



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE

FÍSICA-LICENCIATURA

STEP como recurso didático: Uma experiência no ensino médio.

Igor Macêdo Gonçalves

Caruaru

2016

Igor Macêdo Gonçalves

STEP como recurso didático: Uma experiência no ensino médio.

Física - Ensino de Física

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Pernambuco – Curso de
Física-Licenciatura como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Professor Doutor Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez

Co-Orientadora: Professora Doutora Kátia Calligaris Rodrigues

Caruaru

2016

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Marcela Porfírio – CRB/4 – 1878

G635s Gonçalves, Igor Macêdo.
 Step como recurso didático : uma experiência no ensino médio. / Igor Macêdo
 Gonçalves. – 2016.
 64f. : il. ; 30 cm.

 Orientador: Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez.
 Coorientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.
 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
 Pernambuco, Licenciatura em Física, 2016.
 Inclui Referências.

 1. Física – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Física (Ensino médio).
 I. Rodriguez, Ernesto Arcenio Valdés (Orientador). II. Rodrigues, Kátia Calligaris
 (Coorientadora). III. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2016-364)



Campus
AGRESTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM FÍSICA – LICENCIATURA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA NA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

IGOR MACÊDO GONÇALVES

Título

“STEP como recurso didático: Uma experiência no ensino médio”

A comissão examinadora composta pelos professores: **ERNESTO ARCENIO VALDÉS RODRIGUEZ**, NFD/UFPE; **KÁTIA CALLIGARIS RODRIGUES**, NFD/UFPE e **JOÃO FRANCISCO LIBERATO DE FREITAS**, NICIT/UFPE sob a presidência do primeiro, consideram o graduando **IGOR MACÊDO GONÇALVES APROVADO**.

Caruaru, 16 de dezembro de 2016.

RESUMO

Este trabalho consistiu na realização de uma experiência de campo com dois professores de física do ensino médio da EREM Agamenon Magalhães localizada no município de São Caetano – PE. Desenvolvemos e aplicamos em sala de aula atividades didáticas com o auxílio do software educativo STEP disponível nos projetores do programa governamental Projetor ProInfo da escola. Nossa pretensão era identificar as possibilidades de inserção do software STEP à prática docente dos professores de física da escola bem como a relevância do recurso para o ensino de física. As atividades foram aplicadas nas turmas do 1º ano E, do 2º ano A e do 3º ano E. Para atingir nossos objetivos, foram feitas observações ao longo das aulas dos professores utilizando o STEP e registros em caderno de campo, também aplicamos questionários com um dos docentes. Após as análises dos registros do caderno de campo e dos questionários concluímos que foi possível inserir o uso do STEP à metodologia usual dos professores e que o software contribui para o ensino/aprendizagem de física dos alunos. Contudo, identificamos algumas limitações do recurso com relação a conteúdos específicos e, também, podemos verificar de perto dificuldades inerentes ao ensino básico que atrapalham a inserção de novas metodologias para o ensino de física a partir da utilização de softwares e tecnologias digitais.

PALAVRAS-CHAVE: STEP. Recurso didático. Ensino de física.

ABSTRACT

This work consisted in the realization of a field experience with two high school physics teachers of EREM Agamenon Magalhães located in the municipality of São Caetano - PE. We developed and implemented didactic activities in the classroom with the help of STEP educational software available on the projectors of the school's ProInfo ProInfo program. Our intention was to identify the possibilities of insertion of the STEP software to the teaching practice of the teachers of physics of the school as well as the relevance of the resource for the teaching of physics. The activities were applied in the classes of the first year E, the second year A and the third year E. In order to achieve our objectives, observations were made throughout the teachers' classes using STEP and records in the field notebook, we also applied questionnaires with a the of teachers. After analyzing the records of the field book and the questionnaires we concluded that it was possible to insert the use of STEP to the usual methodology of the teachers and that the software contributes to the teaching / learning of the students' physics. However, we identified some limitations of the resource in relation to specific contents, and we can also verify closely the difficulties inherent in basic education that hinder the insertion of new methodologies for teaching physics from the use of digital software and technologies.

KEY-WORDS: STEP. Didactic resources. Physical education.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	07
2 – O PROJETO PROINFO.....	11
2.1 – O programa governamental Projeto ProInfo.....	11
2.2 – O sistema operacional Linux Educacional versão 4.0.....	14
3 – O SIMULADOR FÍSICO INTERATIVO STEP.....	22
4 – ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	28
4.1 – Primeira abordagem metodológica: utilizando o STEP nas aulas de física do 3º e 2º anos do ensino médio.....	28
4.2 – Segunda abordagem metodológica: utilizando o STEP nas aulas de física do 1º ano do ensino médio.....	32
5 – SIMULAÇÕES DESENVOLVIDAS NO STEP DURANTE A PESQUISA.....	36
5.1 – Lei de Força de Coulomb para duas partículas carregadas.....	36
5.2 – Campo Elétrico e Linhas de Força de partículas carregadas.....	38
5.3 – Estudos dos Gases: temperatura, pressão e volume.....	40
5.4 – Força Peso.....	42
5.5 – Força Normal, Forças de Atrito e movimento em um Plano Inclinado.....	44
6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
6.1 – Observações em sala de aula.....	48
6.2 – Questionários.....	53
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL	62
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL.....	64

1 INTRODUÇÃO

A física é uma ciência que estuda os fenômenos naturais e os descreve através de modelos teóricos. Tais modelos têm como finalidade corresponder o máximo possível com a realidade, e são expressos por meio de equações matemáticas de modo a facilitar relações entre conceitos e grandezas físicas. Segundo Paul G. Hewitt (2011, p. 6), em seu livro Física Conceitual, “[...] quando as descobertas sobre a natureza são expressas matematicamente, é mais fácil comprová-las ou negá-las por meio de experimentos”. Ainda, Veit e Teodoro (2000, p. 88), contribuem com essa perspectiva dizendo: “[...] A Ciência é um processo de representação do Mundo, sempre sujeito a reformulação. A linguagem matemática desempenha um papel fundamental nesta representação, que não pode ser confundida com explicação”. Desse modo, percebe-se a importância da descrição dos fenômenos naturais estudados pela física por meio de modelos matemáticos, porém o modelo em si, não é autoexplicativo. Para compreender física é necessário entender os significados que a matemática representa.

Uma das grandes dificuldades no ensino/aprendizagem de física no ensino médio é que os estudantes não compreendem a essência dos modelos matemáticos que descrevem os fenômenos físicos que lhes são apresentados durante os cursos de física. É difícil para os alunos relacionarem os modelos teóricos com algo concreto. Os professores de física que atuam no ensino médio muitas vezes concentram suas aulas em apenas definir conceitos e expor equações, descrevendo grandezas físicas presentes em tais equações, para então partir para a resolução de exemplos e exercícios. “[...] Na prática, física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas cuja origem e finalidade são desconhecidas” (VEIT e TEODORO, 2000, p. 88). Este tipo de abordagem tradicional é insuficiente para se ter uma compreensão a respeito de um fenômeno natural descrito pela física. É necessário que o estudante transcenda o simbolismo matemático e compreenda as relações entre as grandezas físicas, bem como, o modelo matemático em si, identificando suas aplicações e limitações.

A discussão se centra em como fazer com que os estudantes adquiram maior compreensão dos modelos físicos? Sabe-se que uma das grandes dificuldades no ensino de física é despertar o interesse dos estudantes pela disciplina, visto que, um dos requisitos para se ter uma aprendizagem significativa é que o/a estudante queira relacionar de maneira arbitrária e não-literal os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva (MOREIRA e MANSINI, 2001). Então, como proceder? Uma alternativa é a utilização de atividades experimentais para complementar as aulas teóricas, de modo, que os estudantes visualizem na prática a aplicação do modelo teórico estudado. Porém, muitas dificuldades são encontradas pelos professores de física do ensino médio para efetivarem essa prática, tais como: falta de material, de espaço físico e de tempo para elaborar e ministrar as atividades.

Em contrapartida, algumas escolas da rede pública estadual e municipal de ensino disponibilizam de um recurso tecnológico que pode ser usado pelos professores de física para aprimorar suas aulas, substituindo as atividades experimentais que às vezes são inviáveis de serem realizadas. Trata-se do equipamento multimídia projetor ProInfo. Estes projetores vêm instalados com o programa STEP do sistema operativo LINUX que está disponível de forma livre e gratuita na internet. O STEP possibilita ao usuário a criação do seu próprio “mundo físico” com base nos modelos teóricos que o convém. Possibilita, também, uma interação dinâmica do aluno com o modelo teórico estudado, fazendo este, perceber relações importantes e agregar significado as equações matemáticas que descrevem o modelo teórico.

Um grande problema, é que muitos professores de física das escolas públicas de ensino médio nem sabem da existência do programa STEP e apenas utilizam os projetores ProInfo como datashow. Isto é um reflexo do despreparo generalizado com que essas novas tecnologias estão sendo encaminhadas às escolas (KENSKI, 2003). É preciso que os professores tenham informações sobre os equipamentos disponíveis na escola, para assim, utilizá-los no ensino e realizar a análise de suas possibilidades e conveniência de uso no processo pedagógico (KENSKI, 2003). Outro ponto, é que além de serem informados sobre os recursos tecnológicos que a escola dispõe, os professores precisam saber utilizá-los. Nesse sentido, Kenski (2003, p. 77), afirma:

É necessário, sobretudo, que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos. Estar confortável significa conhecê-los, dominar os principais procedimentos técnicos para sua utilização, avaliá-los criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, partindo da integração desses meios com o processo de ensino.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa foi estudar o uso do software educacional STEP como recurso didático para o ensino/aprendizagem de tópicos de Física em turmas de ensino médio numa escola da região do Agreste Pernambucano. Para atingir este objetivo planejamos uma sequência de atividades em que colaboramos com o professor de física, tanto na construção das simulações, como no planejamento das atividades didáticas a serem levadas para a sala de aula. A proposta era acompanhar o professor em todo processo pedagógico, para assim, verificar se o uso do STEP como recurso didático é viável a rotina escolar diária e contribui para a aprendizagem dos estudantes como uma nova perspectiva metodológica para o ensino de física.

Passada a etapa de elaboração das atividades a pretensão era acompanhar as aulas do professor de física utilizando o STEP como recurso didático. Na etapa investigativa pretendíamos identificar aspectos da relação do professor com o software, tais como: tempo gasto pelo docente para preparar o projetor ProInfo para o início da aula; se o docente está conseguindo utilizar bem as ferramentas disponíveis no STEP; se o docente está conseguindo cumprir com o planejamento; como está sendo a relação professor-aluno por intermédio do STEP, etc. Nossa intenção era agregar o uso do STEP a metodologia utilizada pelo professor diariamente nas suas aulas de física, levando em consideração as dificuldades inerentes ao ensino básico.

Devido ao vínculo que a escola estadual de Referência em Ensino Médio EREM Agamenon Magalhães, localizada no município de São Caetano - PE tinha com a Universidade Federal de Pernambuco por intermédio do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), resolvemos integrar nossa pesquisa ao escopo de atividades que o PIBID subprojeto de física vinha desenvolvendo na escola. Então, toda a pesquisa foi realizada no EREM Agamenon Magalhães. Outro aspecto relevante para a escolha da escola era o fato de que todos os professores da escola, inclusive os professores de física, utilizavam os projetores ProInfo da escola apenas como retroprojetores. Os professores de física da escola não tinham

a menor idéia da existência do simulador físico STEP. Vale salientar, que a escola Agamenon Magalhães possuía dois professores de física, porém, ambos tinham formação em licenciatura em matemática.

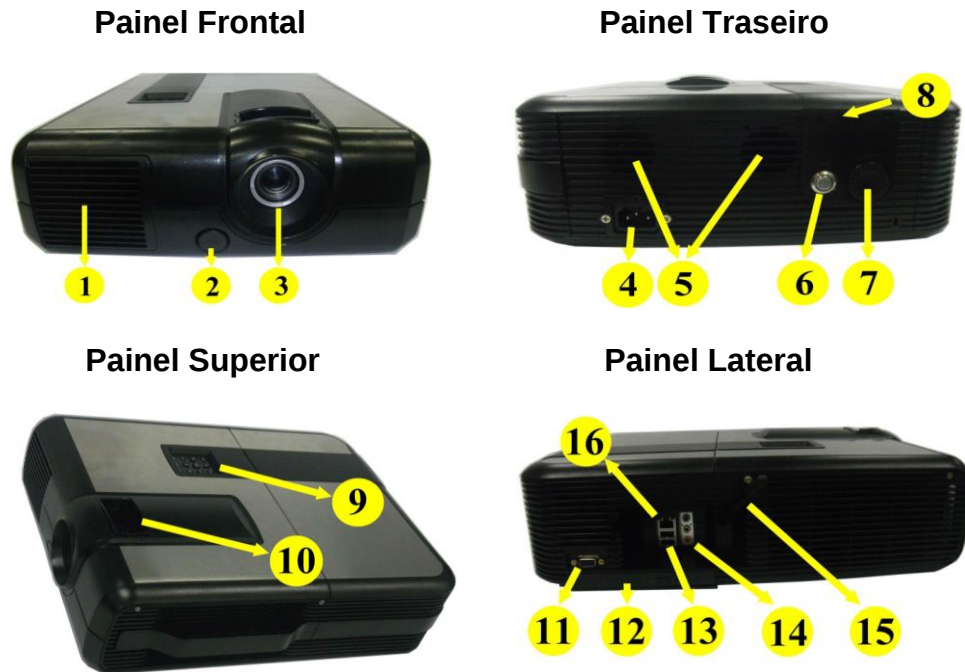
2 O PROJETO PROINFO

O intuito deste capítulo é apresentar ao leitor o equipamento multimídia projetor ProInfo distribuído pelo Ministério da Educação (MEC) às escolas da rede pública estadual e municipal.

2.1 O Programa governamental Projetor ProInfo

O Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) é um Programa Educacional vinculado ao Ministério da Educação e foi lançado oficialmente pela Portaria 522/MEC, de 9 de abril de 1997 (DE ANDRADE; DE CARVALHO; MONTEIRO, 2015, p.56). O principal objetivo do programa é promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação básica, levando às escolas municipais e estaduais, computadores e recursos digitais. O ProInfo se subdivide em dois subprojetos, o ProInfo Urbano e o ProInfo Rural, que buscam atender, respectivamente, escolas públicas localizadas no perímetro urbano e rural. Dependendo do contexto, a escola contemplada com o programa ProInfo deverá seguir, pontualmente, as recomendações contidas nas cartilhas do MEC referentes ao programa, as quais propõem instruções gerais e específicas a serem seguidas por escolas urbanas e rurais para equipar a estrutura dos laboratórios de informática (DE ANDRADE; DE CARVALHO; MONTEIRO, 2015, p.57). Num período mais recente o ProInfo ampliou o seu raio de ação passando a integrar outras mídias, sendo consolidado pelo ProInfo Integrado, criado pelo Decreto n. 6.300, de 12 de dezembro de 2007, no âmbito do Programa de Desenvolvimento da Escola (PDE) (DE ANDRADE; DE CARVALHO; MONTEIRO, 2015, p.56). O programa ProInfo Integrado teve como principal objetivo ampliar o escopo de ações do ProInfo inicial, principalmente, no que diz respeito a implementação da infraestrutura das escolas, proporcionando a implantação de laboratórios de informática e de programas como: Projetor Proinfo e Um Computador por Aluno (UCA) (ANDRADE; DE CARVALHO; MONTEIRO, 2015, p.57). Ainda, o ProInfo Integrado visou suprir demandas em relação a capacitação dos professores no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e ofertar conteúdos educacionais em outras mídias, tais como: o Canal TV Escola e o Portal do Professor.

