de “*ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas*”, vez que, além de mostrar o gráfico, revela a equação que gera a representação.

Estabelecidas essas breves premissas, ressalte-se que os aplicativos *String* e *Equation* foram feitos seguindo o que há de melhor no estado da arte quanto a aplicativos educacionais.

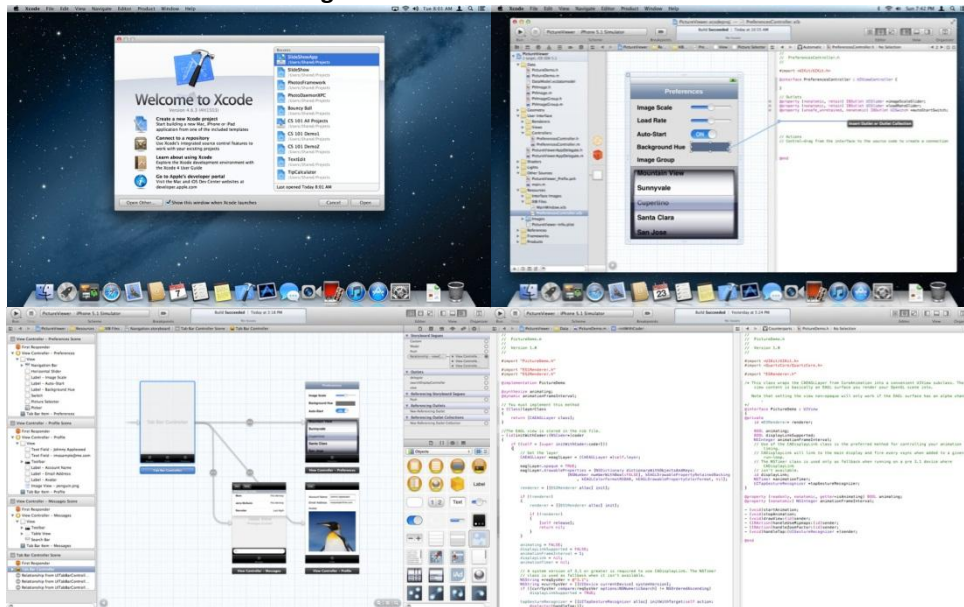
Em cada subcapítulo serão apresentados detalhes sobre os aplicativos, sua forma de funcionamento e algumas sugestões para utilização no ensino da física e da matemática.

3.1 As plataformas de desenvolvimento e de manutenção de aplicativos da Apple

3.1.1 Xcode

Os aplicativos para sistemas iOS são desenvolvidos no software para Mac Xcode, que pode ser baixado gratuitamente na Mac App Store. Algumas imagens do software podem ser vistas na figura 3.1.

Figura 3.1 – Screenshots do Xcode



Fonte – Mac App Store Review – Xcode - By Apple. Disponível em <https://itunes.apple.com/us/app/xcode/id497799835?ls=1&mt=12> Acesso em 01 de agosto de 2013.

O software contém ferramentas para escrever os aplicativos, desde as linhas de código até a interface de usuário. Os aplicativos devem ser escritos seguindo a lógica da programação Objective C, uma linguagem voltada a objeto, apesar de o Xcode também conseguir lidar com comandos escritos em linguagem C pura.

O Xcode contém um simulador de dispositivos, chamado iOS Simulator, para testar as aplicações em desenvolvimento. Já para o teste direto dos aplicativos em dispositivos físicos, é necessário o cadastro como desenvolvedor da Apple.

Figura 3.2 – iOS Simulator simulando, respectivamente, um iPhone e um iPad.



Fonte – Imagens produzidas pelo autor

3.1.2 iTunes Connect e iTunes Store

Para submeter os aplicativos à loja da Apple, deve-se primeiro realizar um cadastro de desenvolvedor Apple com um custo de U\$99,00 e validade de um ano. Com o pagamento desse valor, o desenvolvedor tem direito a testar as aplicações diretamente nos seus dispositivos, a utilizar dois suportes técnicos de código e a distribuir os aplicativos na loja virtual iTunes Store, acessível através do software iTunes.

Figura 3.3 – Página inicial da iTunes Store no dia 05 de setembro de 2013

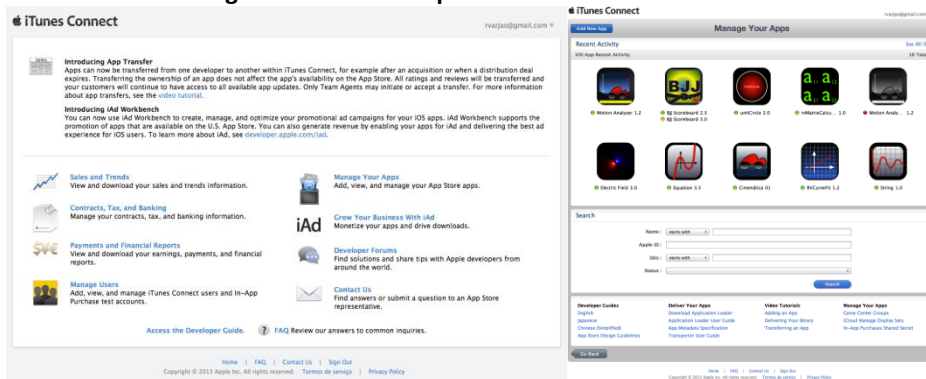


Fonte – Imagem produzida pelo autor.

Para distribuir um aplicativo na iTunes Store é necessário passar por um rigoroso processo de aprovação. Cite-se, por exemplo, que a primeira versão do aplicativo *Cinemática* foi reprovada porque o ícone do aplicativo no dispositivo não correspondia ao apresentado na loja virtual.

O período entre o envio e sua definitiva análise pela Apple pode chegar a uma semana e, em caso de aprovação, o aplicativo pode ser automaticamente transferido para a loja ou o desenvolvedor pode escolher a data de lançamento manualmente. É pela plataforma iTunes Connect que são enviados os aplicativos produzidos, bem como feitas as alterações de valor para download, descrição do aplicativo, além da verificação do número de downloads realizados, entre outras manutenções e gerenciamentos como vistos na figura 3.4.

Figura 3.4 – Telas da plataforma iTunes Connect



Fonte – Imagem produzida pelo autor através do site iTunes Connect. Disponível em <https://itunesconnect.apple.com>, acesso em 20 de agosto de 2013.

3.2 Os Aplicativos Desenvolvidos

3.2.1 Cinemática

O software Cinemática, como o nome já sugere, é uma ferramenta para estudar o movimento de corpos. Por meio das variáveis *posição*, *velocidade* e *aceleração*, é possível criar diversas possibilidades. O aplicativo convida professores e estudantes a criarem situações para estudo e investigação.

Figura 3.5 - Ícone do aplicativo "Cinemática"



Fonte – Imagem produzida pelo autor

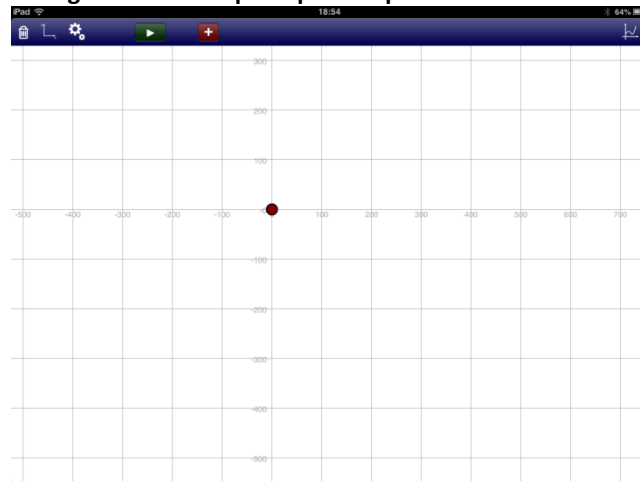
A primeira versão do aplicativo foi lançada em 14 de dezembro de 2011. Com o aplicativo, é possível verificar, simultaneamente, o movimento de até cinco corpos e verificar o gráfico de posição e velocidade em função do tempo, além de exportar os dados por e-mail para estudá-los em qualquer planilha eletrônica.

Dessa forma, atende-se praticamente a todo o ensino de cinemática num único aplicativo, deixando a cargo do professor conseguir explorá-lo da maneira que achar mais adequada, dando espaço inclusive para que consiga passar mais rapidamente às causas do movimento, vez que se limitar “à Cinemática, como frequentemente acontece, desfigura o objetivo maior, que inclui o estudo das causas de variação dos movimentos” (Brasil, 2006).

3.2.1.1 Tela Principal







A tela principal do aplicativo encontra-se em branco, convidando o usuário a preenchê-la com objetos da maneira que achar necessária para a resolução de problemas e processos de investigação.

Figura 3.6 – Tela principal do aplicativo Cinemática



Fonte – Imagem produzida pelo próprio autor

3.2.1.2 Identificação dos botões da tela inicial

Figura 3.7 - Ícones com as respectivas funções dentro do aplicativo <i>Cinemática</i>	
	Reiniciar tela
	Exibir/ esconder eixos
	Exibir tela de configurações
	Play/ pause
	Adicionar objetos
	Exibir gráficos
<i>Fonte – Imagens produzidas pelo autor</i>	

3.2.1.3 Tela de Configurações

Na tela de configurações, como se vê na figura 3.8, é possível ajustar os parâmetros de animação, cor de fundo e comportamento dos toques recebidos na tela, entre outros.

Figura 3.8 - Janela de configuração



Fonte – Imagem produzida pelo autor

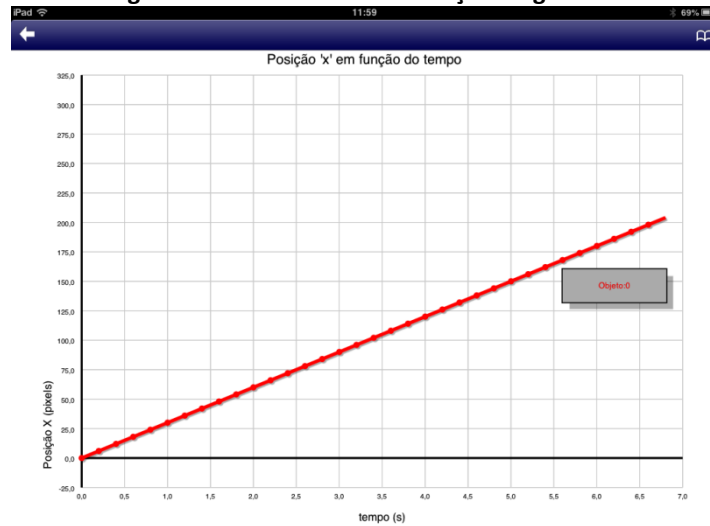
Cada item da janela de configuração ajusta um determinado parâmetro, como explicado na figura 3.9.

Figura 3.9 - Ítems com as respectivas funções na janela de configurações no aplicativo <i>Cinemática</i>	
Layout do aplicativo: Azul Preto Vermelho Amarelo Verde Roxo	Muda o tema padrão do aplicativo.
Toque no objeto ajusta: Posição Velocidade Aceleração	Seleciona o parâmetro que será ajustado ao tocar sobre o objeto.
Comportamento da aceleração por toque na tela: dx; dy 1/r 1/r ² -1/r ²	Indica o comportamento que um toque na tela principal causará quanto à aceleração do objeto.
Resolução de tempo: 0.2 s	Ajusta o intervalo de tempo em que serão gravados os dados dos objetos.
Escala para o acelerômetro: x 15	Ajusta a sensibilidade do acelerômetro do aparelho.
Fonte – Imagens produzidas pelo autor	

3.2.1.4 Janela Exibição de Gráficos

Na janela de exibição de gráficos, como visto na Figura 3.10, é possível visualizar os gráficos gerados pela simulação. Os gráficos pré-programados são da posição x em função do tempo, posição y em função do tempo, velocidade x em função do tempo, velocidade y em função do tempo e posição x em função da posição y .

Figura 3.10 - Janela de visualização de gráficos



Fonte- Imagem produzida pelo autor

3.2.1.5 Janela das tabelas de dados

Aqui é possível visualizar os dados gerados pela simulação, além de enviá-los por e-mail para utilização em planilhas eletrônicas.

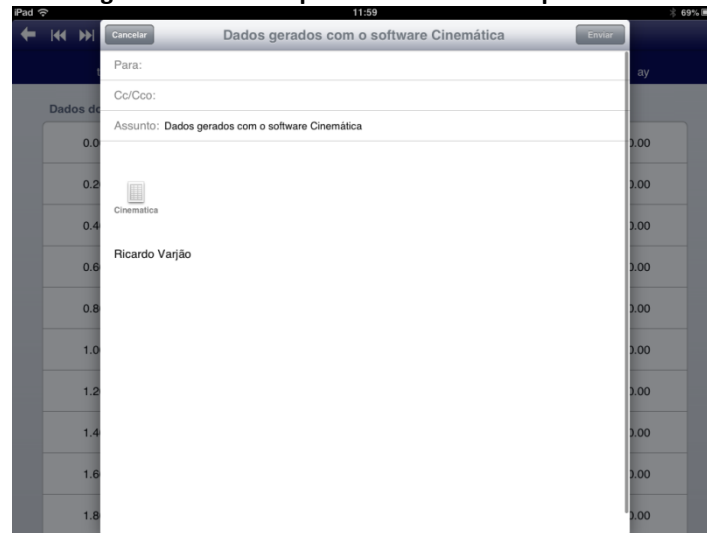
Figura 3.11 - Janela de visualização dos dados

Dados do objeto: 0

t	sx	sy	vx	vy	ax	ay
0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
0.20	5.97	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
0.40	12.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
0.60	18.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
0.80	24.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1.00	30.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1.20	36.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1.40	42.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1.60	48.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00
1.80	54.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00

Fonte – imagem produzida pelo autor

Figura 3.12 - Janela para envio dos dados por email



Fonte – imagem produzida pelo autor

3.2.1.6 Como inserir objetos e ajustar seus parâmetros

Inicialmente, deve-se tocar sobre o botão ADICIONAR OBJETOS. Exibida a lista, deve-se escolher um deles e acionar o botão ok. Ao fazer isso, o objeto escolhido será adicionado na tela. É possível adicionar até cinco objetos.

