



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

**SAMUEL MORAIS DA SILVA**

**O USO DO SOFTWARE MODELLUS PARA VERIFICAR A APRENDIZAGEM DA  
FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NA ESCOLA PÚBLICA**

**FORTALEZA-CE**  
**2013**

**SAMUEL MORAIS DA SILVA**

**O USO DO SOFTWARE MODELLUS PARA VERIFICAR A APRENDIZAGEM DA  
FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NA ESCOLA PÚBLICA**

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

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

**FORTALEZA-CE  
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca do Curso de Física

---

S583u      Silva, Samuel Morais da  
O uso do software modellus para verificar a aprendizagem da física: um estudo de caso na escola pública. / Samuel Morais da Silva. Fortaleza: [s.n], 2013.  
85 f.: Il., enc.; 30 cm.  
Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Programa de Graduação, Fortaleza, 2013.  
Área de Concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos

1. Física – Estudo e Ensino . 2. Informática na educação. 3. Ensino auxiliado por computador. I. Título.

CDD 530.07

---

**SAMUEL MORAIS DA SILVA**

**O USO DO SOFTWARE MODELLUS PARA VERIFICAR A APRENDIZAGEM DA  
FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NA ESCOLA PÚBLICA**

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

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Henrique Sergio Lima Pequeno  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Gilvandenys Leite Sales  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

A Deus, a quem devo tudo. A meus pais, José Wilson da Silva e Lucineide Morais da Silva e irmãos, Jefferson Morais da Silva e José Wellington Morais da Silva e minha amada namorada, Maria Luana Gaudêncio dos Santos. Amo muito todos vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar comigo e a minha família que sempre me apoiou, mesmo nos momentos mais difíceis quando tive que estudar fora do país. Mesmo com o coração apertado, me apoiaram e oraram para que tudo desse certo.

A meus dois irmãos, Jefferson Moraes da Silva e José Wellington Moraes da Silva, que trouxeram o consolo aos meus pais quando fiquei fora de casa e ajudaram no sustento da família. Eles também me serviram como exemplo.

A minha querida namorada Luana Gaudêncio dos Santos, pela paciência de ter esperado longas datas para me encontrar novamente. Agradeço-a também pela ajuda na digitação dos resultados da pesquisa e pelo grande incentivo e fiscalização para eu terminar este trabalho.

A minha igreja, que acreditou em mim e esteve sempre em oração me apoiando. Pelas conversas de ânimo quando mais precisava.

Ao Pibid de Física, na pessoa do professor Bismark Andrade de Souza, pois me deu todo o apoio enquanto realizava os trabalhos no Liceu do Conjunto Ceará.

Ao professor Álvaro Galhardo, pela gentileza de disponibilizar suas aulas e suas turmas para a realização da pesquisa.

Ao professor Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos, pelo excelentíssimo trabalho de orientação, pela paciência em minhas demoras e e-mails.

Ao professor Afrânio de Araujo Coelho, em ter aberto as portas da Universidade para mim.

Ao professor Marcos Antônio Araújo Silva, por ter acreditado em mim quando retornei de meu intercâmbio e me proporcionando a oportunidade de trabalhar no Pibid.

Aos meus colegas de turma da UFC, da Universidade de Coimbra Edinilton, Santino, Kelvis, Leandro, Rodolfo, Adeline, Isac, Arilo, Ermando, Danilo, Valdislaine, Jacilene e a todos os amigos que conheci, pelas brincadeiras, conversas jogadas fora, pelos jantares e almoços de domingo juntos, pelas festas de aniversário e noites estudando muito a base de café.

Às professoras, Estefania Soares Menezes, Sandra Maria Costa Silva e Eliete Aguiar Adriano Costa pela atenção e auxílio.

À Capes, pelas bolsas proporcionadas durante toda a minha graduação. Sem estas bolsas dificilmente conseguiria um rendimento satisfatório como o que consegui.

Aos demais professores, secretários, alunos e colegas do Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, pelo profissionalismo e grande acolhimento aos novatos e aos veteranos.

Enfim, agradeço a toda e qualquer pessoa que porventura tenha contribuído de alguma forma com este trabalho.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.”*

*(Eclesiastes 3:1)*

## RESUMO

Quando os meios utilizados no processo ensino aprendizagem não são suficientes para que os integrantes deste processo cheguem aos seus objetivos é necessário modificá-los, adaptá-los ou atualizá-los. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo, usando a plataforma de modelagem Modellus, verificar a aprendizagem de física por parte de alunos do 1º ano da Escola de Ensino Médio Liceu do Conjunto Ceará. Foram aplicadas três provas durante a realização da pesquisa: a primeira, como forma de sondagem das turmas a serem trabalhadas na pesquisa. A segunda foi uma prova teórica realizada com os alunos para comparação da turma que teve aula com o uso do Modellus com a que não teve. A terceira prova foi um questionário feito apenas com a turma que teve aula com o Modellus a fim de sondar a aceitação dos alunos ao uso desta ferramenta durante as aulas. No primeiro questionário foram analisadas, também, as duas turmas como se fosse uma única turma a fim de se obter uma estatística geral das atitudes dos alunos em relação à Física. Em geral, os alunos têm grandes dificuldades relacionadas à Física e elas ora estão ligadas ao preconceito de trabalhar com a disciplina, ora à defasagem de conhecimentos pertinentes à matéria trazida de séries anteriores. No entanto pode-se observar que os estudantes têm a Física como algo inerente ao cotidiano, interessante e divertido. Na comparação dos resultados da segunda prova entre as turmas, o maior número de questões respondidas corretamente veio da turma que usou o Modellus, o que permite afirmar ser este software um recurso potencializador do processo de ensino aprendizagem. Já no questionário final, vimos que são poucos os alunos que, antes da pesquisa, já haviam utilizado o computador para finalidades semelhantes ao uso do Modellus e mesmo esses demonstraram motivação, interesse e disponibilidade para usá-lo em aulas posteriores.

**Palavras-chave:** Modelagem – Lançamento de projéteis – Leis de Newton - Informática educativa.

## ABSTRACT

This study has as reason the teaching necessity in modify, adapt or even update the methods used in the teaching / learning process. So this research intends to verify and compare the learning process in Physics from two different groups of students who are taking the first grade in Liceu do Conjunto Ceará High School by using “Modellus” platform. In order to do it, three different tests were applied during the research development. The first test was a sounding investigation questionnaire with all students. Then, the second test consisted in a theoretical test comparing the results between the groups of students who had classes with “Modellus” and the ones who didn't have classes using this platform. The third and last test consisted into the application of another questionnaire only with the groups of students who had classes with “Modellus” intending to check students agreement by using this tool during their classes. In the first test, each student development was analysed separately and at the same time, as one big group aiming to get a general overview about students' attitude in relation to Physics subject. This task made us assume that in general, students use to feel many difficulties in relation to learn the several contents of this subject. Most of these problems are related to the prejudice of teaching the subject itself or because students didn't learn enough in their previous grades. But, it was possible to observe that students consider Physics as something that is present in their daily lives, something interesting and funny. Comparing the results between the different groups we could check that in the second test, students who used “Modellus” solved correctly more questions than the other groups, so they got better grades. This fact made us affirm that this software can be a very good tool into the teaching / learning process. The final test revealed that only few students had had the chance to use computers to learn Physics before. We can also conclude that the use of this platform promoted motivation and interest which caused the necessity of using this software in other classes.

**Keywords:** Modellus platform, Physics subject, teaching and learning process

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visualização do Modellus após o arranque do programa.....	26
Figura 2 – Inserindo equações e definindo os parâmetros da simulação.....	27
Figura 3 - Dados obtidos com a evolução temporal do modelo matemático .....	28
Figura 4 - Após evolução temporal do modelo matemático, marcação de trajetória a cada 10 passos.....	29
Figura 5 – Aspecto da simulação utilizada na aula com o software Modellus.....	37
Figura 6 – Aspecto da simulação com gravidade média e velocidade máxima .....	38
Figura 7 - Aspecto da simulação com gravidade máxima e velocidade média.....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	40
Gráfico 2 – Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	41
Gráfico 3 – Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	41
Gráfico 4 – Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	42
Gráfico 5 – Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	42
Gráfico 6 – Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	43
Gráfico 7 – Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	43
Gráfico 8 – Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	44
Gráfico 9 – Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	44
Gráfico 10 – Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	45
Gráfico 11 – Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	45
Gráfico 12 – Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	46
Gráfico 13 – Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	46
Gráfico 14 – Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	47
Gráfico 15 – Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	47
Gráfico 16 – Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	48
Gráfico 17 – Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	48
Gráfico 18 – Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	49
Gráfico 18 – Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	49
Gráfico 20 – Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	50
Gráfico 21 – Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	50
Gráfico 22 – Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	51
Gráfico 23 – Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	51
Gráfico 24 – Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	52
Gráfico 25 – Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma controle.....	52
Gráfico 26 – Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma experimental .....	53

Gráfico 27 – Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	53
Gráfico 27 – Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	54
Gráfico 29 – Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	54
Gráfico 30 – Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	55
Gráfico 31 – Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	55
Gráfico 32 – Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	56
Gráfico 33 – Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	56
Gráfico 34 – Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	57
Gráfico 35 – Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	57
Gráfico 36 – Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	58
Gráfico 37 – Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	58
Gráfico 38 – Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	59
Gráfico 39 – Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	59
Gráfico 40 – Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	60
Gráfico 41 – Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	60
Gráfico 42 – Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	61
Gráfico 43 – Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma controle. ....	61
Gráfico 44 – Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma experimental ....	62
Gráfico 45 – Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma única. ....	62
Gráfico 46 – Histograma das provas feitas pela turma controle.....	63
Gráfico 47 – Histograma das provas feitas pela turma experimental.....	64
Gráfico 48 – Resultado da 1ª questão do questionário final para a turma experimental.....	65
Gráfico 49 – Resultado da 2ª questão do questionário final para a turma experimental.....	66
Gráfico 50 – Resultado da 3ª questão do questionário final para a turma experimental.....	66
Gráfico 51 – Resultado da 4ª questão do questionário final para a turma experimental.....	67
Gráfico 52 – Resultado da 5ª questão do questionário final para a turma experimental.....	68
Gráfico 53 – Resultado da 6ª questão do questionário final para a turma experimental.....	68

Gráfico 54 – Resultado da 7ª questão do questionário final para a turma experimental.....	69
Gráfico 55 – Resultado da 8ª questão do questionário final para a turma experimental.....	70
Gráfico 56 – Resultado da 9ª questão do questionário final para a turma experimental.....	70
Gráfico 57 – Resultado da 10ª questão do questionário final para a turma experimental.....	71

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>TECNOLOGIAS E INFORMÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Definições de modelo</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Tecnologias de ensino</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>O computador como uma ferramenta no processo ensino aprendizagem</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MODELAGEM EDUCACIONAL COM O SOFTWARE MODELLUS</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>O software Modellus</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Modelagem aplicada ao ensino</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Trabalhos utilizando o Modellus</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da amostra</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Descrição do espaço da pesquisa</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b> .....	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Descrição da pesquisa</b> .....	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Questionário inicial</b> .....	<b>41</b>
<b>5.2</b>	<b>Histogramas comparativos da avaliação teórica entre as turmas de controle e experimental</b> .....	<b>63</b>
<b>5.3</b>	<b>Questionário final</b> .....	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>72</b>
	<b>REREFÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cada dia que se passa, são maiores os investimentos na informática educativa. Isso acontece porque se sabe que a atual geração de alunos nasceu e se criou na era da chamada “revolução digital” na qual não se falta aula para brincar na rua com os amigos e, sim, para ficar nas redes sociais. Isso impulsiona o professor a procurar ferramentas que proporcionem um ambiente no qual o educando se sinta mais à vontade. Nessa perspectiva, são desenvolvidas atividades que também mostram algo mais lúdico para facilitar a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

A importância da informática como ferramenta educacional tem sido amplamente pesquisada e desenvolvida por vários pesquisadores do Brasil e do mundo com destaque em Pietrocola (2005), e Sales et al (2008), com participação da Universidade Federal do Ceará. Os investimentos na educação com novas tecnologias de ensino por parte do governo brasileiro têm sido altos. Um dos últimos investimentos do governo do estado do Ceará foi a distribuição gratuita de tablets para os professores da rede pública de ensino a fim de tornar mais viável o uso desse tipo de tecnologia para fins pedagógicos.

Na Universidade, temos a oportunidade de utilizar os recursos da informática com a finalidade de resolver problemas e ampliar nossos conhecimentos por meio de linguagens simples de serem utilizadas não só durante o curso universitário, mas posteriormente, com os futuros alunos. É importante para o professor entender do que se trata o assunto, já que alguns de nós somos frutos da implementação desse tipo de recurso pedagógico no método de ensino.

Meu primeiro contato com esta tecnologia foi no ensino médio. Em seguida, na Universidade, tive várias experiências que me levaram a reforçar a importância das ferramentas computacionais, incluindo o Modellus<sup>1</sup>, no processo ensino aprendizagem.

O problema nasce quando o professor tenta representar fenômenos que são dinâmicos na rigidez da lousa e do pincel. Para alguns alunos isso pode ser fácil, mas na realidade da escola pública isso acontece de outra maneira. O aluno que chega ao Ensino Médio, muitas vezes já vem desmotivado, pois as condições que são oferecidas a ele não são suficientes para que haja motivação na aula, sem falar nos preconceitos relacionados à Ciência e que são

---

<sup>1</sup>O Modellus é uma ferramenta computacional para criar e explorar modelos matemáticos. A ideia básica do Modellus é a de facilitar a realização de experiências com o auxílio do computador. Tornando mais fácil a implementação das simulações, o aluno pode concentrar-se na interpretação do significado dos modelos e não apenas nas equações e cálculos envolvidos. O software é dirigido ao ensino e aprendizagem de Matemática, Física e Química. Permite alunos e professores realizarem experiências com modelos matemáticos, controlar variáveis como tempo, velocidade e distância, analisar a variação de uma função e a respectiva representação gráfica, preparar animações e implementar exercícios propostos ou criar o seu próprio exercício sob a forma de simulação. Fonte:<http://www.bernhard.com.br/disciplinas/simulacao-em-ensino-de-fisica/o-que-e-o-modellus>

ouvidos desde o início de sua vida Escolar. A problemática se torna maior quando se percebe que há pouquíssimas Escolas do nosso Estado que oferecem um laboratório de Física que funcione regularmente. Daí, a necessidade de que os novos professores estejam habilitados a usarem a informática como ferramenta educacional, a fim de ter um algo a mais para motivar seus alunos nas aulas.

No ano de 2012, como bolsista do programa Pibid, desenvolvi um trabalho apresentado no XXI Encontro de Iniciação à Docência, realizado na UFC, *O uso de objetos de aprendizagem como apoio ao ensino de Física no Liceu do Conjunto Ceará*, que fala sobre a aceitação dos alunos a esse tipo de aprendizagem. Esse trabalho me fez ver claramente que o uso da informática no ensino é indispensável, pois as janelas que essa ferramenta pode abrir tanto para o professor como para o aluno são muitas.

Este trabalho tem como objetivo geral, verificar o uso da informática no ensino de Física no Ensino Médio com o uso do software Modellus. Tem como objetivos específicos:

- Desenvolver exemplos de modelos dinâmicos no ramo da Física para o Ensino Médio;
- Estudar a aceitação dos alunos a esse tipo de ferramenta;
- Estudar o desenvolvimento dos alunos após aulas ministradas, utilizando essas animações.

Iremos utilizar duas turmas do primeiro ano do turno da tarde da Escola Liceu do Conjunto Ceará. Em uma delas iremos implantar o uso das animações, enquanto a outra será levada apenas com o propósito de comparação. Todo o processo acontecerá em duas semanas, aproximadamente. O processo terá três etapas, que serão:

1º - Prova inicial: esta tem como propósito estabelecer as bases existentes no aluno em relação aos assuntos que serão abordados nas animações. Neste momento, as duas turmas participarão da realização da prova. Os assuntos abordados nesta prova serão de caráter teórico, ou seja, não será necessário o aluno possuir desenvoltura matemática para resolver a questão. Para efeito de exatidão (precisão) nos dados, todas as questões serão objetivas, com cinco itens cada, sendo que apenas um destes é o correto.

2º - Aplicação do OA: aqui os alunos de uma das turmas terão contato com as animações desenvolvidas no software Modellus. Em um momento inicial, os alunos terão aula convencional, onde os assuntos serão apresentados de forma expositiva e, em seguida, utilizarão as animações como complemento de aprendizagem. Já a outra turma continuará com a aula expositiva ministrada pelo professor.

3º - prova final: realizaremos uma prova que abrange o que se entende como necessário que se saiba sobre o assunto da aula da 2ª parte. Assim, como na prova inicial, esta prova será de caráter conceitual e com as demais características desta primeira.

Resultados: Realizadas as etapas de obtenção de dados, analisaremos as turmas, individualmente, em relação ao crescimento cognitivo de cada aluno tanto na primeira como na segunda turma. Num segundo momento, iremos comparar o crescimento obtido pelos alunos da primeira e segunda turma.

Provas: as provas serão produzidas por um terceiro que não estará envolvido em nenhum dos processos práticos do projeto, ou seja, não será o professor das turmas nem os envolvidos na produção e aplicação das simulações. As provas terão entre dez a vinte questões em que os alunos terão cerca de 1h para respondê-las. Para agilizar os processos de prova, utilizaremos o software KEduca<sup>2</sup>, que é bastante indicado para a realização de provas para fins de obtenção de dados.

A estrutura do trabalho pode ser especificada da seguinte forma:

No segundo capítulo, trataremos do tema: Tecnologias e Informática no Ensino de Física. Neste capítulo, exploraremos os trabalhos relacionados com o uso de tecnologias no ensino de Ciência afinando para o uso da Informática no Ensino de Física. Falaremos sobre as definições do assunto, as principais aplicações da Informática no Ensino de Física e falaremos também sobre as iniciativas governamentais nesse campo.

No terceiro capítulo, discutiremos o Modulus em si, mostrando os trabalhos que foram feitos sobre o mesmo, o que já foi feito e o que se pretende com sua utilização. Em seguida, demonstraremos o ambiente e suas principais ferramentas, encerrando este capítulo com alguns exemplos que foram utilizados na obtenção de dados.

No quarto capítulo, falaremos da metodologia utilizada em todos os processos deste trabalho. Descreveremos as características da amostra, o espaço onde foram realizados os procedimentos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e, em seguida, todos os procedimentos, passo a passo, do início até o fim do trabalho.

No quinto capítulo, serão realizadas todas as análises e discussões do nosso trabalho. Esta análise será feita em, aproximadamente, dez tópicos estruturados e em linhas de análise estabelecidas durante o trabalho. Serão postos todos os dados coletados no período da pesquisa, por meio de gráficos, com as suas devidas explicações.

O sexto capítulo conterá as partes finais do trabalho, ou seja, esta parte contemplará alguns resumos. Destacaremos, também, alguns resultados, conclusões acerca da pesquisa, as limitações do trabalho, possibilidades de trabalhos futuros e referências bibliográficas.

---

<sup>2</sup> Esse software é indicado para realização de provas objetivas com uma variedade muito grande de modelos de provas para serem realizadas. Site:<http://wiki.ubuntu-br.org/KEduca>.

## 2 TECNOLOGIAS E INFORMÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIA

Neste capítulo iremos discutir sobre as tecnologias utilizadas no processo ensino aprendizagem aprofundando o tema no ensino de Ciência. Inicialmente traremos as definições de vários autores sobre o termo modelo. Em seguida, entraremos no tema das tecnologias utilizadas chegando ao do uso do computador como ferramenta de ensino-aprendizagem.

### 2.1 Definições de modelo

É essencial termos em mente as definições de alguns termos que iremos usar no decorrer deste trabalho de pesquisa, bem como dos conceitos trabalhados aqui. Por isso iremos primeiro trabalhar com as definições de alguns assuntos.

Nesses últimos tempos, discute-se muito no meio acadêmico, os objetos de aprendizagem, referidos muitas vezes como OA's, os quais têm o objetivo de melhorar o ambiente Escolar para “os dois lados da moeda”. De um lado, o professor que passa pela dificuldade de executar suas atividades utilizando apenas o quadro e pincel. Do outro, temos o aluno que, mesmo quando vence todos os preconceitos relacionados à disciplina de Física não consegue seguir o raciocínio do professor. Em Sales et al (2008) encontramos uma boa definição para o significado de OA. Objetos de aprendizagem, doravante chamados apenas por AO, são recursos digitais para dar suporte à aprendizagem. Os OA surgiram com a intenção de minimizar os problemas de armazenamento e distribuição de informações. Também vemos aqui a finalidade deste recurso utilizado pelo professor.

Definido o significado de AO, falemos agora de modelagem. Segundo o dicionário *Priberam da Língua Portuguesa*, modelo: é imagem, desenho ou objeto que serve para ser imitado (desenhado ou esculpido). Mas a definição mais conveniente a utilizarmos em nosso trabalho é:

A representação simplificada da realidade ou das principais características de um sistema. Ele é composto por um conjunto de relações que podem ser expressas sob a forma de palavras, diagramas, tabelas de dados, gráficos, equações matemáticas ou qualquer combinação desses elementos e que possibilite a simulação de fenômenos observados empiricamente ou não (MOREIRA,2001).

No livro Ensino de Física, organizado por Maurício Pietrocola, são definidos alguns tipos de modelos:

Um objeto-modelo ou modelo conceitual, diz Bunge (1974). Um objeto-modelo é uma representação conceitual esquemática de uma coisa, ou de uma situação real (ou

suposta como tal), e se atribuem a ele propriedades possíveis de ser tratadas por teorias.[...]

Bunge define modelo teórico como um sistema hipotético-dedutivo que é válido para um objeto-modelo. Ele chama a atenção para o fato de que todo modelo é parcial, já que a observação, a intuição e a razão, que são componentes do trabalho científico, não permitem, por si mesmas, o conhecimento do real. Mas ele também assinala que o método da modelagem e da sua comprovação mostrou-se bem-sucedido na apreensão da realidade.

Para Kneller (1980), os modelos são a essência das teorias, e ele faz a seguinte classificação: modelo representacional, modelo imaginário e modelo teórico.

Modelo representacional, também conhecido como maquete, é uma representação Física tridimensional, como um modelo do sistema solar apresentado em museus, como o de um avião ou um modelo de bolas da estrutura de uma molécula.

Modelo imaginário é um conjunto de pressupostos apresentados para a descrição de como um objeto ou sistema seria se fossem satisfeitas determinadas condições ou pressupostos. Um modelo imaginário pode servir para propor que a estrutura imaginária é semelhante à estrutura real. Um exemplo de modelo imaginário é o modelo mecânico do campo eletromagnético de Maxwell. Ele descreve esse campo como se fosse regido pelas leis da mecânica newtoniana.

Modelo teórico é tido como o tipo mais importante de modelo utilizado pela Ciência. É definido como um conjunto de pressupostos que tratam de explicitar um objeto ou um sistema (modelo de bola bilhar, modelo corpuscular da luz).[...]

Segundo Bassanezi (1994), um modelo matemático designa um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam o objeto estudado, o qual expressa e interpreta um ou mais hipóteses de maneira quantitativa. Para ele, a importância de um modelo matemático reside no fato de possibilitar a expressão de nossas ideias de maneira clara, em uma linguagem concisa e universal. (PIETROCOLA, 2005, 36, 37, 38).

A modelagem computacional é precedida de alguns momentos que, no final, geram a animação interativa. Tudo se inicia quando tomamos uma situação real como um avião que deixa cair uma bomba, por exemplo. Sabemos que para representá-lo de forma a se aproximar da realidade é necessário fazer várias considerações, o que torna muito trabalhoso. A título de exemplo, iremos trabalhar da forma simples com este problema. Imaginemos que este projétil lançado esteja sentindo apenas a ação da força gravitacional que faz com que o mesmo caia sobre a superfície. A partir destas informações, podemos escrever equações matemáticas que contemplem as características do problema, ou seja, que denotem a posição, velocidade,

aceleração e etc. do projétil que foi abandonado ou lançado de um avião. Até aqui criamos um modelo do problema, mas este modelo é ainda matemático. Feito isso, passamos a utilizar recursos de desenho para dar ao problema uma condição visível ou lúdica para se trabalhar, no caso do professor, a fim de explicar aos alunos. Nessas condições, já evoluímos nosso modelo em que é possível rabiscar trajetórias e fazer suposições. Na modelagem computacional o caminho continua, pois as plataformas de modelagem permitem que o modelo, desenvolvido matematicamente, no início, consiga evoluir com o tempo, ou seja, não é necessário imaginar os objetos se movendo, como no caso de um esquema feito no quadro, pois a plataforma se utiliza das equações e mostra os objetos desenvolvendo suas trajetórias. Logo, a modelagem computacional trata de todo o processo desenvolvido desde a criação das equações que descrevem o sistema a ser representado, até o acoplamento destas equações a objetos.

Segundo Boch et al (2000), um modelo é uma simplificação da realidade que, assim como mitos e metáforas, ajuda a trazer sentido para o nosso mundo que, muitas vezes, se afigura repleto de razões inalcançáveis. Dessa forma um modelo oferece, a seu usuário, uma maneira de compreender o que antes era um problema incompreensível. Ele tenta representar um acontecimento a que se reporta. Quando são relacionados com acontecimentos dinâmicos, os modelos são facilmente perceptíveis se providenciamos uma animação que exiba a sua evolução temporal. Quando um modelo evolui temporalmente e permite uma interação com o usuário, chamamos de animação interativa.

A dificuldade que podemos levantar com o uso de animações interativas para o ensino de Física é o fato de nem todas as Escolas públicas possuírem laboratórios de informática e a pronta utilização de seus integrantes. Quando professor de uma determinada Escola Pública, elaborei uma atividade em que os alunos se utilizariam de uma animação como se estivessem em um laboratório: colheriam dados, observariam os gráficos e manipulariam os objetos a fim de descobrir eventuais mudanças na simulação. Infelizmente a Escola não disponibilizava de boa quantidade de computadores funcionando e nem de pessoas capacitadas para instalar nas máquinas os componentes necessários para o bom funcionamento das animações. Mesmo quando solicitado o suporte da empresa responsável pela manutenção dos laboratórios de informática da regional, não foi possível a sua utilização.

Já em uma nova experiência, desta vez em outra Escola, tive a oportunidade de ministrar uma aula com um número reduzido de alunos que, por sua vez, sentiram uma grande dificuldade em manipular algo que fosse diferente ao que eles estavam acostumados. Eles acompanhavam bem a aula, mas na hora de executar o mesmo procedimento demonstrado

pelo professor, sentiam uma grande dificuldade, pois estavam acostumados a manipular apenas certos programas.

Entre os principais programas de uso da informática na educação nos quais o governo investe, está o PROINFO, Programa Nacional de Informática na Educação, que desde 1997 tem implantado nas Escolas públicas urbanas e rurais de ensino básico de todo o Brasil, laboratórios de informática, segundo o Ministério da Educação “como um agente de inovação tecnológica nos processos de ensino e aprendizagem, fomentando a incorporação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e das técnicas de educação à distância aos métodos didático-pedagógicos. Além disso, promove a pesquisa e o desenvolvimento voltados para a introdução de novos conceitos e práticas nas Escolas públicas brasileiras”.

Segundo Diário Oficial do Estado do Ceará nº 008/2013-SEDUC/PROCESSO nº12809003-0, em contrato de licitação feito com a EMPRESA POSITIVO INFORMÁTICA S.A, o Governo fez aquisição de 8.000 tablets para atendimento de Escolas de Ensino Médio da Secretaria de Educação do Estado do Ceará. Isso representou uma quantia de R\$2.215.920,00 (dois milhões, duzentos e quinze mil e novecentos e vinte reais) com verba proveniente do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Isso nos mostra que a intenção daqui para frente é de modernizar a forma de ministrar aulas. Este tipo de investimento vem sendo feito a nível nacional com os Governos Estaduais investindo suas fichas no uso da informática para a educação.