O programa Projetor ProInfo consiste, basicamente, na distribuição de projetores que vêm acoplados com um computador portátil, estes, contém os mesmos recursos dos computadores fixos instalados nos laboratórios de informática das escolas participantes do ProInfo. “[...] O equipamento reúne as funções de computador e projetor multimídia, desenvolvido para ser utilizado pelo professor em sala de aula” (BRASIL, 2011, p. 1-5). Desse modo, o projetor é um recurso que amplia os espaços de utilização das tecnologias digitais, pois os professores não ficam restritos a utilizar apenas os laboratórios de informática. Todas as escolas públicas estaduais e municipais contempladas com o programa Projetor ProInfo recebem um Guia de Referência Rápida de Operação do projetor elaborado pelo fabricante e distribuído pelo MEC juntamente com os projetores. Este guia tem como objetivo apresentar todas as características do projetor, bem como, a maneira correta de utilização dos seus recursos. Ainda são distribuídos manuais que detalham os aspectos referentes ao sistema operacional do projetor – o Linux Educacional. A Figura 1 ilustra e descreve todos os componentes físicos dos painéis frontal, traseiro, superior e lateral do projetor ProInfo. Podemos observar, também, a bolsa de transporte do projetor ProInfo e os compartimentos do teclado e do mouse a partir das Figuras 2 e 3, respectivamente.



Legenda	Descrição
1	Exaustão
2	Regulagem de altura
3	Lente
4	Conexão para cabo de energia
5	Alto-falantes
6	Botão liga/desliga
7	Controle de volume dos alto-falantes internos
8	Botão de abertura da tampa do teclado
9	Painel de configuração do projetor
10	Controles de zoom e foco
11	Entrada de vídeo
12	Unidade ótica de leitura e gravação
13	Conexões USB
14	Conexões para caixas de som/microfone
15	Antena para rede sem fio
16	Conexão para rede com fio

Figura 1 - Imagens dos painéis frontal, traseiro, superior e lateral do projetor ProInfo.

FONTE: Guia de Referência Rápida de Operação projetor ProInfo. 2011.



Figura 2 – Bolsa de transporte do projetor ProInfo.
FONTE: Manual de descrição do software Projetor ProInfo. 2011.

Compartimento do Teclado



Compartimento do Mouse



Figura 3 – Compartimentos do teclado e do mouse do Projetor ProInfo.
FONTE: Manual de descrição do software Projetor ProInfo. 2011.

2.2 O sistema operacional Linux Educacional na versão 4.0

O sistema operacional instalado no projetor ProInfo é o Linux Educacional, software livre baseado na distribuição Linux desenvolvida pelo Centro de Experimentação em Tecnologia Educacional (CETE) do Ministério da Educação (MEC) (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Observando a Figura 4 podemos ver a tela inicial do Linux Educacional onde, a partir do Menu Iniciar, o usuário poderá executar várias operações, tais como: acesso a conteúdos educacionais – Edubar, utilização de programas educacionais, utilização de ferramentas de produtividade, utilização de aplicativos gráficos, acesso a internet, utilização de aplicativos multimídia, utilização de programas utilitários, manutenção do sistema e execução de aplicativos Windows (Wine). Para selecionar a opção escolhida o usuário pode clicar com o botão direito do mouse ou digitar a letra sublinhada, como pode ser observado na Figura 4 (BRASIL, 2011, p. 1-4).



Figura 4 – Tela inicial do Linux Educacional
 FONTE: Manual de descrição do software
 Projetor ProInfo. 2011.

Um dos principais recursos disponíveis no Linux Educacional é a Edubar. “[...] A Edubar é uma barra que apresenta acesso rápido aos portais educacionais e atalhos para os portais do MEC” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Como explicitado anteriormente, o acesso aos conteúdos da Edubar também pode ser feito através do Menu Iniciar. Os recursos disponíveis ao usuário através da Edubar são:

1. Instalar conteúdos educacionais
2. Buscar conteúdos educacionais
3. Portal domínio público
4. TV escola
5. Portal do professor
6. Banco internacional de objetos educacionais.

A Figura 5 nos mostra a Tela Inicial do Linux Educacional e as duas distintas maneiras de ter acesso aos conteúdos da Edubar: (a) por meio do Menu Iniciar ou (b) diretamente pela barra Edubar.



Figura 5 – Acesso aos conteúdos educacionais (a) pelo Menu Iniciar e (b) pela barra Edubar.
 FONTE: Manual de descrição do software Projetor ProInfo. 2011.

Os conteúdos da barra Edubar facilitam a interação do professor com o projetor ProInfo em sala de aula. Recursos como os de instalação e busca de conteúdos educacionais garantem praticidade ao docente na utilização do projetor ProInfo durante suas aulas. A Edubar ainda facilita o acesso ao Portal do Professor, que pode ser descrito como “[...] um espaço para troca de experiências entre professores do ensino fundamental e médio, além de um ambiente virtual com recursos educacionais que facilitam e dinamizam o trabalho dos professores” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). A Edubar também proporciona acesso ao Portal Domínio Público, colocado a disposição da rede mundial de computadores que tem como objetivo o compartilhamento do conhecimento de forma equânime, promovendo o amplo acesso às obras literárias, artísticas e científicas (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Por intermédio da Edubar o professor tem acesso ao canal TV escola do MEC “[...] que veicula conteúdos educacionais desde o ano de 1996. Em sua grade de programação estão: vídeos, séries de TV, documentários nacionais e estrangeiros” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Outro recurso bastante significativo disposto na barra Edubar é o Banco Internacional de Objetos Educacionais, que pode ser descrito de maneira sucinta como um “[...] repositório de objetos de aprendizagem que serve de consulta e de fonte aos professores” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016).

O Linux Educacional disponibiliza ao usuário uma gama de softwares educacionais voltados para as mais diversas áreas do conhecimento. Existem softwares que proporcionam um ambiente de programação, softwares voltados para o ensino de ciências, geografia, idiomas, matemática e português. Ainda, estão acoplados a este arcabouço de programas educacionais jogos digitais e softwares

multidisciplinares. O usuário pode ter acesso a estes recursos através da opção Programas Educacionais disponível no Menu Iniciar da Tela Inicial do Linux Educacional, como ilustra a Figura 6.



Figura 6 – Programas Educacionais.
 FONTE: Manual de descrição do software
 Projetor ProInfo. 2011.

Tratando-se dos softwares destinados ao ensino de ciências o usuário tem disponível o Kalzium que, basicamente, é “[...] um programa que além de apresentar as informações sobre os elementos químicos, permite conhecer e explorar todos os recursos que a Tabela Periódica oferece” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Especificamente, para o ensino de física, o software disponível é o simulador físico interativo STEP, que permite ao usuário criar o seu próprio “mundo físico”, alterando propriedades dos corpos ou forças e verificando quais as implicações que podem ocorrer de acordo com as leis da física (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). Já para o ensino de geografia o Linux Educacional oferece três programas: o Marple, que funciona como um globo na área de trabalho; o KStars, que é um planetário virtual e o KGeography, que tem como objetivo o treinamento para geografia. O KGeography, possui uma interessante coleção de mapas interativos.

O Linux Educacional contempla o ensino de idiomas com uma vasta quantidade de programas educacionais. Podemos citar como os mais significativos o jogo da ordenação de letras (Kanagram), que auxilia na ampliação do vocabulário de português, inglês e espanhol, pois “[...] tem como característica letras embaralhadas em que o aluno deve descobrir qual a palavra” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA

EDUCAÇÃO, 2016), e o programa Babble, que proporciona o aprendizado da língua estrangeira escolhida de forma prática e acessível.

O ensino de matemática é contemplado no Linux Educacional pelos programas: KAlgebra, que basicamente é uma calculadora gráfica; Kmplot, relevante para o desenho de funções gráficas; KBruch, que ajuda a compreender a soma de frações; Geogebra, que proporciona o ensino de matemática de maneira mais dinâmica; King, voltado para o ensino de geometria; Cantor, um software livre de aplicações matemáticas para estatística e análise científica; Rocs, para se trabalhar com a teoria dos grafos e o Winplot, para a construção de gráficos.

O Linux Educacional tem disponível dois recursos digitais para o ensino de português. O primeiro deles é o jogo Simon Diz, que é “[...] um jogo de memória eletrônico dos anos de 1970. Em sua tela principal há quatro botões coloridos que, ao serem acesos, produzem um som” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016). A pessoa interage com o programa repetindo a sequência apresentada. O segundo recurso é um treinador de vocabulário (o KWordQuiz), que consiste em um jogo de palavras. O KWordQuiz, apresenta diversas possibilidades para sua utilização, por exemplo, em língua portuguesa, pode-se trabalhar “[...] as habilidades de Semântica e Sintaxe, como a análise morfológica (substantivo, adjetivos, numerais etc.) e análise sintática (sujeito e predicado)” (BLOG SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO, 2016).

Os programas educacionais do Linux Educacional ainda incluem um ambiente de programação constituído pelas linguagens Logo e Squeak. Outro aspecto mencionado bastante interessante no que diz respeito aos programas educacionais são os softwares multidisciplinares, que são compostos pelo Gcompris, que é um conjunto de jogos educacionais para crianças, e pelo TuxPaint, que é um software editor de imagem para crianças. Ainda, os programas educacionais disponíveis no Linux Educacional incluem uma biblioteca de jogos digitais, dos quais destacamos, o TuxMath que é um jogo para a aprendizagem de aritmética.

O Linux Educacional proporciona ao usuário a utilização de diversas ferramentas de produtividade. Na opção “Ferramentas de Produtividade”, que pode ser acessada através do Menu Iniciar da Tela Inicial do Linux Educacional, o usuário

poderá acessar recursos digitais que poderão auxiliá-lo na criação de textos, na elaboração de planilhas, na elaboração de apresentações, bem como no gerenciamento de projetos, dentre outras funcionalidades. A Figura 7 demonstra como o usuário poderá acessar e selecionar a ferramenta pretendida. As ferramentas de produtividade disponíveis no Linux Educacional são: Banco de Dados (BrOffice.org Base), Editor de Apresentação (BrOffice.org Impress), Editor de Desenho (BrOffice.org Draw), Editor de Planilha (BrOffice.org Calc), Editor de Texto (BrOffice.org Write), Gerência de Projetos (Planner), Recurso para anotações (Xournal) e o Visualizador de Arquivo (PDF) (Ocular).



Figura 7 – Programas Educacionais.
 FONTE: Manual de descrição do software
 Projetor Proinfo. 2011.

O Linux Educacional ainda dispõe de diversos aplicativos gráficos, tais como: o GIMP, um editor de imagens; o Inkscape, um editor de imagens vetoriais – pode ser muito útil para a elaboração de diagramas de corpo livre para as aulas de física –; o PDF Editor, que permite a edição de documentos digitais no formato PDF; o Digikam, que um gerenciador de fotos; o Muan, um manipulador de animações; o KSnapshot, um programa simples de captura de tela e o GwenView, um visualizador de imagens. Todos estes aplicativos gráficos podem ser acessados pela Tela Inicial do Linux Educacional através do Menu Iniciar por meio da opção “Gráficos”. Além dos aplicativos gráficos e dos demais recursos já apresentados, o Linux Educacional oferece navegadores Web: o Mozilla Firefox e o Konqueror. Também contém o MSN Messenger para Linux. Ainda é possível ter acesso a aplicativos multimídia como o Audacity (editor de texto) e o Kino (editor de vídeo). O usuário também tem acesso a programas utilitários como o Kate, que é um bloco de notas digital, e o SpeedCrunch, uma calculadora virtual. Todos as ferramentas e recursos do Linux

Educacional podem ser acessados através do Menu Iniciar, o usuário pode executar programas relativos e manutenção do sistema na opção “Sistema” e, ainda, executar o programa Wine para poder executar aplicativos restritos ao sistema operacional Windows.

O manual do Linux Educacional que vem junto com o projetor ProInfo esquematiza, detalhadamente, como o usuário poderá configurar o sistema para ter acesso à internet. Este acesso pode ser através de uma rede convencional a cabo ou através de uma rede sem fio. O acesso a internet é crucial para a utilização integrada do projetor ProInfo em sala de aula. Na Tela inicial na barra inferior no canto esquerdo da tela, o usuário encontrará um ícone para abrir um tutorial de auxílio geral sobre o Linux educacional (LE) (BRASIL, 2011, p.3-13). Dando um clique duplo sobre o ícone abrirá a tela inicial de ajuda. As Figuras 8 e 9 mostram, respectivamente, a localização do ícone para abertura do tutorial de ajuda e a tela inicial do tutorial de ajuda. Ainda, se o sistema operacional (LE) for corrompido de alguma maneira ou necessitar de alguma atualização, o manual de descrição do software projetor ProInfo contém uma seção destinada a estes aspectos. Contudo, vale ressaltar, que “[...] os repositórios do Ubuntu no qual o Linux Educacional 4.0 foi baseado foram desligados. Portanto não é mais possível atualizar o LE 4.0” (LINUX EDUCACIONAL 4.0, 2016).



Figura 8 – Ícone para abertura do tutorial de ajuda.
FONTE: Manual de descrição do software Projetor ProInfo. 2011.

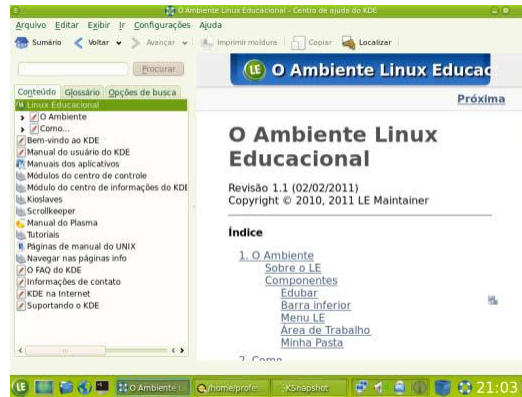


Figura 9 – Tela inicial do tutorial de ajuda.
 FONTE: Manual de descrição do software
 Projetor ProInfo. 2011.