Tocando sobre o objeto, uma tela flutuante se abrirá. Nela, é possível editar os dados sobre a posição (que também podem ser modificados arrastando o objeto), velocidade e aceleração. Também é possível escolher como a aceleração será alterada: se de forma constante, por meio do acelerômetro do equipamento ou por toque na tela. Ajustados todos os parâmetros, basta tocar sobre o botão PLAY, para que o objeto faça os movimentos de acordo com os dados inseridos.

Figura 3.13 - Janela flutuante para inserção de objetos



Fonte – imagem produzida pelo autor

Figura 3.14 - Janela flutuante para edição dos dados do objeto



Fonte – imagem produzida pelo autor

3.2.1.7 Como visualizar gráficos e a tabela de dados

Para a visualização dos gráficos e da tabela com os dados dos movimentos, o usuário deve parar a simulação e acionar o botão **gráficos**.

São gerados os gráficos de posição x em função do tempo, posição y em função do tempo, posição y em função da posição x, velocidade x em função do tempo e velocidade y em função do tempo.

3.2.1.8 Como compartilhar os dados gerados

Se o usuário preferir analisar os dados numa planilha eletrônica, deverá clicar sobre o botão VISUALIZAR TABELAS. A tabela com os dados de todos os objetos abrir-se-á e, ao pressionar o botão ENVIAR DADOS, surgirá uma janela em que será possível enviar os dados gerados por e-mail.

3.2.1.9 Sugestões para ensino

3.2.1.9.1 Problema do caçador e do macaco

Tome-se o interessante problema na física “do caçador e do macaco”. Moysés Nussenzveig apresenta o problema desta forma:

“O caçador aponta para o macaco dependurado num galho; ao ver o clarão do disparo, o macaco se assusta e cai, mas isso não o salva, porque a aceleração da gravidade atua da mesma maneira sobre ele e a bala, no movimento de queda livre, em relação à linha de mira original, é o mesmo [...] mostre analiticamente que a bala atinge o alvo, e calcule em que instante isso ocorre, para uma dada distância d entre eles e altura h do galho, sendo v_0 a velocidade inicial da bala. Interprete o resultado” (Nussenzveig, 2002, p. 41).

Para resolver o problema, devem ser criados dois objetos na tela, um representando o projétil e o outro, o macaco. O macaco estará na posição (400,400), com velocidade nula tanto na direção x como na direção y , e aceleração -10 apenas na direção y . O projétil deverá estar na origem (0,0), velocidade (100, 100) e aceleração também -10 apenas na direção y .

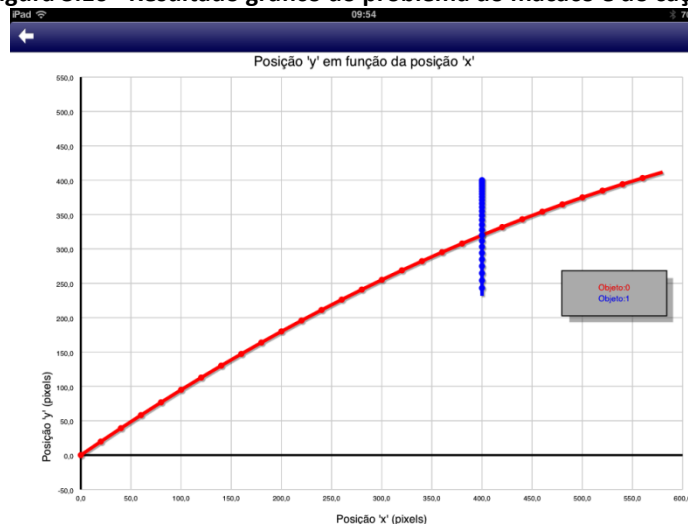
Figura 3.15 - Problema do caçador e do macaco - dados para o macaco e para o projétil



Fonte – imagem produzida pelo autor

Ao pressionar o botão PLAY, percebe-se que o projétil realmente passa pela mesma posição do macaco, ao mesmo tempo, ou seja, o projétil acerta o macaco. É possível visualizar isso no gráfico que mostra a posição y em função da posição x para os dois objetos.

Figura 3.16 - Resultado gráfico do problema do macaco e do caçador



Fonte – imagem produzida pelo autor

E também pela tabela de dados, visto na figura 3.17:

Figura 3.17 - Dados gerados referentes ao problema do macaco e do caçador. Dados do macaco e do projétil, respectivamente.

t	sx	sy	vx	vy	ax	ay
4.00	400.00	319.94	0.00	-40.01	0.00	-10.00
t	sx	sy	vx	vy	ax	ay
4.00	400.12	320.02	100.00	59.98	0.00	-10.00

Fonte – imagem produzida pelo autor

3.2.2 Aplicativo String

Com o aplicativo *String*, é possível estudar o comportamento de ondas em cordas, conceito abordado, geralmente, no segundo ano do ensino médio.

Figura 3.18 - Ícone do aplicativo "String"

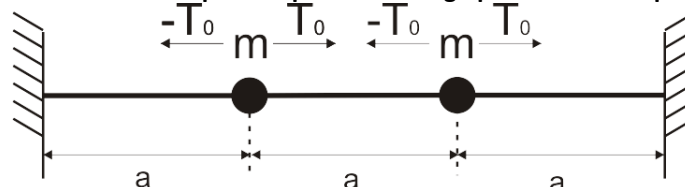


Fonte – Imagem produzida pelo autor

3.2.2.1 Modelo físico-matemático

O modelo matemático foi construído considerando vários elementos de massa conectados através de pequenas molas sem massa.

Figura 3.19 - Modelo para o aplicativo String - partículas em equilíbrio



Fonte – Adaptada de Nussenzveig, 2002, p.92.

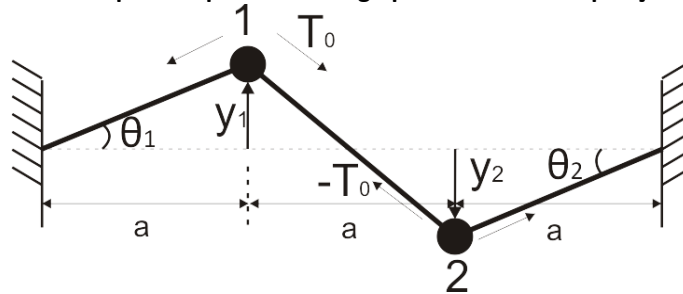
As molas estão igualmente esticadas, correspondendo a um espaçamento a . Se d é o comprimento natural da mola, a magnitude da força restauradora que cada mola exerce sobre cada partícula é:

$$T_0 = k(a - d)$$

Equação 1

E cada elemento está em equilíbrio sob a ação de duas forças iguais e contrárias, T_0 e $-T_0$. Ao aplicar pequenas oscilações verticais tem-se a situação presente na figura 3.20.

Figura 3.20 - Modelo para o aplicativo String - partículas fora da posição de equilíbrio



Fonte – Adaptada de Nussenzveig, 2002, p.93.

Na situação em que $|y_1| \ll a$, $|y_2| \ll a$, onde y_1 e y_2 são os deslocamentos verticais das duas partículas em relação à posição de equilíbrio, o comprimento das molas sofre uma variação desprezível, de modo que a tensão continua tendo magnitude $\approx T_0$, mas a direção passa a ter uma componente vertical. É a resultante dessas componentes verticais que atua como força restauradora sobre cada partícula. Assim, a mola da esquerda exerce sobre a partícula 1 a força restauradora vertical

$$F_1 = -T_0 \sin(\theta_1) \approx -T_0 \tan(\theta_1) = -T_0 y_1 / a \quad \text{Equação 2}$$

Onde θ_1 é o ângulo entre a mola e a horizontal, que é muito pequeno por hipótese, de modo que $\sin(\theta_1) \approx \tan(\theta_1)$.

Analogamente, a mola da extrema direita exerce sobre a partícula 2 a força restauradora vertical:

$$F_2 \approx -T_0 \tan(\theta_2) = -T_0 y_2 / a \quad \text{Equação 3}$$

Dirigida para cima, porque $y_2 < 0$, no caso da figura. A mola do meio exerce uma força restauradora F_{12} sobre partícula 1 e $-F_{12}$ sobre a partícula 2, onde, analogamente

$$F_{12} \approx -T_0 (y_1 - y_2) / a$$

Assim, a equação da força resultante para cada partícula fica:

$$F_{R1} = F_1 + F_{12} = -\frac{T_0}{a} [y_1 + (y_1 - y_2)] \quad \text{Equação 4}$$

$$F_{R2} = F_2 - F_{12} = -\frac{T_0}{a} [y_2 - (y_1 - y_2)] \quad \text{Equação 5}$$

Feito isso, basta determinar a aceleração, velocidade e a nova posição de cada partícula dado um intervalo de tempo Δt .

$$a_1 = \frac{F_{R1}}{m} \quad \text{Equação 6}$$

$$a_2 = \frac{F_{R2}}{m} \quad \text{Equação 7}$$

$$v_1 = v_{01} + a_1 \cdot \Delta t \quad \text{Equação 8}$$

$$v_2 = v_{02} + a_2 \cdot \Delta t \quad \text{Equação 9}$$

$$s_1 = s_{01} + v_1 \cdot \Delta t \quad \text{Equação 10}$$

$$s_2 = s_{02} + v_2 \cdot \Delta t \quad \text{Equação 11}$$

3.2.2.2 Condições de contorno

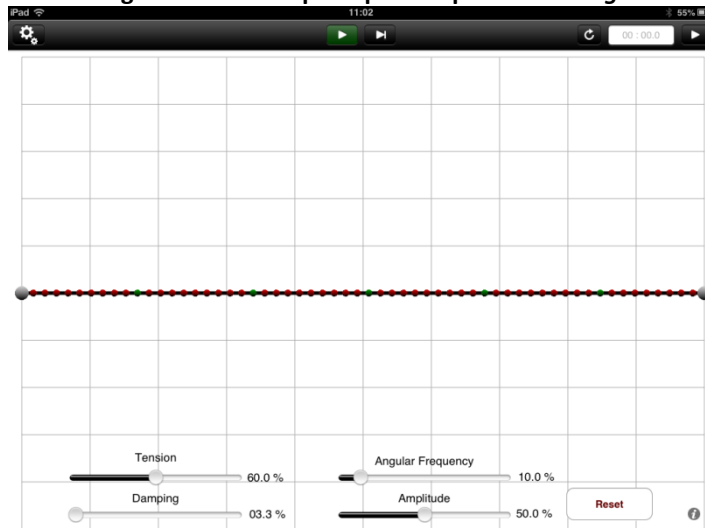
A corda sempre começa e termina com um elemento de massa. O elemento mais à direita é que tratará as condições de contorno da corda. São duas as possibilidades: extremidade fixa ou livre.

No caso da extremidade fixa, o elemento de massa não deve ter sua posição, velocidade e aceleração alteradas. Já no caso em que a extremidade é livre, o elemento de massa somente é puxado pelo elemento diretamente à sua esquerda, sem qualquer outra força exercida por algum elemento à sua direita.

3.2.2.3 Tela principal

A tela principal do aplicativo **String** é composta por uma corda com sessenta elementos, controles deslizantes para ajuste dos parâmetros da corda, botões para controle da animação e para abrir a tela de ajuste, assim como um pequeno cronômetro que pode ser utilizado em atividades de investigação.

Figura 3.21 – Tela principal do aplicativo *String*

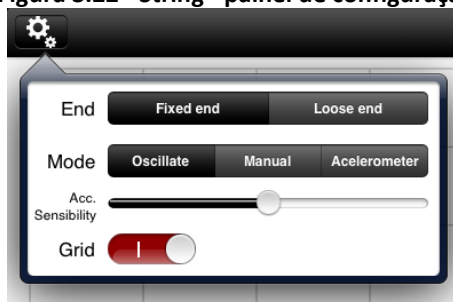


Fonte – Imagem produzida pelo autor

3.2.2.4 Painel de configuração

No painel de configuração, podem ser ajustados o tipo da extremidade, se livre ou fixa; o modo de oscilação, como oscilação automática, manual ou decorrente do acelerômetro do dispositivo; e a exibição ou não das marcações de espaços na tela.

Figura 3.22 - String - painel de configuração



Fonte – Imagem produzida pelo autor

3.2.2.5 Possibilidades no ensino

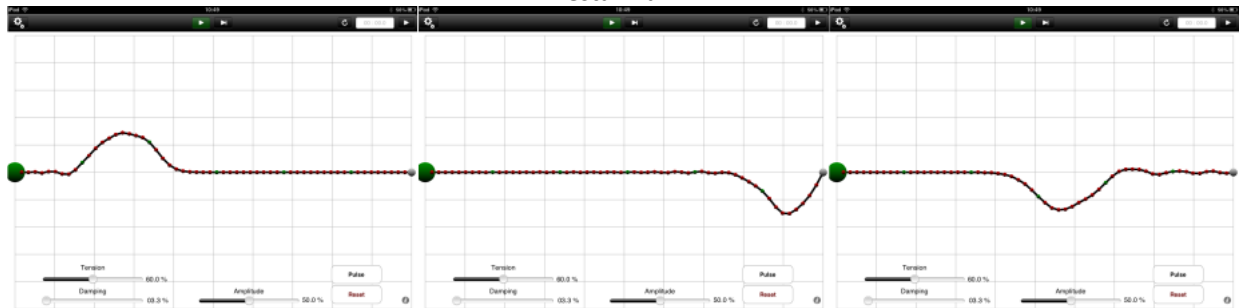
3.2.2.5.1 Conceitos básicos de ondulatória

Pode-se utilizar o aplicativo para verificação de conceitos básicos da ondulatória, como velocidade de propagação, amplitude, frequência e comprimento de onda.