## **2.2 Tecnologias de ensino**

Baseado no fato de que as aulas ministradas com quadro e pincel não alcançam todos os alunos, procura-se a implementação de novas tecnologias de ensino a fim de trabalhar a grande habilidade visual dos nossos alunos de processar as informações que lhes são ofertadas. Essas tecnologias podem estar além da utilização de aplicativos em computadores, podendo exportar esses aplicativos para celulares ou smartphones, o que possibilitaria um maior acesso por parte dos alunos, transformando um problema, que é a utilização de aparelhos eletrônicos em sala de aula, em mais um reforço no processo ensino-aprendizagem. Também podemos expandir o assunto e chegar aos recursos audiovisuais como filmes ou vídeos que motivam os alunos a explorar novos mundos no ramo da Ciência (CLEBSCH e MORS, 2004).

O uso de tecnologias nos faz ser mais evoluídos, logo a tecnologia não se restringe ao fato de usarmos equipamentos ou produtos atualizados. Ela altera comportamentos, segundo

Kenski et al (2007). A tecnologia cumpre o seu papel quando é difundida de tal forma que muda o comportamento das pessoas no seu dia a dia. Por isso se faz necessário que não seja apenas tema de muitos trabalhos acadêmicos a inclusão de novas tecnologias de ensino. Estas podem ser as mais variadas possíveis com a intenção de atrair o aluno para as práticas de sala de aula.

O conceito de tecnologia é vasto, sendo ainda mais difícil de definir quando se trata de tecnologia de ensino. Em seu livro Kenski et al (2007) faz os seguintes comentários:

As tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana. Na verdade, foi a engenhosidade humana, em todos os tempos, que deu origem às mais diferenciadas tecnologias. O uso do raciocínio tem garantido ao homem um processo crescente de inovações. Os conhecimentos daí derivados, quando colocados em prática, dão origem a diferentes equipamentos, instrumentos, recursos, produtos, processos, ferramentas, enfim, a tecnologias.[...]. O conceito de novas tecnologias é variável e contextual. Em muitos casos, confunde-se com o conceito de inovação. Com a rapidez do desenvolvimento tecnológico atual, ficou difícil estabelecer o limite de tempo que devemos considerar para designar como “novos” os conhecimentos, instrumentos e procedimentos que vão aparecendo. O critério para a identificação de novas tecnologias pode ser visto pela sua natureza técnica e pelas estratégias de apropriação e de uso. (KENSKI 2007, pg. 15 - 25).

As possibilidades de investimento são muitas, sabendo que é necessária uma política mais inclusiva, que respeite as diversidades dentro da sala de aula, ou seja, que possibilite atingir o maior número de alunos. Hoje ouvimos falar também de investimentos governamentais na construção de mais laboratórios de informática, na criação de auditórios, salas de audiovisual, etc. O certo é que podemos avançar mais nesse rumo não apenas na modernização das Escolas, mas principalmente na capacitação dos professores, uma vez que boa parcela destes possui um domínio dessas ferramentas que vai de moderado até nenhum.

A proposta é utilizar a criatividade e ferramentas para que o aluno sintam-se cada vez mais atraído pelas aulas. Ele tem que enxergar o ambiente da sala de aula como um grande laboratório que ele pode errar e aprender com os erros. É necessário que esse ambiente perca todo o desconforto que o aluno possa sentir, seja por preconceito ou desinteresse. É difícil para o professor lidar com muitas mentes, todas com características e vontades muito próprias, por isso destacamos a importância da tecnologia, pois é algo que evolui com a mesma velocidade em que os alunos vão aprimorando suas visões de mundo. Hoje, o aluno é aquele que mais está interessado em novas tecnologias tanto para fins educacionais como para

simplesmente explorar a rede.

Entre as tecnologias existentes, as apostas na informática são as mais altas, pois esta é a que apresenta uma maior ligação com os alunos. Nessa tecnologia, os alunos se sentem mais incluídos até do que os próprios professores. Em Rodrigues (2011) vemos a utilização da internet em sala de aula como ferramenta importante no processo de ensino aprendizagem. O problema é que muitos professores veem a internet como “vilã”, pois esta, quando acessada de aparelhos celulares, traz distração aos alunos durante a aula.

No fim, é importante que o processo ensino aprendizagem seja “adubado” e que se tenha cuidado para que essas tecnologias não se tornem mais uma dificuldade e, sim, mais uma peça, a fim de melhorar o rendimento das aulas ministradas em nossas Escolas.

### **2.3 O computador como uma ferramenta no processo ensino aprendizagem**

Em Fiolhais (2003) é feita uma análise sobre o insucesso dos alunos de Física e a ascensão do ensino de Física com o uso do computador. Aqui vemos que a razão para isso é, em primeiro lugar, o ensino desajustado das teorias de aprendizagem como também a falta de meios pedagógicos. Isso é mais evidente quando falamos das Ciências exatas que, assim como no caso da Física, necessitam de uma habilidade imaginativa que poucos alunos possuem. Isso é transposto na utilização de ambientes de modelagem.

A Física se trata de uma ciência tipicamente experimental, ou seja, é contraindicado o professor a ensiná-la utilizando apenas o quadro branco e o pincel. Nesse sentido, segundo Fiolhais (2003), existem cinco modos de utilização dos computadores como ferramenta de ensino aprendizagem. A primeira é utilizá-lo para a aquisição de dados. Isso facilita por demais as análises a serem feitas, uma vez que a quantidade de dados que podemos adquirir e tratar é muito maior do que se utilizarmos apenas recursos humanos. Neste ponto, podemos citar algumas calculadoras que fazem este mesmo papel com a diferença de um menor custo.

A segunda forma de utilização é a modelização e simulação. É o ambiente mais popularizado no ensino de Física. Essa forma de ensino é bastante utilizada, pois muitas das dúvidas dos alunos são solucionadas na manipulação de um bom modelo físico do problema em questão. Também é uma das mais econômicas, uma vez que mesmo as experiências que seriam mais caras, se executadas com equipamentos de laboratório, podem ser produzidas utilizando a linguagem do ambiente de modelagem com o único custo de manutenção do computador, apenas.

A terceira forma de utilização do computador é a multimídia. Essa forma de utilização

se parece com a anterior, com a diferença de ser baseada no conceito de hipertexto. Possui mais alguns atributos que permite ao aluno certa autonomia de qual caminho a ser seguido dentro da ferramenta utilizada, ou seja, o aluno não necessariamente, segue um caminho linear pelos links disponibilizados.

Segundo Harison e Jaques (1996), a realidade virtual, quarta forma de utilização do computador no ensino, é definida como “*o conjunto de tecnologias que permitem fornecer ao homem a mais convincente ilusão possível de que este está noutra realidade; essa realidade (ambiente virtual) apenas existe no formato digital na memória de um computador*”. Esta forma traz a facilidade de visualização em tempo real das situações problematizadas, o que a torna única dentre as outras. Isso tudo é oferecido dentro de um ambiente tridimensional, o que motiva e entusiasma os alunos, podendo ainda focalizar pontos específicos do problema.

Por último, mas não menos importante, temos a internet, que é o meio de comunicação mais utilizado hoje em dia. A internet vem como uma forma destacada de utilização do computador para o ensino, pois tem o papel de “grande biblioteca”, onde é possível encontrar todas as formas de utilização já citadas.

Já foi citado neste artigo que o motivo principal da falha no processo ensino aprendizagem pode estar na desmotivação dos alunos. Mesmo com todas essas ferramentas utilizadas, com o apoio do professor e da instituição em manter todo material em perfeitas condições de uso, o aluno pode não se interessar pela disciplina. A Física no ensino médio chega a causar medo e até certo desespero nos alunos que, por vezes, pensam em Física apenas como “dor de cabeça”, que não vale à pena tentar entender.

Até aqui todas as ferramentas citadas são bem promissoras. O que nos resta é a sua utilização para implantarmos uma forma de ensino moderna e cativante.

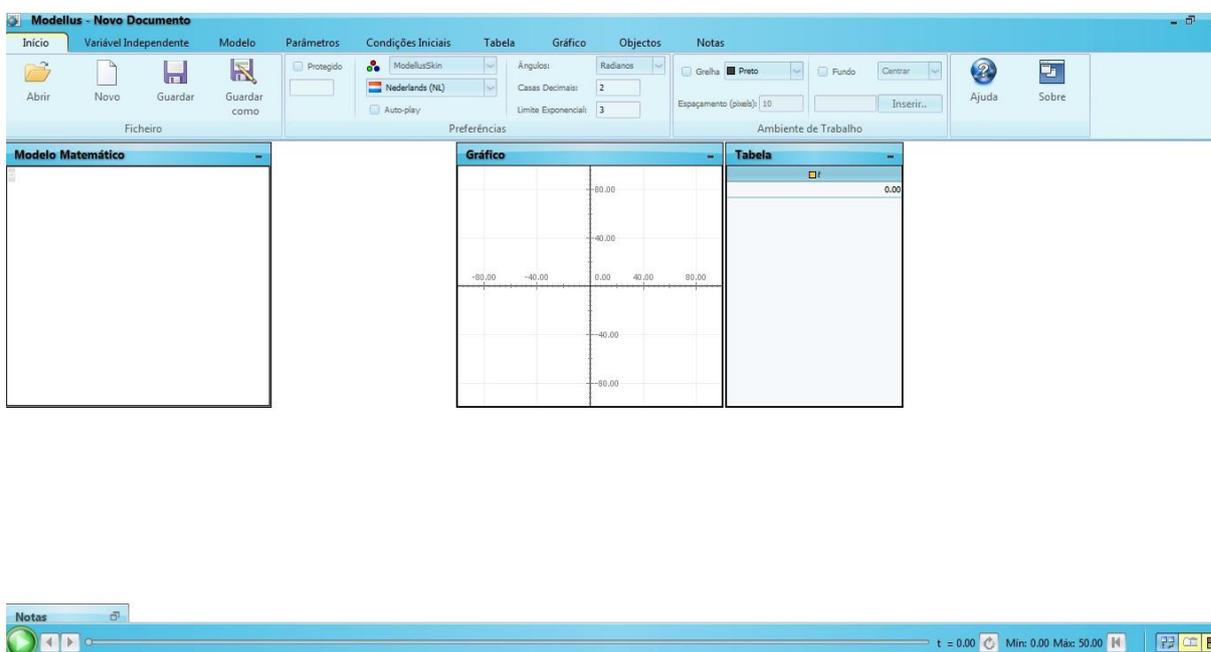
Vimos então que a definição de modelo é bem vasta, sendo que essas definições são as de maior destaque. Também vimos como são grandes as apostas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem com a utilização de OA's, nas quais o uso do computador possui grande força. No próximo capítulo veremos a ferramenta deste trabalho, o Modellus, suas características à aplicação de modelos no ensino de Física e citar alguns trabalhos realizados nesta linha de pesquisa.

### 3 MODELAGEM COMPUTACIONAL COM O SOFTWARE MODELLUS

#### 3.1 O software Modellus

O software Modellus tem sido utilizado por professores para produzir OA's durante aulas. Trata-se de um ambiente de modelagem desenvolvido pelo grupo do professor Vitor Duarte Teodoro, da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. O software, na sua versão mais atual *Modellus 4.01*, pode ser facilmente encontrado na internet, pois possui distribuição livre para quem desejar utilizá-lo. O ambiente inicializado mostra algumas janelas reservadas a gráficos, tabelas, equações matemáticas e notas. O usuário que irá utilizá-lo pela primeira vez, sentirá algum desconforto com a forma de escrever as equações se nunca teve a oportunidade de trabalhar com programação ou algo semelhante. Com um pouco de paciência e dedicação, pode-se entender como tudo acontece.

Figura 1 - Visualização do Modellus após o arranque do programa.

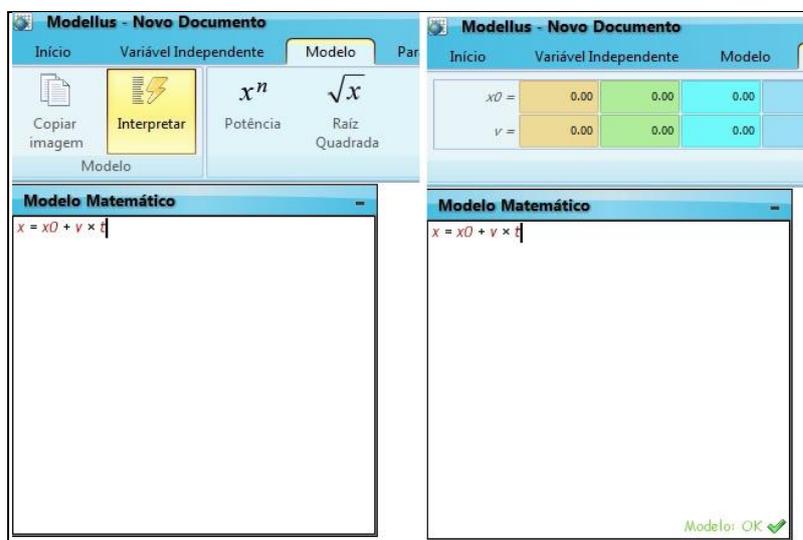


Fonte: Produção do autor.

Na janela modelo matemático, devem estar inclusas as equações que descrevem o movimento de forma compatível ao programa. Isso se percebe quando, após inserirmos as equações, pedimos para o programa interpretar na aba “modelo” e em seguida clicamos em “interpretar”. Para ilustração, tomemos como exemplo o movimento unidimensional de um corpo com velocidade constante, cujo movimento pode ser descrito pela equação horária do espaço. Se, após isso, aparecer uma seta verde no canto inferior desta janela, isto indica que as

equações foram entendidas pela plataforma de modelagem.

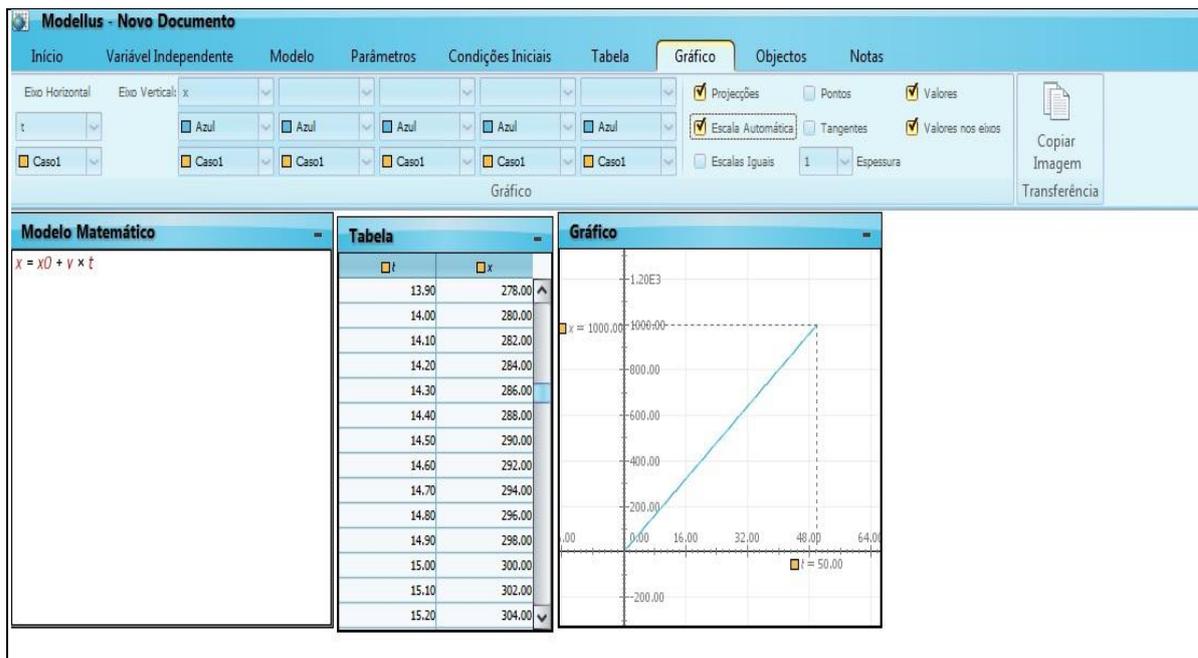
Figura 2 – Inserindo equações e definindo os parâmetros da simulação.



Fonte: Produção do autor.

Perceba que a única variável que o programa atribuirá valores, é o tempo, claro que de acordo com um intervalo de tempo que pode ser modificado pelo utilizador na aba “variável independente”. Para os outros valores declarados no modelo matemático, será necessária a atribuição de valores na aba “Parâmetros”. Como se pode ver na figura, essas atribuições podem ser feitas com vários valores para um mesmo parâmetro. Isso é importante para um estudo diversificado, ou seja, em um mesmo problema podemos estudar várias possibilidades. O próximo passo é analisarmos o desenvolvimento temporal do modelo estabelecido. Inicialmente, analisemos os valores que serão gerados para posição com os parâmetros que estabelecermos. Com uma velocidade de 20u/s (unidades/segundo) veja os dados gerados para um movimento que se inicia do repouso.

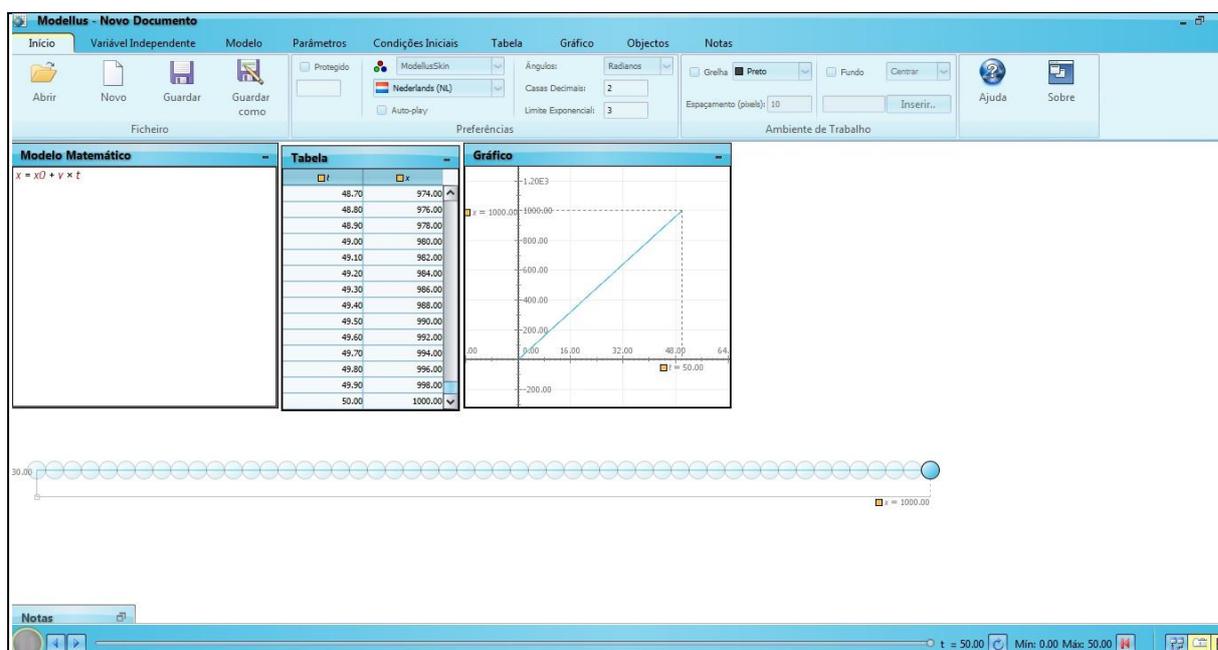
Figura 3 - Dados obtidos com a evolução temporal do modelo matemático.



Fonte: produção do autor.

Para isso, foi necessário clicar em “Play” e esperar o programa mostrar os valores e na aba “gráfico” acionar “escala automática”. Veja que nesse momento já é possível analisar os dados em um certo intervalo de tempo inicial dado pelo programa de 50 segundos. O ganho nesta situação é o fato de vermos a evolução dos dados da tabela e consecutivamente do gráfico sendo “escrito”. O mais lúdico do programa, no entanto, é se associarmos estas equações a um objeto que se moverá no espaço de modelagem com o tempo. Para isso, na aba “Objectos”, utilizaremos uma partícula clicando na opção “partícula” e em seguida no espaço de modelagem abaixo das janelas existentes. Feito isso, aparecerá uma série de características que podem ser associadas e modificadas em relação ao objeto. Destes, iremos modificar apenas aquele que se refere a posicionamento horizontal da partícula escolhendo, neste espaço, a variável “x”. Nesse momento o estudo sobre o movimento é mais visível, uma vez que é visível o seu movimento e o destaque de suas posições em cada instante do movimento.

Figura 4 - Após evolução temporal do modelo matemático, marcação de trajetória a cada 10 passos.



Fonte: produção do autor.

O programa conta com uma grande quantidade de ferramentas que podem ser facilmente manipuladas. Ele possui vários objetos que podem ser utilizados e ainda permite que sejam acrescentadas figuras como objetos. Os gráficos podem ter uma aparência mais descontraída, não sendo apenas uma linha que vai se construindo com o tempo e, sim, um lápis que vai desenhando a sua forma.

Uma grande vantagem na utilização do Modellus, é que ele vem com um número muito grande número de modelos prontos para serem utilizados. Esses modelos são instalados dentro da pasta do Modellus na pasta de programas, se for instalado no Windows.

### 3.2 Modelagem aplicada ao ensino

A modelagem é uma das ferramentas que promete melhorar o ensino de Ciência dentro das escolas. Citaremos aqui alguns exemplos de aplicação da modelagem no ensino. Segundo Gadotti et al (2008), no livro Introdução à Pedagogia do Conflito, “[...] Não existe uma sociedade moderna e democrática sem um sistema educacional moderno e democrático[...] e como não existem sociedades perfeitas não existe também nenhum sistema educacional perfeito, uma educação perfeita.[...]”. Daqui podemos perceber que a utilização da modelagem computacional no ensino nas Escolas públicas não irá resolver o grande

problema existente hoje em nossa sociedade, mas sabemos que é uma grande ajuda.

Para Moreira (1998), a educação em Ciências tem por objetivo fazer com que o aluno venha a compartilhar significados no contexto das Ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das Ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificar aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais dessa área.

Para Veit e Teodoro (2002), na prática, Física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, na qual é preciso decorar fórmulas cuja origem e finalidade são desconhecidas. Ainda segundo Veit (2002) e Moreira (1998) o uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, como o Modellus, promove uma abordagem construtivista e enquadra-se no conceito de ferramentas computacionais as quais são capazes de auxiliar na construção do conhecimento e podem ser usadas para dar sentido ao novo conhecimento por interação com significados claros, estáveis e diferenciados, previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A Física é uma ciência essencialmente experimental, o que exige dos docentes habilidades para tratar dos assuntos, experimentalmente.

Segundo Santos et al (2006), o ensino da Física baseado na exposição de teoria e resolução de problemas denota uma metodologia pouco relacionada com a realidade do aluno. Este, convencido pelas teorias científicas sem compreendê-las, recebe-as como uma espécie de crença. Ainda segundo Santos et al (2006), a utilização de simulações computacionais para o ensino da Física pode ser vista sob dois aspectos: a animação do movimento em estudo e a representação gráfica; ambos permitem uma melhor compreensão dos aspectos matemáticos e físicos que envolvem o conceito em estudo.

Trabalhos técnicos laboratoriais podem ser planejados para demonstrar cada modelo científico, porém estes são decorrentes da integração de experiências realizadas com diferentes enfoques, ou seja, uma experiência única nem sempre mostra aos estudantes um fenômeno inteiro. Para Pierre Lévy (1999), trata-se de uma tecnologia intelectual que amplifica a imaginação individual e permite aos grupos que compartilhem, negociem e reúnam modelos mentais comuns, com graus de complexidade diversos. O maior interesse não é o de substituir a experiência, nem o de tomar o lugar da realidade, mas, sim, o de permitir a formulação e a exploração rápidas de grande quantidade de hipóteses.

Segundo Davies (2002), simulações e animações oferecem um potencial sem limites para permitir que os estudantes entendam os princípios teóricos das Ciências Naturais a ponto de serem chamados de Laboratórios Virtuais. Para Jimoyiannis e Komis (2001), são poucos os

alunos que desenvolveram uma significativa capacidade de abstração e, conseqüentemente, um bom número de estudantes tem grande dificuldade em acompanhar certos tópicos dos cursos de Física.

Segundo Santos et al (2006), os “experimentos virtuais” além de estarem acessíveis a qualquer instante, podem ficar a disposição dos alunos fora do horário das aulas, uma vez que os roteiros das “experiências” podem ser vivenciados de forma individualizada. A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Para Ausubel (1980) esta relação significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, como por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo. Ainda segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa só ocorre quando o material a ser aprendido é “ancorado” em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Ausubel (1980) chama de aprendizagem mecânica àquela na qual as novas informações são aprendidas sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.

### **3.3 Trabalhos utilizando o Modellus**

Baseado em tudo que já apresentamos aqui, relacionaremos alguns trabalhos realizados em que a ferramenta em destaque foi o Modellus. A quantidade de material produzido com esta ferramenta é bem vasta, uma vez que o próprio programa já vem com uma série de exemplos prontos para serem utilizados, bastando apenas ao professor elaborar atividades para as simulações existentes.

Em Gustavo H. Santos et al (2006), comenta-se os problemas de tentar ensinar Física sem as ferramentas corretas para uma melhor exploração por parte do aluno. Em seguida, faz-se contextualização de como é repassado os conteúdos de Física no Ensino Médio, ressaltando as teorias construtivistas seguindo Borges (1996), Veit e Teodoro (2002), Moreira (1999), Levandowski (1983) e outros mais. Fala-se ainda do uso de animações interativas na aprendizagem significativa. Destaca-se que:

Trabalhos técnicos laboratoriais podem ser planejados para demonstrar cada modelo científico, porém estes são decorrentes da integração de experiências realizadas com

diferentes enfoques, ou seja, uma experiência única nem sempre mostra aos estudantes um fenômeno inteiro. Neste caso, uma simulação por computador pode ser a única maneira de ultrapassar o problema. (SANTOS et al, 2006).

Neste trabalho, realizam-se alguns experimentos para sondar as perspectivas das turmas em relação a essas tecnologias. Entre os resultados destacados neste trabalho, está o percentual de alunos que já utilizaram o computador doméstico para algum tipo de simulação ou animação objetivando o aprendizado da Física, apenas 3%. Este trabalho foi realizado no Colégio Militar de Salvador aplicando-se quatro animações interativas apresentadas aos alunos. Foi expresso através de gráficos o impacto das animações interativas com a criação de um laboratório virtual.

O trabalho termina exaltando que o Modellus, como ferramenta mediadora do ensino de Física, foi aceito por mais de 90% dos alunos pesquisados.

Outro trabalho que podemos citar é Mendes (2012), que foi realizado com alunos do Ensino Médio em várias perspectivas. O diferencial deste trabalho foi o fato de se ter trabalhado com quatro turmas que tiveram ou aulas experimentais ou com modelagem ou com ambas. As duas ferramentas foram comparadas para ver qual seria a melhor para se trabalhar com alunos. O resultado desta pesquisa foi que ora a melhor ferramenta é a modelagem computacional, ora as atividades de laboratório. Outro fato importante é que se estas duas atividades forem associadas, temos ferramentas que se completam proporcionalmente, resultando em uma conclusão ainda melhor que se tivéssemos os dois aplicados individualmente. O trabalho mencionado ainda faz referência a uma “engrenagem” resultado do agrupamento de atividades experimentais, modelagem computacional e conhecimento teórico. Esta pesquisa foi realizada com estudantes da 1ª série do Ensino Médio do Centro Educacional 07 da cidade satélite de Ceilândia – DF, com um total de turmas avaliadas iguais a seis.