3 O SIMULADOR FÍSICO INTERATIVO STEP

O objetivo deste capítulo é trazer ao leitor todos os aspectos relativos ao STEP, para que ele se familiarize com o software e entenda os principais fundamentos do seu funcionamento como recurso didático. Também é apresentada a abrangência do STEP com relação às simulações possíveis de serem realizadas no programa. Salientemos que ao longo do texto tratamos do software apenas como STEP, pois as ferramentas e possibilidades do simulador são as mesmas, independentemente, se este é do Linux Educacional ou do LINUX “convencional”, desde que seja da mesma versão.

O STEP é um simulador físico interativo do sistema operativo LINUX. Faz parte do Projeto KDE Educacional, que tem como fundamento o desenvolvimento de aplicativos educacionais de código aberto para o gerenciador de janelas KDE. O KDE é uma comunidade internacional de software livre que produz aplicativos multiplataforma (KDE, 2016). O STEP foi desenvolvido pelo russo Vladimir Kuznetsov – com colaboração de Carsten Niehaus e Aliona Kuznetsova –, e foi lançado em fevereiro de 2007 juntamente ao KDE 4.1(KDE Commit-Digest, 2016). O software inclui o StepCore, que é uma biblioteca de simulações físicas. As simulações que o programa permite estão relacionadas com aspectos teóricos da Física, principalmente na Mecânica, na Eletrostática, na Termodinâmica e na Dinâmica molecular (BALLESTEROS; MÁRQUEZ, 2010, p. 201). Ainda, segundo Ballesteros e Márques (2010, p.201):

[...] o STEP é mais do que um simulador de física, é uma ferramenta educacional para a física com detalhes que destacam o seu papel educativo, dentre os quais podemos destacar o fato de ser um software livre e ser de código aberto (open source), permitindo parcialmente ou completamente modificar o seu código fonte.

Basicamente, o STEP é um simulador físico que permite uma interação dinâmica do usuário com suas ferramentas. Pode ser interpretado como um laboratório virtual, onde o usuário constrói suas próprias simulações e, a partir delas, pode perceber as relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno físico simulado. Ballesteros e Márques (2010, p.201), destacam em seu artigo as principais características do STEP:

- Simulações de tópicos de mecânica clássica em duas dimensões;
- Partículas, molas deformáveis, forças de Coulomb e gravitacional, dinâmica de corpo rígido;
- Dinâmica molecular (atualmente usa-se o potencial de Lennard-Jones): gás e líquido, evaporação e condensação, o cálculo de quantidades macroscópicas.

Em resumo, movimento de partículas, corpos, fluídos e gases obedecendo às leis da física.

Atualmente o STEP está disponível para o sistema operacional LINUX na versão 0.1.0 usando a plataforma de desenvolvimento KDE 4.4.5. (KDEDU, 2016). Contudo, no projetor ProInfo, cujo sistema operativo é o Linux Educacional, suas características visuais são um pouco diferentes, porém tanto a versão do software quanto sua biblioteca de simulações continuam as mesmas. A Figura 10 ilustra as pequenas diferenças visuais entre o STEP do Linux Educacional e o STEP disponível no sistema operativo LINUX convencional.

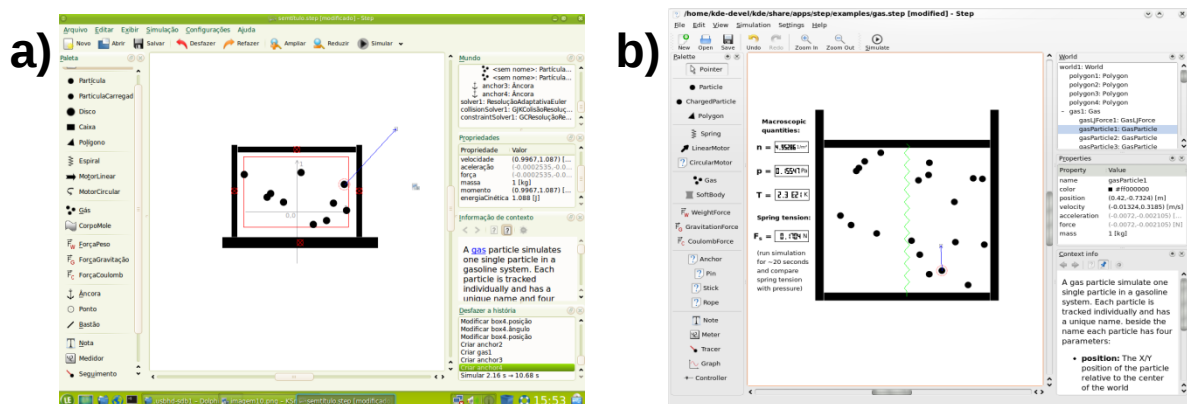


Figura 10 – Simulação de um gás ideal confinado em um recipiente: a) no STEP do Linux Educacional e b) no STEP do sistema LINUX convencional.

Para melhor identificação e visualização das ferramentas disponíveis no STEP, podemos dividir sua tela inicial em quatro partes. A primeira parte é uma barra superior, onde o usuário encontrará os botões: Arquivo, Editar, Exibir, Simulação, Configurações e Ajuda. Estes botões abrangem todos os possíveis aspectos relativos ao software e são, em sua maioria, padrões em diversos programas computacionais. Logo abaixo destes botões encontre-se uma barra auxiliar onde o usuário poderá escolher quais funcionalidades ele prefere evidenciar. Geralmente os botões da barra auxiliar são: Novo, Abrir, Salvar, Desfazer, Refazer,

Ampliar, Reduzir e Simular. A Figura 11 ilustra a localização da primeira parte da tela inicial do STEP, bem como, a sua barra auxiliar.

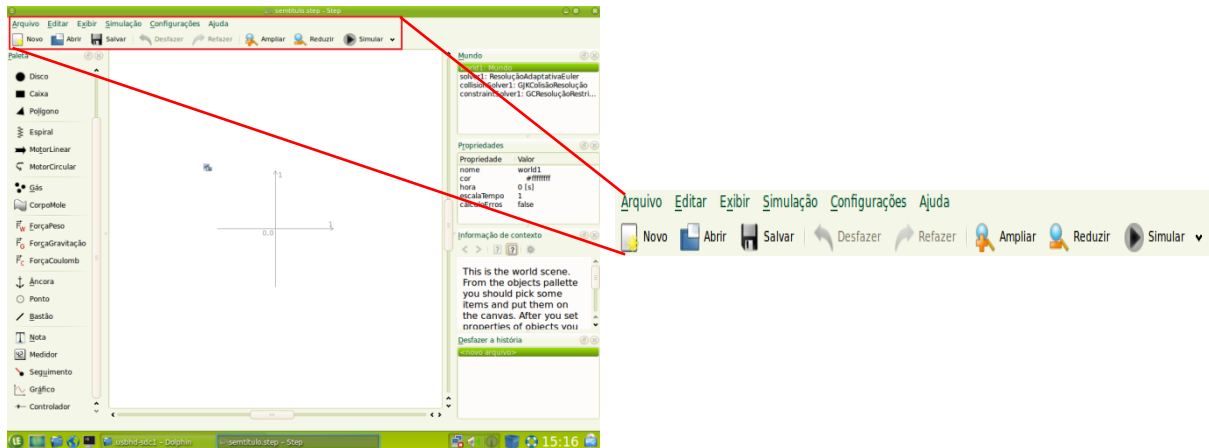


Figura 11 – Primeira parte da tela inicial do STEP do Linux Educacional. Barra superior.

A segunda parte da tela inicial do STEP é uma janela vertical localizada no canto esquerdo da tela. Esta janela é intitulada Paleta, e nela o usuário encontrará todas as ferramentas e objetos disponíveis para a criação de suas simulações. Na Paleta o usuário tem acesso à criação de objetos, tais como: partículas, partículas carregadas, discos, caixas, polígonos, molas (espiral), motores lineares e motores circulares. Além disso, o usuário poderá criar um gás de partículas ou um corpo mole. Com relação ao gás o usuário pode especificar a quantidade de partículas que constituem o gás e alguns parâmetros físicos, tais como, velocidade inicial das partículas e temperatura do gás. Através da Paleta, o usuário também tem acesso às forças disponíveis no STEP. É por intermédio deste recurso que ele seleciona qual tipo de força irá usar nas suas simulações. As forças que o STEP disponibiliza são: Força Peso, Força Gravitacional e Força de Coulomb. Ainda na janela da Paleta podemos ter acesso as mais diversas ferramentas. O usuário dispõe de ferramentas como: Âncora, Ponto, Bastão, Nota, Medidor, Seguimento, Gráfico e Controlador. Estes recursos contribuem para a construção das simulações além de potencializar o tratamento e análise dos modelos teóricos simulados. Podemos citar como exemplo os recursos relativos à criação de gráficos, que permite a análise gráfica das grandezas físicas envolvidas na simulação, e os recursos do medidor e controlador, que permitem, respectivamente, a medição de variáveis e o controle de parâmetros através de uma barra. A Figura 12 ilustra a tela inicial do STEP com a Paleta em destaque.

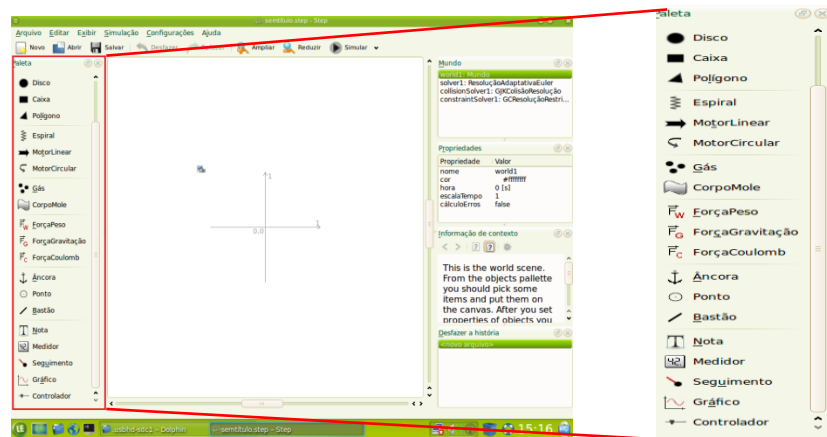


Figura 12 – Segunda parte da tela inicial do STEP do Linux Educacional. Paleta.

A terceira parte da tela inicial do STEP trata-se da tela onde as simulações serão criadas. Podemos designá-la como a Tela do Mundo. É nesta tela central que todos os objetos e ferramentas serão introduzidos para a construção da simulação pretendida. Também é na tela do Mundo que o usuário irá introduzir as características do seu “mundo físico”, tais como, o tipo de força que o governará e o tipo de corpo mais conveniente para sua simulação. Nesta tela também será visualizado o desenvolvimento temporal da simulação construída, ou seja, a simulação em curso. Podemos observar a Tela do Mundo, em destaque, na Figura 13.

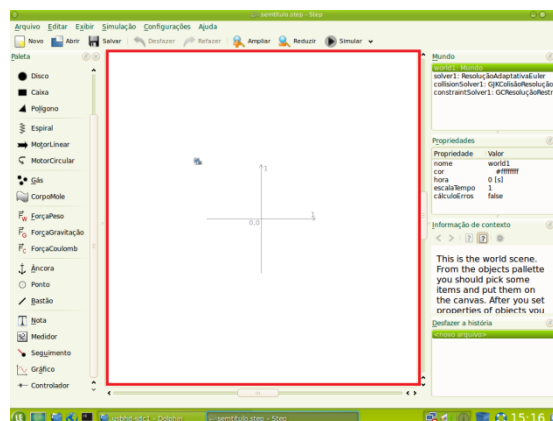


Figura 13 – Tela do Mundo.

Com respeito à quarta parte da tela inicial do STEP, podemos descrevê-la como sendo constituída por três janelas localizadas no canto direito da tela inicial. Estas janelas estão agrupadas verticalmente uma abaixo da outra. A primeira janela intitula-se Mundo. É nesta janela que o usuário encontrará todas as informações relativas ao “mundo físico” que ele está criando ao elaborar suas simulações. Na

janela do Mundo sempre constará as bibliotecas responsáveis pela resolução numérica das simulações, ainda, todos os objetos e ferramentas adicionados ao “mundo físico” do usuário constarão nesta janela. Um exemplo da estrutura da janela Mundo poderá ser visto logo abaixo na Figura 14, que ilustra a configuração da tela do Mundo para uma simulação de duas partículas carregadas sujeitas a Força de Coulomb.

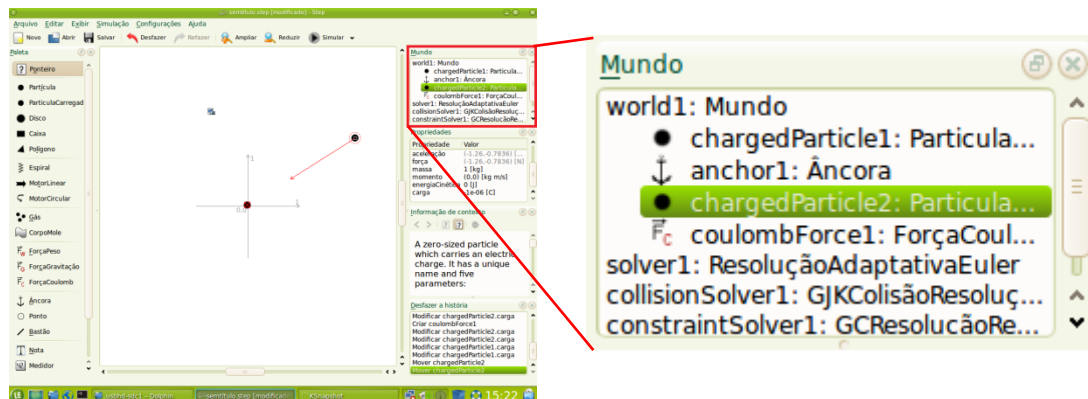


Figura 14 – Simulação de duas partículas carregadas sujeitas a Força de Coulomb desenvolvida no STEP do Linux Educacional para ilustrar a configuração da janela Mundo.

Ao selecionar um objeto ou ferramenta criados no simulador na janela Mundo, o usuário terá acesso a todas as suas propriedades. Estas informações constarão na janela logo abaixo da janela Mundo, intitulada, Propriedades. Na janela Propriedades, o usuário poderá ver as características dos objetos (ou ferramentas) criados no Mundo. A janela Propriedades é constituída por duas colunas: 1) coluna das propriedades do objeto (ou ferramenta) selecionado; e 2) coluna com os valores da propriedade selecionada, que dependendo da propriedade poderá ser alterado. Uma ilustração da janela Propriedades pode ser vista na Figura 15, que se trata da simulação de duas partículas carregadas interagindo através da Força de Coulomb. Nesta figura, na janela Propriedades, podem ser observadas as propriedades relativas à partícula carregada selecionada, que são elas: aceleração, força, massa, momento (linear), energia cinética e carga. As propriedades aceleração e força não podem ser alteradas, pois a partícula carregada está sujeita a Força de Coulomb e tais grandezas físicas são calculadas automaticamente pelo programa.