3.2.2.5.2 Reflexão de ondas

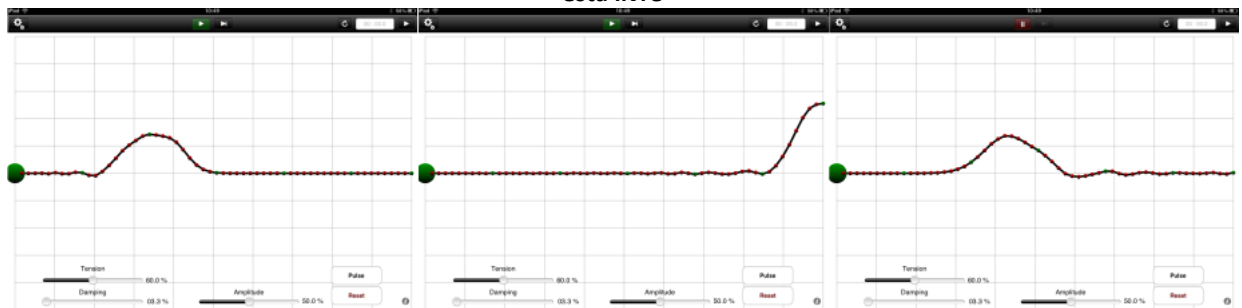
Outra possibilidade é utilizar o aplicativo para observar como os pulsos de onda são refletidos no caso de extremidade livre ou fixa, como nas imagens representadas pela figura 3.23 e pela figura 3.24.

Figura 3.23 - Sequência de imagens mostrando a reflexão do pulso quando a extremidade da corda (à direita) está fixa



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Figura 3.24 - Sequência de imagens mostrando a reflexão do pulso quando a extremidade da corda (à direita) está livre

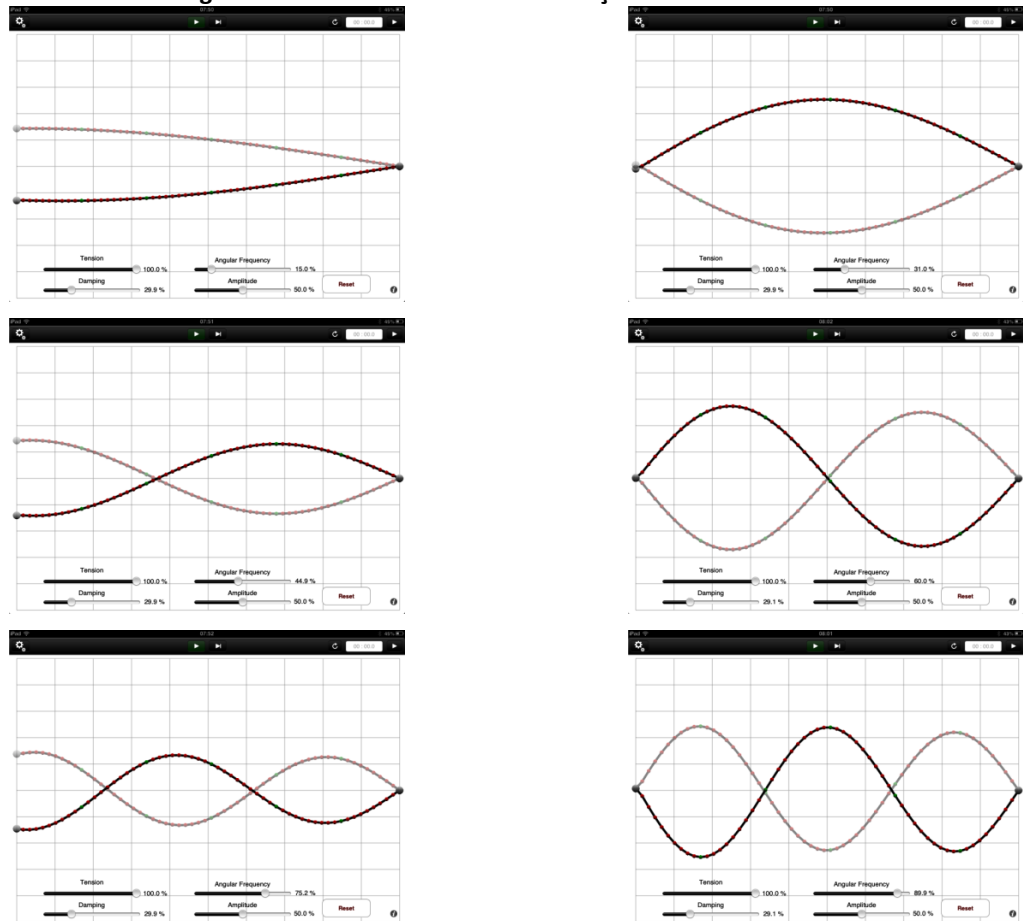


Fonte – Imagem produzida pelo autor

3.2.2.5.3 Ondas estacionárias

Alterando os parâmetros da corda, é possível encontrar os modos de sua oscilação natural. A sequência de imagens da Figura 3.25 ilustra os modos de oscilação da corda (as imagens foram editadas, tendo sido cada uma gerada por meio da sobreposição de duas capturas de tela do aplicativo).

Figura 3.25 - Modos normais de oscilação da corda



Fonte – Imagem produzida pelo autor

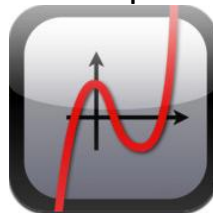
3.2.3 Aplicativo Equation

3.2.3.1 Introdução

O aplicativo “Equation” possui duas versões, uma para tablet e outra para smartphone. Com ele, é possível verificar a variação de gráficos de equações polinomiais de até terceiro grau do tipo:

$$y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$$

Figura 3.26 - Ícone do aplicativo "Equation"

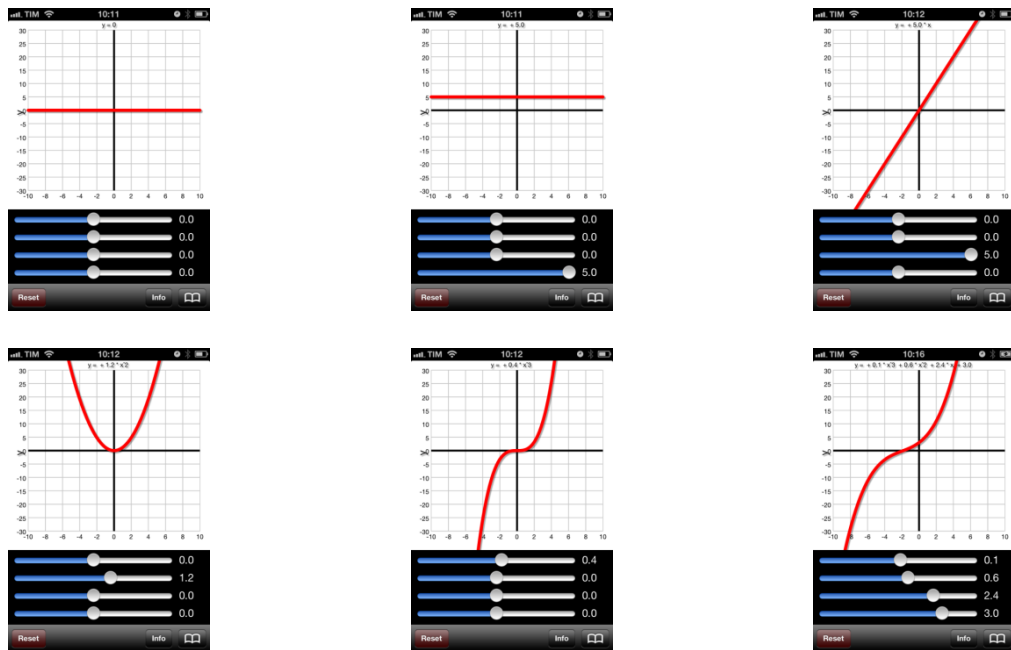


Fonte – imagem produzida pelo autor

A tela principal apresenta quatro controles, cada um responsável pelo ajuste de um dos parâmetros da equação. A curva é automaticamente ajustada com a modificação

do valor dos controles. A figura 3.27 ilustra uma sequência de imagens mostrando algumas possibilidades para explorar o aplicativo.

Figura 3.27 – Sequência mostrando as diversas possibilidades do aplicativo Equation na versão para iPhone



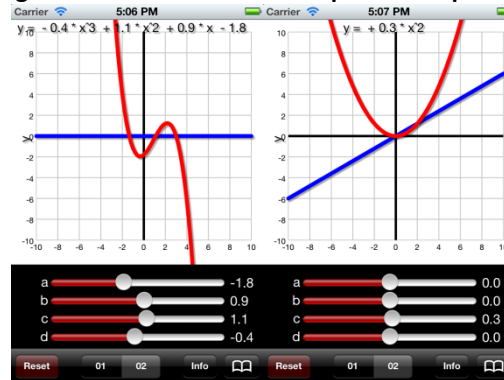
Fonte – Imagens elaborada pelo autor

Esse aplicativo, apesar de (ou por conta de) sua simplicidade, foi um dos mais baixados do autor. Desde o lançamento, em dezembro de 2011, até o início do mês de outubro de 2012, houve o *download* de mais de cinco mil cópias, por usuários de oitenta países.

3.2.3.2 Nova versão

Uma nova versão do aplicativo foi desenvolvida e a principal novidade é a possibilidade de desenho de duas funções ao mesmo tempo. Dessa forma, o estudante pode comparar como cada parâmetro afeta o gráfico da função.

Figura 3.28 - Nova versão do aplicativo Equation



Fonte – imagens produzidas pelo autor

3.2.3.3 Possibilidades no ensino

3.2.3.3.1 Equação da reta

- Verificar como os parâmetros de uma função da reta alteram o seu gráfico.
- Perceber que numa equação do tipo $y = a + b \cdot x$ o parâmetro a é sempre aquele onde o gráfico corta o eixo y e o valor de b é dado pela relação $b = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.
- Investigar as raízes da equação. Perceber que se $b \neq 0$, a equação sempre tem uma raiz real, pois a reta em algum momento corta o eixo x .

3.2.3.3.2 Equação do 2º grau

- Ao introduzir as equações do 2º grau, pode-se fazer o estudante perceber o formato da equação e que a função pode ter duas, uma ou nenhuma raiz real, apenas observando quantas vezes o eixo x é cortado pela função.
- Entender quando a parábola tem a concavidade para cima e quando fica para baixo.

3.2.3.3.3 Equação do 3º grau

- Fazer o estudante perceber que a equação do 3º grau sempre tem, ao menos, uma equação real.

4 Resultados

Com o lançamento na AppStore, o aplicativo deixa de ser do autor e passa a ser do usuário que, com sua criatividade, utiliza as funções de maneiras sequer previstas pelo desenvolvedor. Nesse contexto, confirmam-se alguns dos resultados obtidos.

4.1 Aplicativo Cinemática

4.1.1 Resenhas na AppStore

Figura 4.1 - Resenhas feitas na AppStore brasileira sobre o aplicativo Cinemática

Você é o cara! ★★★★★

by APM físico - Version 01 - Mar 24, 2013

Tenho procurado um aplicativo como este bastante tempo. Parabéns pela criatividade e iniciativa! Se tiver mais aplicativos como este me fale e eu o divulgarei! Meu face: APM físico. Grande abraço!

Parabens pelo app! ★★★★★

by allan666 - Version 01 - Jun 26, 2012

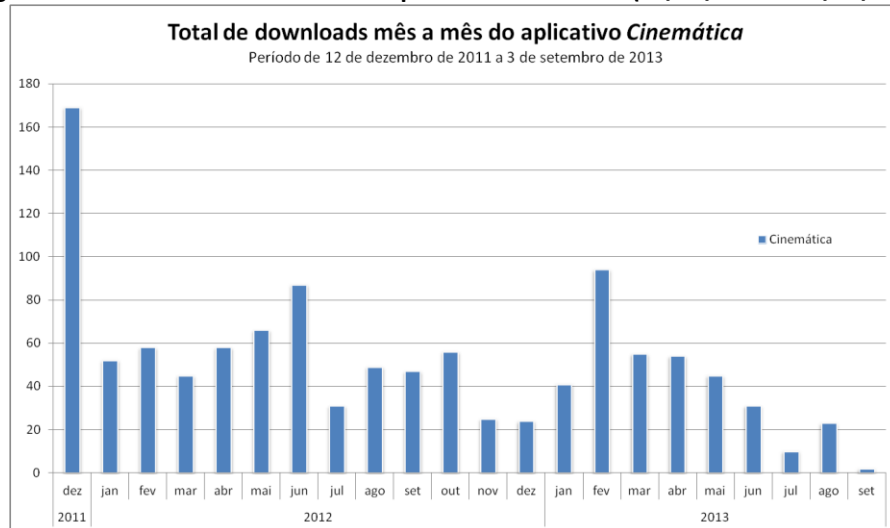
Parabens pela iniciativa e pelo APP. Muito bem feito e útil para ensinar conceitos de maneira intuitiva! Recomendo a todos (professores e alunos). Também sou desenvolvedor (meus apps: "iDynamic" e "can U control" (free)) e sei do trabalho que dá fazer (ainda mais disponibilizar de graça). Parabens ao prof. Ricardo Varjão! Precisamos de mais professores assim!