Em Araújo (2002), é relatado um trabalho cujo objetivo era verificar a eficiência da modelagem computacional, utilizando o Modellus, para o estudo de gráficos de cinemática. Aqui, o diferencial foi o fato de que os alunos alvos desta vez foram os do primeiro ano do Curso de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A melhoria dos alunos, por participarem das aulas com o Modellus, é representada de forma estatística neste trabalho por meio de gráficos que comparam os resultados dos alunos da turma experimental com os resultados da turma controle. O trabalho também destaca a

motivação dos alunos ao trabalharem com esta ferramenta, pois estes mostraram bastante curiosidade e apreço aos assuntos ministrados durante a aula.

Outro trabalho que se utilizou da interpretação de gráficos é Nascimento (2011). O autor deste trabalho desenvolveu a atividade enquanto bolsista do Pibid. Esta pesquisa foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio CAIC Madezatti, no município de São Leopoldo-RS. Neste trabalho são apresentados histogramas de testes aplicados no início e no fim do processo, que comprovam a eficiência do Modellus na turma experimental. Também é apresentado um gráfico com média de acertos no teste inicial e final para a turma experimental e de controle.

No próximo capítulo, trataremos dos procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa. Tudo o que se diz respeito a, caracterização da amostra, do espaço e instrumentos de coleta, além de especificar o passo a passo adotado na pesquisa.

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

É importante, para toda pesquisa, a discriminação de todo o contexto de aplicação da mesma. Uma vez que os resultados obtidos não são gerais e sim aplicados a um contexto de amostra, espaço e instrumento de aplicação. Neste capítulo descreveremos todo esse contexto com o acréscimo das atitudes adotadas na pesquisa.

### **4.1 Caracterização da amostra**

No processo de seleção das turmas para a investigação, procuramos turmas de 1º ano da Escola de Ensino Médio Liceu do Conjunto Ceará para a realização das atividades. Para a seleção da turma foi feito um levantamento de qual seria o melhor turno para a realização das atividades. O turno selecionado foi o da tarde, porque o turno da manhã é considerado relativamente “bom”. No turno da noite sofreríamos com o absenteísmo dos alunos, o que prejudicaria a pesquisa. Dentre as turmas da tarde foram escolhidas duas, cujo professor é efetivo desta Escola desde 2010.

Apesar das médias das duas turmas só variarem de 0,2, ou seja, 5,8 e 6,0 (notas do primeiro bimestre na disciplina de Física), a turma de menor média apresenta grande deficiência nos conteúdos relacionados à Física, segundo o professor. Com isso, a turma selecionada para as atividades com o Modellus foi a que apresentou menor média.

A média de idade dos alunos é entre 14 e 16 anos, segundo a coordenação da Escola, ou seja, são estudantes adolescentes. Já a média de alunos por turma é cerca de 38 por sala com pequenas oscilações no decorrer da pesquisa.

A turma controle é a considerada pelo professor como a melhor do turno da tarde, com melhores notas e desempenho nas aulas de Física. A turma experimental, por outro lado, não apresentou bons resultados nas avaliações feitas pelo professor. Esta última foi escolhida, pois a intenção é ajudar os que sentem mais dificuldade, até mesmo para dar maior significado à pesquisa.

### **4.2 Descrição do espaço da pesquisa**

A pesquisa foi realizada no Liceu do Conjunto Ceará por apresentar estrutura suficiente para a aplicação das atividades pré-definidas. A Escola possui três laboratórios de informática sendo que o Laboratório I é normalmente usado como sala de audiovisual nas

aulas em que os professores utilizam slides ou vídeos. O segundo é mais utilizado pelos alunos para pesquisas ou mesmo para acessar a internet e ainda para realização de cursos de informática ofertados pela Escola no turno da tarde. O terceiro é mais utilizado para o planejamento por área, mas também é utilizado como sala de audiovisual nas aulas em que os professores utilizam slides ou vídeos. Os laboratórios utilizados para a realização da pesquisa foram o I e o II. O laboratório I não foi feito para a finalidade de ser utilizado como “mini-auditório”, serve aos fins pelo fato de que poucos computadores permanecem neste espaço onde são postas cadeiras para que os alunos se acomodem durante as aulas ministradas neste espaço.

As salas de aula possuem cerca de  $47 m^2$  com uma lotação máxima de 50 alunos. Cada sala possui um quadro branco com aproximadamente 5 metros de comprimento. Nestas salas foram aplicados os testes iniciais com as turmas experimentais e de controle.

Para as provas teóricas utilizamos os laboratórios de informática I e II, sendo que no segundo a quantidade de computadores utilizados foi catorze. Este laboratório possui um número maior de computadores, mas em apenas catorze foi possível a realização dos testes.

### **4.3 Instrumentos de coleta de dados**

Houve uma preocupação especial em utilizar instrumentos de avaliação ligados à informática. Assim, o teste final realizado com as duas turmas, foi feito no laboratório de informática II num software chamado “KEduca”. Este é distribuído livremente com a plataforma Linux e já é incluído no “Linux educacional”, sistema operacional dos computadores da Escola, em sua maioria. Também foram realizados dois testes com o formato de provas objetivas, um no início e outro no final do processo. Estes questionários foram feitos com o apoio do Pibid (Programa Institucional de Iniciação à docência), programa existente na Escola desde 2009.

### **4.4 Descrição da pesquisa**

O modelo inicial do projeto nasceu de um trabalho realizado enquanto bolsista do Pibid. A nova proposta desta pesquisa foi de abranger um número maior de alunos e de questionamentos para a pesquisa proporcionando uma maior fidelidade aos resultados. Todas as atividades com os alunos aconteceram nas terças-feiras, pois é nesse dia que os alunos assistem às aulas de Física.

A primeira atividade foi a construção de um questionário que mostrasse as atitudes dos alunos em relação à disciplina de Física. O questionário foi adaptado de um dos questionários existentes no livro *Prática de avaliação educacional* (2009). Neste questionário os alunos responderam de forma objetiva aos seus sentimentos de como se sentiam, suas atitudes em relação à Física. Este era constituído de quinze questões que, para fim de precisão, utilizamos um questionário objetivo em que os alunos precisavam apenas marcar a alternativa que lhes pareciam melhor representar a sua opinião. O questionário pode ser encontrado no anexo I. Este questionário foi realizado no dia 28 de maio, no turno da tarde, com as duas turmas em questão, na própria sala de aula.

Com os resultados do primeiro teste em mãos, fizemos as estatísticas que contemplavam as porcentagens de cada uma das turmas para cada questão existente no questionário e também considerando as duas turmas como sendo apenas uma. O resultado deste teste nos motivou ainda mais na escolha da turma experimental e de controle, uma vez que a turma mais deficiente na disciplina de Física com as piores notas se mostrava como uma turma sem confiança para trabalhar os assuntos relacionados à Física, mas com muito mais curiosidade e vontade de aprender sobre a disciplina.

O próximo passo foi à aplicação da aula utilizando o Modellus, esta foi ministrada seguindo um roteiro, construído pelo autor, disponível no anexo II. Neste roteiro está o passo a passo que o professor seguiu para a realização da aula, tanto das análises discursivas como as instruções de modificar o modelo, a fim de analisar cada caso. Esse roteiro é específico para um modelo, logo não se aplicando a outros. A aula foi ministrada no dia 11 de junho com a turma experimental no Laboratório de informática I.

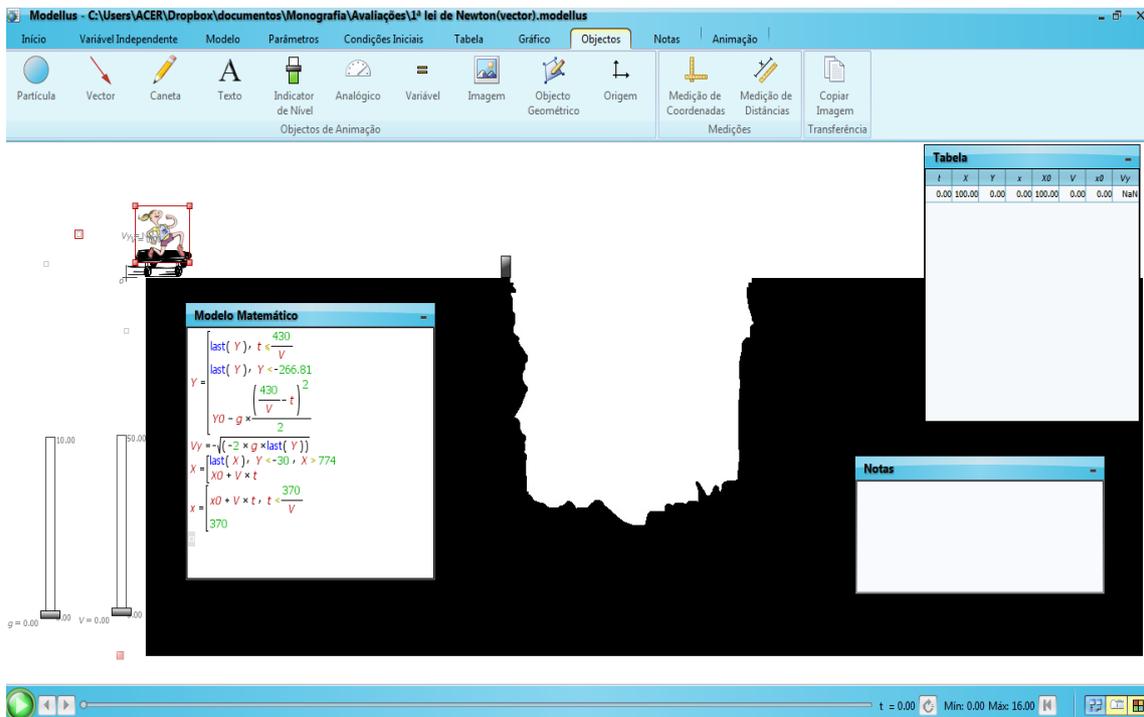
O objeto de aprendizagem utilizado na aula com os alunos da turma experimental foi construído utilizando as seguintes equações matemáticas já na janela “Modelo matemático” no Modellus:

$$\begin{array}{l}
 X = \begin{cases} \text{last}(X), Y < -30, X > 774 \\ X_0 + V * t \end{cases} \quad \rightarrow \quad X = X_0 + V * t \\
 Y = \begin{cases} \text{last}(Y), t \leq \frac{430}{V} \\ \text{last}(Y), t < -266.81 \\ Y_0 - g * \frac{\left(\frac{430}{V} - t\right)^2}{2} \end{cases} \quad \rightarrow \quad Y = \begin{cases} \text{last}(Y), t \leq \frac{430}{V} \\ \text{last}(Y), t < -23.25 \\ Y_0 - g * \frac{\left(\frac{430}{V} - t\right)^2}{2} \end{cases}
 \end{array}$$

As partes em estaque representam as modificações que, em seguida, foram feitas na sequência da aula. Fixado as equações e parâmetros, de acordo com o anexo II, o passo seguinte foi

incluir todos os objetos da simulação: corredora, skate, origem, pista de corrida com abismo, indicadores de nível e obstáculo. A corredora e o obstáculo já estão incluídos como partícula na aba “objectos” no Modellus. Mas, o skate e a pista de corrida com abismo, foram construídas utilizando programa de edição de imagem. Depois de alinhar todos os integrantes da animação, a plataforma deve apresentar o seguinte aspecto:

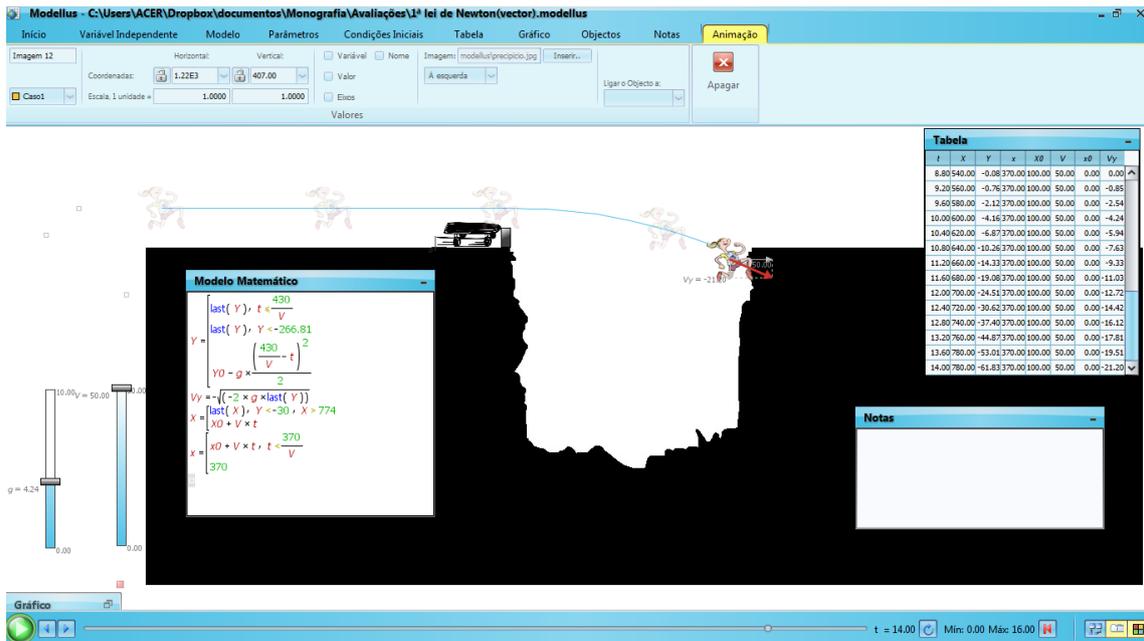
Figura 5 – Aspecto da simulação utilizada na aula com o software Modellus.



Fonte: Produção do autor.

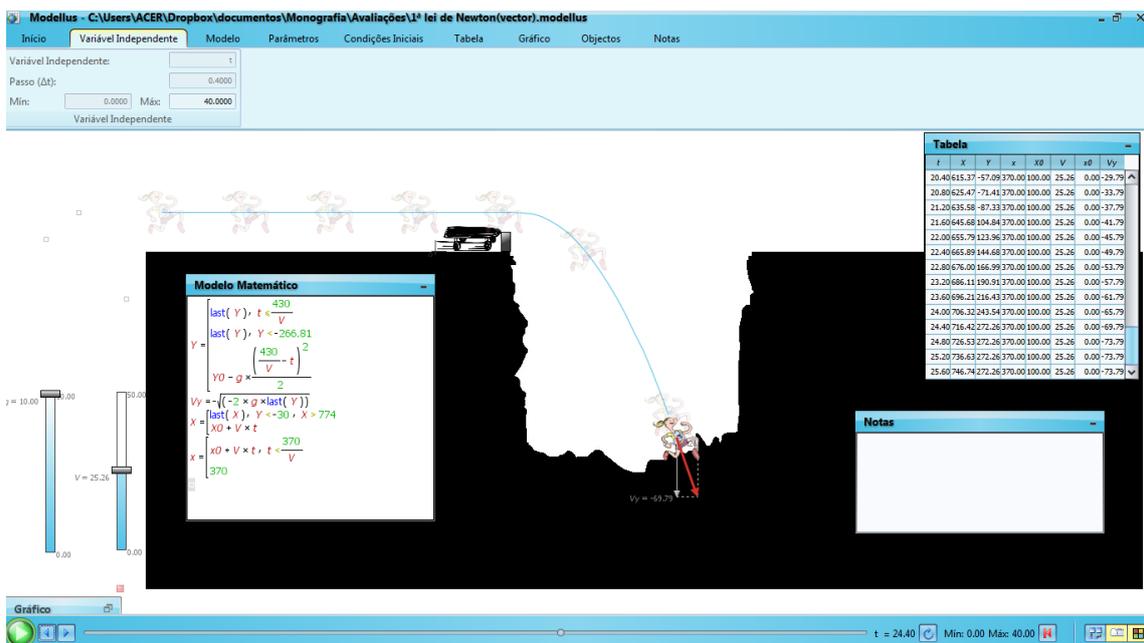
Durante a aula foram feitas várias observações da simulação, a seguir, algumas imagens produzidas na aula.

Figura 6 – Aspecto da simulação com gravidade média e velocidade máxima.



Fonte: produção do autor.

Figura 7 - Aspecto da simulação com gravidade máxima e velocidade média.



Fonte: produção do autor.

Já na sequência, a aula com o software Modellus, aplicamos um teste de perguntas teóricas produzido no software KEduca com dez questões. Neste questionário só havia um item, entre quatro, que era correto. Não houve tempo limite mínimo ou máximo para o questionário, mas foi visível a diferença de tempo a mais que os alunos da turma experimental utilizaram para responder o questionário. Neste questionário, o aluno soube do resultado

imediatamente ao terminá-lo em uma “tela” que mostrava as questões respondidas corretamente e as que o aluno havia errado. Com os resultados adquiridos, foram produzidos histogramas para a comparação entre as turmas. Este questionário foi feito no mesmo dia da aula com o Modellus e realizado no laboratório de informática II, utilizando cerca de 14 computadores.

Além do teste e questionário, foi realizado um questionário específico com a turma experimental. Este questionário era constituído de dez questões em que os alunos marcaram a alternativa que mais se encaixava com os sentimentos relativos à experiência de ter tido uma aula ministrada com a utilização de uma plataforma de modelagem. Apenas uma das questões era subjetiva. Nela, os alunos indicaram uma possível disciplina que poderia utilizar a mesma metodologia de aula.

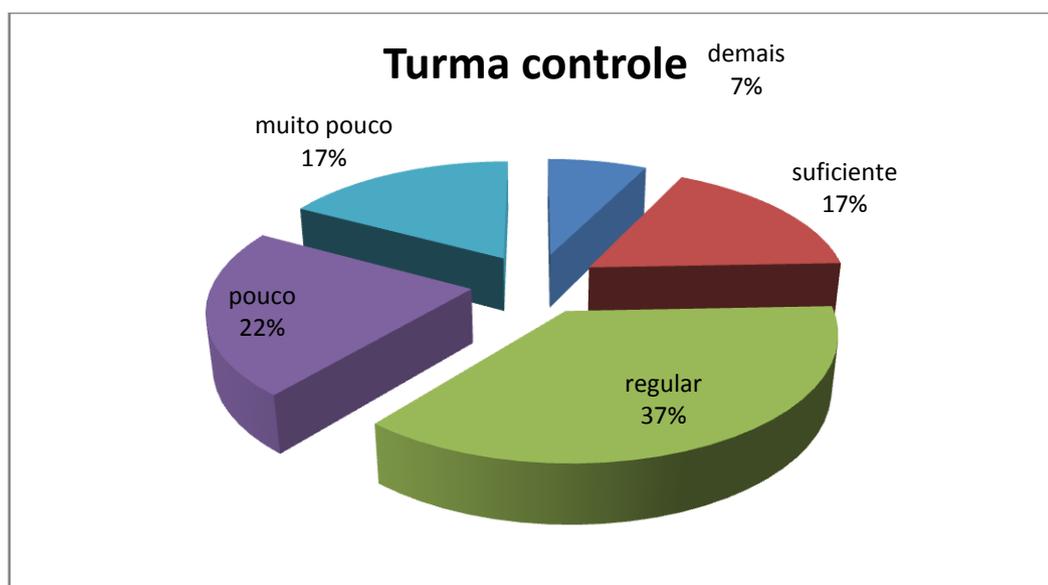
## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa foram o resultado do questionário inicial e prova teórica, feita pelas duas turmas, e um questionário específico realizado com a turma experimental em simultâneo à prova teórica. No questionário inicial, as estatísticas foram feitas de questão por questão, em três pontos. Primeiro, considerando a turma experimental, depois a turma de controle e por último, as duas turmas como sendo apenas uma. Os resultados serão apresentados com o título “turma de controle” para a turma de controle, “turma experimental” para a turma experimental e “turma única” para os resultados considerando as duas turmas como apenas uma. Abaixo apresentamos os resultados das questões.

### 5.1 Questionário inicial (QI)

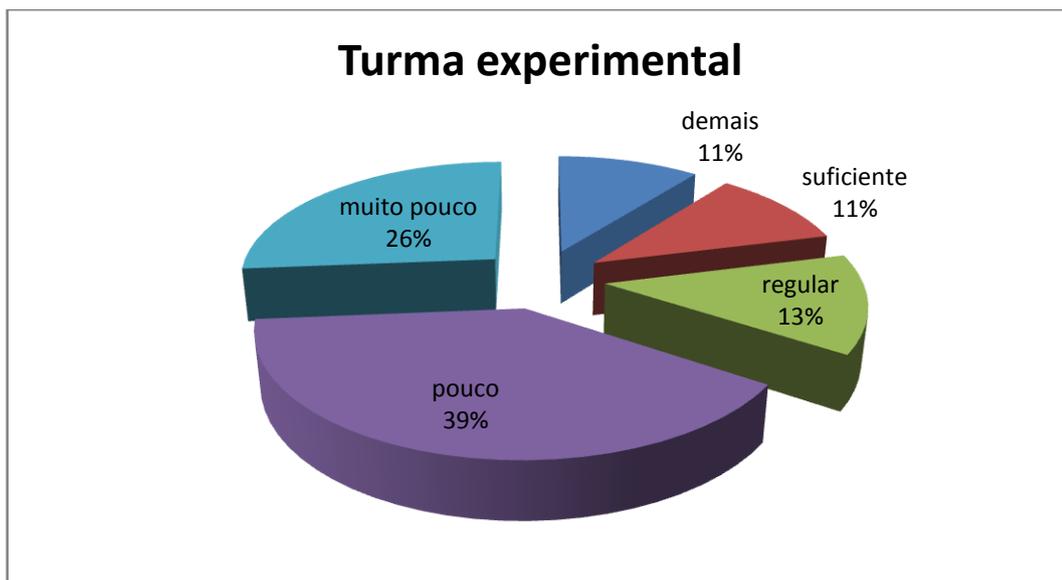
#### 1) A Física me causa ansiedade?

Gráfico 1 – Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma controle.



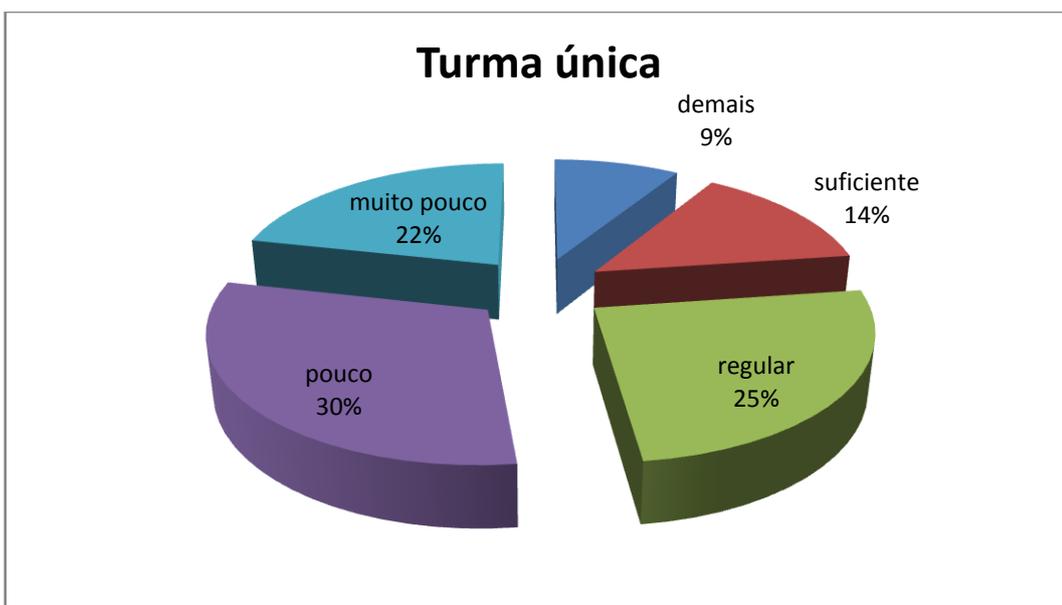
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 2 - Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 3 - Resultado da 1ª questão do questionário inicial para a turma única.

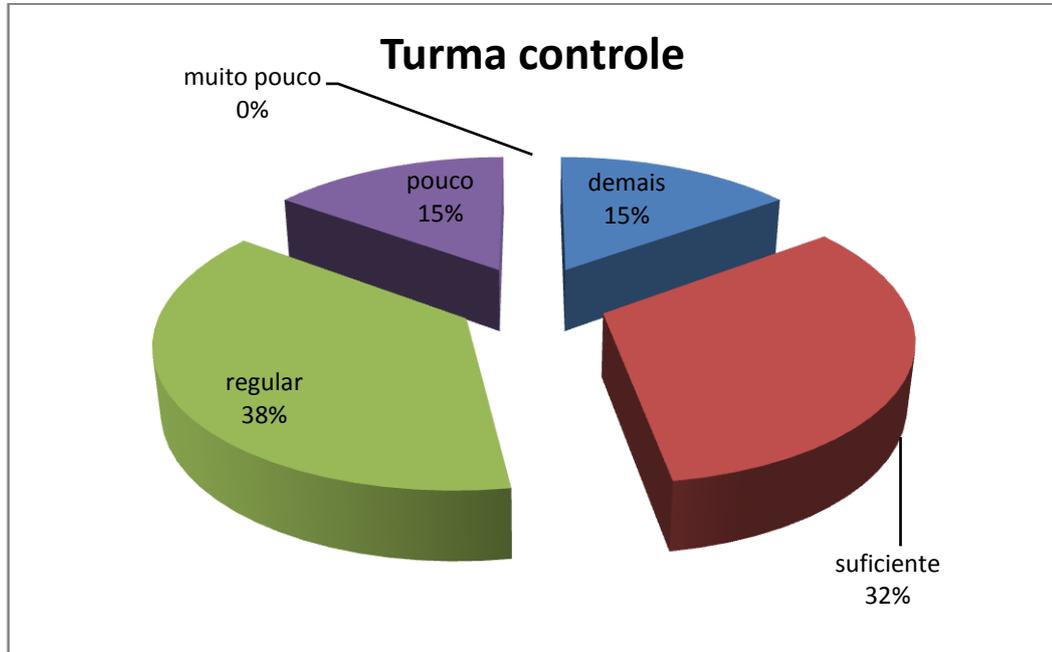


Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Já no primeiro gráfico podemos perceber a grande diferença existente entre as turmas analisadas. Olhando apenas para as fatias maiores, vemos que a turma escolhida como de controle possui a sua maioria de alunos com ansiedade regular, enquanto na turma experimental a maioria de alunos tem pouca ansiedade. No gráfico único vemos que em média os alunos de Física sentem pouca ansiedade quando o assunto é Física.