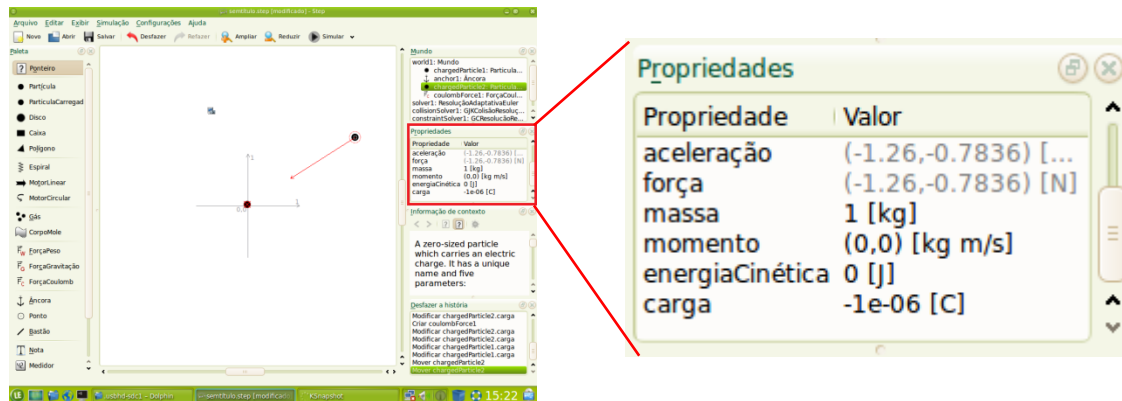


Figura 15 - Simulação de duas partículas carregadas sujeitas a lei de Força de Coulomb desenvolvida no STEP do Linux Educacional para ilustrar a configuração da janela Propriedades.

Outra janela localizada no canto direito da tela inicial do STEP, logo abaixo da janela Propriedades, é janela intitulada Informações de Contexto. Esta janela trás informações acerca do contexto físico do objeto selecionado. Por exemplo, para uma partícula carregada selecionada na Tela do Mundo ou na janela Mundo, a janela Informações de Contexto traria uma informação do tipo: “Uma partícula de tamanho zero que carrega uma carga elétrica. Ela tem um nome exclusivo e cinco parâmetros”. Caso a seleção seja feita sobre uma ferramenta do STEP, a janela Informações de Contexto especificará características desta ferramenta. Por exemplo, se selecionarmos um medidor trará informações com relação a sua funcionalidade. Resumindo, a janela contexto descreve do que se trata o objeto ou ferramenta selecionados, bem como suas características cruciais. Vale salientar, que quando começamos a introduzir objetos e ferramentas no Mundo, ou seja, quando começamos a criar nosso “mundo físico”, todas as nossas ações no STEP são “guardadas” em uma terceira janela localizada logo abaixo da janela Informações de Contexto. Esta janela é a janela Desfazer História. Basicamente, a janela Desfazer História salva todos os nossos passos na construção de simulações em ordem cronológica. Esta janela é útil, pois o usuário pode desfazer ações específicas realizadas anteriormente.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo iremos descrever, minuciosamente, a metodologia utilizada ao longo de toda a pesquisa. Primeiramente, será exposta a metodologia utilizada com o professor responsável pelas turmas de 2º e 3º anos do ensino médio e, em seguida, os aspectos relativos às atividades com o professor do 1º ano do ensino médio, ambos do EREM Agamenon Magalhães.

4.1 Primeira abordagem metodológica: utilizando o STEP nas aulas de física do 3º e 2º anos do ensino médio.

A primeira etapa da pesquisa foi realizada com o professor responsável pelos terceiros anos do ensino médio e por apenas uma turma do segundo ano (2º ano A). Realizamos esta etapa da pesquisa no primeiro semestre de 2016 ao longo do segundo bimestre letivo. Decidimos trabalhar apenas com uma das turmas de terceiro ano, pois não seria possível realizar atividades como o STEP em todas as turmas de terceiro ano, visto que, cada turma tem sua particularidade e as atividades elaboradas nem sempre poderiam ser utilizadas em turmas distintas. Ainda, para abranger todas as turmas de terceiro ano da escola, que no total eram cinco, demandaria de mais tempo para a pesquisa, porém, tanto o pesquisador quanto o professor, não dispunham deste tempo extra. Optou-se por selecionar uma das turmas de terceiro ano. Devido à familiaridade do professor com as turmas deixamos que ele fizesse a escolha. O critério escolhido por ele foi selecionar a turma que apresentava maior dificuldade na compreensão dos conceitos relativos à eletrostática, mais precisamente a lei de Coulomb e o conceito de campo elétrico. De acordo com o cronograma da escola, eletrostática, era o conteúdo previsto para ser trabalhado no bimestre em que a pesquisa foi realizada. A turma de terceiro ano selecionada pelo professor de física foi o terceiro ano E.

Com relação ao segundo ano A o conteúdo escolhido para ser abordado por intermédio do STEP foi o estudo dos gases, pois era conveniente ao cronograma do professor. Como nossa intenção era agregar à utilização do STEP a prática cotidiana do docente e também verificar as possibilidades de uso do

software, achamos relevante não sugerir nenhum conteúdo em particular e seguir com seu cronograma.

Selecionadas as turmas e sabendo-se os conteúdos previstos para a unidade, foi elaborado um cronograma de atividades. O professor se dispôs a realizarmos encontros para planejamento das ações com o STEP. Então, ficou acordado de nos reunirmos previamente antes da aplicação de cada atividade para elaborar as simulações e pensarmos na metodologia de utilização. Estes encontros prévios também serviriam para que o docente se familiarizasse com as ferramentas disponíveis no software, pois nosso objetivo era observar o ambiente de ensino-aprendizagem mediado pelo STEP, bem como a relação do professor com o software, identificando possíveis dificuldades técnicas ou metodológicas. O Quadro 1 nos mostra o cronograma de atividades elaborado para o uso do STEP nos 3º ano E e 2º ano A. No cronograma estão contidos os dias para planejamento, os dias para execução das atividades planejadas e os respectivos conteúdos abordados através do STEP. As atividades elaboradas com a utilização do STEP eram aplicadas durante o período habitual das aulas do professor de física.

Quadro 1 – Cronograma de atividades e planejamento para a utilização do simulador físico STEP nas aulas dos 2º ano A e 3º ano E do ensino médio do EREM Agamenon Magalhães.

Turma	Dia/mês	Horário	Conteúdo	Atividade
3º E	12/04	07:30 às 09h10min	Lei de Coulomb (1) e (2)	Planejamento de ações
3º E	19/04	07h30min às 09h10min	Lei de Coulomb (1)	Observação
3º E	26/04	07h30min às 09h10min	Lei de Coulomb (2)	Observação
2º A	26/04	07h30min às 09h10min	Estudo dos Gases	Planejamento de ações
3º E	27/04	13h30min às 15h00min	Lei de Coulomb (2) – continuação	Observação
2º A	04/05	13h30min às 15h00min	Estudo dos Gases	Observação
3º E	10/05	07h30min às 09h10min	Campo Elétrico (1)	Planejamento de

				ações
3º E	17/05	07h30min às 09h10min	Campo Elétrico (1)	Observação
3º E	24/05	07h30min às 09h10min	Campo Elétrico (1) – continuação	Observação
3º E	30/05	13h30min às 15h00min	Campo Elétrico (2)	Planejamento de ações
3º E	07/06	07h30min às 09h10min	Campo Elétrico (2)	Observação

Nosso planejamento prévio foi elaborado a partir do calendário escolar da instituição de ensino EREM Agamenon Magalhães e previa uma quantidade maior de atividades. Porém, tendo em vista a flexibilização do calendário devido a reuniões, festividades e feriados não previstos no calendário oficial, o nosso cronograma foi modificado inúmeras vezes. Inicialmente, nossa pretensão era realizar no mínimo oito atividades, sendo quatro no terceiro ano E, e mais quatro no segundo ano A, com cada atividade sendo pensada para um conteúdo específico, ou seja, teríamos oito simulações sistematizadas para utilização em sala de aula. Contudo, devido a essas questões relativas ao cronograma maleável da escola, abandonamos nossa pretensão inicial e fixamos os conteúdos de eletrostática, para o terceiro ano, e estudo dos gases, para o segundo ano. Outro fator que influenciou na redução do número de atividades, foi o fato de que para os conteúdos subsequentes ao cronograma da unidade, principalmente os relativos ao segundo ano, não encontramos possibilidades de simulações no STEP. Podemos citar como exemplo o estudo das máquinas térmicas. Então, decidimos fixar os conteúdos contidos no Quadro 1.

No Quadro 1 encontramos na coluna das “Atividades”, atividades intituladas *planejamento de ações*, estes momentos eram destinados a reuniões com o professor de física da respectiva turma para discutir quais as possibilidades de utilização do simulador físico STEP referente ao conteúdo que iria ser abordado. Também, aproveitávamos o momento para que o docente tivesse um contato prévio com o simulador. Aprendendo, desse modo, a utilizar as ferramentas mais básicas

do software para a construção das simulações e a melhor interagir com o simulador, familiarizando-se com os recursos de repetição de simulações, observação das grandezas e parâmetros físicos envolvidos no fenômeno simulado, dentre outras possibilidades peculiares a cada simulação. Basicamente nesses encontros para planejamento, elaborávamos um plano de aula onde o principal recurso didático era o simulador físico STEP. Então, pensávamos nos objetivos, nos conteúdos que seriam abordados, no tempo de duração – a maioria das atividades eram planejadas para quatro aulas, sendo duas consecutivas – nos recursos que seriam utilizados e, principalmente, na metodologia de utilização. Fazíamos o máximo para pensar em maneiras de utilizar o software STEP ao longo de toda a aula e de como sua utilização poderia contribuir metodologicamente para a prática do professor, favorecendo, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos. Nesses momentos, nosso objetivo era familiarizar o docente com o STEP a partir do desenvolvimento das simulações e desenvolver, junto com ele, metodologias de utilização. Levando em consideração, a todo o momento, aspectos relativos e inerentes a prática docente no ensino básico público brasileiro, tal como o número excessivo de alunos por turma.

Em relação ao momento das aulas, intitulado - como se pode ver no Quadro 1 - *observação*, nossa participação se restringia a meramente observar a aula do professor utilizando o STEP como instrumento didático. Como dito anteriormente, nosso objetivo era identificar aspectos da relação do docente com o recurso com o objetivo de verificar se é relevante e possível utilizar o STEP no nível básico de ensino de física. Para facilitar o momento de observação das aulas, definimos alguns parâmetros de observação:

- Tempo de montagem e organização do projetor ProInfo para o uso do STEP;
- Implementação do STEP a metodologia usual do professor;
- Interação do professor com as ferramentas disponíveis no STEP;
- Se o professor está conseguindo seguir com a atividade planejada;
- Como os alunos estão correspondendo à utilização do STEP;
- Como está sendo a relação professor-aluno por intermédio do software;

- Se a partir da utilização do STEP o professor expressa práticas de ensino menos tradicionais;
- Se os alunos estão conseguindo compreender ao longo da aula a essência dos modelos teóricos ensinados com o auxílio do STEP;
- Se a metodologia de utilização do STEP planejada está correspondendo com o esperado.

Assim, ao longo da aula de física do docente, observávamos atentamente as ações relativas aos parâmetros de observação e efetuávamos anotações em um caderno de campo, sempre, buscando interferir o mínimo possível no desenrolar da aula. Fazíamos o máximo para deixar o professor a vontade para utilizar o STEP e conduzir a aula da maneira que lhe fosse adequada, contudo, é claro que ficávamos atentos a sua postura perante nosso planejamento prévio. Outro aspecto relevante desse primeiro momento da pesquisa, é que o professor conseguiu um projetor ProInfo exclusivo para realizarmos nossas atividades.

Durante todas as atividades o professor estava ciente das nossas intenções com a pesquisa, cujo maior objetivo era identificar às possibilidades de inserção do STEP a metodologia usual do docente. Verificando, também, as possibilidades de utilização do STEP como ferramenta pedagógica para o ensino de física. Este caráter da pesquisa a caracteriza como um experimento de campo, pois propomos uma modificação à metodologia do docente quando inserimos o STEP como ferramenta pedagógica a sua prática docente. Desse modo, modificamos deliberadamente um aspecto do campo de pesquisa (a sala de aula) que foi a metodologia do professor.

4.2 Segunda abordagem metodológica: utilizando o STEP nas aulas de física do 1º ano do ensino médio.

Esta segunda etapa da pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2016 ao longo do terceiro bimestre letivo do EREM Agamenon Magalhães. Nesta etapa, decidimos realizar a pesquisa com uma turma do primeiro ano do ensino médio por duas razões: 1) durante o desenvolvimento das simulações para a realização da pesquisa com o terceiro ano E e o segundo ano A, percebemos que o STEP tinha grande potencial para se trabalhar com os conteúdos de mecânica,

principalmente no que diz respeito a colisões, e é no primeiro ano do ensino médio que tais conteúdos são abordados; 2) os conteúdos programados para o terceiro bimestre, de acordo com o cronograma escolar, eram magnetostática, para os terceiros anos, e ondas sonoras para os segundos anos, contudo, não há nenhuma possibilidade de se trabalhar com tais conteúdos no STEP. Desse modo, decidimos procurar o professor responsável pelas aulas de física do primeiro ano da escola. Mais uma vez, esclarecemos ao professor que nossa pretensão era verificar a possibilidade de inserção do STEP para auxiliar as aulas de física do ensino básico e, conseqüentemente, verificar as possibilidades de utilização do software.

Diferentemente da primeira etapa, o professor de física dos primeiros anos tinha uma carga horária altíssima de horas aula a cumprir semanalmente e, por isso, não dispunha de tempo suficiente para realizarmos encontros para planejamento das atividades e elaboração das simulações. A solução encontrada foi marcarmos uma reunião inicial, antes de começarmos a pesquisa, para apresentar ao professor o STEP e seus principais recursos. Essa primeira reunião com o professor teve duração de aproximadamente uma hora e foi o único momento exclusivo de contato com o software. Em seguida, elaboramos um cronograma de atividades com base nos conteúdos que estavam sendo abordados no bimestre, que eram: força peso, força normal, forças de atrito e plano inclinado. Todos os conteúdos já haviam sido trabalhados pelo professor em sala de aula, contudo, segundo ele, os estudantes apresentavam dificuldades conceituais graves em relação a esses tópicos. Vale salientar que o professor sugeriu que aplicássemos a utilização do STEP no primeiro ano E. Ficou definido, então, que levaríamos propostas de simulações e metodologias no dia das atividades e nos reuniríamos com o docente, minutos antes das aulas, para termos um breve debate acerca das possibilidades de utilização do STEP com relação a cada conteúdo. O Quadro 2 mostra o cronograma elaborado. Assim como na primeira etapa da pesquisa, o cronograma foi demasiadamente modificado devido a alterações inusitadas do cronograma escolar.