Fonte – iTunes Connect (<https://itunesconnect.apple.com>) – a partir de login do autor)

4.1.2 Downloads

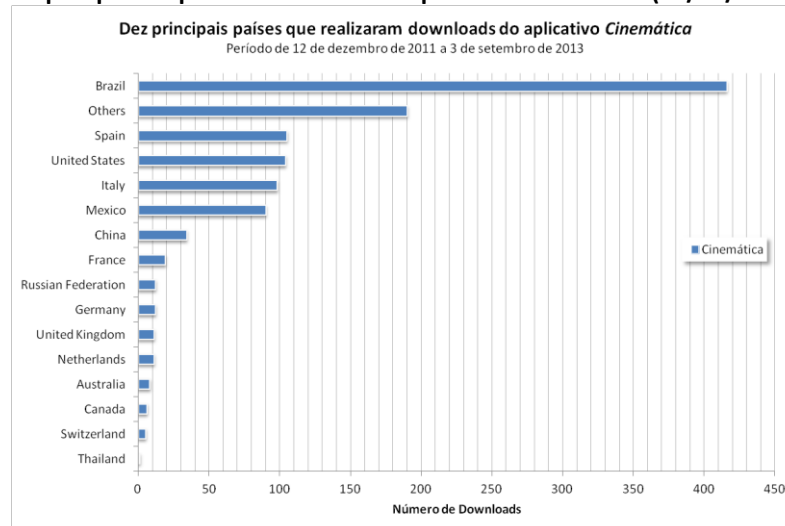
Do lançamento do aplicativo, no dia 12 de dezembro de 2011 até o dia 3 de setembro de 2013, foram feitos 1122 downloads, sendo distribuídos de acordo com o gráfico da figura 4.2.

Figura 4.2 - Downloads realizados do aplicativo *Cinemática* (12/12/2011 – 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor.

Figura 4.3 - Principais países que mais baixaram o aplicativo *Cinemática* (12/12/2011 – 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor

4.1.3 Formas de utilização

O autor, através do Facebook, entrou em contato com o usuário APM Físico, responsável pela resenha ilustrada na figura 4.1. Ele é professor do colégio MV1 Total do Rio de Janeiro e segundo seu relato “Está sendo de grande valia o app cinemática. [...] No colégio onde leciono, os alunos tem acesso aos iPad durante a aula. Apresentei o app para eles, os ensinei a usar e interpretar e pedi para que eles criassem os problemas e resolvessem tb (sic). Ficou uma aula bem interativa”.

4.2 Aplicativo Equation

4.2.1 Resenhas na AppStore

Figura 4.4 - Resenhas feitas na AppStore americana, inglesa e brasileira sobre o aplicativo Equation

Great app and concept ★★★★★

by Retry4z - Version 3.5 - May 19, 2013

This is an awesome app that lets you see exactly what each coefficient does in polynomials of up to third degree. I used it in tutoring and my students found it really helpful. There could be some improvements: the magnitude of the coefficients isn't easy to adjust exactly as you want, so having an option to type them would solve this problem. I wish the variables were reversed: the way we learn in the US is $ax^3 + bx^2 + cx + d$. And also maybe an option of choosing a 3rd order or 2nd order polynomial. This would make the app much more intuitive.

Brings equations alive! ★★★★★

by iffish - Version 2.1 - Jul 1, 2012

I've been looking for a good app to help introduce my daughter to algebra -- visually. This one is simple but very elegant! You have 4 slide controls to control the settings of a,b,c,and d for an equation in the form: $ax^3+bx^2+cx^x+d$. As you move a slider the graph morphs, moves, and twists at the same time. With this you can see every imaginable graph of line, hyperbola, and beyond ... And how the graphs interrelate. You can watch as a slight change in variables affects the graph ... Sometimes subtly and sometimes dramatically! This is quite cool and I thank the author for creating and sharing it!

Needs 'square' Cartesian ★★★

by Bejweled - Version 2.1 - Mar 16, 2012

This has potential. When I reset I would like the x and y axis to be the same.

Muito bom!! ★★★★★

by Felipedrf - Version 3.0 - Mar 1, 2013

Ajudou bastante a ter noção dos gráficos, em Cálculo 1, rs.

Impressionante!!!! bazinga ★

by NathanMeira - Version 3.0 - Feb 15, 2013

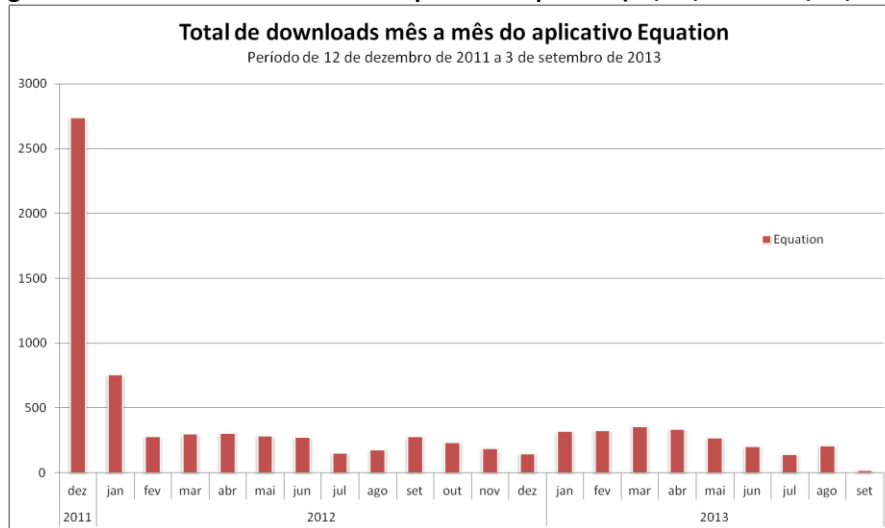
Bazzzzzzzzzzzzzinga :-DDDDDD

Fonte – iTunes Connect (<https://itunesconnect.apple.com> – a partir de login do autor)

4.2.2 Downloads

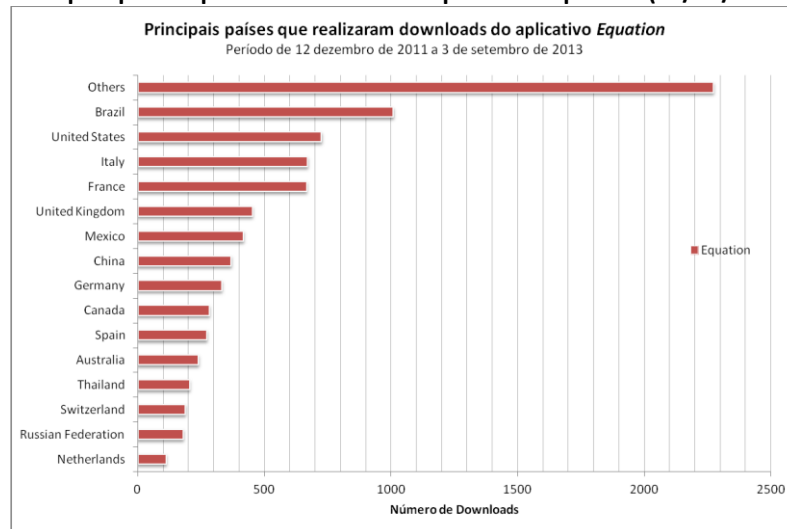
Este foi o aplicativo mais baixado, com 8369 cópias distribuídas no período de 12 de dezembro de 2011 a 03 de setembro de 2013.

Figura 4.5 - Downloads realizados do aplicativo Equation (12/12/2011 - 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Figura 4.6 - Principais países que mais baixaram o aplicativo Equation (12/12/2011 - 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor

4.2.3 Formas de utilização

Apesar de não haver relatos sobre a forma de utilização, a resenha feita na AppStore Americana por um pai que tenta ensinar à sua filha os detalhes matemáticos das equações (Figura 4.4) é, simplesmente, fantástico.

4.3 Aplicativo String

4.3.1 Resenhas na AppStore

Figura 4.7 - Resenhas feitas na AppStore americana e brasileira sobre o aplicativo String

Perfect ★★★★★
by TJkn126 - Version 1.0 - Mar 28, 2012
Exactly what I need for my Physics test

well done and cool! ★★★★★
by allan666 - Version 1.0 - Jun 25, 2012

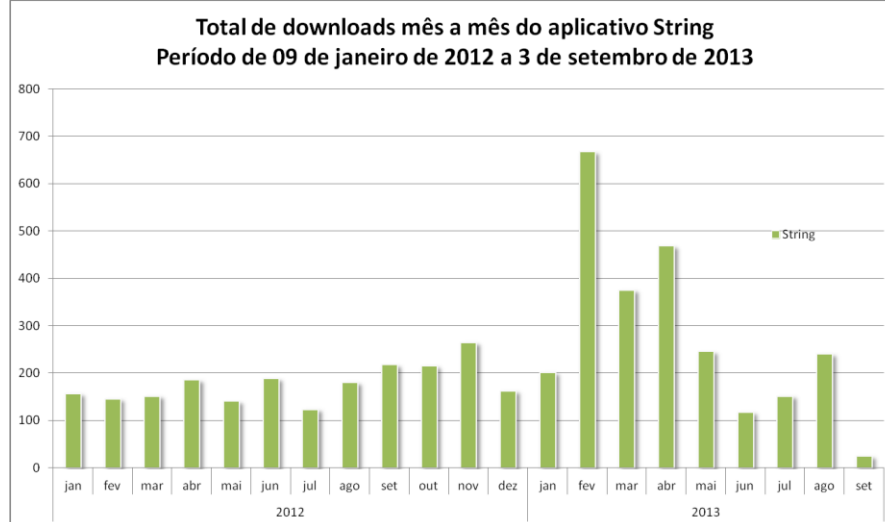
app very educative and entertaning. congratulations to the developer. im also a developer and know how hard it is to dc simulations (my apps: iDynamic, can U control).

Fonte – iTunes Connect (<https://itunesconnect.apple.com> – a partir de login do autor)

4.3.2 Downloads

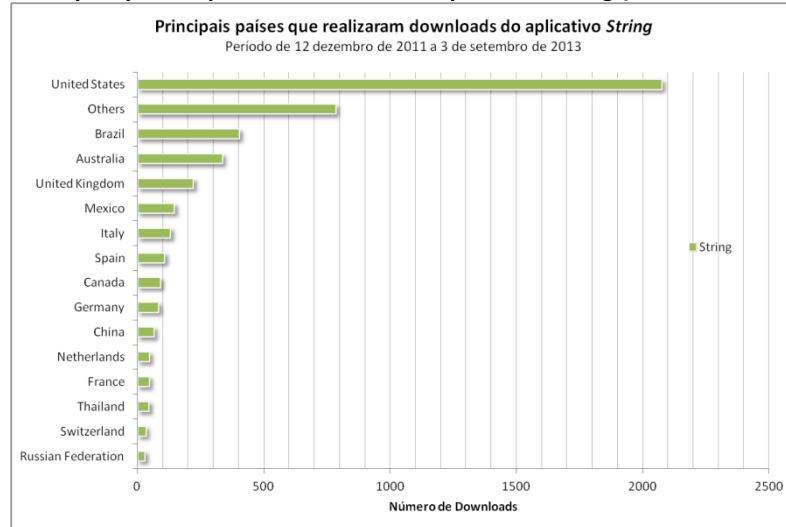
Desde o dia 9 de janeiro de 2012 até o dia 03 de setembro de 2013, foram baixadas 4635 cópias de acordo com o gráfico da figura 4.8.

Figura 4.8 - Downloads realizados do aplicativo String (09/01/2012 – 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor.

Figura 4.9 - Principais países que mais baixaram o aplicativo String (09/01/2012 – 03/09/2013)



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Interessante verificar que os downloads nos Estados Unidos da América (1717) superam os downloads de todos os outros países juntos (1242).

4.3.3 Formas de utilização

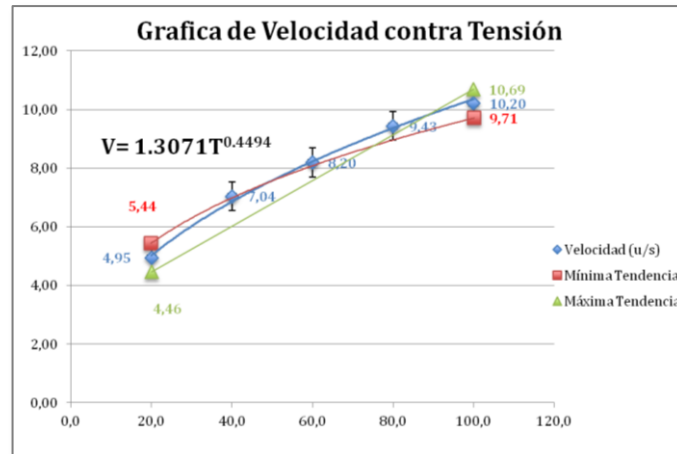
Esse aplicativo foi o que mais surpreendeu na sua forma de utilização. Em agosto de 2012, um estudante mexicano entrou em contato com o autor, via rede social, para tirar algumas dúvidas em relação ao aplicativo, que estava sendo utilizado por seu professor, para demonstrar como a velocidade do pulso é afetada pela densidade da corda e pela tensão aplicada a ela, por meio da relação:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

Equação 12

Como no aplicativo não era possível alterar a massa de cada elemento, alterando assim a densidade linear da corda, o estudante fez o experimento alterando a tensão na corda. Os gráficos que o estudante realizou da velocidade do pulso em função da força tensora podem ser vistos na figura 4.10:

Figura 4.10 - Velocidade de propagação do pulso de onda em função da força tensora aplicada



Fonte – Relatório de estudante mexicano enviado ao autor

O estudante termina o relatório com a seguinte conclusão:

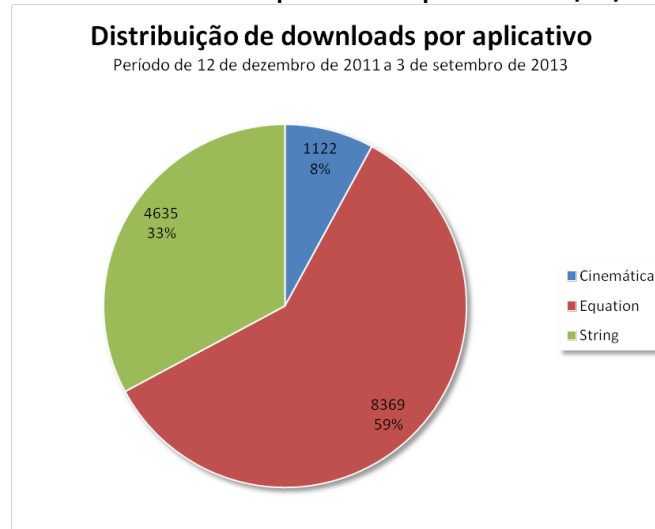
“Como ya se había planteado, la velocidad de la onda aumenta conforme la tensión de la cuerda incrementa. Es importante recalcar la fórmula $V = 1.3071T^{0.4494}$, y prestar especial atención al exponencial “0.44”. Si lo comparamos con la fórmula $V = \sqrt{\frac{T}{m/L}}$, la fórmula varía solamente por 0.06 unidades, debido a que la raíz de T se puede expresar como $T^{0.5}$. Así mismo, el factor multiplica la $T^{0.4494}$ es la raíz de la división de la masa de la cuerda entre su longitud, la cual la consideramos constante y es por eso que arroja ese número. Así mismo, en el segundo experimento se comprobó que la amplitud no afecta la velocidad, como ya se había planteado en la hipótesis.”