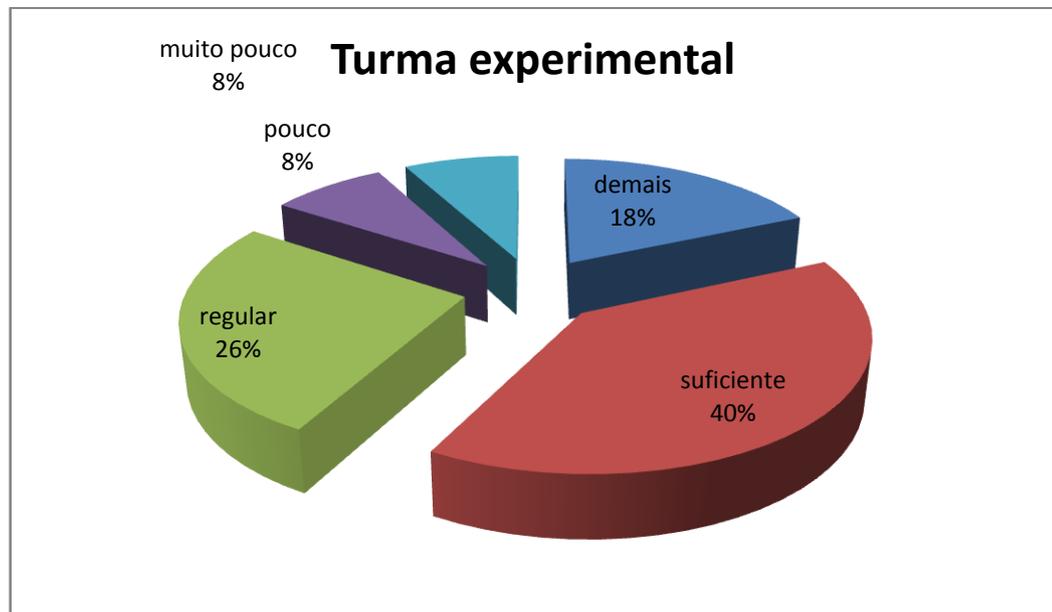
## 2) Fico feliz quando trabalho com Física?

Gráfico 4 - Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma controle.



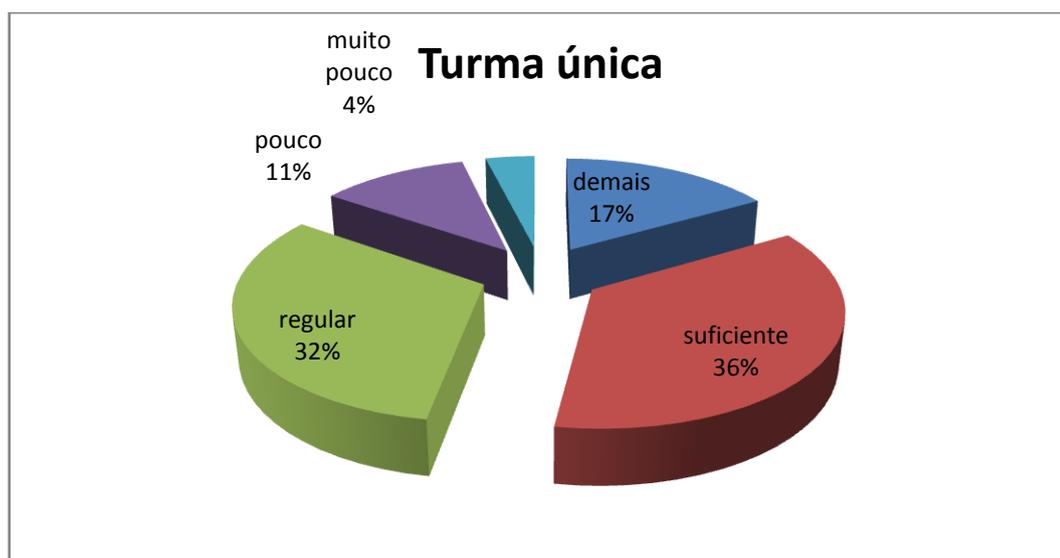
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 5 - Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 6 - Resultado da 2ª questão do questionário inicial para a turma única.

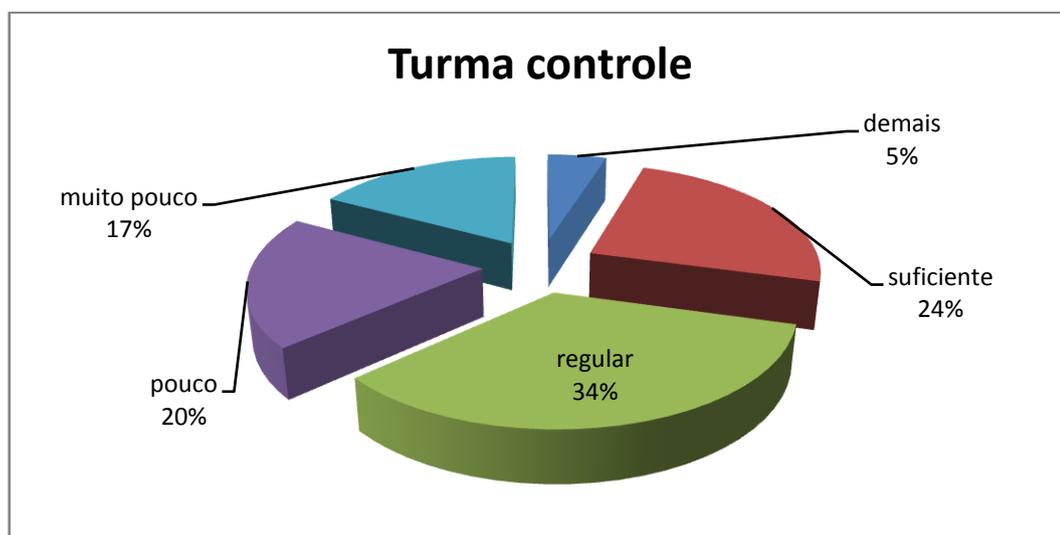


Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

O segundo gráfico já nos anuncia uma ideia nova sobre estas duas turmas. Temos uma diferença pequena entre as fatias “demais” para as turmas, mas se juntarmos as que indicam “demais” e “suficiente” vemos que enquanto 47% da turma de controle se sente feliz ao trabalhar com Física, 58% da turma experimental se sente feliz ao trabalhar com Física. Estes resultados trouxeram surpresa ao professor, uma vez que esta é a turma que apresenta menor desempenho. No gráfico único, vemos que a maioria dos alunos gosta de trabalhar com Física.

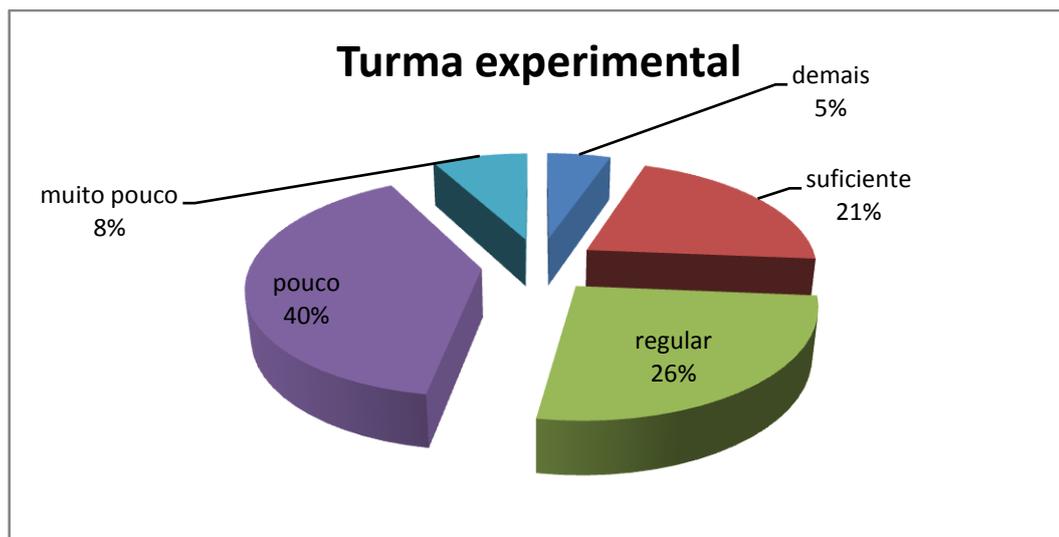
### 3) Minha mente trabalha bem com Física?

Gráfico 7 - Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma controle.



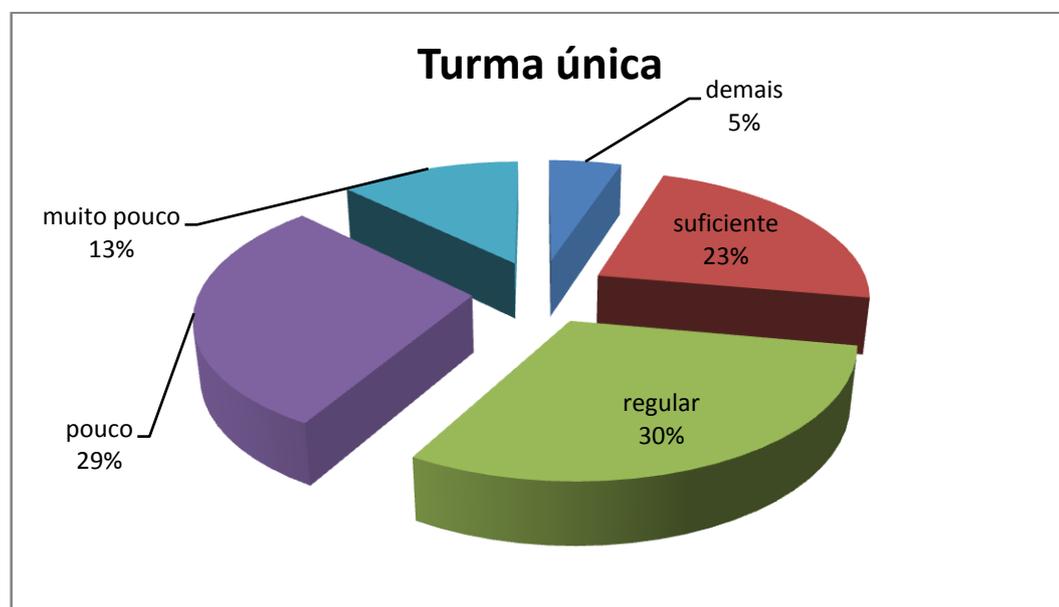
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 8 - Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 9 - Resultado da 3ª questão do questionário inicial para a turma única.

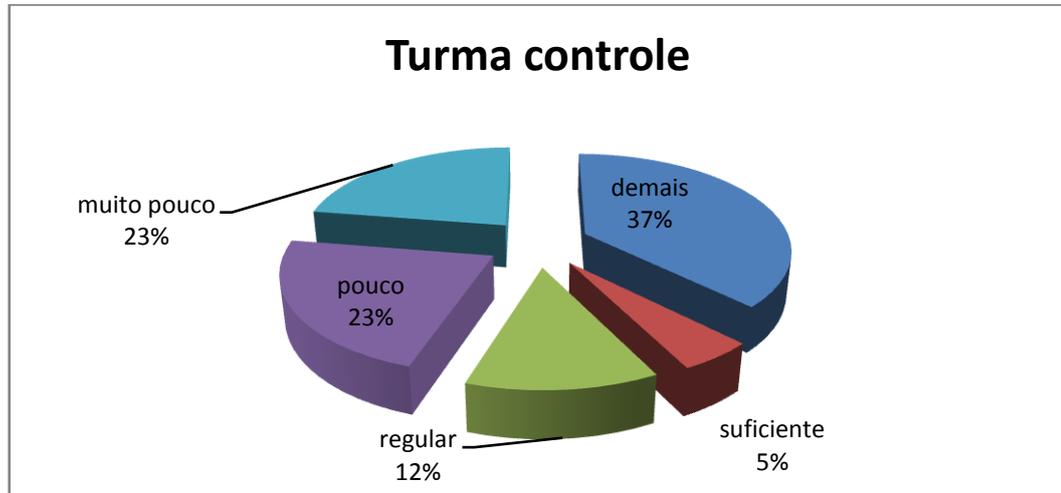


Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Contrariando os outros resultados, dois alunos de cada turma indicaram que suas mentes trabalham bem demais com Física. As fatias maiores agora apontam que na turma de controle 34% dos alunos se vêm dentro da regularidade somando junto com “suficiente” um total de 58%. Já na turma experimental a fatia maior ficou em “pouco” com 40 % dos alunos assumindo a sua dificuldade com a disciplina. Nesta turma a soma de “regular” e “suficiente” chegou a apenas 47% das respostas. No gráfico único a maioria dos alunos respondeu que sua mente trabalha regularmente bem ou pouco.

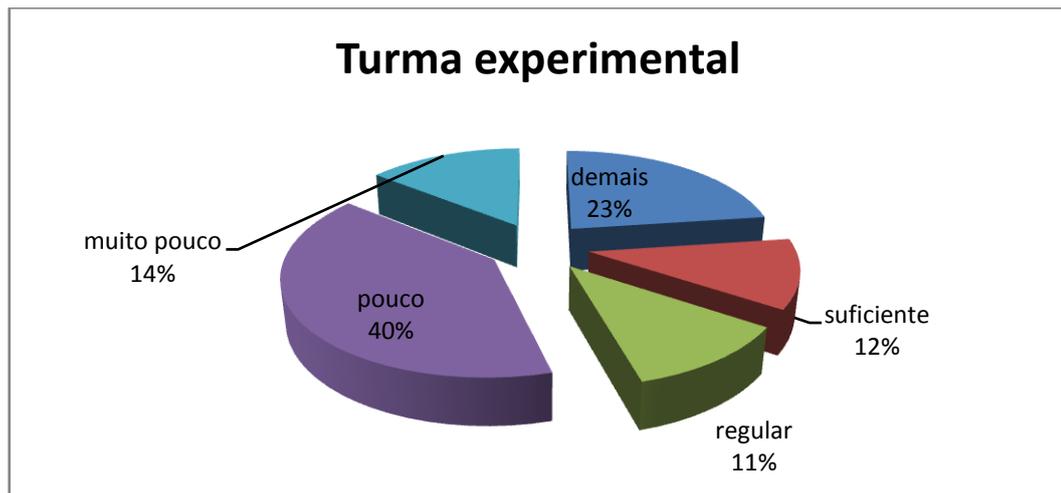
4) Quando não entendo um problema, fico nervoso?

Gráfico 10 - Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma controle.



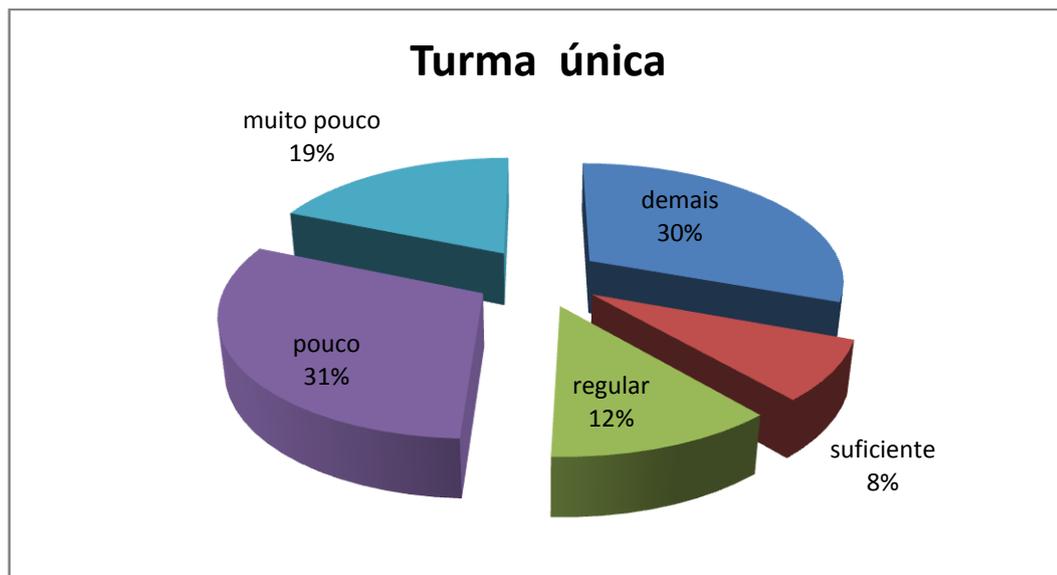
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 11 - Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 12 - Resultado da 4ª questão do questionário inicial para a turma única.

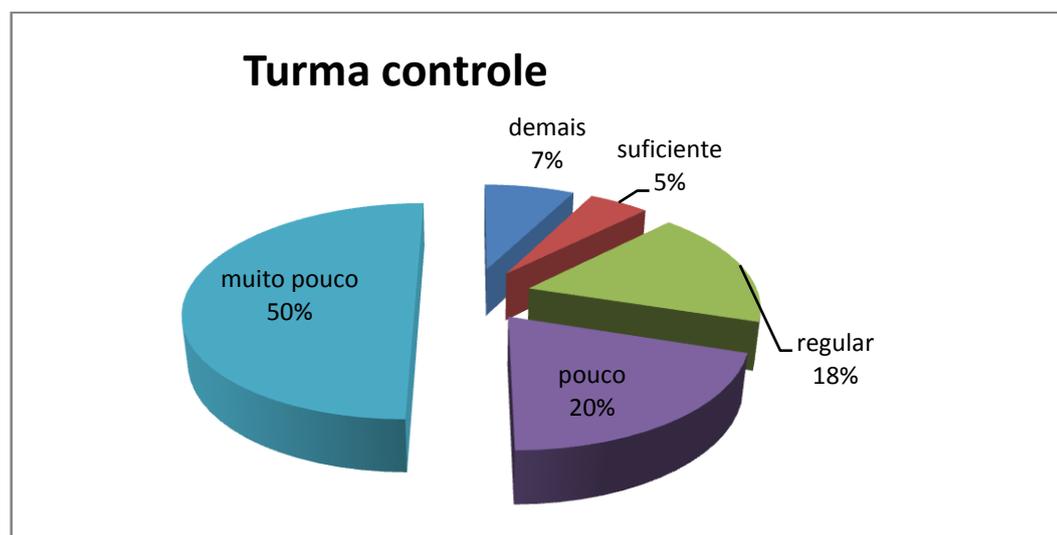


Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Na quarta questão, a soma das fatias “muito pouco” e “pouco” somam 46% para turma controle e 44% para a turma experimental. Isso mostra uma pequena diferença entre as turmas com relação aos alunos que ficam nervosos quando não entendem um problema. Da mesma forma, os valores para a turma controle e experimental são muito próximos com 12% e 11%, respectivamente. Essa proximidade desaparece com o valor “demais” que mostra 37% dos alunos da turma controle, nervosos, enquanto na turma experimental apenas 23%. O gráfico único mostra um paradoxo com as maiores fatias “demais” e “pouco”.

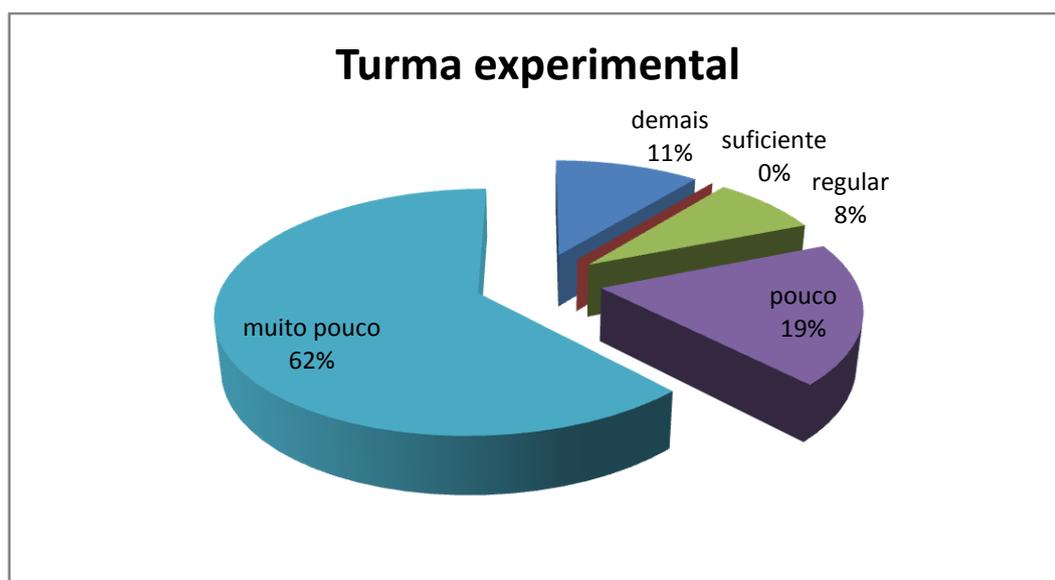
### 5) Procuo evitar a Física?

Gráfico 13 - Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma controle.



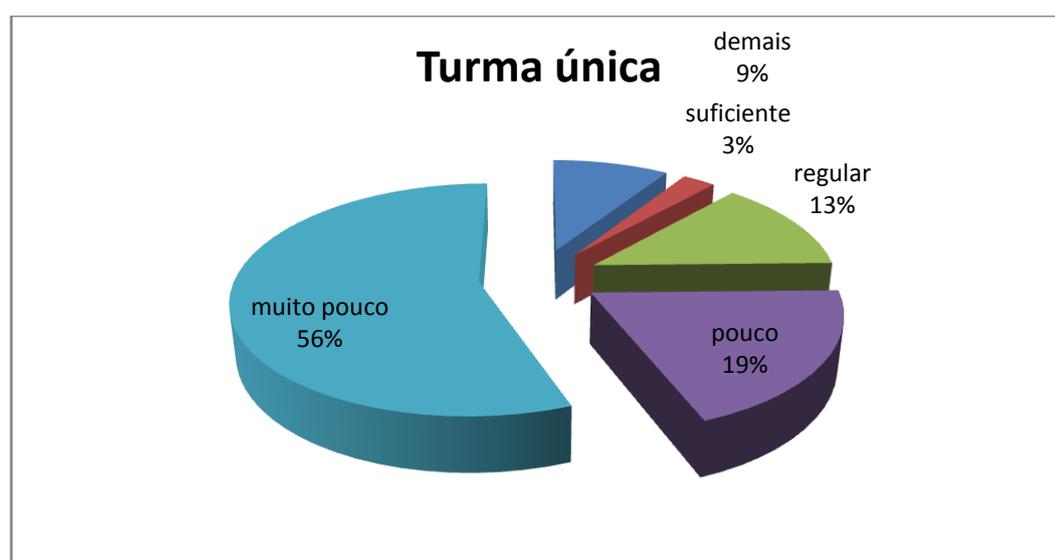
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 14 - Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 15 - Resultado da 5ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



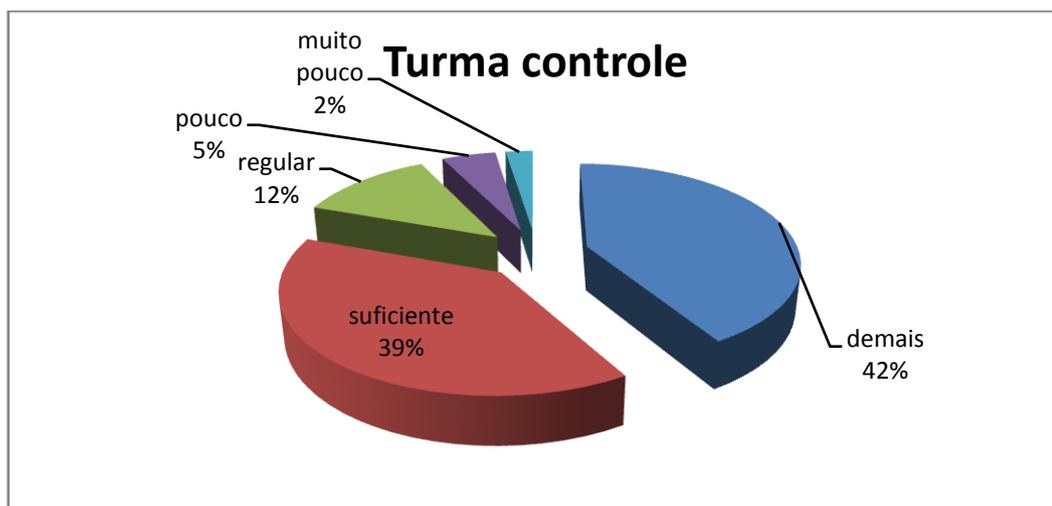
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Na quinta questão, quando interrogados se procuravam evitar a Física, o valor “pouco” ficou em porcentagens semelhantes entre as duas turmas. A maior parte dos alunos respondeu “muito pouco” com 50% e 62% para a turma controle e experimental, respectivamente. Estes resultados são confirmados no gráfico único, o que nos mostra algo interessante, pois mesmo a maioria dos alunos trabalhando de forma regular ou insuficiente com Física, não procura evitá-la. Sobre a grande diferença em porcentagem, é curioso observar que mesmo os alunos

da turma experimental não trabalhando bem, procuram evitar menos os problemas de Física que a turma que trabalha um pouco melhor com o assunto, confirmando-se no valor “regular”, com 18% para a turma controle e 8% para a turma experimental.

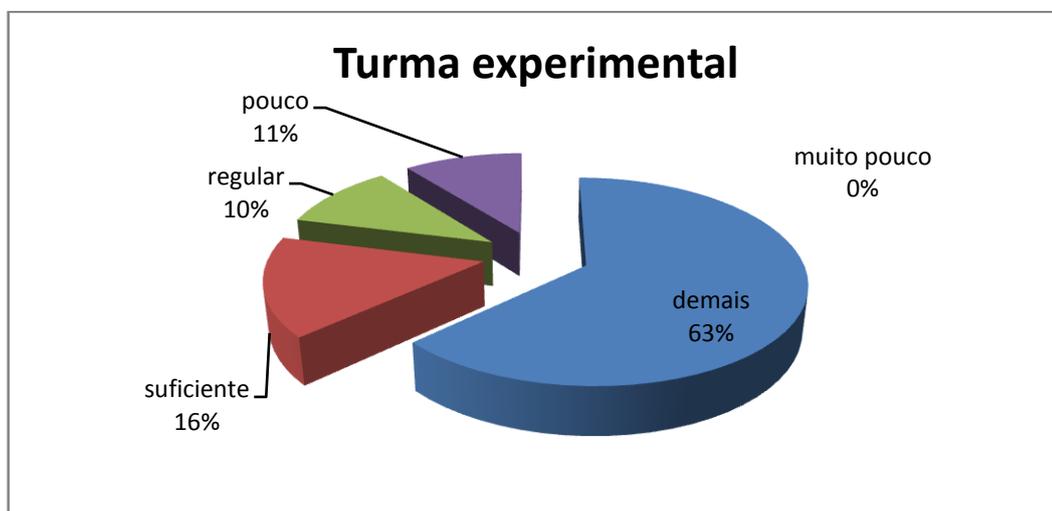
#### 6) A Física é interessante?

Gráfico 16 - Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma controle.



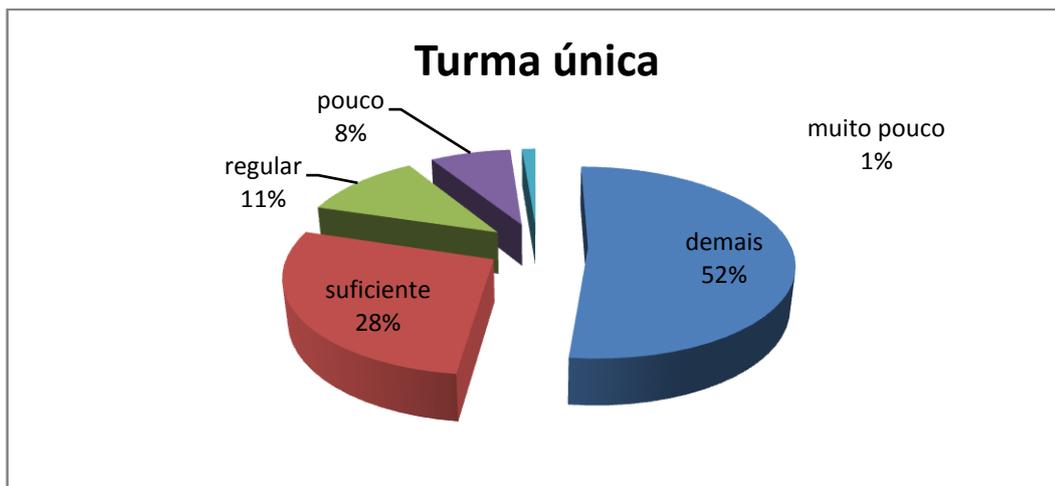
Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 17 - Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 18 - Resultado da 6ª questão do questionário inicial para a turma única.