Quadro 2 - Cronograma de atividades para a utilização do simulador físico STEP nas aulas do 1º ano E do ensino médio do EREM Agamenon Magalhães.

Dia/mês	Horário	Conteúdo	Atividade
02/09	07h30min às 09h10min	Força Peso	Observação
09/09	07h30min às 09h10min	Força Normal	Observação
14/09	13h30min às 15h00min	Força de atrito estático	Observação
16/09	07h30min às 09h10min	Plano inclinado	Observação

Assim como na primeira etapa da pesquisa definimos alguns parâmetros de observação para auxiliar durante as observações em sala de aula. Contudo, devido ao caráter diferenciado desta segunda etapa da pesquisa não utilizamos os mesmo definidos anteriormente. Os parâmetros elaborados foram:

- Tempo de montagem e organização do projetor ProInfo para o uso do STEP;
- Implementação do STEP a metodologia usual do professor;
- Interação do professor com as ferramentas disponíveis no STEP;
- Como os alunos estão correspondendo à utilização do STEP;
- Como está sendo a relação professor-aluno por intermédio do software;
- Se a partir da utilização do STEP o professor expressa práticas de ensino menos tradicionais;
- Se os alunos estão conseguindo compreender ao longo da aula a essência dos modelos teóricos ensinados com o auxílio do STEP;
- Se a metodologia de utilização do STEP planejada está correspondendo com o esperado.

Outro aspecto peculiar adotado nesta segunda etapa da pesquisa foi a introdução de questionários com o docente, um antes, e outro depois da realização das observações em sala de aula. Na primeira etapa da pesquisa, nosso único instrumento de coleta de dados era a observação das aulas do docente utilizando o STEP, contudo, tínhamos momentos para planejamento que também serviam para observar a evolução do docente ao lidar com o software. Outro ponto relevante é que na primeira etapa tivemos oportunidade de realizar mais atividades de

observação em sala, de modo que tínhamos mais material para análise. Devido a esses fatores, resolvemos introduzir os questionários com o intuito de garantir mais parâmetros para a análise. Outro ponto relevante é que com o auxílio dos questionários poderíamos traçar um perfil metodológico do professor e se a utilização do STEP agregou valor a sua prática como docente de física.

O questionário inicial foi aplicado antes da realização das observações e atividades em sala de aula. Seu objetivo era traçar um perfil do docente e da turma, queríamos identificar aspectos, tais como, a metodologia usual do professor, sua postura perante a modernização do ensino, bem como aspectos relativos aos alunos, por exemplo, se eram participativos ao longo das aulas de física. O questionário final tinha o propósito de servir como parâmetro para identificarmos se a utilização do STEP como mediador do ambiente de ensino-aprendizagem tinha interferido de alguma forma nas características identificadas por meio do questionário inicial. Durante a elaboração de ambos os questionários tentamos ser imparciais e elaborar perguntas sucintas e objetivas, para assim, minimizar algum tipo de influencia nas respostas do professor de física.

5 SIMULAÇÕES DESENVOLVIDAS NO STEP DURANTE A PESQUISA

Neste capítulo iremos descrever as simulações desenvolvidas no STEP com o auxílio dos professores de física do EREM Agamenon Magalhães ao longo de toda a pesquisa. Ainda, trazemos breves discussões acerca dos conteúdos físicos que pretendiam ser abordados por intermédio do STEP.

5.1 Lei de Força de Coulomb para duas partículas carregadas

A lei de Coulomb é um modelo físico empírico que descreve a interação fundamental entre duas partículas carregadas. Por se tratar de um modelo para a descrição matemática de uma força é, em essência, uma expressão vetorial, ou seja, é necessária a especificação de três componentes da força de Coulomb para sua completa descrição no espaço tridimensional. David J. Griffiths (2011, p. 43), em seu livro de Eletrodinâmica no capítulo sobre Eletrostática, nos apresenta uma expressão matemática para a lei de Coulomb devido à atração mútua entre duas partículas carregadas:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}; \quad (1)$$

onde Q é a chamada carga de prova e q é uma carga pontual que está em repouso a uma distância r (em módulo).

A constante ϵ_0 é chamada de **permissividade do espaço livre**. Em unidades SI, como força em newtons (N), distância em metros (m) e carga em coulombs (C),

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}.$$

Em alguns livros de física, principalmente os do ensino médio, o fator $1/4\pi\epsilon_0$ é definido como uma nova constante designada pela letra k , à chamada **constante eletrostática**.

Em palavras, a expressão matemática da lei de Coulomb nos diz que a força é proporcional ao produto das cargas e é inversamente proporcional ao quadrado da distância de separação entre as cargas (GRIFFITHS, 2011, p. 43).

Para abordar o estudo da lei de Coulomb através do STEP, desenvolvemos uma simples simulação no software. Na Tela do Mundo, criamos duas partículas carregadas, uma com carga positiva (partícula 1) e a outra com carga negativa (partícula 2), também atribuímos ao Mundo a Força de Coulomb. Com a ferramenta Âncora, fixamos a partícula 1 na origem do eixo coordenado da Tela do Mundo. A partícula 2 seria nossa carga de prova – é a partir dela que iremos detectar a força de interação entre as cargas. O módulo das cargas foi especificado de maneira que o vetor força ficasse mais evidente possível dentro dos limites da Tela do Mundo. O módulo de ambas as cargas ficou definido, inicialmente, como $1 \cdot 10^{-6}$ coulombs. A Figura 16 mostra a configuração inicial da nossa simulação, onde a seta em vermelho representa o vetor força de Coulomb entre as partículas carregadas.

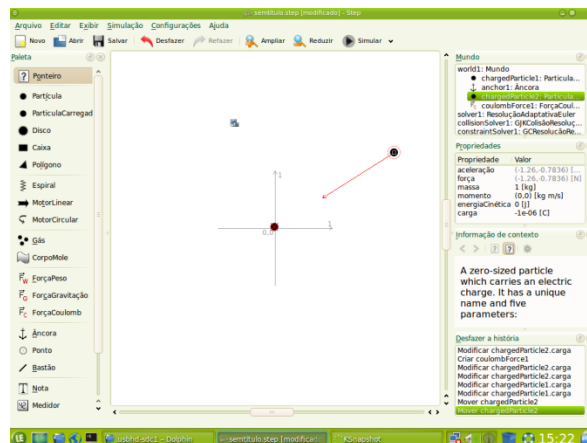


Figura 16 – Simulação desenvolvida no STEP do Linux Educacional para o estudo da lei de Coulomb.

O nosso objetivo com esta simulação, era fazer com que os estudantes compreendessem a representação matemática da lei de Coulomb expressa através da equação 1. Para isso, era necessário que os estudantes internalizassem a relação de proporcionalidade da força para com as cargas e, também, a relação inversamente proporcional entre a força e o quadrado da distância entre as cargas. Ainda, esperava-se que os estudantes entendessem o caráter vetorial da força de

Coulomb, compreendendo as implicações que a alteração de parâmetros como o sinal das cargas, o módulo das cargas e a distancia entre elas, traria ao vetor força. Assim, durante a simulação, fazíamos alterações nos parâmetros da carga de prova. Alterávamos o seu modulo, o sinal da carga e a distância de separação até a partícula 1. Observávamos as mudanças que tais alterações provocavam na força entre as cargas na janela Propriedades, onde deixávamos selecionada a carga de prova (partícula 2). Com relação ao vetor força as implicações eram evidentes, pois os estudantes visualizavam na Tela do Mundo as mudanças no vetor.

5.2 Campo Elétrico e Linhas de Força de partículas carregadas

Podemos pensar no campo elétrico como sendo um ente físico que proporciona a interação entre partículas carregadas. A resposta a esta interação é a força elétrica, descrita matematicamente, pela lei de Coulomb. Podemos definir o campo elétrico, matematicamente, pela expressão:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}; \quad (2)$$

onde $\vec{F}$ é a força elétrica resultante dada pela lei de Coulomb, assim, $\vec{E}$ é o campo elétrico resultante gerado pelo conjunto de partículas carregadas sobre a carga de prova Q . A equação 2 é uma equação vetorial, e sugere que o campo elétrico é um ente físico subjacente a força. Além do mais, quem designa a direção do vetor $\vec{F}$ é o sinal da carga de prova, se Q é positiva $\vec{F}$ aponta na direção de $\vec{E}$ e se Q é negativa $\vec{F}$ aponta na direção contrária a $\vec{E}$. Dessa forma, é mais conveniente reescrever a equação 2 da seguinte maneira:

$$\vec{F} = Q\vec{E}, \quad (3)$$

evidenciando o caráter subjacente do campo elétrico em relação a força elétrica.

Devido ao caráter vetorial do campo elétrico, podemos definir o conceito de Linhas de Força. Basicamente, as linhas de força são linhas imaginárias que representam a configuração espacial do campo elétrico em torno de uma

distribuição de cargas, no nosso caso, um conjunto de partículas carregadas. Há três características cruciais das linhas de força: 1) o módulo do campo elétrico é tangente as linhas; 2) quanto maior a proximidade entre as linhas de força, maior será a intensidade do campo elétrico naquela região e 3) as linhas nunca se cruzam, pois, caso contrário, implicaria que teríamos uma mesma região do espaço com dois valores distintos de campo elétrico e isto é fisicamente impossível. Para melhor ilustrar os conceitos relativos às linhas de força, podemos observar na Figura 17 dois exemplos de linhas de força para duas configurações de carga distintas: a) duas partículas carregadas isoladas; b) duas partículas carregadas com cargas opostas próximas.

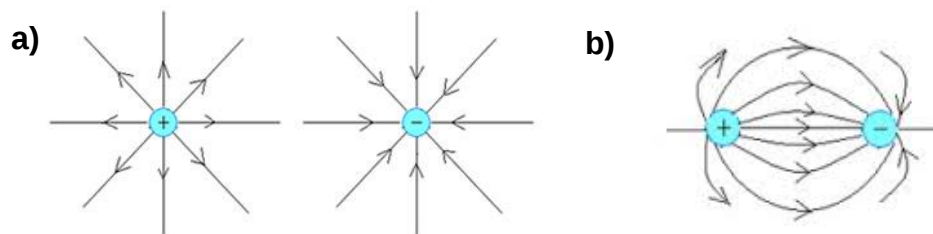


Figura 17 – Linhas de força: a) duas partículas carregadas com cargas opostas isoladas e b) duas partículas carregadas com cargas opostas próximas.

Para abordar os conceitos relativos ao campo elétrico de partículas carregadas, primeiramente desenvolvemos uma simulação similar a utilizada no tratamento da lei de Coulomb (seção 4.1). A única distinção foi que não atribuímos, inicialmente, nenhuma carga a partícula 2, que representa a carga de prova. Queríamos evidenciar o fato de que no instante que atribuíamos uma carga a partícula 2, imediatamente, um vetor força elétrica surgia na Tela do Mundo. Nosso objetivo era introduzir a discussão conceitual do campo elétrico como sendo o ente que propiciava a interação entre as partículas.

Em um segundo momento, movemos a carga de prova ao redor da partícula 1 à uma distancia d fixa. Pretendíamos evidenciar a simetria esférica de um campo elétrico gerado por uma carga pontual e iniciar o tratamento do conceito das linhas de força, pois relacionávamos a cada ponto ao longo da circunferência de raio d o campo elétrico correspondente através da equação 2. Em seguida, removemos a Âncora da partícula 1 e a deslocamos uma distância d' ao longo do eixo x positivo, fixando-a com a Âncora novamente. Logo mais, atribuímos ao Mundo uma terceira

partícula carregada, esta foi posicionada a uma distância – d' ao longo do eixo x. Ambas as partículas posicionadas ao longo do eixo x tinham a mesma carga em módulo. Esta nova configuração mudava o vetor força que agia sobre a carga de prova e, conseqüentemente, o campo elétrico a que ela estava sujeita. Assim como no caso de uma única partícula fonte, movemos a carga teste em diferentes direções ao redor da configuração para relacionar a cada ponto do espaço o seu respectivo campo elétrico. Estas atividades descritas logo acima permitem que os estudantes identifiquem a direção do campo elétrico em cada ponto ao redor das distribuições de carga, assim, sendo de grande valia para a introdução do conceito das linhas de força.

5.3 Estudo dos Gases: temperatura, pressão e volume

No STEP um gás é representado como um aglomerado de partículas que podem ser confinadas em um recipiente construído pelo usuário com paredes isolantes. Se um gás está isolado do ambiente, de modo que não ajam trocas de energia e nem de matéria entre o sistema e o ambiente, então grandezas macroscópicas como temperatura, pressão e volume, ficarão submetidas apenas as características espaciais do recipiente e ao movimento das partículas que constituem o gás.

Podemos pensar na temperatura como uma medida indireta do grau de agitação das partículas do gás. Ora, quanto maior a velocidade das partículas maior será a energia cinética do sistema e, conseqüentemente, teremos um aumento da temperatura do sistema. A energia cinética de uma partícula está relacionada à sua velocidade por meio da equação:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2, \quad (4)$$

onde m é a massa. Na verdade, para um gás o que importa é a média das velocidades das partículas.

A Pressão é outra grandeza macroscópica que está de certa forma associada à energia cinética das partículas. Quando a energia cinética das partículas que constituem um gás confinado em um recipiente aumenta, isto implica

no aumento da taxa temporal de colisões das partículas com as paredes do recipiente que encerram o gás. Quanto maior o número de colisões entre partículas e paredes, maior será a força média e a Pressão exercida pelas partículas sobre as paredes. Então, a pressão está relacionada com a taxa de colisões entre as partículas e as paredes do recipiente. Ainda, mudanças no volume do recipiente, implicarão em variações de temperatura e volume.

Para abordarmos esses conceitos por intermédio do STEP desenvolvemos uma simples simulação. Criamos na Tela do Mundo quatro caixas retangulares para construir nosso recipiente que iria encerrar o gás de partículas. Em seguida, agrupamos as caixas de modo a definir um volume específico e as fixamos com a ferramenta Âncora. Logo após, criamos um gás com um total de dez partículas preenchendo todo o volume do nosso recipiente. Também atribuímos ao sistema uma temperatura inicial e uma velocidade inicial para as partículas. Podemos observar na Figura 18 a configuração do nosso experimento virtual constituído no STEP inicialmente. Ainda nesta figura, também observamos o mesmo sistema, porém com um volume reduzido.