4.4 Em Resumo

Resumindo, no período de 12 de dezembro de 2011 a 09 de setembro de 2013 foram feitos **14126** downloads dos aplicativos, em 112 países. Os Estados Unidos da América foram o país que mais fez downloads, com 2903, seguido pelo Brasil, com 1826, e pela Itália com 897. Os demais somam 8500 cópias baixadas.

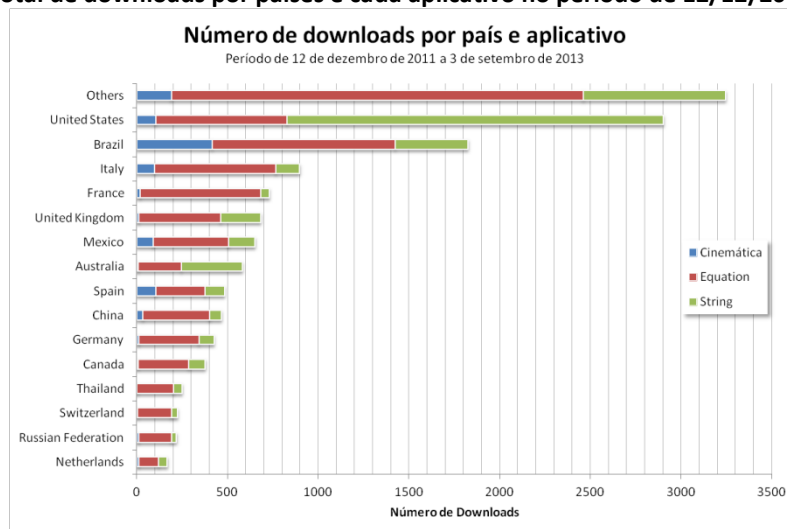
Os detalhes podem ser vistos nos gráficos da figura 4.11 e figura 4.12.

Figura 4.11 – Total de downloads dos aplicativos no período de 12/12/2011 a 12/09/2013



Fonte – Imagem produzida pelo autor

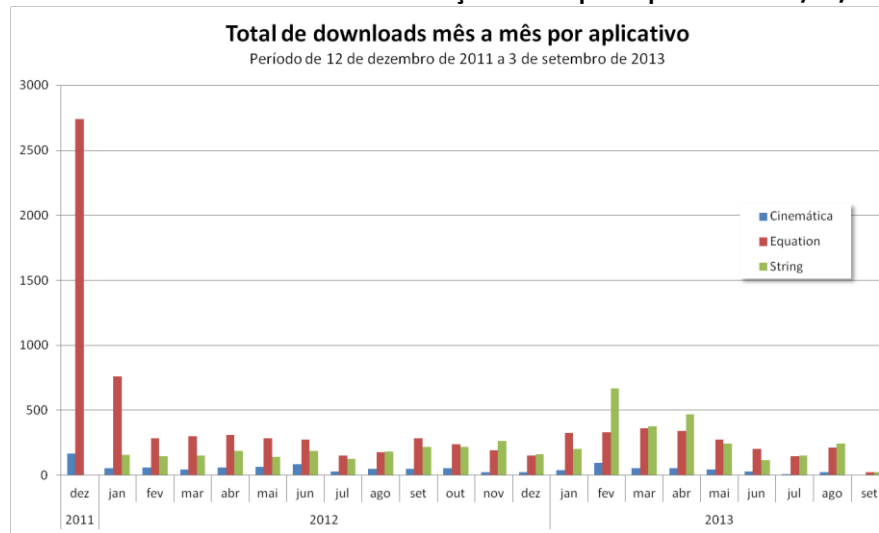
Figura 4.12 – Total de downloads por países e cada aplicativo no período de 12/12/2011 a 03/09/2013



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Interessante também visualizar o número de downloads ao longo do tempo, mesmo sem qualquer campanha divulgação. É possível vislumbrar o aumento do interesse no início do ano letivo, como se vê na figura 4.13.

Figura 4.13 – Número de downloads realizados em função do tempo no período de 12/12/2011 a 03/09/2013



Fonte – imagem produzida pelo autor

5 Considerações Finais

Os gráficos e tabelas com o número de downloads e o total de países alcançados apresentados neste trabalho mostram o sucesso no desenvolvimento e distribuição dos aplicativos produzidos pelo autor. Os relatos de professores e de usuários comprovam a satisfação dessas pessoas em usar os aplicativos, tanto em sala de aula como em ambientes não formais (suas próprias casas).

Desde o lançamento dos três aplicativos demonstrados nesse trabalho, o autor já desenvolveu outros cinco voltados para ensino de física e matemática, pensando em dar continuidade ao conhecimento adquirido com a elaboração deste trabalho, contribuindo para a mudança de paradigma na educação.

O Jornal Folha de São Paulo lançou recentemente um concurso de aniversário em que crianças deveriam dissertar sobre como seria o jornal em 50 anos, ou seja, no ano de 2063. Dentre os vencedores, uma criança relatou que o jornal do futuro seria um dispositivo que transmitiria as informações diretamente para o cérebro das pessoas. Os estudantes seriam impedidos de levar qualquer outro dispositivo móvel para as escolas, passando por um aparelho de raios-X já na entrada, para verificar se não os transportavam (FOLHA DE SÃO PAULO, 2013). É muito óbvio perceber que esta criança já vivencia uma série de restrições na sua escola, como não levar o telefone celular ou utilizar a internet do laboratório de forma limitada, sem acesso a *sites* como Facebook e Youtube. Para ela, a escola ainda vai ser assim, mesmo em 2063.

É importante que educadores e gestores escolares estejam abertos a mudanças, que ocorrem cada vez mais rápido, e se apoderem das tecnologias para benefício da própria escola e do desenvolvimento intelectual dos estudantes, ao invés de colocarem barreiras ao novo.

6 Referências

- ABBONDATI, M. **Um ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de tópicos de matemática do ensino fundamental**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2013.
- ADMIRAAL, W.; HUIZENGA, J.; AKKERMA, S. The concept of flow in collaborative game-based learning. **Computers in Human Behavior**, 27,3, Maio 2011. 1185-1194.
- ALVAREZ, C.; BROWN, C.; NUSSBAUM, M. Comparative study of netbooks and tablet PCs for fostering face-to-face collaborative learning. **Computers in Human Behavior**, 27, 2 Março 2011. 834-844.
- APPLE. Apple Awarded \$30 Million iPad Deal From LA Unified School District. **Apple**, Califórnia, 2013. Disponível em: <<http://www.apple.com/pr/library/2013/06/19Apple-Awarded-30-Million-iPad-Deal-From-LA-Unified-School-District.html>>. Acesso em: 01 set. 2013.
- ASTRAGON. Astragon. **Astragon**. Disponível em: <<http://www.astragon.de>>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- BANKS, J.; NELSON, B. L.; JOHN, C. **Discrete-event system simulation**. 4a. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2004.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. **How People Learn, Brain, Mind, Experience, and School**. Washington, D.C: National Academy Press, 2000.
- BRASIL. **PCN+ Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação. Brasília, p. 71-72. 2006.
- BRASIL. **Lei nº12.507, de 11.10.2011. Altera, dentre outros, o art 28 da Lei 11.196 de 21.11.2005, para incluir no Programa de Inclusão Digital tablet PC produzido no País conforme processo produtivo básico estabelecido pelo Poder Executivo**. Brasília, DF: [s.n.], 2011. D.O.U. DE 13/10/2011, P. 2 p.
- CALLENDER, P. **Como preparar e utilizar a instrução programada**. Botafogo: Cia. Gráfica Lux, 1973.
- CARMO, R. S. B. D. **Ambiente virtual de aprendizagem em ondas e acústica para auxiliar o processo ensino e aprendizagem da física no ensino médio**. São Carlos: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2013.
- CENTER FOR MEDICAL SIMULATION. The Center For Medical Simulation, 2009. Disponível em: <<http://www.harvardmedsim.org/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; JOHNSON, C. W. **Inovação na sala de aula**. Tradução de Rodrigo Sardenberg. Porto Alegre: Bookman, 2012. 228 p.
- DESIGN SIMULATION. Interactive Physics. **Interactive Physics**, 2009. Disponível em:

<[http://www.interactivephysics.com.sg/download/ipbrochure\[1\].pdf](http://www.interactivephysics.com.sg/download/ipbrochure[1].pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2013.

ECHVERRÍA, A.; NUSSBAUM, M.; FELI, J. Face-to-Face Collaborative Learning Supported by Mobile Phones. **Interactive Learning Environments**, 19, 4, Setembro 2011. 351-363.

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - UNIVERSIDADE DE LISBOA. Modellus - Interactive modelling with mathematics. **Modellus - Interactive modelling with mathematics**. Disponível em: <<http://modellus.fct.unl.pt/>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

FINKELSTEIN, N. D. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.**, 6,2, Outubro 2010. 020117-1 - 020117-11.

FOLHA DE SÃO PAULO. Como será o jornal daqui a 50 anos? Confira palpites de crianças em concurso da 'Folhinha'. **Folha de São Paulo**, 07 Setembro 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folhinha/2013/09/1337605-como-sera-o-jornal-daqui-a-50-anos-confira-palpite-de-criancas-em-concurso-da-folhinha.shtml>>. Acesso em: 07 Setembro 2013.

FRONT LINE. **Front Line**, Fevereiro 2010. Disponível em: <<http://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/digitalnation/waging-war/a-new-generation/playing-america-army.html>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

GIZMAG. Gizmag. **America's Army game approaches five million downloads**, 25 Fevereiro 2005. Disponível em: <<http://www.gizmag.com/go/3762/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

GOODALEA, N. et al. Sickle blade life-history and the transition to agriculture: an early Neolithic case study from Southwest Asia. **Journal of Archaeological Science**, 37, n. 6, Junho 2010. 1192–1201.

GRUPPING, J. Flight Simulator History, 2001. Disponível em: <<http://fshistory.simflight.com/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

INTERACTIVE PHYSICS. Interactive Physics. **Interactive Physics**, 2009. Disponível em: <<http://www.interactivephysics.com.sg>>. Acesso em: 10 Agosto 2013.

ISAACSON, W. **Steve Jobs: a biografia**. Tradução de Berilo Vargas; Denise Bottmann e Pedro Maia Soares. São Paulo: Companhia das Letras, 2011. ISBN ISBN: 978-85-359-1971-4.

JIMOYIANNIS, A.; KOMIS, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. **Computers & Education**, 36, 2001. 183-204.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: Edição Ensino Superior 2013**. Tradução de Ez2translate. Austin: ONewMedia Consortium, 2013.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2009. ISBN 978-85-273-0111-4.

LIBÓRIO, B. Estudo mostra seis tecnologias que vão revolucionar as universidades. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p. 07, 07 set. 2013. Disponível em: <<http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/2013/09/1332659-estudo-mostra-seis-tecnologias-que-vao-revolucionar-as-universidades.shtml>>. Acesso em: 07 set. 2013.

MAYER, R. E. **The Blackwell dictionary of cognitive psychology**. Oxford: Basil Blackwell, 1990.

MAYER, R. E.; BAKER, E. L. Computer-based assessment of problem solving. **Computers in Human Behavior**, Volume 15,3–4, 31 Maio 1999. 269–282.

MCLEROY, C. Improving "America's Army". **Soldiers**, v. 63,9, p. 7-15, Setembro 2008.

MEIJDEN, H. V. D.; VEENMAN, S. Face-to-face versus computer-mediated communication in a primary school setting. **Computers in Human Behavior**, 21, 5, Setembro 2005. 831–859.

MELO, R. B. D. F. **O software modellus e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do movimento retilíneo e uniforme e do movimento retilíneo uniforme variado**. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

MENDES, J. F. **O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de Mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

MICROSOFT. Microsoft Flight. **Microsoft Flight**, 2013. Disponível em: <<https://microsoftflight.com>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA - DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL. Manual do curso de piloto comercial – Avião. **Agência Nacional de Aviação Civil**, dez. 1990. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/arquivos/zip/manualPCAviao.zip>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MORAES, M. C. **O Paradigma Educacional Emergente**. Campinas: Papyrus, 1997.

NETTO, S. P. **Tecnologia da educação e comunicação de massa**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1976.

NEVESA, . R. G. M.; NEVES, M. C.; TEODORO, V. D. Modellus: Interactive computational modelling to improve teaching of physics in the geosciences. **Computers & Geosciences**, Julho 2013. 119-126.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 4a edição rev. ed. São Paulo: Blucher, v. 2, 2002. ISBN ISBN 85-212-0299-7.