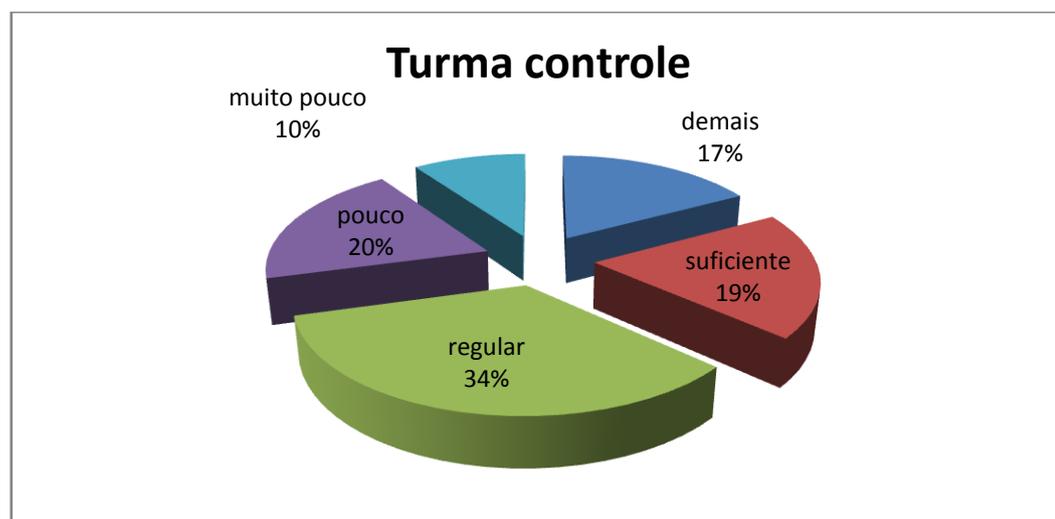


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A questão seguinte parece responder às controversas e inesperadas respostas dos alunos da turma experimental. Quando interrogada se acha a Física interessante, a turma controle respondeu que acha “demais” em 42% das respostas, enquanto a turma experimental respondeu “demais” em 63%. Comparando as respostas para o valor “suficiente”, vemos grande diferença também, desta vez de 23%, só que agora com um número muito maior de alunos da turma controle. Somado os valores “demais” e “suficiente”, temos 81% e 79% para a turma controle e experimental, respectivamente. Com isso, podemos concluir que mesmo a turma controle tendo uma maior quantidade de alunos que acham a Física interessante, a maioria fica na regularidade.

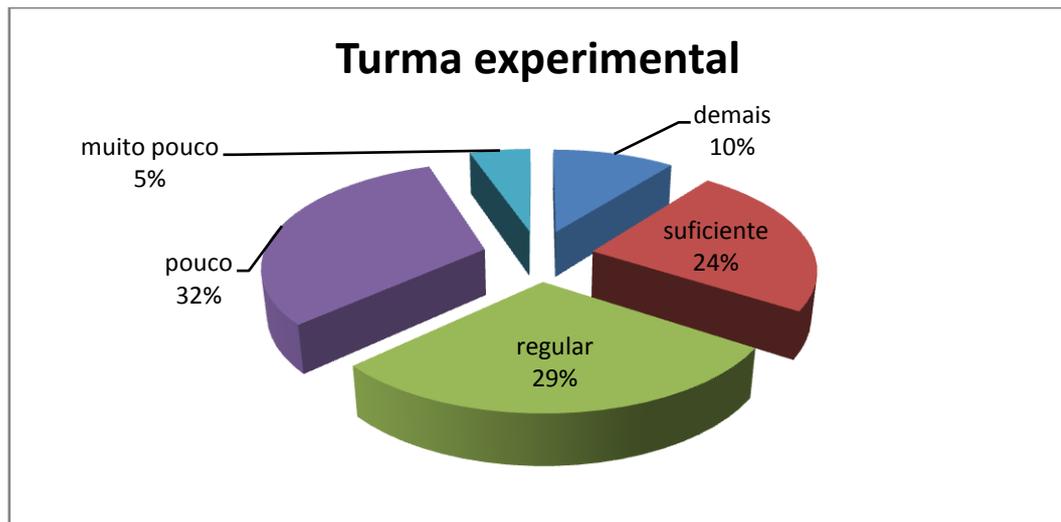
7) Tenho segurança em mim mesmo quando trabalho com Física?

Gráfico 19 - Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma controle.



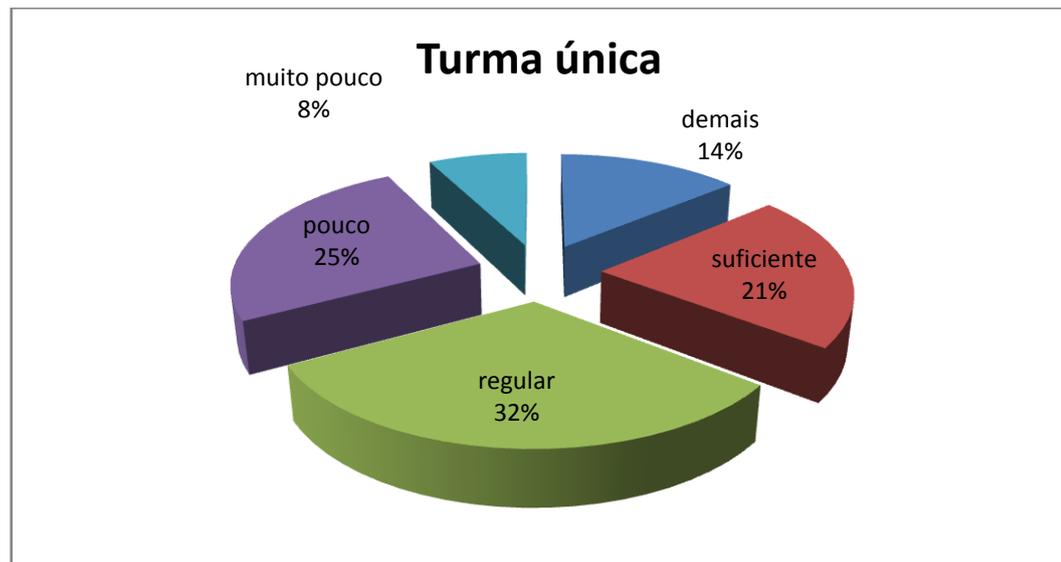
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 20 - Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 21 - Resultado da 7ª questão do questionário inicial para a turma única.



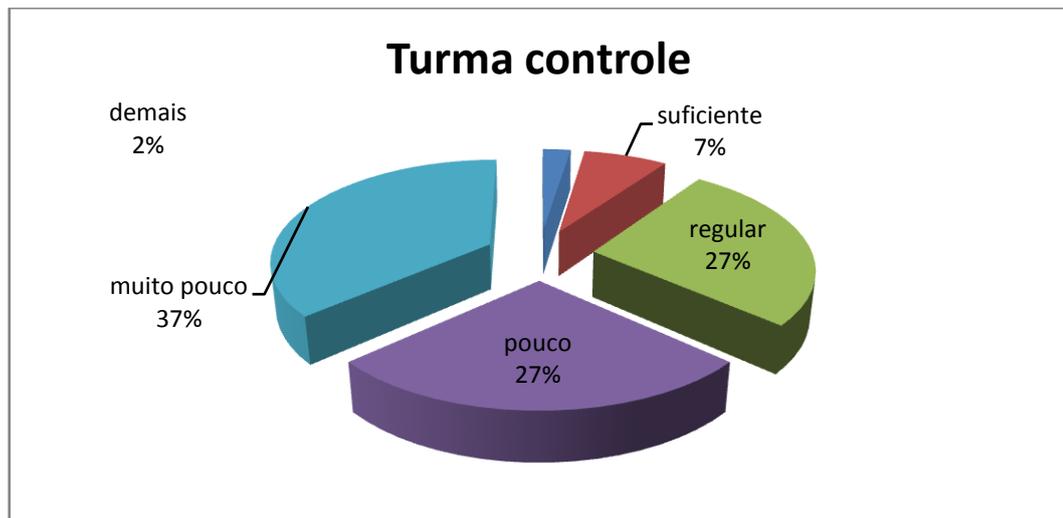
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Quando interrogados acerca da segurança quando estão trabalhando com Física, a diferença também foi bastante expressiva. A turma controle respondeu que 34% dos alunos sente segurança regular, enquanto na turma experimental a maior porcentagem ficou no valor “pouco”, com 32%. No gráfico único, o valor “regular” manteve-se como maior indicando que em média os alunos têm uma segurança regular quando trabalham com a Física. Estes resultados mostram o porquê dos alunos da turma experimental apresentarem uma baixa

média de notas em relação à turma controle, uma vez que estes últimos possuem mais segurança ao trabalharem com Física.

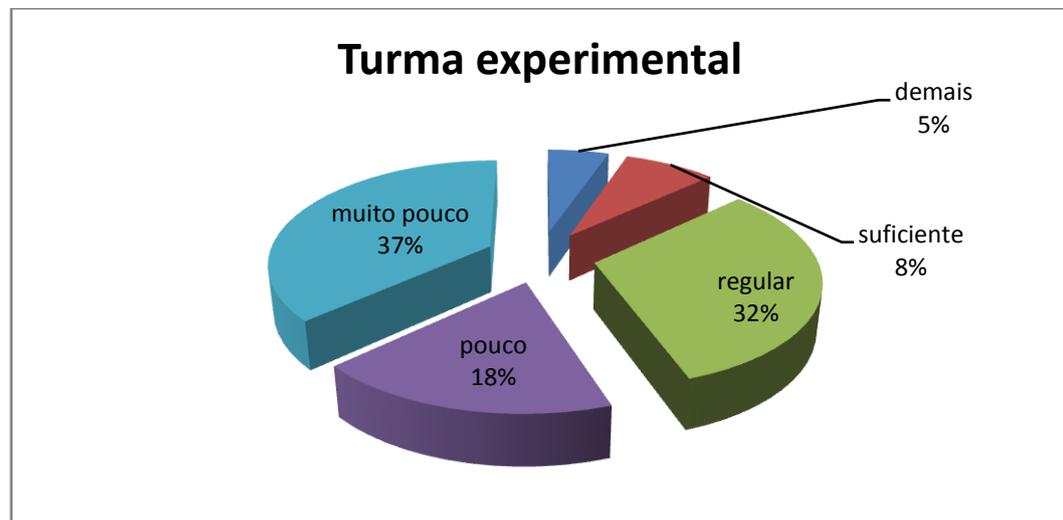
8) Sinto repulsa pelos problemas de Física?

Gráfico 22 - Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma controle.



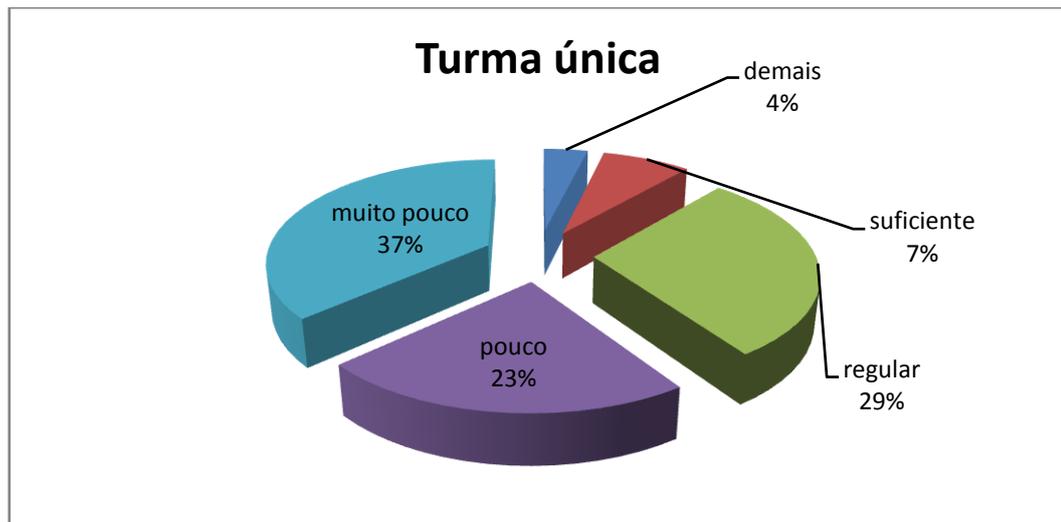
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 23 - Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 24 - Resultado da 8ª questão do questionário inicial para a turma única.

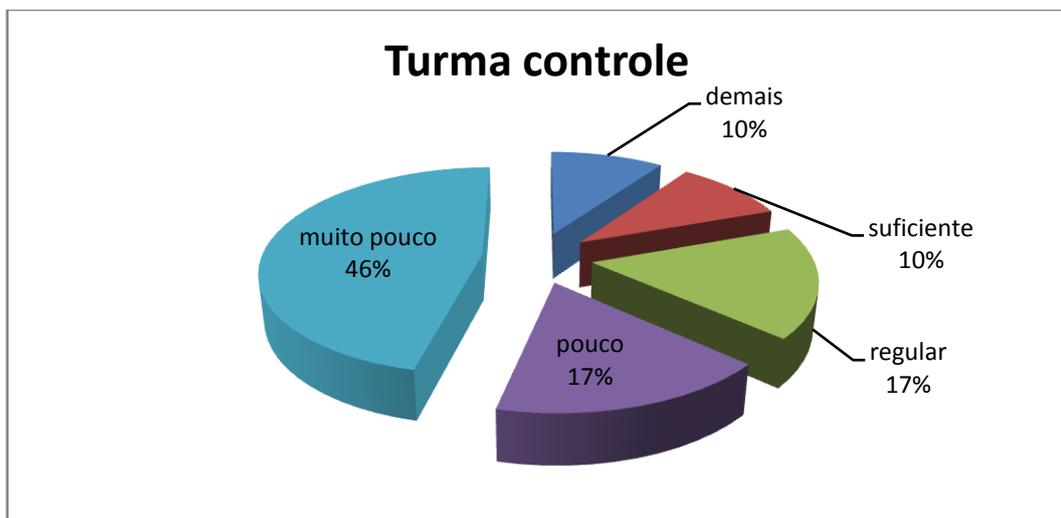


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão oito, as duas turmas apresentaram a mesma porcentagem de alunos respondendo que sentem muito pouca repulsa aos problemas de Física, com 37%. Mesmo assim a turma controle apresenta uma repulsa maior comprovada pelos valores “demais”, “suficiente” e “regular”. No gráfico da turma única, vemos que a maioria dos alunos sente muito pouca repulsa aos problemas de Física seguidos pelos valores “regular” e “pouco” em sentido decrescente.

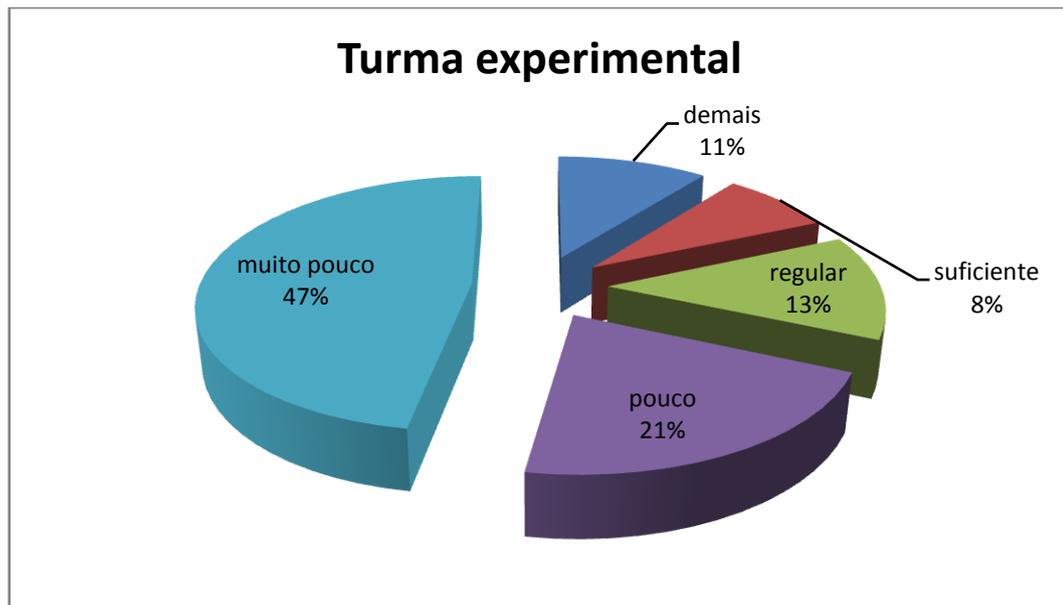
#### 9) Tenho medo de Física?

Gráfico 25 - Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma controle.



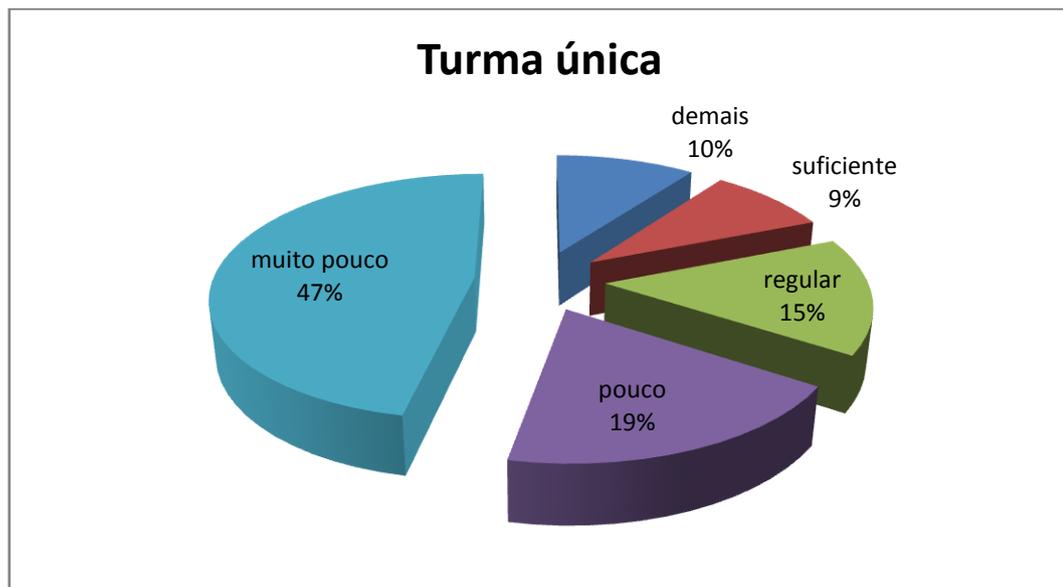
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 26 - Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 27 - Resultado da 9ª questão do questionário inicial para a turma única.



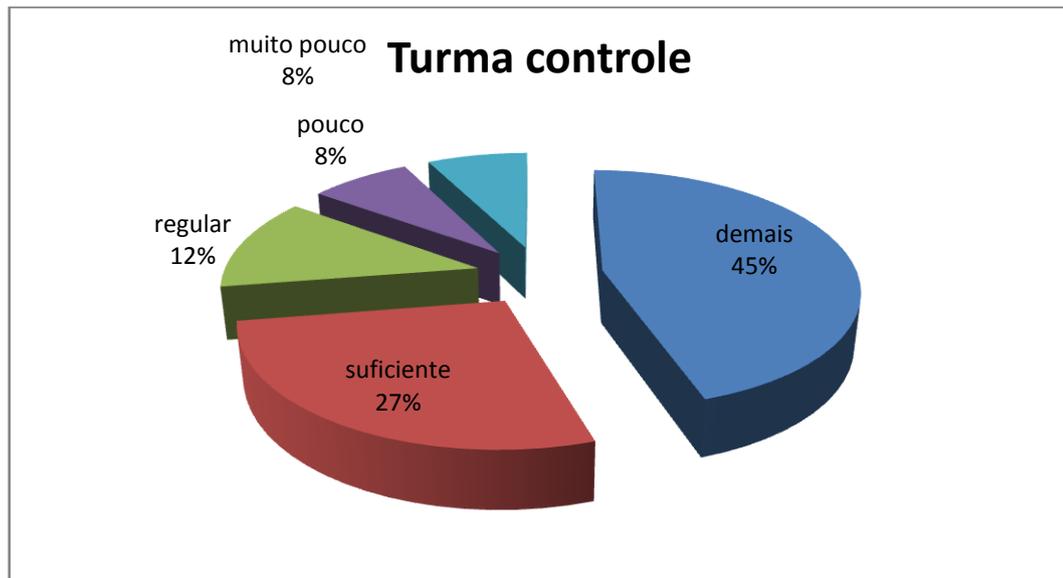
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A questão seguinte foi relativa ao medo, pavor ou pânico que os alunos possam sentir quando o assunto está relacionado à Física. Nas duas turmas as respostas foram semelhantes em todos os valores, apresentando uma maior porcentagem para o valor “muito pouco” com

46% para a turma controle e 47% para a turma experimental. Com isso, os valores da turma única não tiveram grandes variações, refletindo valores semelhantes aos das turmas, individualmente.

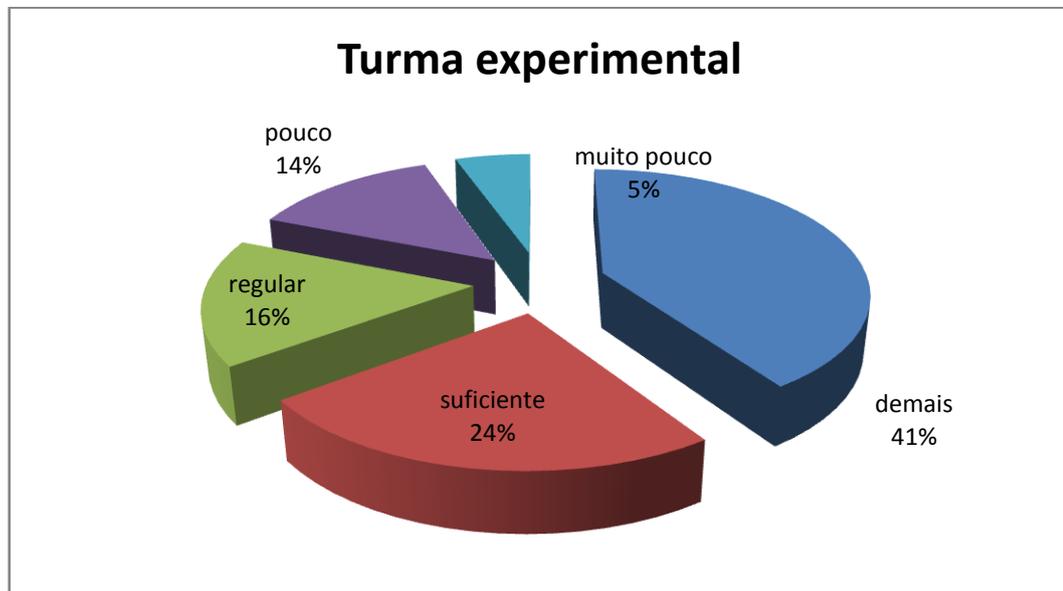
#### 10) A Física é divertida?

Gráfico 28 - Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma controle.



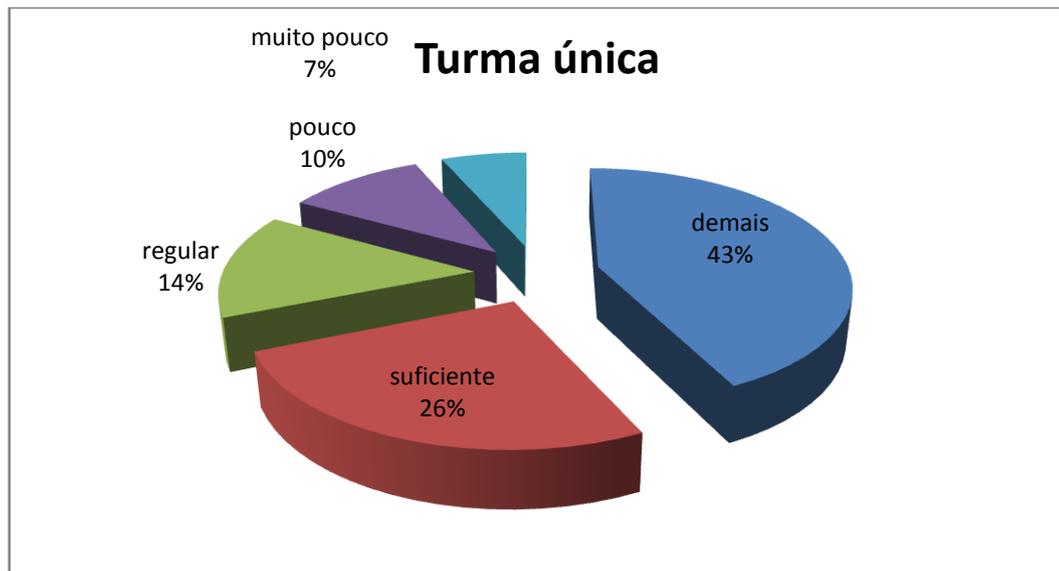
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 29 - Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 30 - Resultado da 10ª questão do questionário inicial para a turma única.

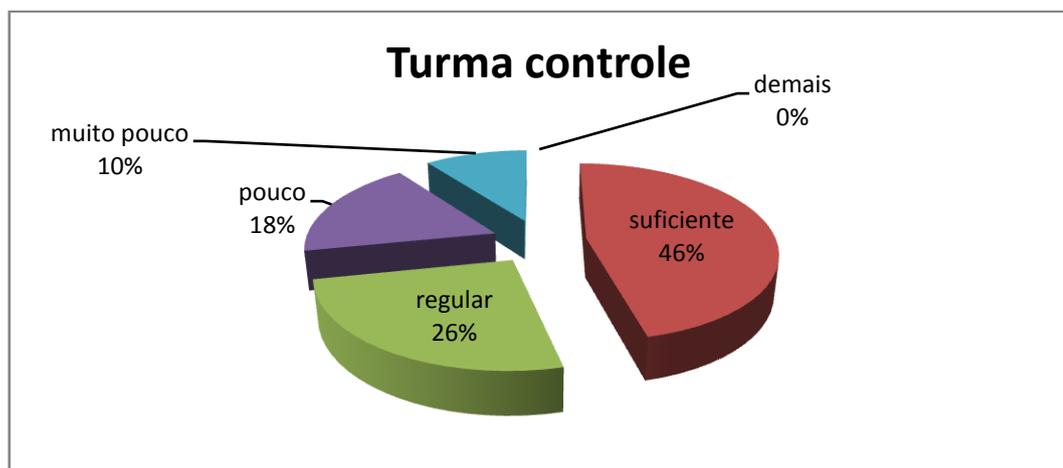


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na décima questão, os alunos responderam se achavam a Física divertida. Aqui, a concentração maior de respostas foi no valor “demais” nas duas turmas, com 45 % na turma controle e 41% na turma experimental. A turma controle também apresentou maior porcentagem nos valores “suficiente” e “muito pouco”, sendo que nos valores restantes a turma experimental apresentou porcentagem maior de respostas.