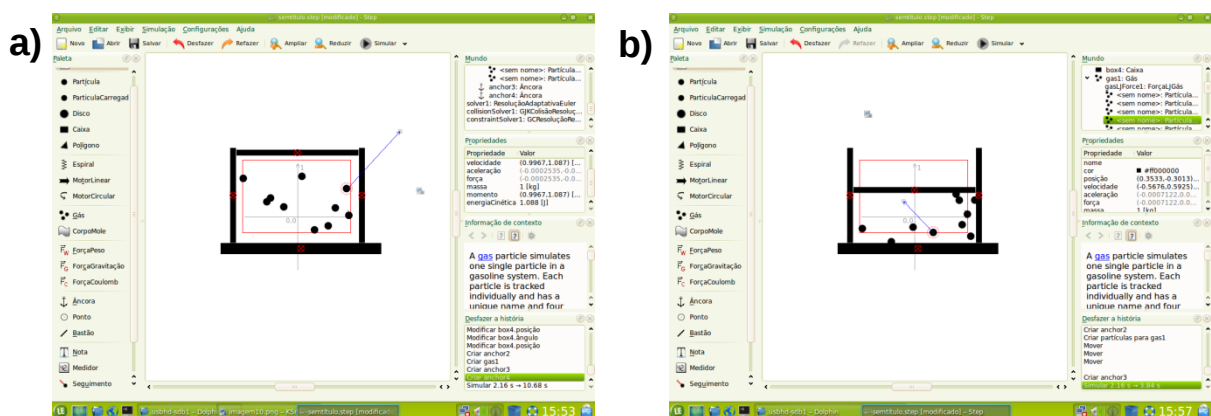


Figura 18 – Simulação desenvolvida no STEP do Linux Educacional para o estudo das propriedades de um gás: a) volume máximo do recipiente e b) volume reduzido.

Em seguida, selecionamos o gás de partículas na janela do Mundo para poder observar os parâmetros temperatura e pressão do sistema e, então, simulamos. Inicialmente o intuito era apresentar para os estudantes o modelo de um gás como um aglomerado de partículas e, posteriormente, trazer as discussões conceituais com relação à temperatura e pressão, por intermédio das variações de volume. Vale ressaltar, que o gás criado no STEP não é ideal, pois ele leva em consideração a

interação das partículas entre si através do potencial de Lennard-Jones. Contudo, ao variarmos o volume do recipiente é perceptível o aumento, tanto na temperatura, como na pressão, abrindo espaço para a discussão da relação de temperatura e pressão com a velocidade das partículas, que aumenta devido ao aumento das colisões mútuas.

5.4 Força Peso

Quando uma partícula está sobre a superfície da Terra fica sujeita a uma aceleração específica resultante da interação gravitacional desta com a Terra. De forma imediata, definimos esta aceleração como aceleração gravitacional $\vec{g}$. A aceleração gravitacional não é completamente uniforme ao longo da superfície da Terra devido ao fato da Terra não ser uma esfera perfeita. Contudo, atribuímos à aceleração gravitacional $\vec{g}$ um valor constante em módulo de $9,81 \text{ m/s}^2$. Se aplicarmos a segunda lei de Newton a uma partícula sobre a superfície da Terra, consequentemente, esta estará sujeita a aceleração gravitacional $\vec{g}$, assim, podemos escrever de imediato:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{g}. \quad (5)$$

No STEP esta força específica é designada como Força Peso, e a representamos utilizando a letra P no lugar do F convencional da segunda lei de Newton. Desse modo, podemos exprimir a equação 5 da seguinte maneira:

$$\vec{P} = m\vec{g}. \quad (6)$$

Podemos definir conceitualmente a força peso $\vec{P}$ como sendo a força que corpos sobre a superfície da Terra estão sujeitos devido à Força gravitacional. Contudo, vale salientar que corpos localizados a altitudes consideráveis em relação à superfície da Terra serão regidos pela lei da Gravitação Universal de Newton.

É comum as pessoas confundirem a força peso com a massa dos corpos e pensando neste fato, desenvolvemos uma simulação no STEP que ajudasse os estudantes a visualizar que o peso de um corpo não se refere a sua massa, mas sim a força que é exprimida sobre ele devido à Força gravitacional. Primeiramente, criamos na Tela do Mundo uma partícula de massa unitária e logo em seguida adicionamos a Força Peso. Nesta primeira etapa queríamos ilustrar a

aceleração característica que a Terra exprime sobre partículas que se encontram nas proximidades de sua superfície. Outro objetivo inicial era ilustrar a equação matemática simples da Força Peso por intermédio da segunda lei de Newton (equação 6).

Em seguida, queríamos abordar as discrepâncias físicas entre peso e massa de um corpo, desse modo, atribuiu-se a partícula uma massa de 60 Kg. Imediatamente, um vetor força direcionado para baixo surgiu a partir da partícula. A simulação foi iniciada e, como esperado, a partícula caiu. Alertamos que os estudantes se concentrassem na rapidez de queda da partícula. Logo após, selecionamos na janela do Mundo a Força Peso e mudamos na janela Propriedades a propriedade *constante gravitacional*, que se refere à aceleração gravitacional. Trocamos a aceleração gravitacional característica da Terra ($9,81\text{m/s}^2$) pela aceleração gravitacional da Lua que é de $1,6\text{ m/s}^2$. De imediato, os estudantes podem perceber a diferença entre as forças peso na Terra e na Lua através do tamanho do vetor força, que foi bastante reduzido. Depois da alteração mencionada, a simulação foi iniciada evidenciando a diferença entre os pesos, pois “na Lua” a partícula caiu mais lentamente. A Figura 19 nos mostra as diferenças entre o peso da partícula com a aceleração gravitacional $\vec{g}$ e o peso com a aceleração gravitacional da Lua, evidenciando o fato da massa permanecer inalterada perante a variação da aceleração gravitacional.

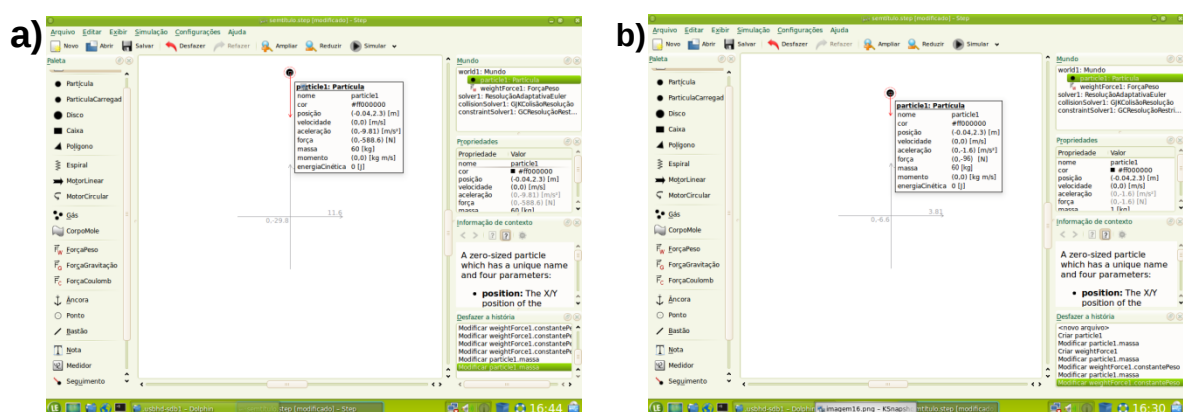


Figura 19 – Simulações desenvolvidas no STEP do Linux Educacional de partículas de mesma massa submetidas a diferentes acelerações gravitacionais: a) aceleração da Terra e b) aceleração da Lua.

Prosseguindo como a segunda etapa da simulação, alteramos a constante gravitacional para a aceleração gravitacional do Sol, que é de $274,1\text{ m/s}^2$

em módulo. Mais uma vez, os estudantes perceberam de imediato a diferença entre os pesos da partícula na superfície da Terra e na superfície do Sol – caso fosse possível – através do tamanho do vetor força. Esta diferença exorbitante entre os pesos para uma partícula de mesma massa foi evidenciada selecionando-se na janela Mundo a partícula e em seguida na janela Propriedades a força a que a partícula estava sujeita. Como anteriormente, damos início a simulação e como esperado, a partícula caiu rapidamente. Podemos observar os diferentes pesos da partícula com aceleração da Terra e com a aceleração do Sol na Figura 20 logo abaixo. Para concluir, ainda foi mudada a constante gravitacional para a aceleração gravitacional de Marte com o intuito de ratificar os cálculos feitos pelos alunos devido a um exercício proposto pelo professor.

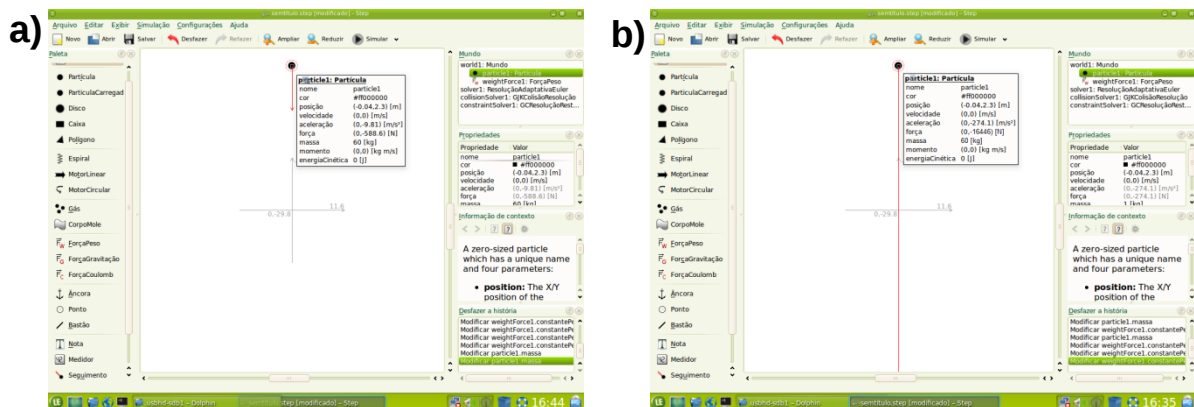


Figura 20 – Simulações desenvolvidas no STEP do Linux Educacional de partículas de mesma massa submetidas a diferentes acelerações gravitacionais: a) aceleração da Terra e b) aceleração do Sol.

5.5 Força Normal, Forças de Atrito e movimento em um Plano Inclinado

De acordo com a terceira Lei de Newton, podemos pensar na Força Normal como uma força de reação relativa ao contato entre um corpo e uma superfície. Uma característica crucial desta força de contato é o fato de ser sempre perpendicular a superfície que proporciona o contato. A Figura 21 ilustra exemplos da disposição da Força Normal em superfícies com inclinações distintas.

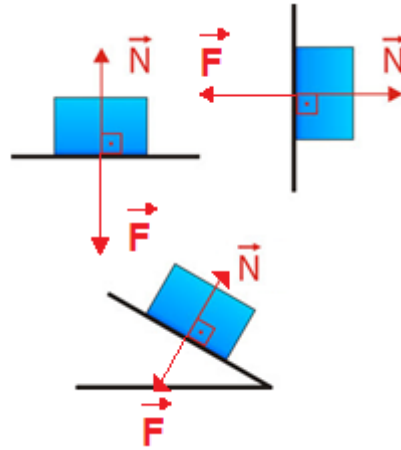


Figura 21 – Direção da Força Normal em superfícies com inclinações distintas.

Outra força de contato que permeia o nosso cotidiano é a Força de Atrito. Na realidade, este tipo de força tem duas modalidades: a força de atrito estático e a força de atrito cinético. Ambas as modalidades de força de atrito são resultantes, de forma simplória, devido às rugosidades das diversas superfícies em que um dado corpo pode ter contato. Ou seja, por mais lisa que uma superfície possa ser, ainda, terá como característica uma força de atrito intrínseca. A força de atrito é proporcional a força Normal, cada superfície tem um coeficiente de proporcionalidade característico denominado coeficiente de atrito, que assim como as forças de atrito, varia entre o estático e o cinético.

A força de atrito estático surge como reação a forças paralelas a uma superfície quando o objeto ainda está em repouso em relação a esta superfície. Por exemplo, uma caixa em repouso sobre uma superfície inclinada não escorrega devido à força de atrito estático que equilibra a componente da força peso, que atua sobre a caixa, paralela ao plano da superfície. Contudo, se a caixa começasse a escorregar significaria que a componente da força peso paralela a superfície tem intensidade suficiente para vencer a força de atrito estático. No instante em que a caixa inicia o escorregamento é uma força de atrito cinético que começa a agir sobre ela, dificultando o seu deslizamento. Microscopicamente, são situações diferentes.

Uma superfície na qual podemos identificar e trabalhar com os conceitos de Força Normal e Forças de Atrito, simultaneamente, é um plano inclinado. Como objeto didático, um plano inclinado nada mais é que uma superfície plana inclinada

em certo ângulo em relação ao plano horizontal. No plano inclinado subdividimos a força peso em duas componentes, uma paralela e outra perpendicular a superfície. Podemos observar esta representação do plano inclinado na Figura 22.

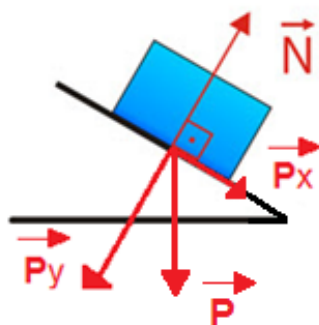


Figura 22 – Plano inclinado ilustrando a disposição das componentes da força peso.

Para abordar os conceitos relativos à força normal, as forças de atrito e ao plano inclinado criamos no STEP na Tela do Mundo um plano inclinado e o fixamos com uma Âncora. Em seguida criamos um disco de raio mediano e o posicionamos o mais perto possível do plano para que quando adicionássemos ao Mundo a força Peso este não ricocheteasse intensamente sobre a superfície do plano ao iniciarmos a simulação. Vale ressaltar, que utilizamos um disco por que o STEP não era capaz de resolver os cálculos relativos à colisão de uma caixa com o plano inclinado. A discrepância entre nossa simulação e a abordagem convencional utilizando blocos é visível e impõe novos conceitos físico a simulação, como, por exemplo, o movimento de rolamento suave descrito pelo disco sobre o plano inclinado. Porém, nosso intuito era evidenciar aos estudantes a disposição das forças envolvidas em um problema de plano inclinado, mostrando o direcionamento das componentes da força peso sobre o plano e da força normal. Vale salientar que o STEP ilustra o vetor força resultante sobre o disco, então a componente da força peso perpendicular ao plano do disco e a força normal tiveram que ser desenhadas manualmente.

Com relação às forças de atrito a simulação não foi tão efetiva, contudo discussões conceituais foram levantadas para suprir a limitação do STEP neste

aspecto e, ainda, abordou-se o papel da força de atrito estático para o rolamento suave do disco sobre o plano inclinado. Podemos observar na Figura 23 a simulação desenvolvida no STEP para abordar os conceitos físicos descritos até agora.