OLHAR DIGITAL. O fim dos netbooks. **Olhar Digital**, 2013. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/netbooks-deixam-de-ser-produzidos/31646>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

OWENS, J. A. **Composers at work**: The craft of musical composition - 1450 - 1600. Nova Iorque: Oxford University Press, 1997.

PARUSH, A.; HAMM, H.; SHTUB, A. Learning histories in simulation-based teaching: the effects on self-learning and transfer. **Computers & Education**, 39-4, Dezembro 2002. 319 a 332.

PEDRO, A.; LIMA, L. S. D. **História da Civilização Ocidental**. 2a.ed. São Paulo: FTD, 2005.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. **NCB University Press**, Lincoln, 9 (5), Outubro 2001. 1 - 6.

SEMAW, S. The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia: Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution Between 2.6–1.5 Million Years Ago. **Journal of Archaeological Science**, Maio 2000. 1997-1214.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. 5 ed. ed. São Paulo: Loyola, 2010. 26;27;38;269 p.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do Ensino**. Tradução de Rodolpho Azzi. [S.l.]: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.

SMALL, S. D. et al. Demonstration of High-fidelity Simulation Team Training for Emergency Medicine. **Academic Emergency Medicine**, 6, Abril 1999. 312-323.

STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: Um recurso pedagógico para professores e alunos. In: FONTOURA, H. A.; SILVA, M. **Práticas Pedagógicas, Linguagem e Mídias**: Desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas dimensões. Rio de Janeiro: ANPEd Nacional, v. 1, 2011. p. 39-54.

TECTOY. **Pense Bem**: Manual de Instruções. Manaus: [s.n.], 1988.

TEODORO, V. D. **Modellus**: Learning Physics with mathematical modelling. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2002.

U.S. ARMY. **U.S. Army**. Disponível em: <<http://www.americasarmy.com>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

UNESCO. ICT in Education, Agosto 2013. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts>>. Acesso em: 01 Agosto 2013.

WIKIPEDIA. Flight Simulator, 11 Agosto 2013a. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulator>. Acesso em: 20 ago. 2013.

WIKIPEDIA. History of Microsoft Flight Simulator. **Wikipedia**, 2013b. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Microsoft_Flight_Simulator>. Acesso em: 10 ago. 2013.

WILLIAMS GRAND PRIX ENGINEERING LIMITED. Williams. **Advanced Engineering**, 2013. Disponível em: <<http://www.williamsf1.com/Advanced-Engineering/Simulation-Systems/>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

7 Anexos

7.1 Subproduto – RVPlotView: Classe para geração de gráficos em aplicações iOS (iPhone e iPad)

Ao desenvolver os aplicativos educacionais “Cinemática” e “Equation” foi necessário desenvolver uma classe para gerar os gráficos gerados, isso porque o sistema da Apple não possuiu uma função interna pronta para este fim. Neste documento não será tratado o seu desenvolvimento mas sim, como um programador pode utilizá-la em outras aplicações. Vale lembrar que a leitura deste documento é voltada a programadores com familiaridade com desenvolvimento de software para iOS.

Neste exemplo serão desenhadas as funções representadas pela equação 13 e pela equação 14:

$$y = 2 \cdot x + 1$$

Equação 13

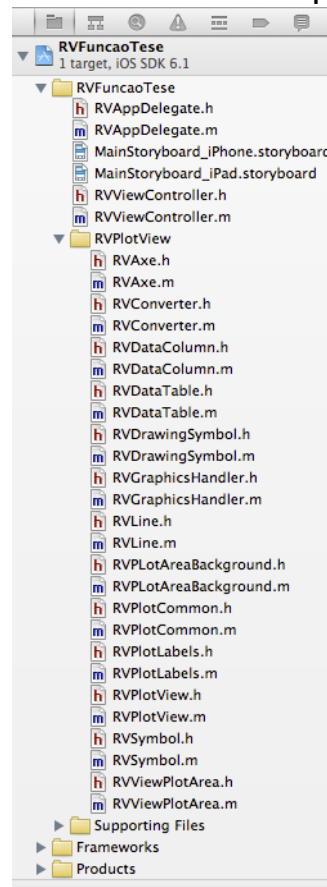
$$y = x^2$$

Equação 14

Ambas com x variando de -5 a 5.

Primeiramente cria-se um novo projeto no Xcode; neste exemplo foi criado um projeto chamado RVFuncaoTese com prefixo de classe RV; e depois deve-se copiar todos os arquivos para dentro do documento gerado.

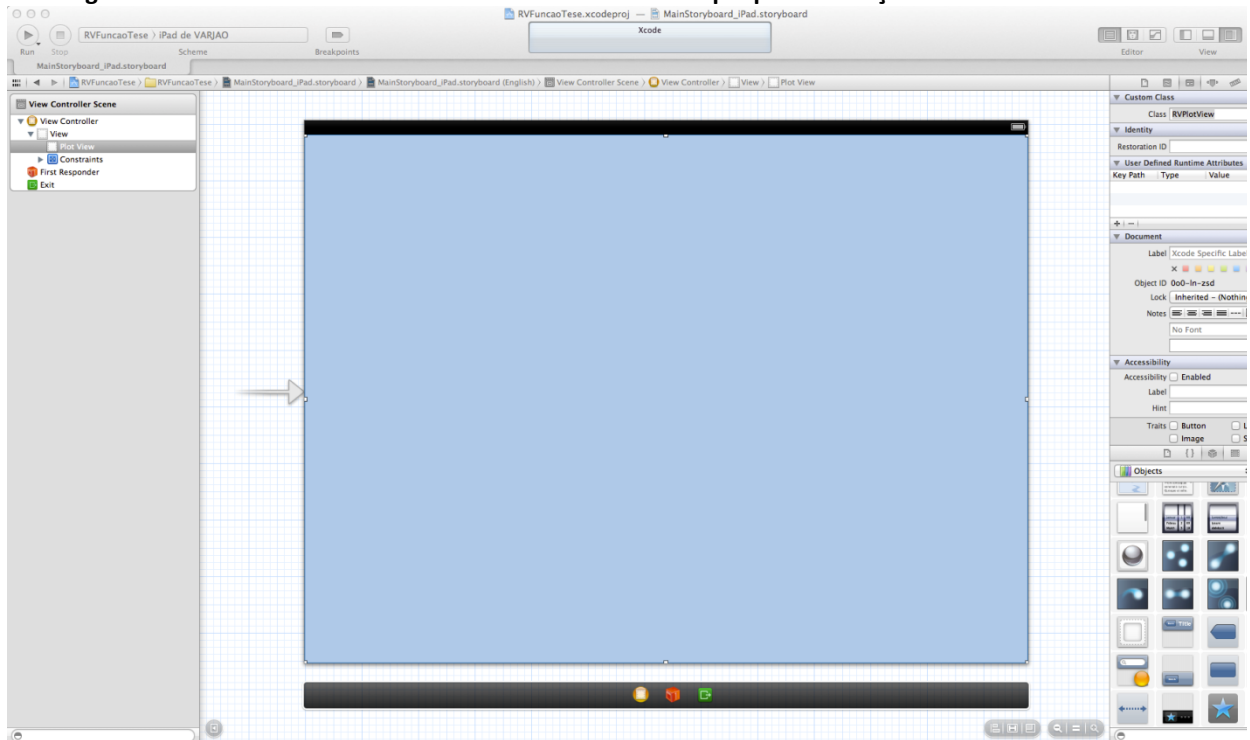
Figura 7.1 – Lista de arquivos utilizados na RVFuncaoTese – exemplo para utilização da classe RVPlotView



Fonte – Imagem produzida pelo próprio autor

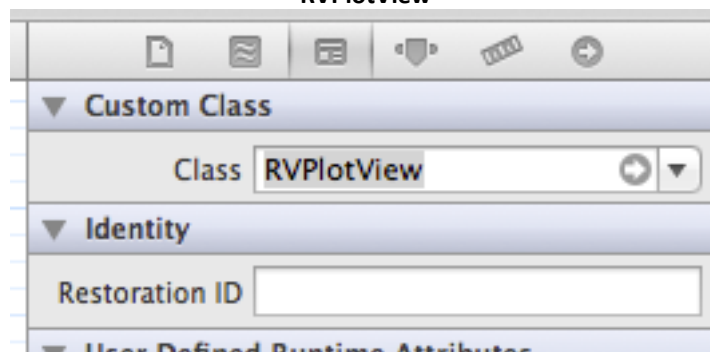
No storyboard, insira uma UIView e mude a sua classe como sendo uma RVPlotView:

Figura 7.2 – Tela do Xcode – inserindo uma UIView – exemplo para utilização da classe RVPlotView



Fonte – Imagem produzida pelo próprio autor

Figura 7.3 – Tela do Xcode – Detalhe para alteração da classe da UIView – exemplo para utilização da classe RVPlotView



Fonte – Imagem produzida pelo próprio autor

Indo agora no RVViewController.h, deve-se fazer as seguintes modificações e inserções de variáveis:

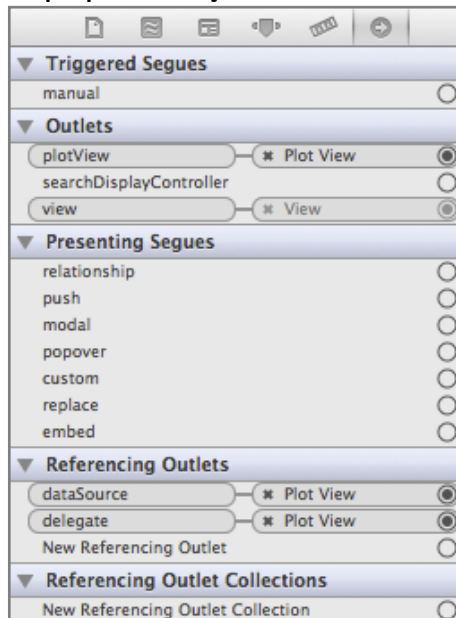
```
#import <UIKit/UIKit.h>
#import "RVPlotView.h"

@interface RVViewController : UIViewController<RVPlotViewDataSource,
RVPlotViewDelegate>{
IBOutletRVPlotView *plotView;
}
```

Perceba que o função do gráfico irá pedir uma fonte de dados(RVPlotViewDataSource), assim como quando é criada uma tabela, e também poderá fornecer um delegate(RVPlotViewDelegate), que serão detalhados mais adiante.

No storyboard, conecta-se a variável plotView criada com o objeto inserido, assim como o delegate e o datasource ao respectivo ViewController. Os outlets ficarão da seguinte forma:

Figura 7.4 – Tela do Xcode – Detalhe para conexão dos Outlets e Referencing Outlets no StoryBoard – exemplo para utilização da classe RVPlotView



Fonte – Imagem produzida pelo próprio autor

Para gerar o gráfico é necessário fornecer basicamente três coisas:

- Um eixo X
- Um eixo Y
- Uma tabela de dados

Utilizando as equações, serão fornecidos os dados presentes na Tabela 7.1 para o gráfico:

Tabela 7.1 – tabela para gerar gráficos de exemplo para utilização da classe RVPlotView

x	y1	y2
-5	-9	25
-4	-7	16
-3	-5	9
-2	-3	4
-1	-1	1
0	1	0
1	3	1

2	5	4
3	7	9
4	9	16
5	11	25

Para fornecer os dados são utilizados os seguintes métodos, chamados pelo data source:

```
- (RVAXe *)axeXForPlotView:(RVPlotView *)plotView;
- (RVAXe *)axeYForPlotView:(RVPlotView *)plotView;
- (RVDataTable *)dataTableForPlotView:(RVPlotView *)plotView;
```

Para gerar a tabela de dados, deve-se primeiramente criar as três colunas, utiliza-se a sub-classe RVDataColumn, nesta classe deve-se configurar alguns aspectos obrigatórios e outros de configuração visual opcional. Portanto, cria-se três variáveis do tipo RVDataColumn e uma variável que será a tabela de dados, ela é do tipo RVDataTable. Desta forma:

```
@implementationRVViewController{
RVDataColumn *columnX ;
RVDataColumn *columnY1;
RVDataColumn *columnY2;
RVDataTable *dataTable;
}
```