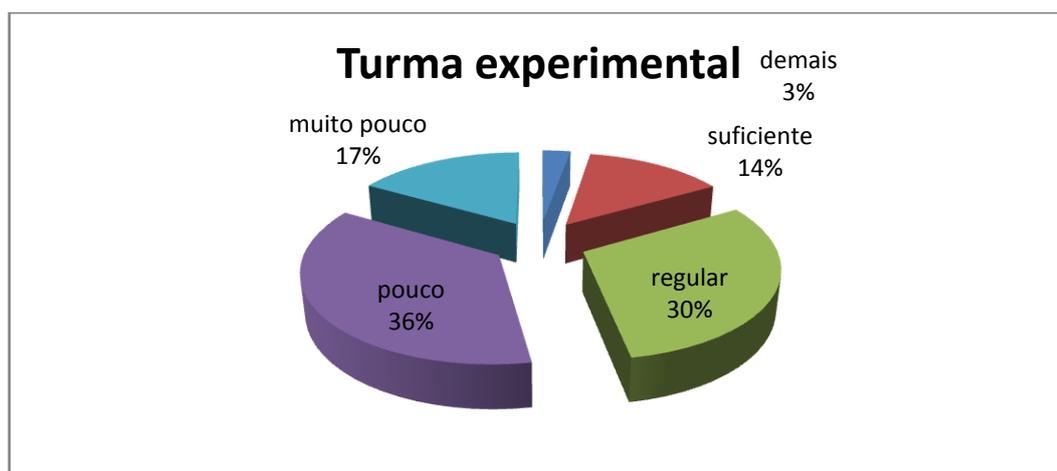
#### 11) Acho que sou bom em Física?

Gráfico 31 - Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma controle.



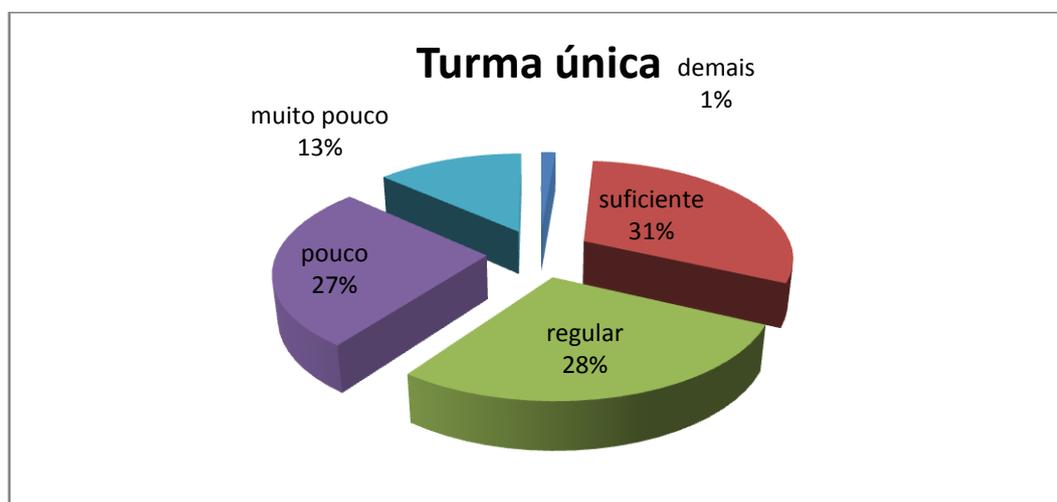
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 32 - Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 33 - Resultado da 11ª questão do questionário inicial para a turma única.



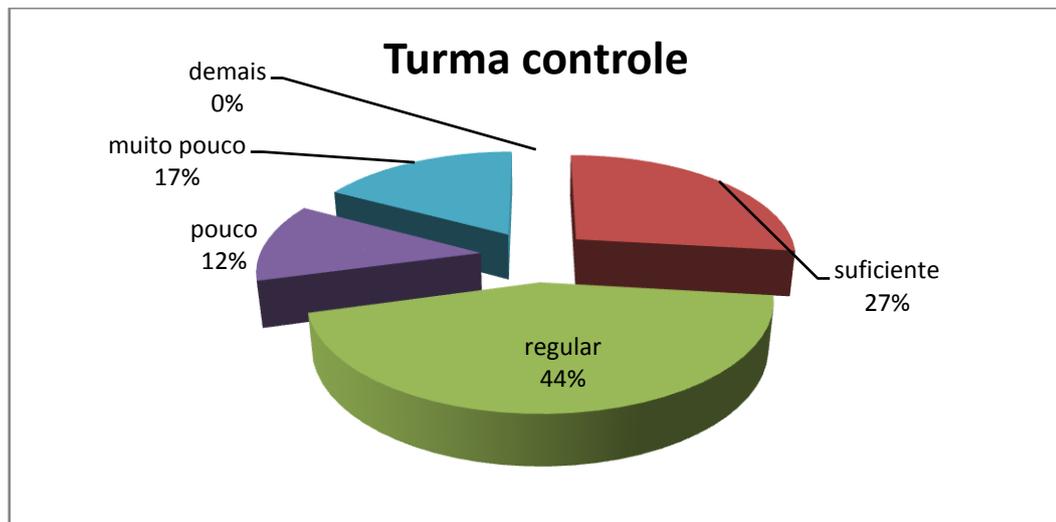
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão seguinte, apesar da surpresa no valor “demais”, vêm as respostas que confirmam os possíveis motivos para o mau desempenho da turma experimental. Aqui, os alunos foram interrogados acerca da sua eficiência em Física. Ficou clara a diferença entre estas duas turmas, pois enquanto a maioria da turma controle se vê com uma eficiência suficiente, com 46% das respostas válidas, a maioria da turma experimental se vê com pouca eficiência, com 36% das respostas válidas. No gráfico da turma única, os valores ficaram bem divididos entre “pouco”, “regular” e “suficiente”, iguais a 27, 28 e 31 respectivamente. Este último gráfico nos diz acerca do tipo de alunos acolhidos pela Escola, ou seja, não se trata de

alunos localizados nos extremos, em sua maioria, nem alunos que pensam ser muito bons em Física nem alunos que pensam serem muito ruins.

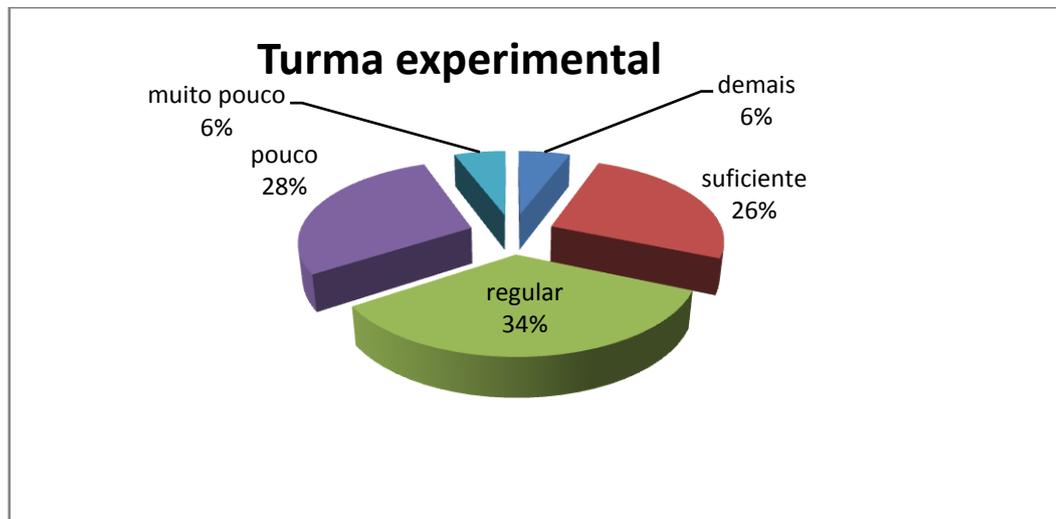
12) A Física me parece fácil?

Gráfico 34 - Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma controle.



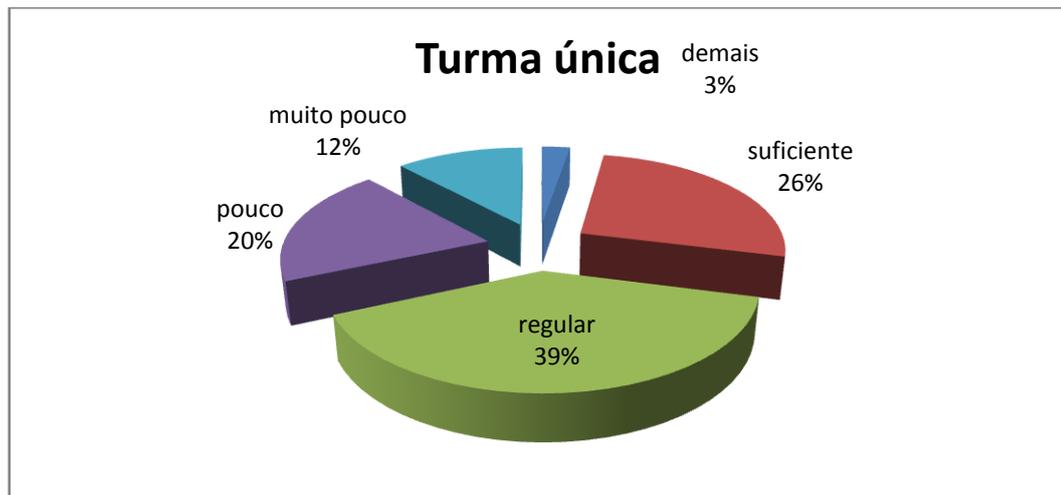
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 35 - Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 36 - Resultado da 12ª questão do questionário inicial para a turma única.

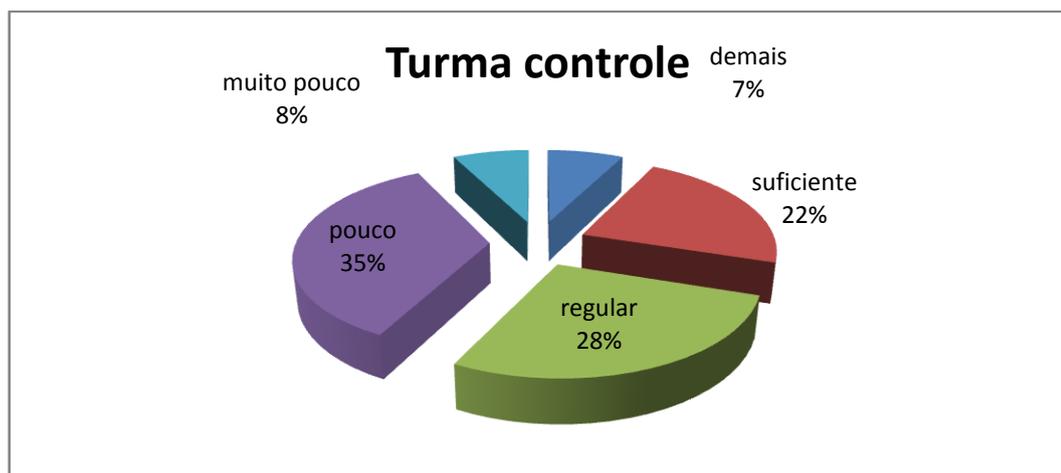


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A décima segunda questão faz um contraste com a anterior. A surpresa foi a resposta de dois alunos da turma experimental que acham a Física fácil demais, enquanto a maioria da turma assinalou o valor “regular”. Na turma controle, a maioria dos alunos também assinalou o valor “regular”, mas desta vez com uma porcentagem bem maior, pois enquanto a turma anterior respondeu em 34%, a turma controle respondeu em 44% das respostas válidas. É importante ressaltar, também, que uma porcentagem boa de alunos atribuiu ao grau de dificuldade da Física o valor “pouco”, com 28% das respostas válidas. No gráfico único, a maior fatia ficou em regular.

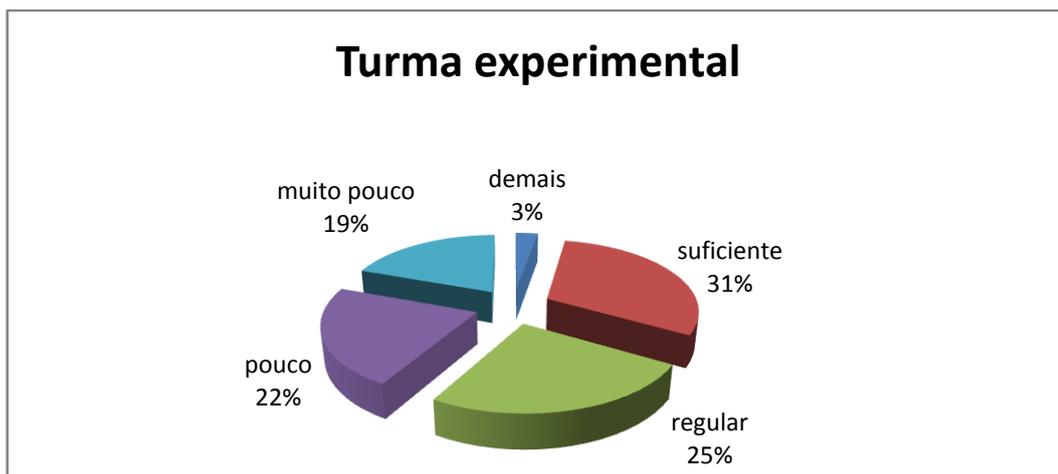
13) Sinto que tenho capacidade para os problemas de Física.

Gráfico 37 - Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma controle.



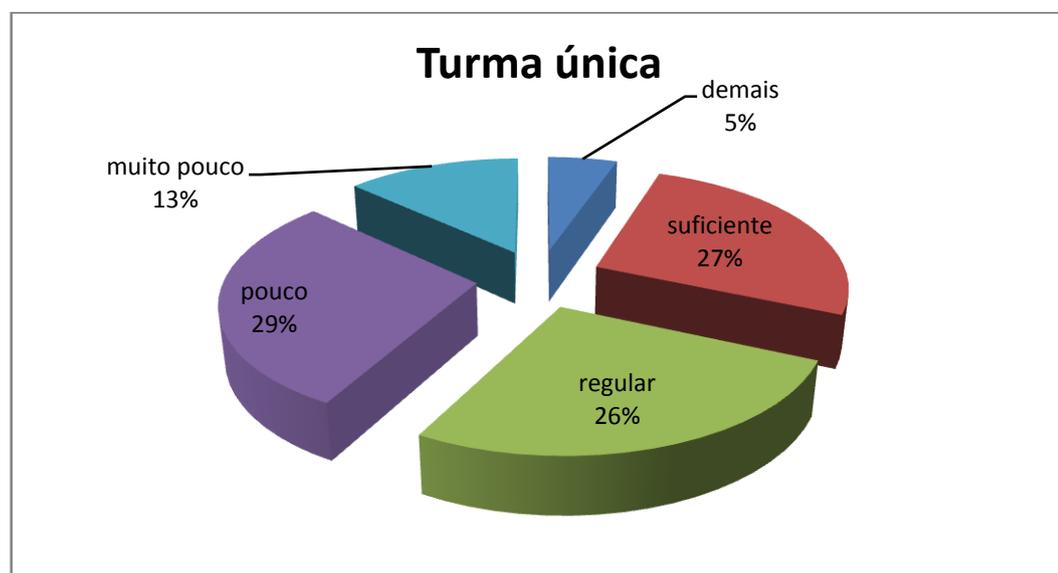
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 38 - Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 39 - Resultado da 13ª questão do questionário inicial para a turma única.

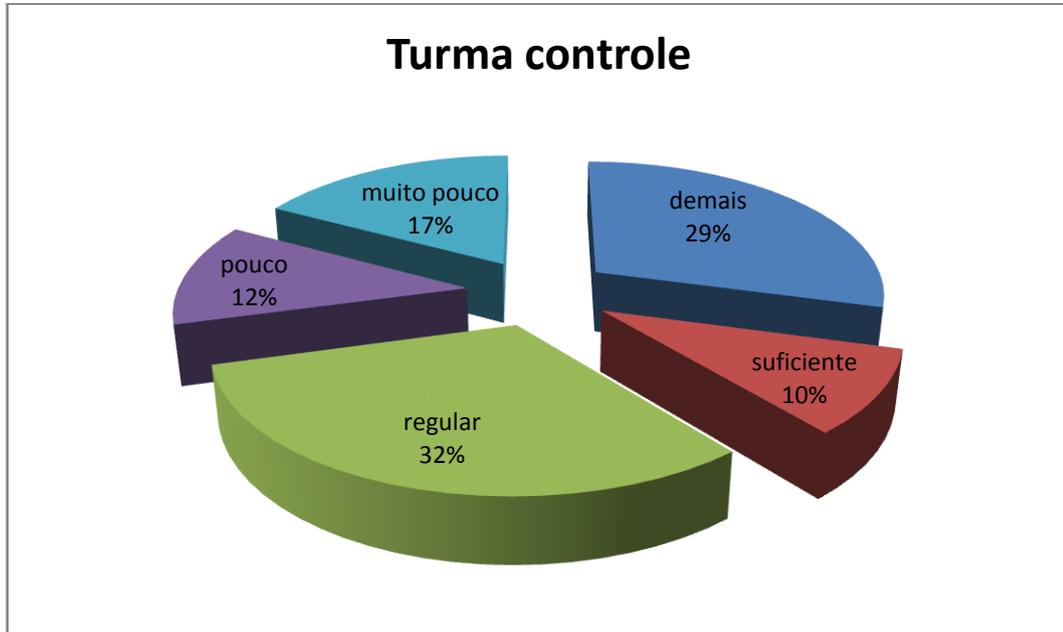


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão seguinte, o destaque foi os extremos. Na turma controle, a maior porcentagem de alunos respondeu ter pouca capacidade para resolver os problemas de Física, enquanto na turma experimental a maioria se vê com capacidade suficiente para tratar dos problemas de Física. Aqui, temos outra grande surpresa, pois mesmo com menores notas, sem segurança e sem achar fácil, os alunos da turma experimental se sentem capacitados para a resolução de problemas, o que revela a autoestima deles. Como dito anteriormente, o destaque deve ser feito nas respostas da turma experimental, pois apresentando uma maior quantidade de alunos que se veem com capacidade suficiente, também apresenta uma maior quantidade de alunos que se veem com muito pouca capacidade para os problemas de Física.

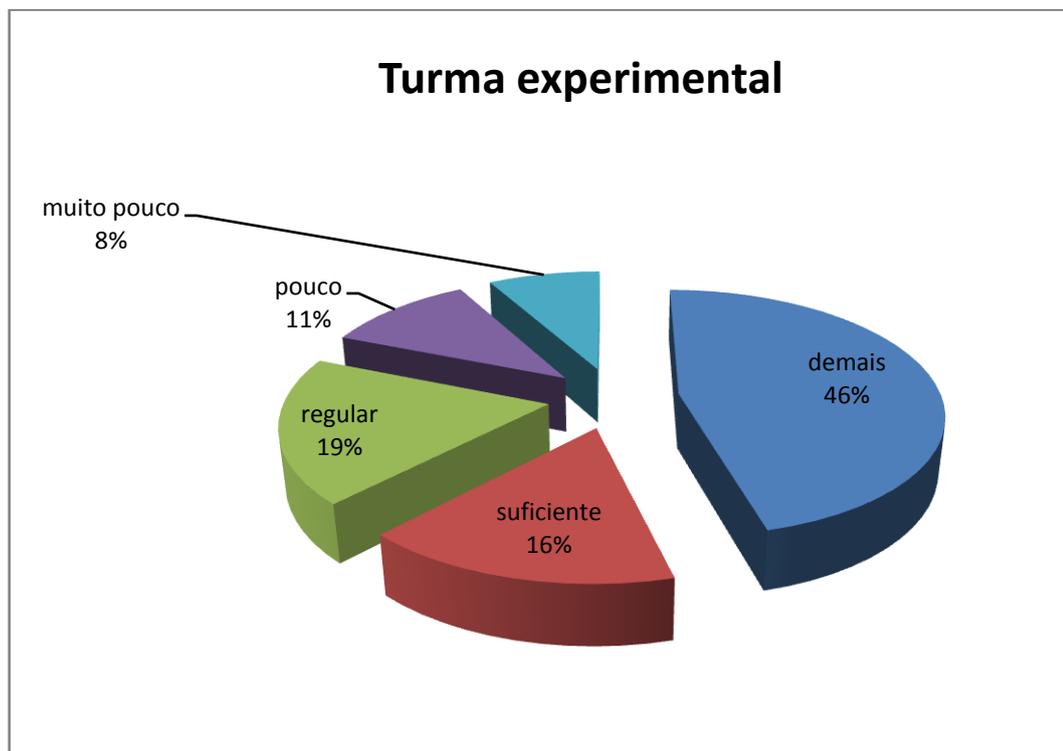
14) Os problemas de Física me servem para a vida real?

Gráfico 40 - Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma controle.



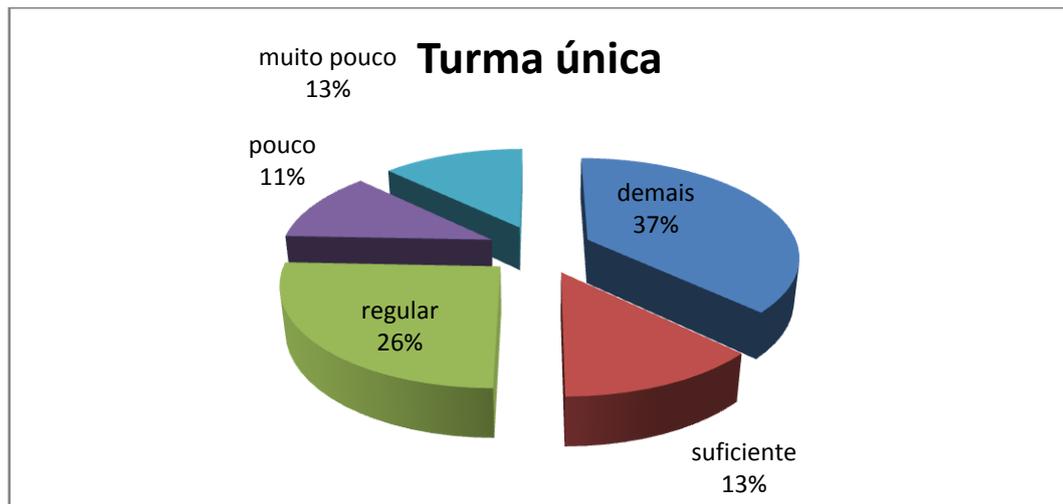
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 41 - Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 42 - Resultado da 14ª questão do questionário inicial para a turma única.

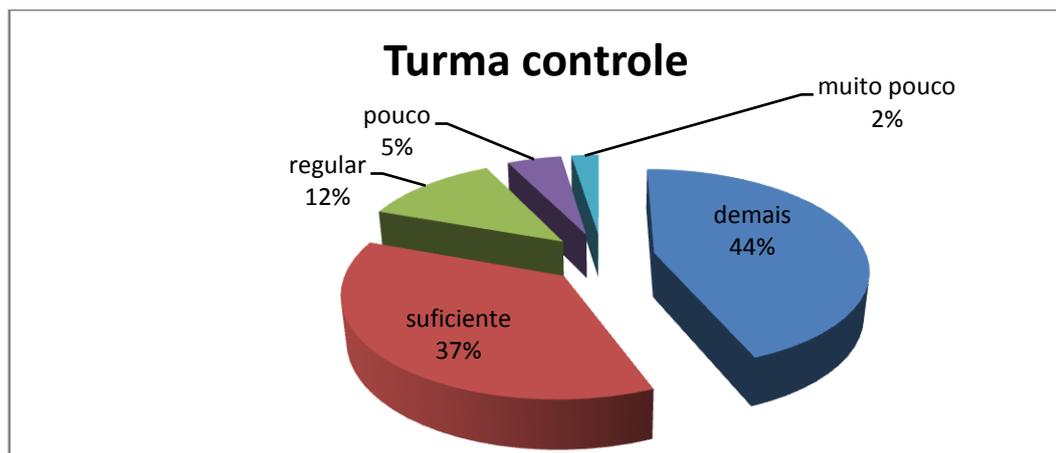


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na penúltima questão, os alunos responderam sobre uma das maiores reclamações dos alunos do Ensino Médio, a dúvida se a Física serve ou não para a vida real no dia-a-dia de cada um. Aqui está uma das maiores diferenças entre as turmas citadas neste trabalho, pois enquanto a turma controle apresenta uma maior porcentagem para o valor “regular” com 32% das respostas válidas, a turma experimental apresenta uma maior porcentagem para o valor “demais” com 46% das respostas válidas, o que modificou no gráfico único dizendo que, para a maioria dos alunos, a Física é útil demais para a vida real. Interessante estes valores, pois mesmo sendo bons, trabalhando bem e sendo mais confiantes, em sua maioria, os alunos da turma controle veem uma utilidade regular da Física para a vida real.

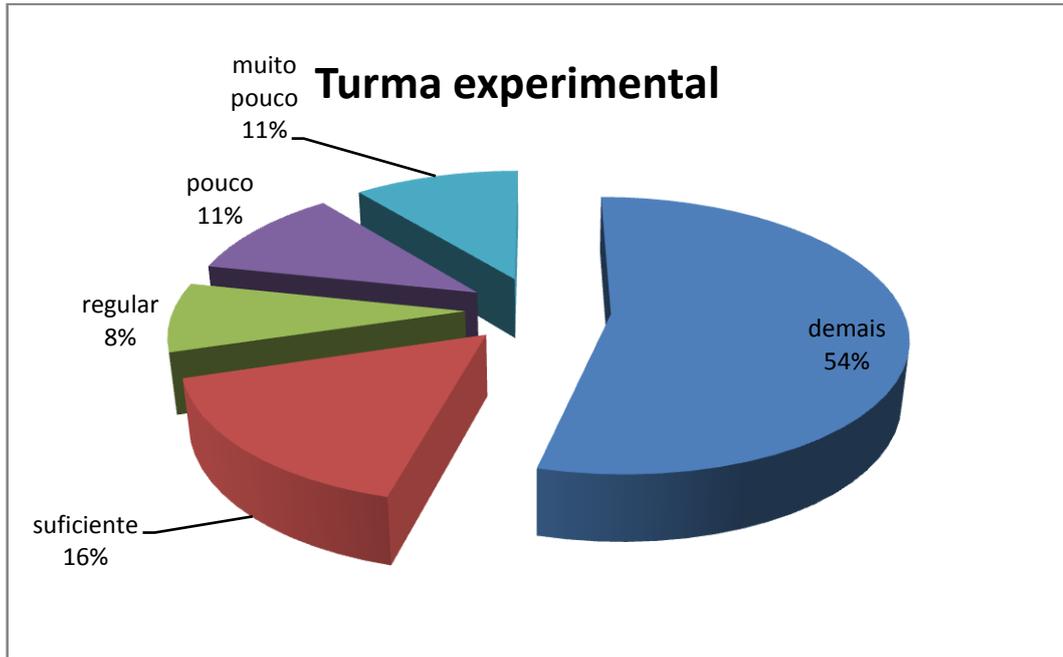
#### 15) Sinto-me confortável nas aulas de Física?

Gráfico 43 - Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma controle.