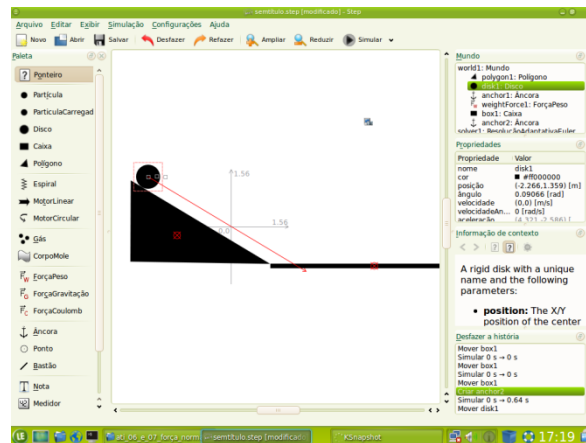


Figura 23 – Simulação desenvolvida no STEP do Linux Educacional de um disco sofrendo o movimento de rolamento suave sobre um plano inclinado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo iremos expor os resultados alcançados através das intervenções dos professores com o STEP em sala de aula. Tendo em vista o caráter qualitativo da nossa pesquisa, os resultados alcançados serão expostos mediante a descrição das nossas observações – registradas em caderno de campo – com respeito a cada parâmetro de observação e logo em seguida efetuaremos uma discussão acerca das impressões registradas. Do mesmo modo, para os questionários aplicados com o professor do 1º ano E, iremos expor as respostas a cada quesito fazendo, logo em seguida, breves comentários com relação às respectivas respostas. Depois será efetuado um comparativo entre as respostas do questionário inicial, aplicado antes das intervenções em sala de aula com o STEP, e o questionário final, aplicado após as intervenções em sala de aula. Para melhor identificar os docentes ao longo da nossa discussão com relação aos resultados da pesquisa, iremos designá-los, respectivamente, por Professor 1, o professor responsável pelas turmas do 3º ano E e 2º ano A, e por Professor 2, o professor responsável pelo 1º ano E.

6.1 Observações em sala de aula

O primeiro parâmetro de observação durante as aulas dos docentes por intermédio do STEP era relativo ao tempo de montagem e organização do projetor ProInfo. Com relação ao Professor 1, este quesito não era um empecilho para a rotina cotidiana da sala de aula. Durante nossa pesquisa o professor conseguiu com a gestão da escola um projetor ProInfo exclusivo para utilizar durante as suas aulas de física. O docente não apresentava dificuldades na montagem do equipamento e na maioria das vezes o projetor já estava posicionado e pronto para uso antes mesmo dos alunos chegarem à sala de aula. Vale ressaltar, que as aulas do Professor 1 eram ministradas no laboratório de física da escola, cujo espaço era bastante adequado no que diz respeito a iluminação, contribuindo bastante para a utilização projetor. Já o Professor 2, também não demonstrou dificuldades em relação a montagem e manuseio do equipamento, contudo, outros fatores

desfavoreciam a estruturação do projetor para o início das aulas. Quando a pesquisa foi realizada com o Professor 2 a escola dispunha de uma quantidade de projetores ProInfo reduzida devido ao mal funcionamento da grande maioria, assim, foi adotada uma política de reserva dos equipamentos. Este fato atrapalhou o início de algumas das atividades com o STEP, pois houve alguns problemas com as reservas efetuadas pelo Professor 2. Ainda, a sala em que o Professor 2 lecionava não favorecia a utilização do projetor ProInfo devido a disposição das janelas, atrapalhando a visualização dos alunos. Assim, o docente teve que providenciar algumas cortinas para minimizar os efeitos da claridade. Sintetizando, apesar dos problemas relativos à organização prévia do equipamento enfrentados principalmente pelo Professor 2, ambos docentes apresentaram boa capacidade de manuseio do projetor ProInfo. Mostrando, que apesar das dificuldades técnicas, é possível implementar as aulas de física com a utilização de tecnologia.

Outro aspecto a que nos atentávamos durante as aulas com o STEP era como os docentes implementavam o uso do STEP a sua metodologia habitual de ensino de física, ou seja, em quais momentos o software era requerido pelos professores durante as aulas. O Professor 1 sempre fazia algumas anotações no quadro e em seguida utilizava as simulações desenvolvidas no STEP para abordar os conteúdos fazendo com que os estudantes percebessem a partir do software as relações entre as grandezas físicas envolvidas na simulação e os significados dos modelos teóricos descritos previamente no quadro. O Professor 2 utilizava o STEP para revisar conceitos e para o auxílio na resolução de exemplos, pois nas atividades com o STEP o docente já havia abordado os conteúdos em aulas anteriores. O fato dos professores terem feito escolhas pedagógicas distintas para a utilização do STEP em suas aulas de física, evidencia o caráter flexível do software como recurso didático para o ensino de física. Podendo ser utilizado tanto para a compreensão de conceitos bem como para a resolução de problemas.

Um parâmetro ao qual ficamos bastante atentos era como se dava a interação dos docentes com as ferramentas disponíveis no STEP para a criação e otimização das simulações. Ambos os professores apresentaram um desenvolvimento significativo na construção das simulações e na utilização dos recursos do STEP. Ao longo da pesquisa o Professor 1 demonstrou um

desenvolvimento maior ao lidar com o STEP, visto que tínhamos encontros prévios para o planejamento das ações e nestes momentos ele também interagiu com o software. No momento das atividades em sala de aula demonstrava bastante segurança ao lidar com as ferramentas do STEP. Já o Professor 2 não dispunha de tempo extra suficiente para ter contato prévio com o STEP, assim, toda sua interação com o software se dava ao longo das aulas. Contudo, um contato prévio com o STEP foi possível em um momento específico antes da realização da pesquisa na sua turma do 1º ano E. Mesmo com esta limitação temporal de interação com o STEP o Professor 2 também demonstrou boa desenvoltura ao lidar e construir as simulações nos momentos de aula. Estas evidências demonstram a facilidade que o usuário encontra ao utilizar as ferramentas do STEP. Também podemos extrair dessas observações a possibilidade de agregar à prática docente em física do ensino básico, novas metodologias mediadas por recursos tecnológicos, como a utilização do software STEP.

Um aspecto peculiar dos nossos registros era o fato da coerência do docente para com o planejamento prévio, ou seja, se o professor estava sendo fiel ao planejamento ao longo das aulas. Este aspecto das observações ao longo da pesquisa foi restrito apenas ao Professor 1, visto que o Professor 2 não dispunha de tempo extra para planejamento. Durante todas as observações feitas em sala de aula notava-se que o Professor 1 fazia o máximo para seguir com o planejamento prévio, inclusive sempre se remetia a conferência do andamento da aula em nossos “planos de aula”. Contudo, em nenhuma das atividades o planejamento foi cumprido na íntegra. Diversos fatores inerentes ao ensino básico influenciavam para que o docente não conseguisse cumprir com o planejamento. Notou-se que planejávamos atividades muito longas para as condições do ensino básico. Para uma efetivação do planejamento era necessário uma reestruturação dos objetivos para otimizar o tempo disponível em aula, que nunca chegava a ser o tempo total da aula. Apesar dos contratempos, o Professor 1 conseguia concluir pelo menos os objetivos cruciais pretendidos.

Um dos objetivos da nossa pesquisa era verificar se a utilização do software STEP em sala de aula estava contribuindo para a aprendizagem de física dos alunos e se estava havendo compreensão dos modelos teóricos estudados.

Para isso, definimos parâmetros de observação específicos que nos auxiliassem a identificar comportamentos relativos à receptividade dos estudantes para com o STEP, relação professor-aluno por intermédio do STEP, demonstração de compreensão de aspectos dos modelos teóricos ao longo das aulas por parte dos alunos e se a metodologia de utilização do STEP utilizada pelo docente estava surtindo efeito na aprendizagem dos alunos.

Podemos dizer que o uso do STEP nas aulas de física de ambos os professores despertou o interesse dos estudantes. Era algo novo que mexia com a dinâmica da aula. Os estudantes de fato participavam das aulas e interagiam com os professores, inclusive levantando questionamentos e fazendo especulações acerca das simulações. Vale salientar que poucas aulas foram realizadas em cada turma por intermédio do STEP e este entusiasmo poderia ser apenas devido ao fator novidade trazido com o uso do software. Contudo, as aulas mostraram-se produtivas neste aspecto. Ambos os professores comentaram informalmente que estudantes mais inquietos e menos participativos demonstraram maior interesse ao longo das aulas com o STEP.

Com relação à aprendizagem dos modelos teóricos abordados durante a pesquisa, podemos dizer que o uso do STEP foi efetivo para alguns conteúdos. Nas aulas do Professor 1 nas turmas do 3º ano E e 2º ano A o simulador físico interativo STEP foi relevante na compreensão dos conceitos expressões pela lei de Coulomb, principalmente no que diz respeito ao caráter vetorial da força de Coulomb e com relação a proporcionalidade da força com as cargas. Apenas a relação inversamente proporcional com módulo ao quadrado da distancia de separação entre as cargas é que não ficou tão evidente, foi necessária uma complementação do professor. Com relação aos conceitos relativos ao campo elétrico e as linhas de força o STEP foi efetivo, principalmente na construção gráfica das linhas de força de uma carga pontual e de duas cargas com sinais opostos. As informações inerentes ao conceito das linhas de força como a intensidade do campo elétrico em pontos específicos em torno da distribuição de cargas e da direção do vetor campo elétrico foram bem construídos pelos estudantes por meio da simulação do STEP. A simulação desenvolvida para o 2º ano A correspondeu as nossas expectativas. Os alunos entenderam um gás como um aglomerado de partículas e demonstraram

compreender os conceitos de temperatura e pressão e suas relações com a energia cinética das partículas que constituem o gás.

Com relação à aprendizagem dos modelos abordados nas aulas do Professor 2 no 1º ano E, vale destacar que o STEP favoreceu o entendimento dos alunos com relação ao conceito de força peso. Os exemplos dos diferentes pesos para diferentes acelerações gravitacionais ajudaram os alunos a internalizar o conceito de peso como uma força, diferenciando-o do conceito de massa. O caráter vetorial da força peso também ficou evidente. Com relação aos conceitos de força normal, forças de atrito e plano inclinado, que foram abordados a partir da mesma simulação, obtivemos impressões distintas. A simulação desenvolvida no STEP auxiliou os estudantes a perceberem que a força normal é sempre perpendicular a superfície de contato e, ainda, que é uma força de reação, no nosso caso reação a força peso. Com relação aos conceitos intrínsecos ao plano inclinado a única relevância da simulação foi que os alunos conseguiram compreender que é o plano que subdivide a força peso em duas componentes e como é, geralmente, a disposição das forças em um diagrama de corpo livre para um corpo sobre o plano. Contudo, os conceitos relativos às forças de atrito não foram favorecidos pela simulação. Acreditamos que a abordagem utilizando um disco em vez do bloco usual confundiu os estudantes e até mesmo o Professor 2, que tratou o problema matematicamente igual com se o disco fosse um bloco deslizando.

Atentávamo-nos também as práticas dos docentes durante as aulas de física mediadas pelo STEP. Ambos os professores demonstravam características que fugiam ao tradicionalismo comum as aulas das ciências exatas. Percebemos que o STEP favorecia uma prática docente mais dinâmica. Os professores instigavam os estudantes levantando questionamentos acerca das simulações e discutindo conceitos. Mesmo que os professores possuíssem uma prática tradicional, mostraram que o uso de recursos como o STEP contribui, até involuntariamente, para o rompimento destes paradigmas que nem sempre são efetivos para o ensino-aprendizagem de física.

6.2 Questionários

A primeira pergunta do questionário era com respeito à metodologia utilizada pelo professor nas suas aulas de física. Queríamos identificar parâmetros em relação à prática docente do Professor 2 enquanto metodologia. De acordo com a resposta do Professor 2 a este quesito, podemos dizer que sua prática era um tanto tradicional. O docente afirmou que a metodologia utilizada em suas aulas de física era expositiva e que utilizava bastante o livro didático, complementado por textos extras. O segundo questionamento foi em relação à participação dos estudantes ao longo das aulas de física do Professor 2. Segundo ele, os estudantes participavam moderadamente das suas aulas, contudo o docente não especificou como era esta participação. Ainda, o Professor 2 expressou uma certa justificativa para o baixo índice de participação dos estudantes, segundo ele: “é mais complicado o ensino de física e requer paciência para expor o conteúdo” (Professor 2, 2016).

O terceiro questionamento era se o docente conhecia algum software voltado para o ensino de física e, se tinha conhecimento, se já havia utilizado este recurso nas suas aulas de física. Ainda levantamos o questionamento com relação à metodologia de utilização seguida caso o docente tivesse utilizado algum software educacional voltado para o ensino de física. Nosso objetivo era identificar se o Professor 2 estava ciente da gama de recursos digitais disponíveis que podem auxiliar no ensino de física. De acordo com o Professor 2, ele utilizou o software gratuito voltado para o ensino de matemática Geogebra, que por sua vez está contido no arcabouço de softwares educacionais do Linux Educacional. Contudo, acreditamos que o Professor 2 não tinha conhecimento deste fato. Vale salientar que a formação do Professor 2 é em matemática, o que pode ter influenciado na sua escolha pelo Geogebra, que também pode ser utilizado para o ensino de física.

O quarto quesito do questionário se trava de uma hipótese. Supomos o docente tivesse conhecimento e acesso a um software educacional voltado para o ensino de física que ele julgasse relevante para a aprendizagem dos seus alunos. Então, questionamos se seria possível utilizar este recurso promissor nas suas aulas de física. Ainda pedimos para o Professor 2 uma descrição de quais seriam os pros e contras dessa implementação metodológica. Segundo o Professor 2: “seria possível, mas dependeria da estrutura da escola em disponibilizar equipamento”

(Professor 2, 2016). Aproveitando a deixa do quarto quesito, indagamos por intermédio da questão cinco, se o docente teria tempo para se capacitar para utilizar um software educacional voltado para o ensino de física. Segundo o próprio Professor 2: “sim, sempre é possível” (Professor 2, 2016).

No sexto quesito do questionário perguntamos se o docente em algum momento se deparou com algum conteúdo no qual os estudantes expressaram dificuldades para sua compreensão. Perguntamos, também, qual foi o conteúdo em específico e se era possível realizar uma atividade experimental para auxiliar os alunos. Nossa pretensão era identificar qual conteúdo (ou quais) os estudantes estavam tendo dificuldades no bimestre letivo e se o Professor 2 utilizava atividades experimentais em sala de aula para auxiliar a aprendizagem de físicas dos estudantes. Contudo, o docente apenas mencionou os conteúdos nos quais os estudantes apresentavam mais dificuldades. Ele citou vetores e as leis de Newton.