E no ViewDidLoad, faz-se as seguintes configurações, já com os devidos comentários:

```
- (void)viewDidLoad{
    [superviewDidLoad];

    columnX = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória
    columnY1 = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória
    columnY2 = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória

    columnX.plotDesignation = kPlotDesignationToX; //coluna é referente ao eixo X
    columnY1.plotDesignation = kPlotDesignationToY; //coluna é referente ao eixo Y
    columnY2.plotDesignation = kPlotDesignationToY; //coluna é referente ao eixo Y

    columnY1.XcolumnIndexReference = 0; //index de referencia para a coluna X, a
    coluna X deverá a ser a primeira a ser inserida na tabela
    columnY2.XcolumnIndexReference = 0; //index de referencia para a coluna X, a
    coluna X deverá a ser a primeira a ser inserida na tabela

    columnY1.label = @"Funcao linear"; //titulo da coluna
    columnY2.label = @"Funcao quadratica"; //titulo da coluna

    //Configuracoes visuais opcionais
    columnY1.shouldConnectPoints = YES; //se os pontos gerados no grafico deverao
    estar conectados por uma linha
    columnY1.shouldDrawSymbols = YES; //se os pontos deverao estar desenhados
    columnY1.line.width = 3.0f; //espessura da linha
    columnY1.line.color = RVColorWithName(kCOLOR_RED); //cor da linha
```



```

columnY1.symbol.fillColor    = RVCColorWithName(kCOLOR_LIGHT_RED);    //cor de
preenchimento do simbolo
columnY1.symbol.strokeColor = RVCColorWithName(kCOLOR_DARK_RED); //cor da linha do
simbolo
columnY1.symbol.length = 10.0f;    //tamanho do simbolo do ponto desenhado
columnY1.symbol.strokeWidth = 1.0f; //espessura da linha do simbolo do ponto
desenhado
columnY1.symbol.shouldDrawShadow = YES; //se o simbolo estara com sombra
columnY1.line.shouldDrawShadow = YES;  //se a linha estara com sombra

//MESMAS CONFIGURACOES PARA A COLUNA Y2, SOMENTE ALTERANDO AS CORES

columnY2.shouldConnectPoints = YES;    //se os pontos gerados no grafico deverao
estar conectados por uma linha
columnY2.shouldDrawSymbols = YES;    //se os pontos deverao estar desenhados
columnY2.line.width = 3.0f;    //espessura da linha
columnY2.line.color = RVCColorWithName(kCOLOR_BLUE); //cor da linha

columnY2.symbol.fillColor    = RVCColorWithName(kCOLOR_LIGHT_BLUE);    //cor de
preenchimento do simbolo
columnY2.symbol.strokeColor = RVCColorWithName(kCOLOR_DARK_BLUE); //cor da linha do
simbolo
columnY2.symbol.length = 10.0f;    //tamanho do simbolo do ponto desenhado
columnY2.symbol.strokeWidth = 1.0f; //espessura da linha do simbolo do ponto
desenhado
columnY2.symbol.shouldDrawShadow = YES; //se o simbolo estara com sombra
columnY2.line.shouldDrawShadow = YES;  //se a linha estara com sombra

dataTable = [[RVDataTablealloc] init]; //aloca a tabela na memoria
[dataTableaddColumn:columnX];    //insere a coluna X
    [dataTableaddColumn:columnY1];    //insere a coluna Y1
    [dataTableaddColumn:columnY2];    //insere a coluna Y2

plotView.shouldDrawLegend = YES; //deve desenhar a legenda
plotView.legendBorderColor = RVCColorWithName(kCOLOR_DARK_GRAY); //cor da borda da
legenda
plotView.legendRadiusCorner = 5.0f; //raio da borda do retangulo da legenda
}

```

Feita a configuração inicial, insira os dados na tabela a partir do método:

```
-(RVDataTable *)dataTableForPlotView:(RVPlotView *)plotView;
```

Ficando, então, da seguinte forma:

```
-(RVDataTable *)dataTableForPlotView:(RVPlotView *)plotView{
//remove os possiveis objetos das colunas
[columnXremoveAllObjects];
    [columnY1removeAllObjects];
    [columnY2removeAllObjects];
//loop para popular a tabela
for (CGFloat x = -5; x <= 5; x++){
CGFloat y1 = 2 * x + 1;    //funcao Y1

```

```

CGFloat y2 = powf(x, 2);    //funcao Y2

[columnXaddDataWithFloat:x]; //adiciona o valor de X na coluna X
    [columnY1addDataWithFloat:y1]; //adiciona o valor de y1 na coluna Y1
    [columnY2addDataWithFloat:y2]; //adiciona o valor de y2 na coluna Y2
}
returndataTable; //retorna a tabela de dados para o grafico
}

```

Deve-se agora configurar os eixos usando a sub-classe RVAxis, cria-se mais duas variáveis no @implementation, deixando-o assim:

```

@implementationRVViewController{

RVDataColumn *columnX ;
RVDataColumn *columnY1;
RVDataColumn *columnY2;
RVDataTable *dataTable;
RVAxis *axeX;
RVAxis *axeY;
}

```

E no final do método viewDidLoad, fazem-se as seguintes configurações:

```

axeX = [[RVAxisalloc] init]; //aloca o eixo X na memória
axeY = [[RVAxisalloc] init]; //aloca o eixo Y na memória
axeX.title = @"eixo X"; //titulo do eixo x
axeY.title = @"eixo Y"; //titulo do eixo y

axeX.titleColor = RVCColorWithName(kCOLOR_BLACK); //cor da fonte do titulo do
eixo X
axeY.titleColor = RVCColorWithName(kCOLOR_BLACK); //cor da fonte do titulo do
eixo Y

axeX.titleFont = [UIFontboldSystemFontOfSize:12]; //fonte do titulo do eixo X
axeY.titleFont = [UIFontboldSystemFontOfSize:12]; //fonte do titulo do eixo Y

axeX.line.color = RVCColorWithName(kCOLOR_WHITE); //cor do eixo X
axeY.line.color = RVCColorWithName(kCOLOR_WHITE); //cor do eixo Y

```

Agora nos métodos que o data source irá solicitar os eixos, faz-se o seguinte:

```

-(RVAxis *)axeXForPlotView:(RVPlotView *)plotView{

    [axeXsetAutomaticLimitsWithDataColumn:columnXnumberOfThicks:10inverted:NO];
//este metodo calcula automaticamente os dados conforme os valores da colunaX
returnaxeX;
}

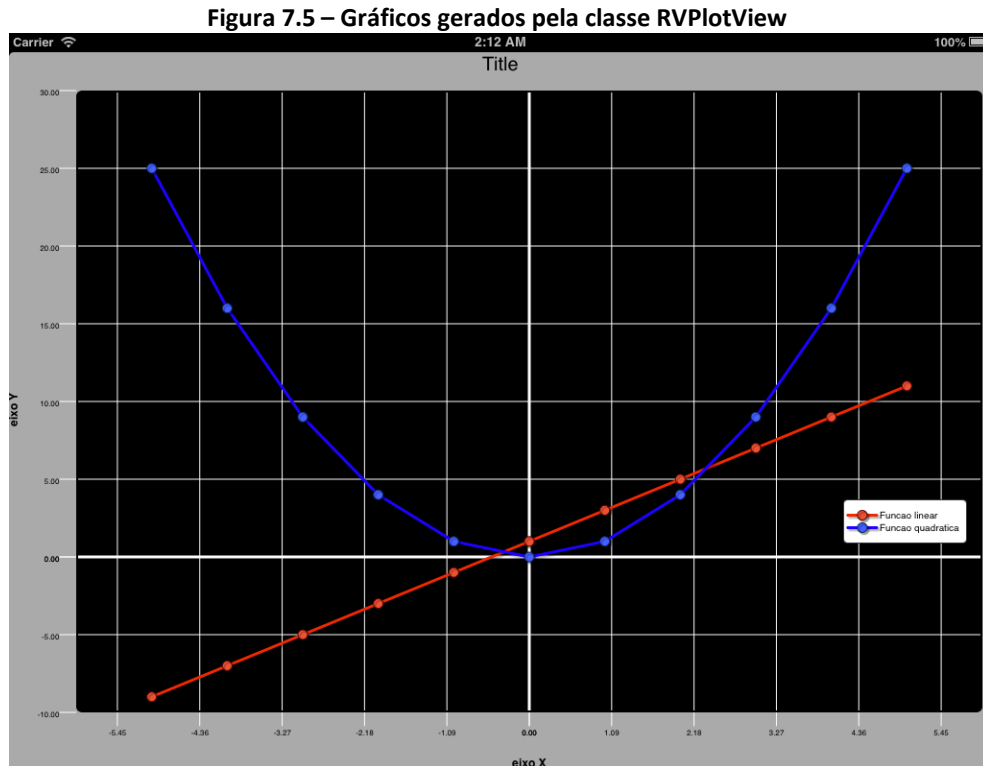
-(RVAxis *)axeYForPlotView:(RVPlotView *)plotView{
[axeYsetAutomaticLimitsWithDataColumn:columnY2numberOfThicks:10inverted:YES];
//este metodo calcula automaticamente os dados conforme os valores da colunaY2
returnaxeY;
}

```

Agora falta somente um método. No `viewDidAppear`, mande o gráfico recarregar os dados:

```
-(void)viewDidAppear:(BOOL)animated{
    [plotViewreloadData];
}
```

Colocando o programa para rodar, obtém-se:



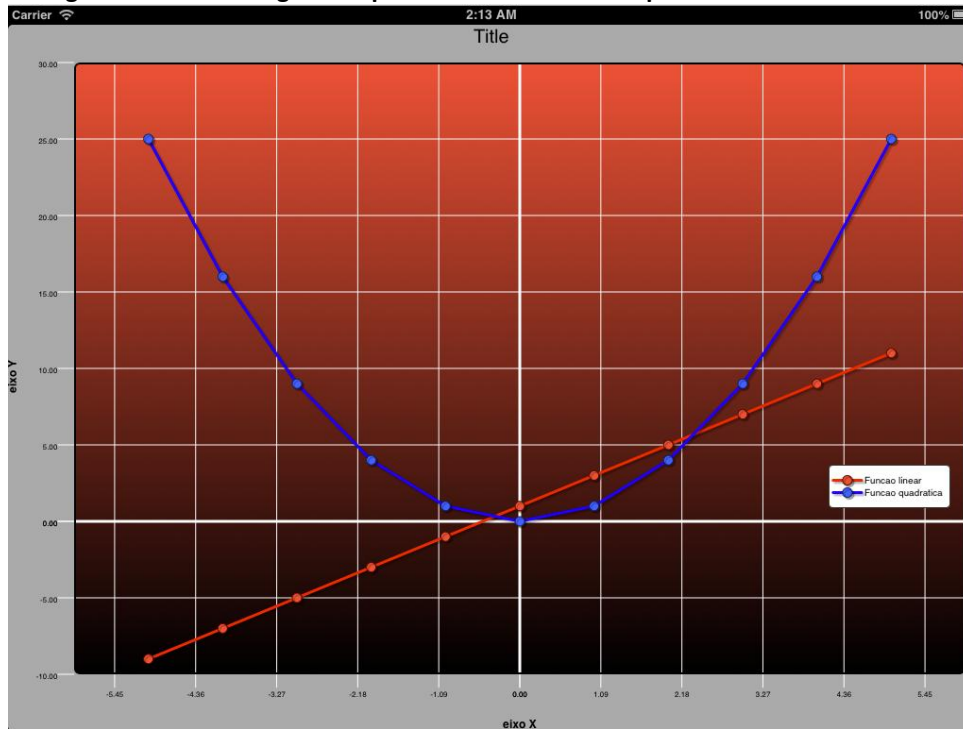
Fonte – Imagem produzida pelo autor

Ainda é possível mudar o fundo da área do gráfico com apenas uma linha de comando, por exemplo:

```
[plotView.viewPlotArea.background
setGradientFromColor:RVColorWithName(kCOLOR_LIGHT_RED)
toColor:RVColorWithName(kCOLOR_BLACK)];
```

Chamando esta função, o fundo ficará com um gradiente que vai de um vermelho claro até preto, o resultado está representado na figura 7.6.

Figura 7.6 – Gráficos gerados pela classe RVPlotView após alterar a cor de fundo



Fonte – Imagem produzida pelo autor

Percebe-se desta forma, que com poucas linhas de códigos é possível configurar todo o visual do gráfico fazendo desta classe uma poderosa ferramenta. A seguir todo o código inserido no RVViewController:

```
//ARQUIVO RVViewController.h
#import <UIKit/UIKit.h>
#import "RVPlotView.h"

@interface RVViewController : UIViewController<RVPlotViewDataSource,
RVPlotViewDelegate>{
IBOutlet RVPlotView *plotView;
}
@end

//ARQUIVO RVViewController.m
#import "RVViewController.h"

@interfaceRVViewController ()

@end

@implementation RVViewController{

RVDataColumn *columnX ;
RVDataColumn *columnY1;
RVDataColumn *columnY2;
RVDataTable *dataTable;
RVAXe *axeX;
RVAXe *axeY;
}
}
```

```

-(void)viewDidLoad{
[SuperviewDidLoad];

columnX = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória
columnY1 = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória
columnY2 = [[RVDataColumnalloc] init]; //alocado na memória

columnX.plotDesignation = kPlotDesignationToX; //coluna é referente ao eixo X
columnY1.plotDesignation = kPlotDesignationToY; //coluna é referente ao eixo Y
columnY2.plotDesignation = kPlotDesignationToY; //coluna é referente ao eixo Y

columnY1.XcolumnIndexReference = 0; //index de referencia para a coluna X, a
coluna X deverá a ser a primeira a ser inserida na tabela
columnY2.XcolumnIndexReference = 0; //index de referencia para a coluna X, a
coluna X deverá a ser a primeira a ser inserida na tabela

columnY1.label = @"Funcao linear"; //titulo da coluna
columnY2.label = @"Funcao quadratica"; //titulo da coluna

//Configuracoes visuais opcionais
columnY1.shouldConnectPoints = YES; //se os pontos gerados no grafico deverao
estar conectados por uma linha
columnY1.shouldDrawSymbols = YES; //se os pontos deverao estar desenhados
columnY1.line.width = 3.0f; //espessura da linha
columnY1.line.color = RVColorWithName(kCOLOR_RED); //cor da linha

columnY1.symbol.fillColor = RVColorWithName(kCOLOR_LIGHT_RED); //cor de
preenchimento do simbolo
columnY1.symbol.strokeColor = RVColorWithName(kCOLOR_DARK_RED); //cor da linha do
simbolo
columnY1.symbol.length = 10.0f; //tamanho do simbolo do ponto desenhado
columnY1.symbol.strokeWidth = 1.0f; //espessura da linha do simbolo do ponto
desenhado
columnY1.symbol.shouldDrawShadow = YES; //se o simbolo estara com sombra
columnY1.line.shouldDrawShadow = YES; //se a linha estara com sombra

//MESMAS CONFIGURACOES PARA A COLUNA Y2, SOMENTE ALTERANDO AS CORES

columnY2.shouldConnectPoints = YES; //se os pontos gerados no grafico deverao
estar conectados por uma linha
columnY2.shouldDrawSymbols = YES; //se os pontos deverao estar desenhados
columnY2.line.width = 3.0f; //espessura da linha
columnY2.line.color = RVColorWithName(kCOLOR_BLUE); //cor da linha

columnY2.symbol.fillColor = RVColorWithName(kCOLOR_LIGHT_BLUE); //cor de
preenchimento do simbolo
columnY2.symbol.strokeColor = RVColorWithName(kCOLOR_DARK_BLUE); //cor da linha do
simbolo
columnY2.symbol.length = 10.0f; //tamanho do simbolo do ponto desenhado
columnY2.symbol.strokeWidth = 1.0f; //espessura da linha do simbolo do ponto
desenhado
columnY2.symbol.shouldDrawShadow = YES; //se o simbolo estara com sombra
columnY2.line.shouldDrawShadow = YES; //se a linha estara com sombra

dataTable = [[RVDataTablealloc] init]; //aloca a tabela na memoria
[dataTableaddColumn:columnX]; //insere a coluna X
[dataTableaddColumn:columnY1]; //insere a coluna Y1