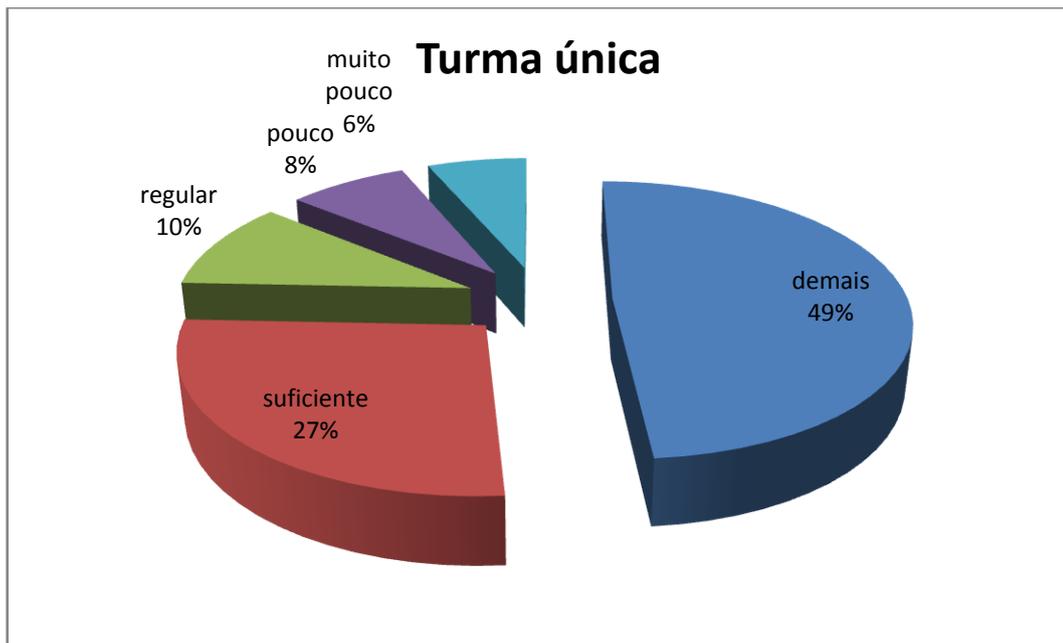
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 44 - Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Gráfico 44 - Resultado da 15ª questão do questionário inicial para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

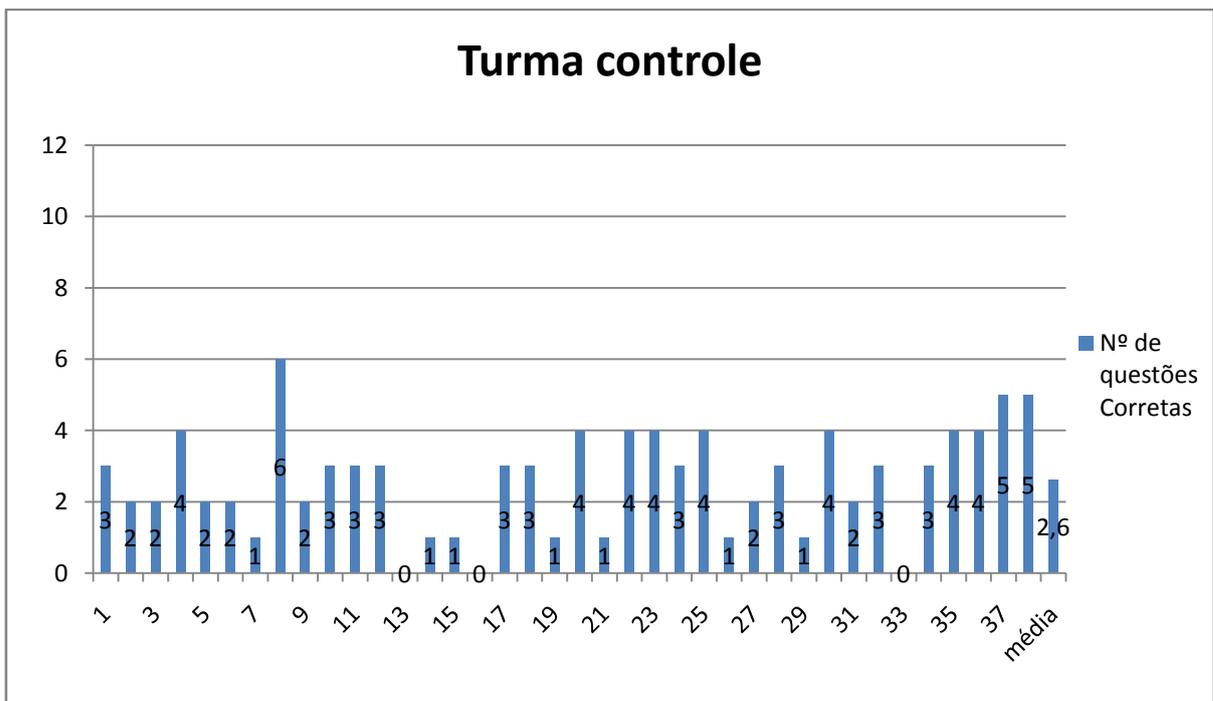
Na décima quinta e última questão, os alunos foram interrogados se eles se sentiam à vontade nas aulas de Física. Por um lado, os alunos da turma controle assinalaram o valor “demais” em 44% e a turma controle em 54%, mas fazendo a soma do valor “demais” e

“suficiente” temos uma porcentagem maior de alunos que se sentem a vontade nas aulas de Física com 81%, enquanto que na turma experimental esse mesmo tratamento chega a apenas 70% das respostas válidas. Em geral, apenas 14% dos alunos de uma turma se sentem à vontade nas aulas de Física.

## 5.2 Histogramas comparativos da avaliação teórica entre as turmas de controle e experimental.

Após analisarmos os questionários iniciais, a fim de caracterizarmos as turmas controle e experimental, iniciaremos as análises das provas teóricas feitas pelos alunos da turma controle e experimental. De um lado teremos a turma que teve o contato com o objeto de aprendizagem. Do outro, a turma que teve aula com a utilização do software Modellus como ferramenta no processo ensino aprendizagem.

Gráfico 46 – Histograma das provas feitas pela turma controle.

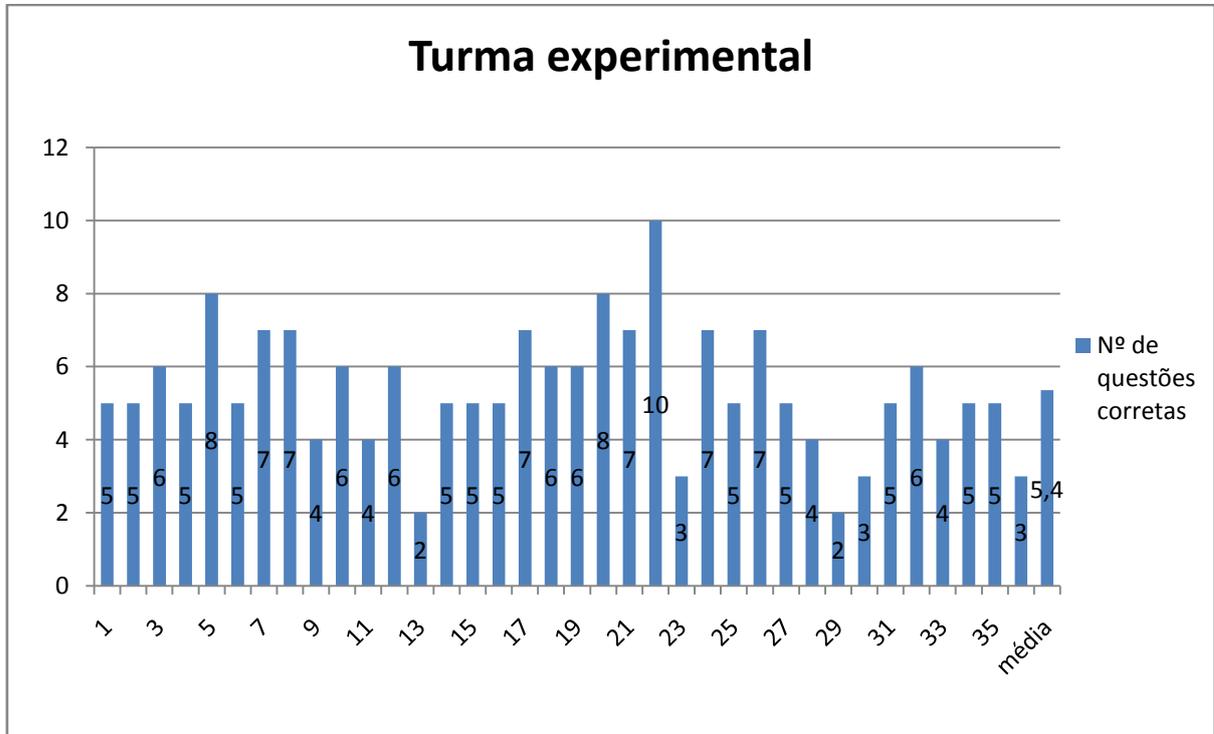


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Esta turma obteve uma média de 2,6 questões corretas por aluno. Logo, se os resultados da turma experimental apresentarem uma média maior de 2,6 questões corretas

respondidas pelos alunos, nós poderemos dizer que este objeto de aprendizagem ajudou os alunos a compreender melhor os assuntos de Física relativos aos assuntos ministrados.

Figura 47 - Histograma das provas feitas pela turma experimental.



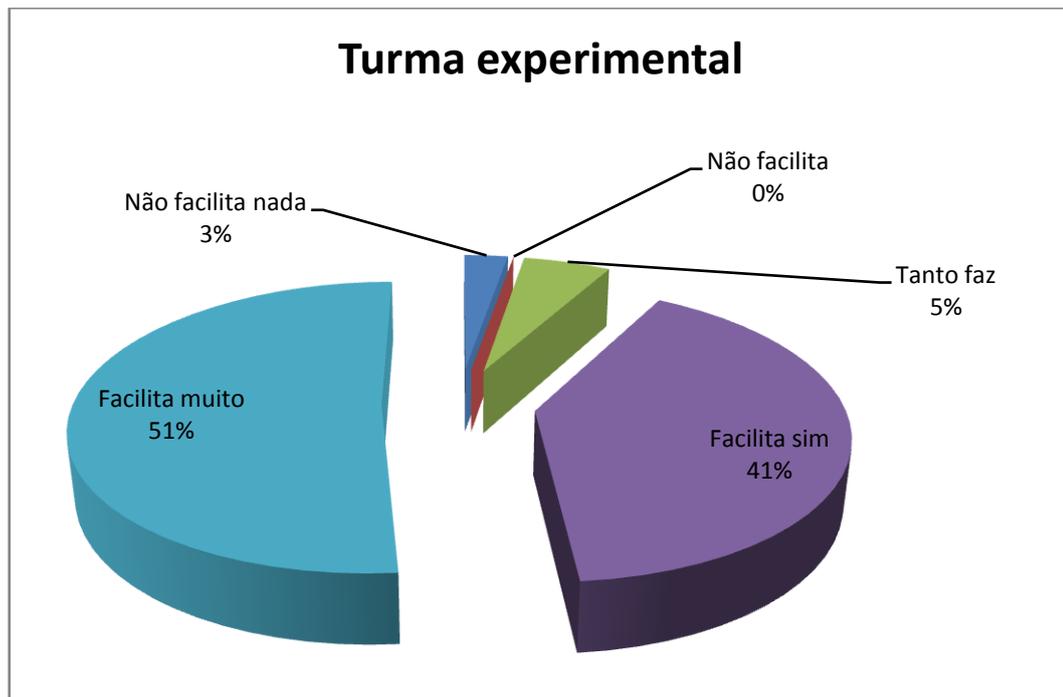
Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Analisando os resultados acima, vimos que se trata de valores expressivos, até além do que esperávamos. O Modellus é, sim, uma ferramenta que permite a melhoria no ensino. Os alunos que tiveram aula com o auxílio do software apresentaram uma média de acerto muito maior que a outra turma. A média da turma controle ficou em 2,5 enquanto na turma experimental ficou no incrível valor de 5,4. Importante saber que o Modellus, infelizmente, não foi suficiente para debelar todo um histórico de defasagem na matéria de Física em que a maior parte dos alunos está inserida. Isso já era um resultado esperado, uma vez que os alunos tiveram apenas uma aula de 50 minutos, tempo insuficiente para um trabalho que pretende suprir um déficit acumulado, muitas vezes de anos a fio. Se a utilização do software fosse a solução de todos os problemas dos alunos, veríamos uma média mínima de seis ou sete, índice aceito para aprovação das Escolas de ensino públicas estaduais e Universidades Federais e estaduais. Acreditamos que ferramentas de aprendizagem como o Modellus ajudam, mas é necessário algo mais para resultados ainda maiores.

### 5.3 Questionário final

O último questionário foi aplicado aos alunos da turma experimental após terminarem o teste.

Gráfico 48 - Resultado da 1ª questão do questionário final para a turma experimental.

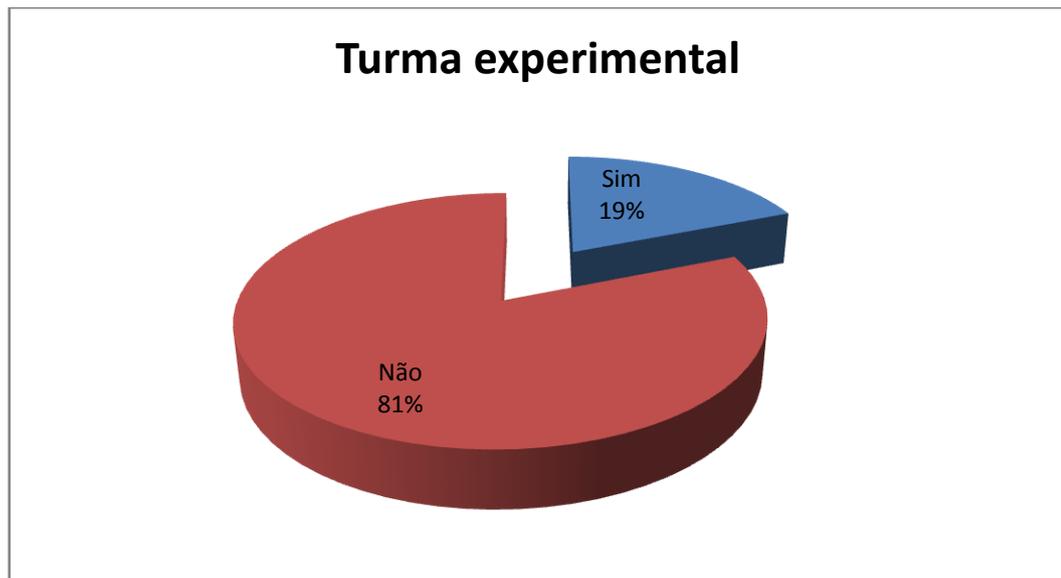


Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Os resultados em geral deste questionário foram satisfatórios, o que retrata uma boa aceitação por parte dos alunos.

Na primeira questão, os alunos responderam se acham que um laboratório que trabalha as simulações em Física facilitava o entendimento dos assuntos abordados. Apenas um aluno respondeu que não facilita em nada e dois responderam que tanto faz o restante. Acumulando um total de 92 %, os alunos responderam que facilita muito (51%) ou facilita (41%).

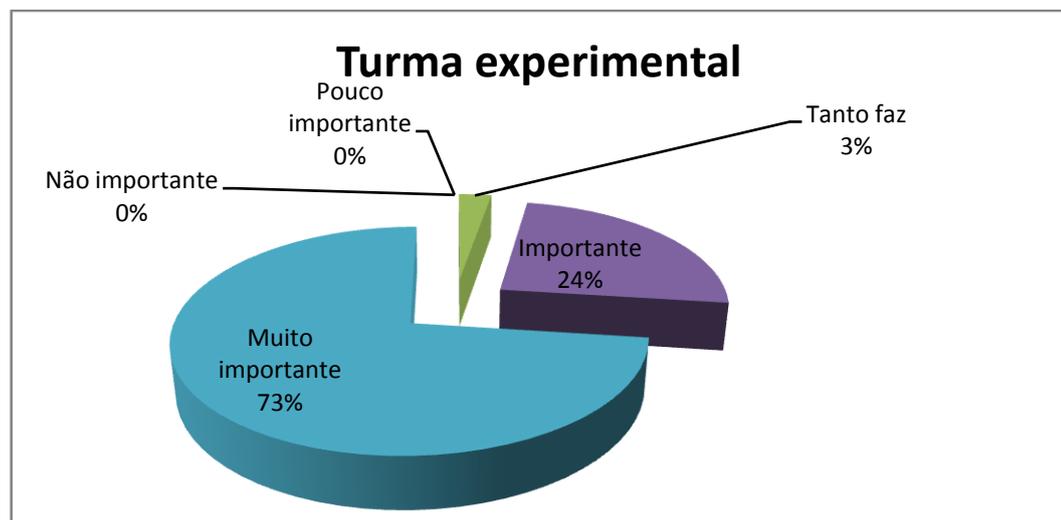
Gráfico 49 - Resultado da 2ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão seguinte, perguntamos ao aluno se este já se utilizara, em casa, do computador em simulações Físicas. Como o esperado, soube-se que poucos alunos utilizam o computador para este fim. A maioria (81%) nunca utilizou este tipo de ferramenta de estudo. É fácil entender este resultado, uma vez que são poucos os professores que, mesmo se interessando, utilizam esta ferramenta. No dia-a-dia da escola, a maioria dos alunos utiliza o laboratório de informática disponível para fins de descontração.

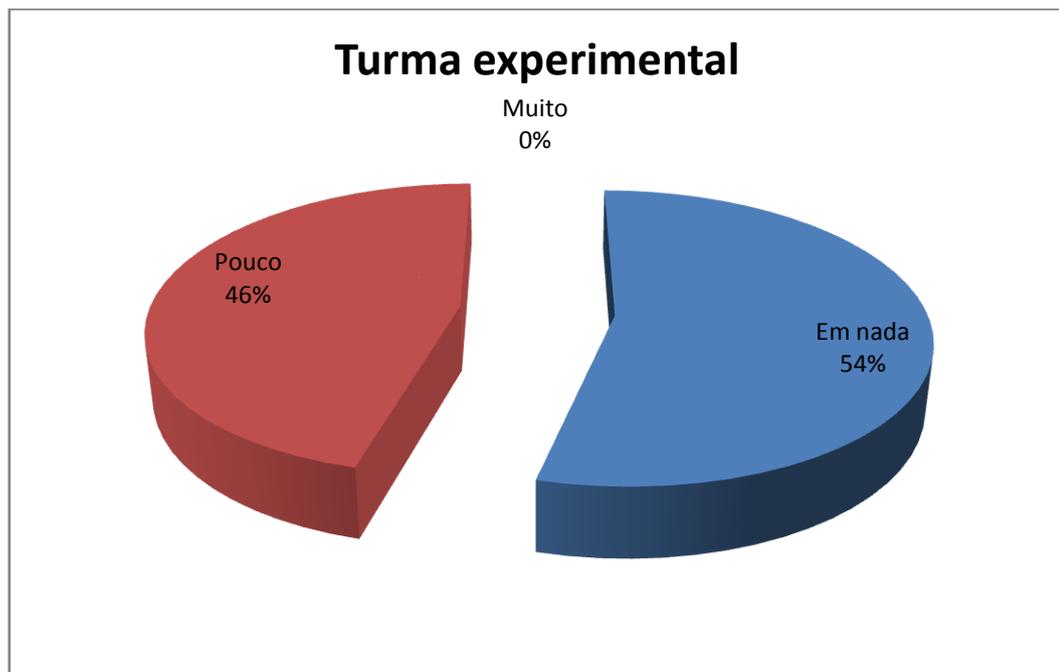
Gráfico 50 - Resultado da 3ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Quando interrogados sobre a importância de a Escola conservar um laboratório virtual para simulações/animações, apenas um aluno respondeu “tanto faz”. Os outros responderam que acham muito importante (73%) ou importante (24%), somando um total de 97% das respostas válidas. Isso indica que os alunos estão abertos a esta nova forma de aula em que se retira o quadro branco e em seu lugar se disponibilizam computadores.

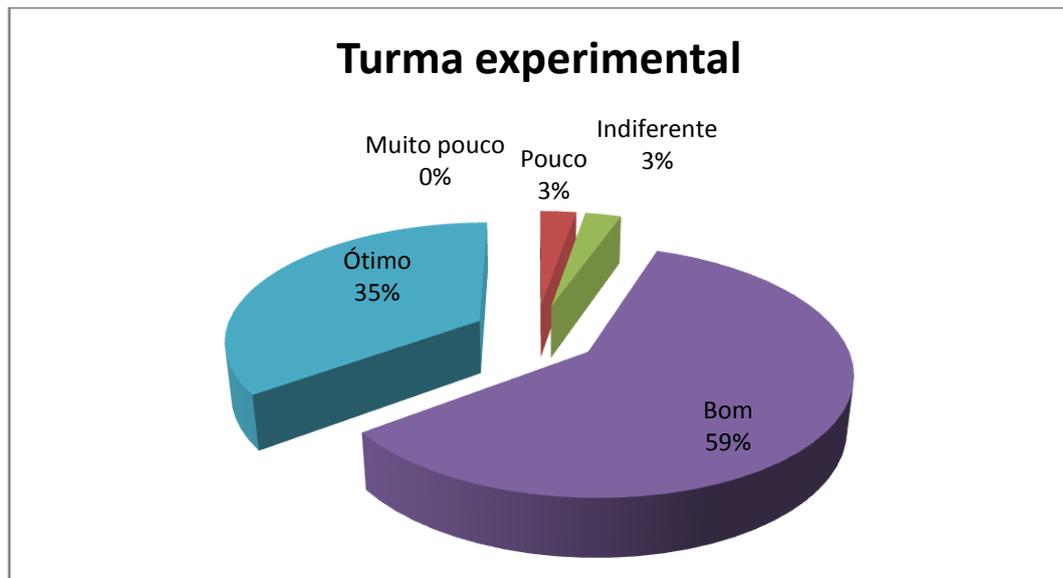
Gráfico 51 - Resultado da 4ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A questão seguinte teve um importante papel de feedback. Através da comparação das respostas dos alunos, saberíamos se a maioria deles achou a aula mais eficiente ou menos eficiente com a utilização das ferramentas educacionais. Nesta questão os alunos atribuíram sua opinião a três valores: “muito”, “pouco” e “em nada”. Das respostas válidas, 54% dos alunos responderam que a aula em nada foi incompleta, com o restante dos alunos respondendo que acharam a aula pouco incompleta. Este último resultado podemos justificá-lo pelo pouco tempo dedicado à aula com o Modellus, sem a oportunidade de explorar os demais recursos com melhores análises, quando o aluno mesmo pudesse manipular as simulações.

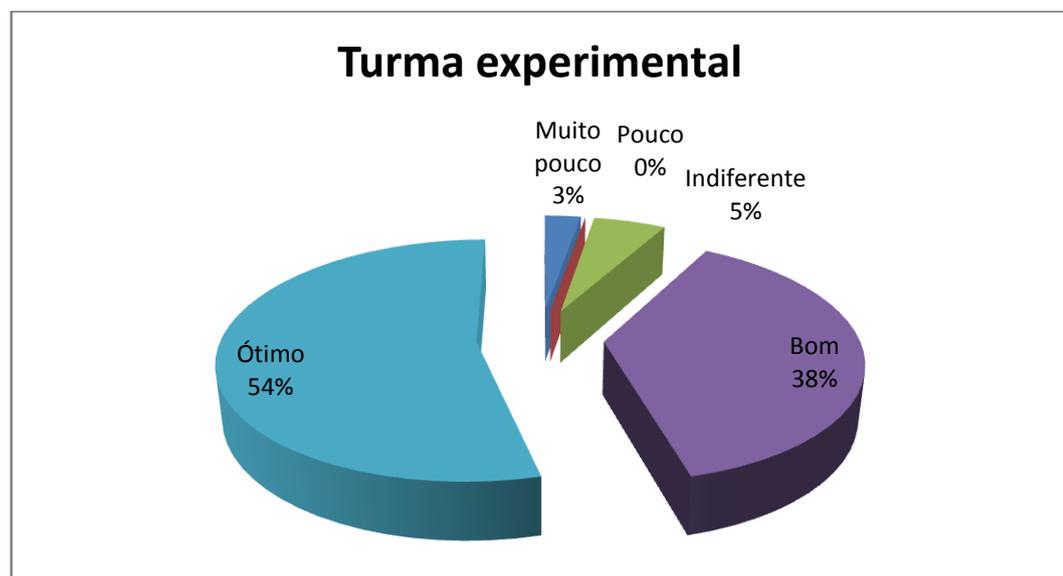
Gráfico 52 - Resultado da 5ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A questão cinco também teve grande peso, pois nos permitiu ouvir do aluno se ele conseguiu aproveitar a aula ministrada. Os resultados também foram bons, já que apenas um aluno respondeu pouco ou indiferente. Os demais alunos responderam bom (59%) e ótimo (35%). Mais uma vez vemos que este formato, segundo os alunos, oferece bons resultados.

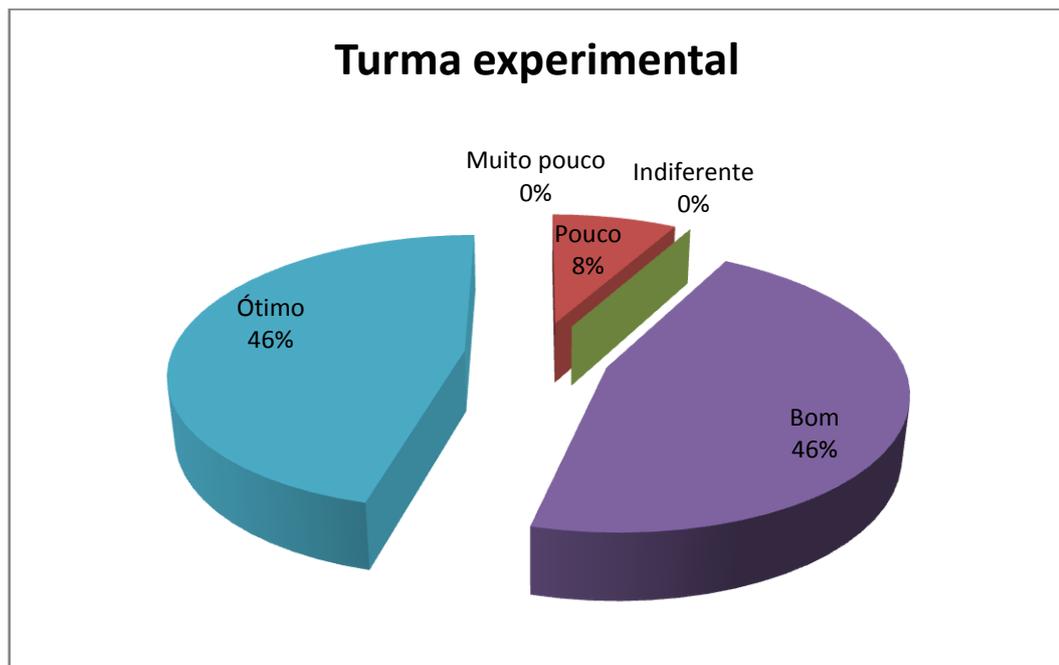
Gráfico 53 - Resultado da 6ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão seguinte, os alunos responderam sobre o seu interesse em aulas desse tipo. Aqui, apenas um dos alunos respondeu que seu interesse é muito pouco e um aluno respondeu que seu interesse é indiferente. Por outro lado, os outros 92% dos alunos se mostraram bastantes interessados em aulas que abordasse os assuntos da disciplina em forma de animações ou simulações.