No sétimo quesito apontamos que a física é uma ciência fenomenológica e a aplicação de experimentos em sala de aula favorece a aprendizagem. Então, questionamos se é sempre possível realizar atividades experimentais em sala de aula independentemente do conteúdo e da disposição dos materiais. Mais uma vez gostaríamos de evidenciar se o Professor 2 agregava a sua prática atividades experimentais e se tinha dificuldades com a questão dos materiais para a realização de tais experimentos. Porém, o Professor 2 afirmou que o tempo é um fator que impede a realização de atividades experimentais em sala de aula.

O oitavo e último quesito se referia ao STEP. Queríamos saber se o Professor 2 tinha conhecimento dos projetores ProInfo da escola e se sabia que estes equipamentos disponibilizavam um simulador interativo voltado para o ensino de física, o STEP. Já sabíamos que a grande parte dos professores da escola apenas utilizava os projetores ProInfo para projeção, porém, queríamos evidenciar este fato com relação ao Professor 2. Como esperado o docente afirmou que sabia dos projetores, contudo desconhecia sobre o software.

A partir de agora iremos descrever as respostas do questionário final aplicado com o Professor 2 após a utilização do STEP em suas aulas de física no 1º ano E. A primeira pergunta se referia as contribuições que o STEP possivelmente

teria agregado a sua prática docente enquanto metodologia, pois com base nas respostas ao questionário inicial identificamos que o Professor 2 priorizava uma metodologia mais tradicional. Segundo o Professor 2, o STEP contribuiu para sua prática metodológica enquanto professor de física, contudo não foram especificadas quais as contribuições que software proporcionou. Ainda, mencionou que o tempo para planejamento e apropriação das ferramentas do STEP era pouco e que a divulgação do recurso era escassa. Com base em nossas observações e registros podemos concordar com o Professor 2, de fato o STEP auxilia metodologicamente o professor. Inconscientemente, o docente expressa práticas menos tradicionais no decorrer das atividades com o STEP.

De acordo com as respostas do questionário inicial concluímos que os alunos do 1º ano E participavam moderadamente durante as aulas de física do Professor 2. Por isso, no segundo quesito, questionamos o docente em relação a sua percepção acerca da receptividade dos estudantes para com o STEP e se este tinha propiciado um ambiente favorável a participação dos estudantes ao longo das aulas. Na resposta do Professor 2, ele afirma que o STEP ajudou na visualização dos conteúdos e contribuiu para a compreensão dos modelos, fatos estes que instigaram os alunos a participar das aulas. No terceiro quesito do questionário final, indagamos qual a percepção do Professor 2 com relação as contribuições que o STEP proporcionou a aprendizagem dos modelos teóricos abordados durante a pesquisa. O Professor 2 deixou indícios da contribuição do STEP para a aprendizagem em sua resposta a questão 2 do questionário final. Neste quesito ele apenas afirmou que a compreensão dos conceitos estimula a participação em sala de aula.

Nas aulas do Professor 2 com o uso de STEP sempre debatíamos minutos antes da aula iniciar as propostas de utilização do STEP para cada conteúdo em específico. Esta atividade mudava a rotina habitual do docente e demandava de tempo extra. Desse modo, queríamos identificar, por intermédio do quesito quatro, se este tempo extra estava atrapalhando o docente nas suas atividades rotineiras em sala de aula. Segundo o Professor 2, este tempo para planejamento das atividades faz parte da carreira docente e não acarretava em

nenhum empecilho, porém, o professor evidenciou que o complicado era o tempo para o manuseio do programa.

Ao longo das aulas utilizando o STEP foram abordados conteúdos como: força peso, força normal e plano inclinado. Por meio das nossas observações e registros identificamos que alguns conceitos relativos às forças de atrito e plano inclinado não foram bem abordados através do auxílio do STEP. Assim, elaboramos um quesito (pergunta 5) no questionário final para indagar se o Professor 2 também percebeu tais limitações do software e se uma atividade experimental, segundo suas concepções, poderia suprir ou complementar as estas demandas percebidas no STEP. Contudo, o Professor 2 apresentou uma resposta um tanto indecifrável. Segundo suas próprias palavras: “Todo conteúdo, se é possível o uso de uma metodologia diferente tem resultados melhores” (Professor 2, 2016). Acreditamos que o docente está se referindo a utilização conjunta do STEP e experimentos dependendo do conteúdo.

O sexto quesito é complementar ao quinto, queríamos identificar claramente se o Professor 2 teve as mesmas impressões que nós com respeito a limitação do STEP em trabalhar os conteúdos relativos as forças de atrito e o plano inclinado. Também destacamos o fato da relevância do STEP, será que é sempre necessário utilizá-lo nas aulas de física? Contudo, o Professor 2 afirmou que sempre é possível utilizar o STEP e o problemas é apenas a falta de equipamento e tempo para planejamento.

Para finalizar o questionário final, indagamos a respeito das pretensões do Professor 2 em continuar utilizando o STEP em suas aulas e física. O docente afirmou que pretendia utilizar o software desde tivessem projetores ProInfo disponíveis e tempo extra para elaborar as ações. Contudo, vale salientar que baseado nas respostas de ambos os questionários e também nas nossas observações e registros ficamos com a impressão de que estas atividades STEP foram excepcionais. Ainda, o Professor 2 no decorrer de suas respostas ao questionário final sempre mencionava a falta de tempo extra, o que de fato é um fator comum ao ensino básico – os professores da educação básica brasileira têm cargas horárias semanais altíssimas. Também é oportuno comentar que os projetores ProInfo do EREM Agamenon Magalhães no bimestre em que a pesquisa

estava em curso estavam bastante danificados e só alguns estavam em pleno funcionamento, o que pode atrapalhar o docente na utilização do STEP em sala de aula. Enfim, todos estes fatores nos levaram a crer que mesmo o Professor 2 afirmando que iria continuar utilizando o STEP em suas aulas, ainda assim, acreditamos que esta afirmação não concretizará.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos em uma época em que a sociedade está cada vez mais se modernizando através da tecnologia e o ensino no geral deve acompanhar esse avanço. Tratando-se do ensino de física a modernização dos métodos de ensino é fundamental, pois a física esta diretamente relacionada à tecnologia. Outro aspecto que corrobora a importância da inserção de tecnologia no ensino de física é o fato de nem sempre ser possível a realização de atividades experimentais em sala de aula, principalmente, no ensino básico. Recursos tecnológicos como o STEP, podem complementar ou suprir a necessidade de experimentos, além de proporcionar um ambiente de ensino/aprendizagem mais dinâmico e atrativo para os estudantes.

Nossa atividade de pesquisa com professores de física do ensino básico da EREM Agamenon Magalhães nos permitiu verificar a validade do uso de tecnologias digitais para o ensino de física através do software STEP. Mesmo com as dificuldades inerentes ao ensino básico foi possível estabelecer um planejamento com os docentes para o uso do STEP em sala de aula e efetivar as atividades. Foi possível inserir o uso do STEP à metodologia habitual dos professores e agregar à prática docente de ambos uma nova perspectiva metodológica à medida que utilizavam o software. Vale ressaltar que o uso do STEP estabelecia uma relação mais dinâmica entre professores e alunos, de modo que favorecia a aprendizagem dos tópicos de física estudados. Os estudantes se entusiasmavam com as simulações e sempre levantavam questionamentos ao longo das aulas. Já os docentes, demonstravam, à medida que utilizavam o STEP nas suas aulas, práticas menos tradicionais de ensino.

Podemos afirmar com base nas nossas observações em sala de aula e nos questionários aplicados ao professor do 1º E, que o STEP é relevante como recurso didático. O STEP contribuiu para a compreensão dos estudantes com relação aos modelos teóricos estudados, principalmente, com relação aos conceitos relacionados à Lei de Força de Coulomb, ao Campo Elétrico, ao Estudo dos Gases e a Força Peso. Contudo, em relação aos conceitos das Forças de Atrito o STEP não foi efetivo, pois impossibilitava o tratamento do fenômeno ideal de um bloco deslizando sobre um plano inclinado. Mesmo assim, foi elaborada uma simulação

alternativa para abordar o conteúdo no STEP. Por isso, é importante que o docente conheça bem o recurso tecnológico que ele pretende utilizar nas suas aulas para que, desse modo, possa identificar suas limitações e desenvolver estratégias metodológicas alternativas.

Podemos concluir que nossa pesquisa foi efetiva com relação aos objetivos. Conseguimos evidenciar que é possível agregar à prática docente de física do ensino básico a utilização do simulador físico interativo STEP, bem como, a relevância do software para o ensino de tópicos de física. Ainda, podemos verificar algumas limitações do software e os principais fatores que atrapalham a inserção de tecnologias no ensino básico público brasileiro. Vale salientar, que pesquisas deste caráter são importantes, pois verificam a relevância dos recursos tecnológicos – como o STEP – para o ensino de física no nível básico, analisando as possibilidades de uso do recurso bem como suas limitações.

REFERÊNCIAS

BALLESTEROS, Harley J. Orjuela; MÁQUEZ, Alejandro Hurtado. Perfeccionamiento de un nuevo simulador interactivo, bajo software libre gnu/linux, como desarrollo de una nueva herramienta en La enseñanza y aprendizaje de la física. In: **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 4, No. 1, p 200-203, jan. 2010.

Blog Software Livre na Educação. **Linux Educacional**. Disponível em <<https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/software-educacional-livre-na-wikipedia/linux-educacional/>>. Acesso em: 21 de nov. 2016.

BRASIL. **Guia de Referência Rápida de Operação - Projetor Proinfo**. Disponível em <<http://webeduc.mec.gov.br/projetorproinfo/manuais.php>>. Acesso em: 11 de nov. 2016.

BRASIL. **Manual de descrição do software - Projetor Proinfo**. Disponível em <<http://webeduc.mec.gov.br/projetorproinfo/manuais.php>>. Acesso em: 21 de nov. 2016.

DE ANDRADE, Edson Francisco; DE CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima; MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira. PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL (PROINFO): UMA ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS EM PERNAMBUCO. In: **Revista de Administração Educacional**. Recife, V. 1 . Nº 1. 2015 jan./jun 2015 p 51-67.

E. A. Veit e V. D. Teodoro, **Modelagem no Ensino-Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Revista Brasileira de Ensino de Física, 2002, vol.24, no.2, p.87-96 (2002).

GRIFFITHS, David J. Eletrostática: o campo elétrico. In: GRIFFITHS, David J. **ELETRODINÂMICA**. 3ª edição. São Paulo: Pearson, 2011. pp. 42-44.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 11ª. Ed. Porto Alegre – RS, ARTMRD.

KDE Commit-Digest. Disponível em <<https://commit-digest.kde.org/issues/2007-02-04/>> . Acesso em: 25 de nov. 2016.

KDE. Disponível em <<https://www.kde.org/>>. Acesso em: 25 de nov. 2016.

KDEDU. Disponível em < <https://edu.kde.org/step/> > . Acesso em: 30 de nov. 2016.
 KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 6ª. Ed. Campinas, SP: Papirus, 2003. (Série Prática Pedagógica)

LinuxEducatonal **4.0.** Disponível em
 <<http://linuxeducacional.c3sl.ufpr.br/LE4/versao.html>>. Acesso em: 23 de nov. 2016.

Moreira, H. e Caleffe, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

Moreira M. A. e Mansini E. F. S., **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo – SP: Centauro, 2001.

RONSANI, Izabel Luvison. **INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: uma análise do PROINFO**. Disponível em
 <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/revis/revis16/art8_16.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2016.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO INICIAL

Q1 – Descreva qual a metodologia mais utilizada por você nas suas aulas de física? Por exemplo, exposição oral dos conteúdos com utilização do quadro e aplicação de exemplos e exercícios.

Q2 – Qual o grau de participação dos alunos durante suas aulas de física? Eles levantam questionamentos durante as aulas?

Q3 – Você conhece algum software educacional voltado para o ensino-aprendizagem de física? Se sim, já o utilizou nas suas aulas? Qual foi a metodologia adotada caso tenha utilizado algum software durante as suas aulas de física?

Q4 – Suponha que você está de posse de um software educacional voltado para o ensino-aprendizagem de física que você julga muito bom e que acredite que irá contribuir positivamente para a aprendizagem dos seus alunos. Você acha possível implementar a utilização do software as suas aulas de física? Decreva um pouco sobre os prós e contras que você possivelmente encontraria.

Q5 – Dentro da sua rotina como docente você teria tempo de se capacitar para utilizar algum tipo de software educativo para o ensino de física? Ou seja, haveria tempo para você se apropriar do recurso e elaborar as atividades que seriam utilizadas por intermédio dele?

Q6 – Nas suas aulas de física, em algum momento, você se deparou com um conteúdo no qual os alunos tiveram dificuldades para compreender os conceitos abordados por ele? Se sim, que conteúdo foi esse? Era possível realizar uma atividade experimental para auxiliar na compreensão dos alunos?

Q7 – Pelo fato da física ser uma ciência fenomenológica a aplicação de experimentos é sempre relevante para sua aprendizagem. Você como docente de física acha que é sempre possível realizar experimentos em suas aulas,

independentemente do conteúdo? Sempre é possível encontrar os materiais necessários para a realização de experimentos?

Q8 – Você sabia que existe um simulador físico, o STEP, disponível nos datashows existentes na escola do programa Proinfo do governo do estado de Pernambuco? Caso saiba, já o utilizou em algum momento nas suas aulas? Agora, caso não saiba, se soubesse da existência do STEP iria pelo menos verificar se o software poderia ser útil para as suas aulas de física?

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO FINAL

Q1 – Para você, o simulador físico STEP contribuiu de alguma maneira para a sua prática docente enquanto metodologia?

Q2 – Como os seus alunos corresponderam à complementação a sua metodologia de ensino ao utilizar o software STEP? Você percebeu mudanças no que diz respeito à participação dos alunos ao longo das aulas?

Q3 – Com relação aos conteúdos, você acredita que o simulador físico STEP auxiliou, de alguma maneira, os alunos na compreensão dos conceitos físicos abordados durante as aulas?

Q4 – O uso do STEP nas suas aulas demandou de tempo extra para planejamento das atividades. Esse tempo a mais, requisitado pelo uso do software, atrapalhou sua rotina como docente?

Q5 – Ao longo das aulas utilizando o STEP foram abordados conteúdos como: força peso, força normal e plano inclinado. Você acredita que estes conteúdos poderiam ser mais bem trabalhados com o auxílio de experimentos? Ou poderiam ter sido abordados por intermédio do STEP e de experimentos?

Q6 – Com base nas atividades vivenciadas com o STEP, você acredita que é possível e/ou necessário, sempre utilizar o software como instrumento didático nas suas aulas de física independentemente do conteúdo? Aliás, o que você acha acerca da abrangência do software, ou seja, o STEP propicia simulações de todos os conteúdos de física relativos à primeira série do ensino médio?

Q7 – Tendo como parâmetro as atividades desenvolvidas com o STEP, você pretende continuar utilizando o software nas suas aulas de física?