```

```

        [dataTableaddColumn:columnY2];          //insere a coluna Y2

axeX = [[RVAxis alloc] init];    //aloca o eixo X na memória
axeY = [[RVAxis alloc] init];    //aloca o eixo Y na memória

axeX.title = @"eixo X";        //titulo do eixo x
axeY.title = @"eixo Y";        //titulo do eixo y

axeX.titleColor = RVCColorWithName(kCOLOR_BLACK);    //cor da fonte do titulo do
eixo X
axeY.titleColor = RVCColorWithName(kCOLOR_BLACK);    //cor da fonte do titulo do
eixo Y

axeX.titleFont = [UIFontboldSystemFontOfSize:12]; //fonte do titulo do eixo X
axeY.titleFont = [UIFontboldSystemFontOfSize:12]; //fonte do titulo do eixo Y
axeX.line.color = RVCColorWithName(kCOLOR_WHITE);    //cor do eixo X
axeY.line.color = RVCColorWithName(kCOLOR_WHITE);    //cor do eixo Y

[plotView.viewPlotArea.backgroundsetGradientFromColor:RVCColorWithName(kCOLOR_LIGHT
_RED) toColor:RVCColorWithName(kCOLOR_BLACK)];
plotView.shouldDrawLegend = YES; //deve desenhar a legenda
plotView.legendBorderColor = RVCColorWithName(kCOLOR_DARK_GRAY); //cor da borda da
legenda
plotView.legendRadiusCorner = 5.0f; //raio da borda do retangulo da legenda
}

- (void)didReceiveMemoryWarning{
    [superdidReceiveMemoryWarning];
    // Dispose of any resources that can be recreated.
}

-(void)viewDidAppear:(BOOL)animated{
    [plotViewreloadData];
}

#pragma mark - DataSource
-(RVAxis *)axeXForPlotView:(RVPlotView *)plotView{
    [axeXsetAutomaticLimitsWithDataColumn:columnXnumberOfThicks:10inverted:NO];
    //este metodo calcula automaticamente os dados conforme os valores da colunaX
    returnaxeX;
}

-(RVAxis *)axeYForPlotView:(RVPlotView *)plotView{
    axeY.scale = RVAxisScaleMake(30, -10, 5); //aqui passamos os dados de como sera a
escala utilizando a funcao RVAxisScaleMake(<#CGFloat from#>, <#CGFloat to#>,
<#CGFloat increment#>)
                                                //indo de -10 até 30 com incremento de
5 unidades
    returnaxeY;
}

-(RVDataTable *)dataTableForPlotView:(RVPlotView *)plotView{
    //remove os possiveis objetos das colunas
    [columnXremoveAllObjects];
    [columnY1removeAllObjects];
    [columnY2removeAllObjects];
    //loop para popular a tabela
    for (CGFloat x = -5; x <= 5; x++){

```

```
CGFloat y1 = 2 * x + 1;    //funcao Y1
CGFloat y2 = powf(x, 2);   //funcao Y2

[columnXaddDataWithFloat:x]; //adiciona o valor de X na coluna X
    [columnY1addDataWithFloat:y1]; //adiciona o valor de y1 na coluna Y1
    [columnY2addDataWithFloat:y2]; //adiciona o valor de y2 na coluna Y2
}
returndataTable; //retorna a tabela de dados para o grafico
}
@end
```

7.2 Tabelas de downloads

Tabela 7.2 – Número total de downloads por mês no período de 12 dezembro de 2011 a 03 de setembro de 2013

Ano e Mês	Aplicativos			Total geral
	Cinemática	Equation	String	
2011				
dez	169	2741		2910
2011 Total	169	2741		2910
2012				
jan	52	759	157	968
fev	58	282	146	486
mar	45	301	152	498
abr	58	310	186	554
mai	66	286	141	493
jun	87	276	189	552
jul	31	154	124	309
ago	49	179	181	409
set	47	283	218	548
out	56	239	216	511
nov	25	192	265	482
dez	24	150	163	337
2012 Total	598	3411	2138	6147
2013				
jan	41	325	202	568
fev	94	331	668	1093
mar	55	362	376	793
abr	54	340	469	863
mai	45	272	246	563
jun	31	205	118	354
jul	10	145	152	307
ago	23	213	241	477
set	2	24	25	51
2013 Total	355	2217	2497	5069
Total geral	1122	8369	4635	14126

Tabela 7.3 – Número total de downloads por país no período de 12 dezembro de 2011 a 03 de setembro de 2013

Países	Cinematográfica	Equation	String	Total geral	Países	Cinematográfica	Equation	String	Total geral
United States	104	724	2075	2903	Uruguay	1	8	1	10
Brazil	416	1008	402	1826	Luxembourg		8	1	9
Italy	98	669	130	897	Lithuania	1	6	1	8
France	19	665	46	730	Latvia		8		8
United Kingdom	11	451	220	682	Costa Rica	1	5	2	8
Mexico	90	416	145	651	Cambodia		7		7
Australia	8	238	335	581	Nigeria		6		6
Spain	105	271	107	483	Estonia		5	1	6
China	34	367	65	466	Kuwait		5	1	6
Germany	12	330	83	425	Oman		2	3	5
Canada	6	281	90	377	Ghana		5		5
Thailand	1	203	45	249	El Salvador	1	2	2	5
Switzerland	5	186	33	224	Uzbekistan	2	3		5
Russian Federation	12	178	28	218	Sri Lanka		3	2	5
Netherlands	11	110	47	168	Laos		3	1	4
Colombia	29	84	49	162	Pakistan		4		4
Portugal	22	105	33	160	Bolivia	1	3		4
Japan	9	124	19	152	Iceland		2	2	4
Denmark	1	108	40	149	Macao		3		3
Finland	1	25	120	146	Kenya		2	1	3
Korea (South)	7	99	26	132	Bahrain		3		3
Belgium	4	110	16	130	Dominican Republic		3		3
Taiwan	5	83	38	126	Moldova	1	2		3
Czech Republic	3	113	8	124	Panama		1	2	3
Hong Kong	1	92	30	123	Qatar		3		3
Sweden	1	76	22	99	Belarus		2		2
Chile	20	45	32	97	Benin		2		2
Greece	8	49	30	87	Cape Verde		2		2
Turkey	4	66	15	85	Malta		1	1	2
Norway	2	77	6	85	Trinidad and Tobago			1	2
Poland	6	44	27	77	Bulgaria		1	1	2
Argentina	14	40	22	76	Armenia		2		2
India	3	49	23	75	Mauritania		2		2
Singapore	2	28	43	73	Mauritius		2		2
Malaysia	1	53	17	71	Azerbaijan		2		2
Saudi Arabia	3	57	9	69	Anguilla		1		1
South Africa	1	44	17	62	Senegal		1		1
New Zealand (Aotearoa)	1	30	27	58	Guyana		1		1
Indonesia	3	43	9	55	Bahamas		1		1
Philippines	2	45	5	52	Barbados		1		1
Israel	3	39	7	49	Jamaica			1	1
United Arab Emirates	1	39	9	49	Liberia		1		1
Ireland		30	14	44	Uganda		1		1
Austria	1	35	1	37	Cayman Islands			1	1
Lebanon		34	1	35	Grenada		1		1
Peru	10	16	3	29	Yemen		1		1
Viet Nam		24	3	27	Congo		1		1
Honduras	1	21	2	24	Madagascar		1		1
Angola	4	18	1	23	Total geral	1122	8369	4635	14126
Egypt		21	1	22					
Algeria		17	2	19					
Guatemala	4	14	1	19					
Ecuador	2	17		19					
Hungary		14	4	18					
Venezuela	2	12	4	18					
Romania		17	1	18					
Tunisia		15	2	17					
Kazakhstan		15	2	17					
Slovakia	1	12	3	16					
Slovenia		11	4	15					
Cyprus		10	2	12					
Jordan		6	5	11					
Ukraine		7	3	10					
Croatia (Hrvatska)		9	1	10					

7.3 Códigos fontes

Anexo a esta dissertação há um CD com todos os códigos fontes dos aplicativos produzidos, assim como o da classe para gerar gráficos RVPlotView.

7.4 Aos Educadores

Seguem algumas sugestões de atividades para uso do professor na sala de aula.

7.4.1 Aplicativo “Cinemática” - Movimento uniforme unidirecional

7.4.1.1 Objetivos

Verificar os gráficos do movimento uniforme em movimentos unidirecionais.

7.4.1.2 Procedimento

1. Insira um objeto e ajuste a velocidade na direção x para qualquer valor positivo. Rode a simulação e verifique como o objeto se movimenta. Deixe a simulação rodar por, pelo menos, cinco segundos. Vá na aba gráficos e responda:
 - a. Como é o gráfico da posição X em função do tempo?

- b. E o da velocidade em função do tempo?

2. Volte na janela de simulação. Altere a velocidade do objeto para o mesmo valor, em módulo, que você colocou anteriormente, porém, agora com o sinal negativo. Rode a simulação por mais cinco segundos e verifique os gráficos da posição x e velocidade x em função do tempo e responda:
 - a. O gráfico da posição X em função do tempo é igual ao anterior? Se existe diferença, qual é?

- b. E o da velocidade? Foi alterado? Comente.

3. Uma das categorias do movimento uniforme é quanto ao sentido do movimento. Ele é retrógrado quando o movimento tem sentido contrário aos eixos e progressivo quando ele tem o mesmo sentido. Quando o valor da velocidade era positivo, o movimento era _____ (retrógrado ou progressivo) e o gráfico da posição x em função do tempo era _____ (crescente ou decrescente) e quando a velocidade era negativa o movimento era _____ (retrógrado ou progressivo) e o gráfico da posição x em função do tempo era _____ (crescente ou decrescente).

7.4.2 Aplicativo “Cinemática” - Movimento Uniformemente Variado

7.4.2.1 Objetivos

Verificar os gráficos e condições para o movimento uniformemente variado.

7.4.2.2 Procedimento

Siga as instruções e responda as questões.

1. Insira um objeto na tela e deixe o valor 20 para a aceleração na direção X. Rode a simulação por pelo menos cinco segundos e verifique como ocorre o movimento. A velocidade com que o objeto se move, é constante?

-
2. Descreva como é o gráfico da posição X em função do tempo.

-
3. Descreva como é o gráfico da velocidade X em função do tempo.

-
4. Qual a forma do gráfico de posição X em função do tempo?
-
-
-

5. Qual a forma do gráfico de velocidade X em função do tempo?
-
-
-

6. Volte para a janela de simulação. Coloque o valor 100 para a velocidade X e -20 para a aceleração X. Rode a simulação por uns 15 segundos e verifique como fica o gráfico da posição e velocidade⁹. Descreva o movimento:
-
-

⁹ Sempre na direção x e em função do tempo.

7. Agora, coloque -100 para a velocidade X e 20 para a aceleração. Descreva este movimento.

8. Classifica-se o movimento em acelerado quando o módulo (ou intensidade) da velocidade aumenta e retardado quando diminui. Nos itens 7 e 8, percebe-se que em determinado momento o movimento é acelerado e em outro retardado. Verifique e responda quais são as condições de sinais (positivo ou negativo) para a velocidade e aceleração quando o movimento é acelerado e para quando ele é retardado.

7.4.3 Aplicativo *String* – Introdução à ondulatória

7.4.3.1 *Objetivo*

Verificar os princípios de amplitude, frequência, velocidade de propagação da onda e perda de energia.

7.4.3.2 *Procedimento*

I) Com a simulação em andamento, altere o valor do controle *Amplitude*. Visualmente, o que é alterado na simulação?

II) Altere agora o controle *Angular Frequency*. Qual comportamento é alterado?

III) Abra o menu de opções e altere o modo para *Manual*. Pressione o botão *Pulse* e verifique o que acontece. Altere o valor da tensão na corda e pressione o botão novamente. O que a tensão na corda altera?

IV) Repita o procedimento anterior, porém, com diferentes valores do controle *Damping*. O que ele altera?

V) A frequência de oscilação é igual à velocidade da onda? Comente.

7.4.4 Aplicativo Equation

7.4.4.1 Objetivos

Apresentar a equação de reta e verificar como cada parâmetro altera o comportamento do gráfico.

7.4.4.2 Procedimento

1. Altere o controle deslizante que altera o parâmetro 'a'. Qual a forma do gráfico e como ela é afetada conforme o valor é alterado? Qual a diferença entre ele ser positivo e negativo?

2. Altere o controle deslizante que altera o parâmetro 'a'. Qual a forma do gráfico e como ela é afetada conforme o valor é alterado? Qual a diferença entre ele ser positivo e negativo?

3. Altere os parâmetros para que a equação se torne:

$$y = 1 * x + 4$$

Equação 15

- a. Qual o valor que o gráfico corta o eixo y? Qual a relação entre esse valor e a equação 15?

- b. Escolha dois pontos no gráfico e anote:

A(,)	B(,)
--------	--------

Colocando as coordenadas desses pontos de $A(a_x, a_y)$ e $B(b_x, b_y)$, faça a seguinte conta, anotando todos os passos até chegar ao resultado final:

$$\frac{b_y - a_y}{b_x - a_x}$$

Compare este valor com a equação 15, comente:

Discuta os resultados obtidos com seus colegas e tente fazer o procedimento 3 com outra equação.