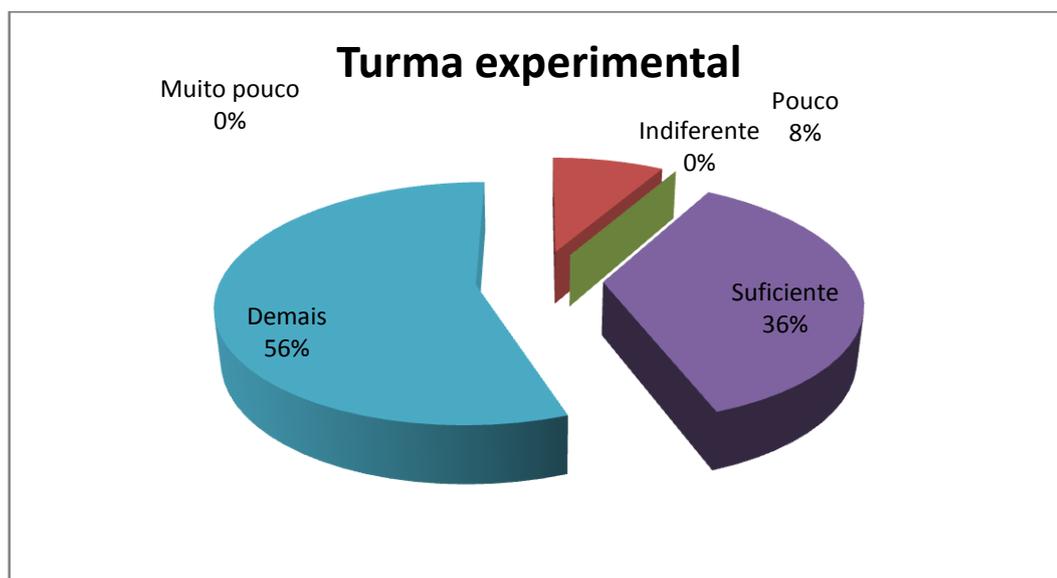
Gráfico 54 - Resultado da 7ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão sete, tentamos verificar se a indisposição dos alunos durante as aulas poderia ser minimizada quando em aulas em que o professor se utiliza de recursos computacionais para trabalhar os assuntos da disciplina, isso tudo abrangendo a motivação do aluno. Mais uma vez o resultado foi completamente favorável com a maioria dos alunos respondendo que possuíam uma motivação ótima (46%) ou boa (46%), somando assim um total de 92% das respostas válidas. Aqui, a quantidade de alunos restantes (3) respondeu que a sua motivação durante a aula foi pouca.

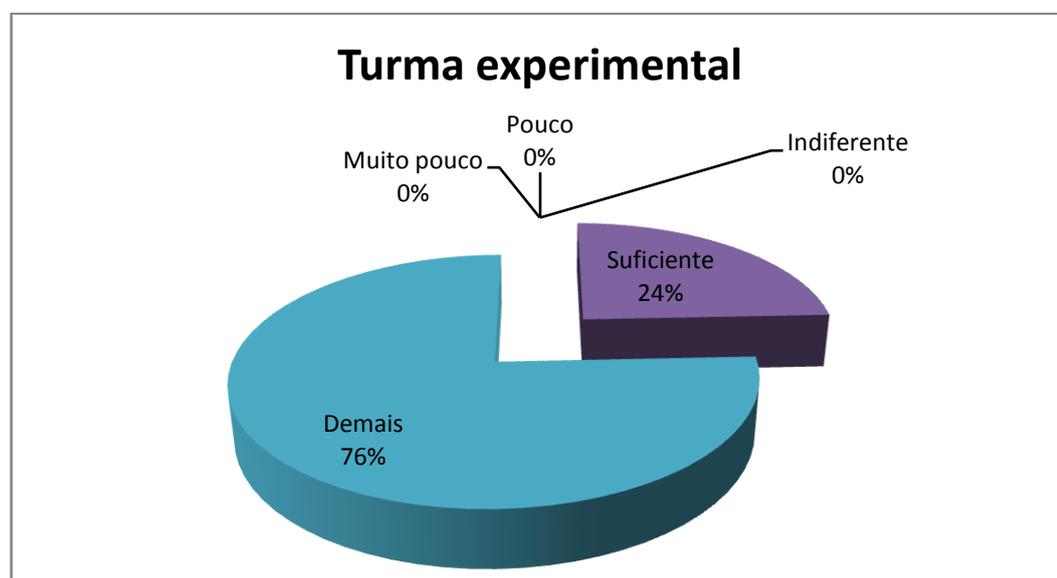
Gráfico 55 - Resultado da 8ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Na questão seguinte, analisamos se com essa iniciativa conseguiríamos deixar a Física um pouco mais “digerível”, ou seja, se com este novo modelo de aula tornaríamos a Física mais fácil para os alunos. Aqui, apenas três alunos se mostraram contrários à ideia, sendo que a maior porcentagem de alunos respondeu que esse método deixa a Física mais fácil demais (56%). A outra parte respondeu que deixa suficientemente (36%) mais fácil. Isso nos indica que a inclusão de novas formas de ensino pode ser a chave que os professores de Física tanto precisam para a desmistificação da disciplina.

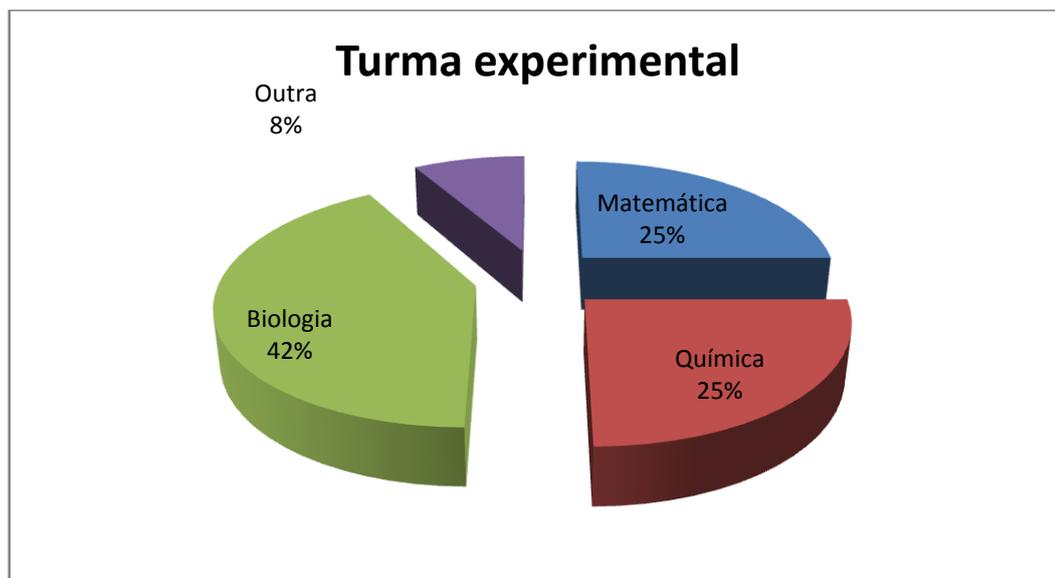
Gráfico 56 - Resultado da 9ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

A nona questão perguntou se a Física se tornou mais interessante com a utilização da ferramenta, abrindo assim a curiosidade dos alunos que tiveram a experiência. O resultado foi 100% positivo uma vez que 76% dos alunos responderam com o valor “demais” e o restante, 24%, respondeu com o valor “suficiente”. Logo, a modelagem computacional deve ser pensada bastante pelos antigos e novos professores para melhorar a qualidade de suas aulas.

Gráfico 57 - Resultado da 10ª questão do questionário final para a turma experimental.



Fonte: Dados de pesquisa realizada pelo autor.

Por último, perguntamos aos alunos que outras disciplinas poderiam contar com esta ferramenta como objeto de aprendizagem. Deixamos que o aluno escolhesse entre três disciplinas, na área de Ciência da natureza, e uma quarta opção se o aluno verificasse que outra disciplina deveria trilhar o mesmo caminho. O resultado foi de surpreender, pois a disciplina mais indicada, segundo os alunos, foi Biologia com 42% das respostas válidas, seguida de Química e Matemática cada uma com 25% das respostas. Os alunos ainda indicaram outras disciplinas (8%) que foram Português (um aluno), Astronomia (um aluno) e Sociologia (um aluno).

Em geral, os dados mostram um excelente feedback dos alunos, pois em todos os aspectos analisados eles apresentaram uma resposta positiva ao uso dessa ferramenta de ensino.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito do primeiro questionário foi de sondar as turmas a serem relacionadas, sendo uma utilizada para comparações e a segunda para executarmos nosso plano. A turma escolhida como controle foi a considerada “a melhor” pelo professor de Física, ou seja, que possuía as melhores notas, mostrando assim um melhor desempenho. Ao aplicarmos o questionário, vimos que os alunos da turma controle costumam manter a média, mas sem possuir grande afeição pela disciplina. Já a turma experimental, apesar de ter um desempenho não tão bom quanto à turma controle, apresentou um grande interesse ou pelo menos mais disposição para trabalhar com os assuntos da disciplina.

A maioria dos alunos participantes da pesquisa assume que tem dificuldades na disciplina, se sente despreparada para trabalhar com o assunto e mostra dificuldades na execução do trabalho proposto pelo professor, mas por outro lado, acham a Física interessante e divertida.

Outro resultado de grande valor é o fato da aceitação em massa do Modellus pelos alunos com apenas 3% ou 5% de rejeição, uma quantidade pequena em um universo de 37 alunos em média.

Não podemos deixar de destacar os gráficos 46 e 47, que tornaram possível a comparação da quantidade de questões corretamente assinaladas pelos alunos das duas turmas. Com uma diferença de 2.9 questões a menos, a turma controle ficou com uma média de 2.5. Essa é bastante significativa, pois além da média ser bem menor na turma controle, dois alunos desta turma não conseguiram acertar nenhuma das questões enquanto na turma experimental um dos alunos conseguiu acertar todas as questões da prova teórica.

O Modellus se mostrou uma ferramenta com potencial de ajudar os alunos a compreender melhor os assuntos de Física, pois mesmo com apenas uma única aula utilizando este software vimos que os resultados comparados entre a turma experimental e a de controle foram de grande contraste. Os alunos que tiveram a experiência com esta aula diferenciada se mostraram muito interessados em continuar a ter aulas com esta ferramenta de ensino aprendizagem. Conseguimos ver que os alunos estavam bem mais à vontade, pois se mostraram bastante participativos ao fazerem suposições para resultados diferentes. Ao final da aula, muitos alunos perguntaram como encontrar a simulação usada.

Vimos que quase todos os alunos estavam mais atentos, com expressões que demonstravam curiosidade e satisfação com os resultados apresentados. A aula cumpriu seu papel de aguçar a curiosidade e interesse dos alunos.

Em todos os artigos citados aqui, incluindo este trabalho, vimos bons resultados, mas reconhecemos que isso depende de muito trabalho, uma vez que as barreiras ainda são muitas. Acreditamos que todos os esforços para a melhoria do processo ensino aprendizagem são válidos, mas vemos nas tecnologias na área da utilização de modelos computacionais, um caminho pouco explorado pelos professores de nossas escolas e com bastantes resultados significativos.

Em nosso trabalho, foi possível notar alguns problemas relacionados ao software Modellus. Um deles é a dificuldade de execução em plataforma Linux, pois no Liceu do Conjunto Ceará, assim como nas outras escolas do Estado, é utilizado este sistema na versão *Linux Educacional 3.0*. Esse sistema possui certa dificuldade por exigir que sejam instalados alguns componentes a mais. No fundo, isso pode ser justificado pela não familiarização com essa plataforma.

No início da aula foram identificadas algumas falhas no software Modellus que até o presente momento não haviam sido detectados. Esse problema trouxe prejuízo ao tempo dedicado à aula, pois só foi resolvido após a inicialização do computador.

O Modellus é uma boa ferramenta de demonstrações de fenômenos físicos em nível de cinemática básica, ou seja, fica um pouco mais difícil trabalhar com essa plataforma quando tratamos de fenômenos em três dimensões ou fenômenos que trabalham com um número grande de partículas como, por exemplo, o modelo de um gás dentro de um recipiente fechado. Outro problema que encontramos ao utilizar este ambiente foi a resolução que não se ajusta de tal forma a acomodar todos os recursos da plataforma, sendo necessário trabalhar imaginando possuir uma tela menor.

No final de nossa pesquisa no último questionário, levantamos algumas disciplinas que poderiam investir nessa ferramenta no processo de ensino aprendizagem. Essas disciplinas foram indicações feitas pelos alunos que responderam ao questionário. Indicamos nesta monografia, o mesmo procedimento adotado neste trabalho aplicado a outras disciplinas, principalmente Biologia, Química e Matemática, pois esta foi a sequência de disciplinas propostas pela maioria dos alunos.

Indicamos também, um trabalho que dessa vez permita ao aluno manipular as animações, deixando-o mais livre. As análises, então, seriam feitas primeiro em conjunto, com um roteiro, por exemplo, e depois, individualmente. Neste segundo ponto, o aluno teria um tempo determinado para alterar as variáveis do sistema e tirar as suas próprias análises, sendo sempre acompanhado pelo professor ou por um monitor. Neste mesmo raciocínio poderíamos pensar em uma fase em que disponibilizaríamos nos laboratórios da escola,

animações ou simulações para que os alunos que tivessem curiosidade pudessem acessar esta ferramenta.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; VEIT, Eliane Angela; MOREIRA, Marcos Antonio. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos da cinemática**. Porto Alegre, 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANASIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Inter-americana (1980).

BASTOS, Fernando; NARDI, Roberto. **Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de Ciência: Contribuições da pesquisa na área**. São Paulo, Escrituras Editora, 2008.

BOOCH, G. *et al.*, **UML guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus (2000).

BORGES, A.T. **O Papel do laboratório no ensino de Ciência**. Belo Horizonte: Colégio Técnico da UFMG (1996).

CAMPOS, Dinah Martins de Souza. **Psicologia da aprendizagem**. 39. ed. Petrópolis, Vozes, 2011.

CASTILLO, Santiago Arredondo; DIAGO, Jesús Cabrerizo. Tradução: DOLINSKY, Sandra Martha. **Prática de avaliação educacional: materiais e instrumentos**. Curitiba: ibpex; São Paulo: Unesp, 2009.

CLEBSCH, A. B.; MORS, P. M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: Uma experiência no ensino de Fluidos. **Rev. Bras. de Ens. Fís.** Porto Alegre, v. 26, n. 4, p. 323 – 333, ago. 2004.

DAVIES, C.H.J. **Student engagement with simulations: a case study**. *Computers & Education* 39, 271 (2002).

DOMINGOS, Jorge. **Um estudo da viabilidade de atividades de modelagem no ambiente modellus em problemas da mecânica em nível universitário**. 2010. 82f. Monografia (Graduação em Física Licenciatura) – Centro de Ciência, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Rev. Bras. Ens. Fis.** Coimbra, v. 25, n. 3, set. 2003.

GADOTTI, Moacir. **Educação e poder: Introdução a pedagogia do conflito**. 15. ed. São Paulo, Cortez, 2008.

HARISON, D.; JAQUES, M. **Experiments in Virtual Reality**, Butterworth Heinemann, New York (1996).

JIMOYIANNIS, A.; KOMIS, V. **Computer simulations in physics teaching and learning study**. *Computers & Education* 36, 183 (2001).

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. 2. ed. Campinas, Papirus Editora, 2007.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo, Editora 34, 1999.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Rev. Bras. de Ens. Fís.** Recife, v. 24, n. 2, jun. 2002.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. O uso do software Modellus na Integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Rev. Bras. de Ens. Fís.** Brasília, v. 34, n. 1, jun. 2012.

MOREIRA, M.A. Pesquisa básica em educação em Ciência: uma visão pessoal. In: Congresso Ibero-americano de Educação em Ciência Experimentais, 1o, 1998. La Serena (1998).

MOREIRA, M.A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU (1999).

MOREIRA, M. A., E LEVANDOWSKI, C. E. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre, Ed. Da Universidade, UFRGS, 1983.

PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis, Ed. Da UFSC, 2005.

RODRIGUES, Cleonice da Silva. **A utilização da internet em sala de aula na Escola Carlos Hugueney**. 2011. 37f. Monografia (Pós-graduação *Lato Sensu* em Informática na Educação) – Instituto de Computação, Universidade Aberta do Brasil, Cuiabá, 2011.

RODRIGUES, Gil Luna. **Animação interativa e construção dos conceitos da Física: Trilhando novas veredas pedagógicas**. 2005. 108f. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Educação) – Centro de Educação, Universidade da Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

SALES, G. L.; VASCONCELOS, F. H. L.; FILHO, J. A. C.; PEQUENO, M. C. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de Física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Rev. Bras. de Ens. Fís.** Fortaleza, v. 30, n. 3, out. 2008.

SANTOS, G. H., ALVES, L. e MORET, M. A. Modellus: Animações interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Sitientibus Série Ciência Físicas 02**: 56-67. Feira de Santana, 2006.

Site:[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=289&Itemid=356](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=289&Itemid=356). Acesso em: 08 de maio 2013, 12:52.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Rev. Bras. de Ens. Fís.** Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 87, jan. 2002.

## ANEXO I



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ

Ficha de atitude em relação à Física –  
Questionário inicial  
Turma: \_\_\_\_\_



Atitudes	Demais	Suficiente	Regular	Pouco	Muito pouco
A Física me causa ansiedade.					
Fico feliz quando trabalho com Física.					
Minha mente trabalha bem com Física.					
Quando não entendo um problema, fico nervoso.					
Procuro evitar a Física.					
A Física é interessante.					
Tenho segurança em mim mesmo quando trabalho com Física.					
Sinto repulsa pelos problemas de Física.					
Tenho medo de Física.					
A Física é divertida.					
Acho que sou bom em Física.					
A Física me parece fácil.					
Sinto que tenho capacidade para os problemas de Física.					
Os problemas de Física me servem para a vida real.					
Sinto-me confortável nas aulas de Física.					

## ANEXO II

### Roteiro para aula prática com Modellus

Objetivo: verificar as condições necessárias para que uma garota, que anda de skate inicialmente, consiga passar por um abismo depois de tropeçar em um obstáculo.

1. Mostrar todas as variáveis envolvidas no sistema. E explicar o motivo da garota continuar em movimento mesmo tendo encontrado um obstáculo.

1.1. Posições X e Y dos integrantes do sistema menina skate.

2. Testes.

2.1. Velocidade baixa ( $V = 10 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx} = 55\text{s}$ .

2.2. Velocidade média ( $V = 25 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx} = 30\text{s}$ .

2.3. Velocidade alta ( $V = 50 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx} = 16\text{s}$ .

3. Análise relativa ao alcance em cada um dos três casos anteriores, lembrando que o tempo de queda é sempre o mesmo.

4. Testes.

4.1. Velocidade alta ( $V = 50 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx} = 16\text{s}$ .

4.2. Velocidade alta ( $V = 50 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g = 5 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx} = 20\text{s}$ .

4.3. Velocidade alta ( $V = 50 \text{ m/s}$ ) com gravidade alta ( $g_{Lua} = 1.63 \text{ m/s}^2$ ).  $t_{máx}=20\text{s}$ .

No modelo matemático modificar as seguintes equações:

$$X = \begin{cases} \text{last}(X), Y < -30, X > 774 \\ X0 + V * t \end{cases} \quad \rightarrow \quad X = X0 + V * t$$

$$Y = \begin{cases} \text{last}(Y), t \leq \frac{430}{V} \\ \text{last}(Y), t < -266.81 \\ Y0 - g * \frac{\left(\frac{430}{V} - t\right)^2}{2} \end{cases} \quad \rightarrow \quad Y = \begin{cases} \text{last}(Y), t \leq \frac{430}{V} \\ \text{last}(Y), t < -23.25 \\ Y0 - g * \frac{\left(\frac{430}{V} - t\right)^2}{2} \end{cases}$$

5. Análise relativa as condições necessárias para que a garota consiga o seu objetivo. Apenas no caso de estar na Lua é que a garota conseguiria passar o abismo. Discutir o caso de a 1ª lei de Newton não ser válida. O que aconteceria se a gravidade fosse igual a zero.

**ANEXO III**

**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ**

**Questionário final**

1. Você acha que o uso de um laboratório virtual, facilita o entendimento da Física?
  - a) Não facilita nada.
  - b) Não facilita.
  - c) Tanto faz.
  - d) Facilita sim.
  - e) Facilita muito.
2. Você já usou o computador da sua casa para realizar alguma experiência da disciplina de Física?
  - a) Sim.
  - b) Não.
3. Você acha importante o colégio possuir um laboratório virtual para realizar experiências, pesquisa e animações de Física no computador?
  - a) Não importante.
  - b) Pouco importante.
  - c) Tanto faz.
  - d) Importante.
  - e) Muito importante.
4. Você sentiu que a aula, de alguma forma, foi incompleta?
  - a) Em nada.
  - b) Pouco.
  - c) Muito.
5. Como você avalia o aproveitamento da aula ministrada?
  - a) Muito pouco.
  - b) Pouco.
  - c) Indiferente.
  - d) Bom.

e) Ótimo.

6. Qual o seu interesse em aulas desse tipo?

a) Muito pouco.

b) Pouco.

c) Indiferente.

d) Bom.

e) Ótimo.

7. Qual a sua motivação ao participar da aula?

a) Muito pouco.

b) Pouco.

c) Indiferente.

d) Bom.

e) Ótimo.

8. Esse tipo de aula deixa a Física mais fácil?

a) Muito pouco.

b) Pouco.

c) Indiferente.

d) Suficiente.

e) Demais.

9. Esse tipo de aula deixa a Física mais interessante?

a) Muito pouco.

b) Pouco.

c) Indiferente.

d) Suficiente.

e) Demais.

10. Que outra disciplina você acha importante usar o computador para realizar experiências e animações?

a) Matemática.

b) Química.

c) Biologia.

d) Outra: \_\_\_\_\_

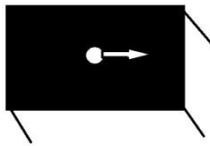
## ANEXO IV

Prova final aplicada no final da pesquisa

1. A primeira lei de Newton diz que:

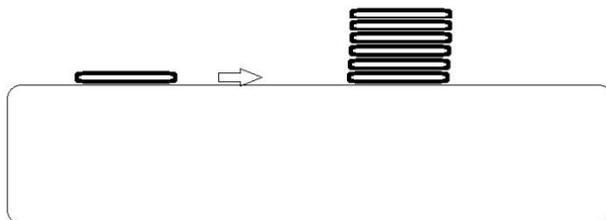
- a)  $F=ma$
- b) Um corpo que está parado tende a ficar parado.
- c) Um corpo que está parado pode se mover.
- d) O movimento depende do referencial.

2. Um aluno decide arremessar bilas de cima de uma mesa como mostra a figura abaixo:



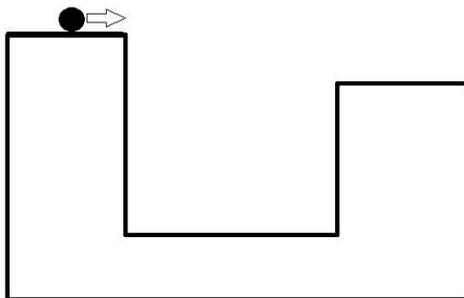
Marque a alternativa correta.

- a) O alcance da bila será sempre o mesmo, independentemente da velocidade que é lançada.
  - b) A Energia cinética se mantém constante.
  - c) O tempo de queda é sempre o mesmo, independentemente da velocidade de lançamento.
  - d) Quanto mais pesada for a bila, mais rápido ela chega ao chão.
3. Um aluno decide montar uma torre de moedas de 1 real sobre uma mesa. Se ele lançar outra moeda horizontalmente na base da torre o que acontece?



- a) Dependendo da velocidade que é lançada vai deixar a torre inclinada.
- b) Não vai alterar em nada, pois a torre não sentirá a influência de apenas uma moeda lançada.

- c) A torre sempre cairá independente da velocidade em que for lançada.
- d) Moverá apenas a moeda da base deixando o restante da torre imóvel.
4. Uma criança está brincando com uma caixa como se fosse um carrinho. Ela movimentava a caixa para frente, para e volta a caixa para a posição inicial. Se ele executar esses mesmos movimentos com uma bola, inicialmente no centro da caixa:
- a) A bola se moverá para trás e depois acompanhará o movimento da caixa para frente. Em seguida tocará a caixa na parte da frente e seguirá assim até a posição inicial.
- b) A bola se moverá acompanhando o movimento da caixa para frente. Em seguida tocará a caixa na parte de trás e seguirá assim até a posição inicial.
- c) A bola se moverá para trás e depois acompanhará o movimento da caixa para frente. Em seguida tocará a caixa na parte de trás e seguirá assim até a posição inicial.
- d) A bola se moverá acompanhando o movimento da caixa para frente. Em seguida tocará a caixa na parte de trás e seguirá no centro da caixa até a posição inicial.
5. Um homem faz alguns testes para que um objeto, ao ser lançado na horizontal, atinja a outra extremidade como se vê na figura.



Marque a alternativa correta.

- a) Basta uma velocidade alta para que o objeto chegue ao outro lado independentemente da gravidade.
- b) Se a gravidade for igual a zero seguiria sem sequer tocar na extremidade.
- c) Se a gravidade for alta é necessária uma velocidade infinita para que o objeto chegue a outra extremidade.
- d) Se o experimento fosse realizado em Júpiter o objeto chegaria à outra extremidade facilmente.
6. Um estudante está em um ônibus indo para a Escola quando o motorista freia bruscamente.
- a) O estudante sentirá a força do encontro responsável por jogá-lo para frente do ônibus.
- b) O estudante tenderá a continuar em movimento, logo usará a força de atrito para

permanecer em seu lugar.

c) O estudante fica em seu lugar normalmente afinal enquanto ele estiver se segurando não sentirá alteração alguma.

d) Ele sentirá uma força que o empurrará para frente do ônibus, isso porque os ônibus estão sempre lotados, logo ele será empurrado pelas outras pessoas. Se não estivesse lotado, isso não aconteceria.

7. Coloca-se um cartão sobre um copo e uma moeda sobre o cartão. Puxando-se bruscamente o cartão, a moeda cai no copo. O fato descrito ilustra:

a) Inércia.

b) Aceleração.

c) Atrito.

d) Ação e reação.

8. Marque a alternativa correta em relação aos tipos de lançamentos.

a) No lançamento horizontal o corpo é lançado com uma velocidade que tem apenas componente no eixo dos  $XX$ .

b) No lançamento oblíquo o corpo é lançado com uma velocidade que tem apenas componente no eixo dos  $XX$ .

c) É considerado lançamento horizontal aquele em que, em todo o percurso é aplicado uma força na direção do movimento.

d) É considerado lançamento oblíquo aquele em que, em todo o percurso é aplicado uma força na direção do movimento.

9. Ainda sobre lançamentos, marque a alternativa correta.

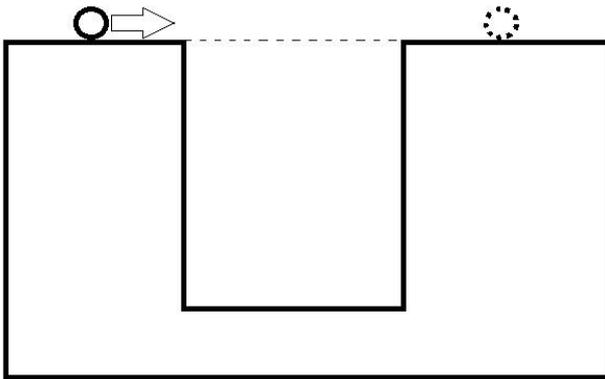
a) O alcance é determinado apenas com a força de impulsão no início do movimento.

b) As componentes da velocidade dependem umas das outras, ou seja, a velocidade na direção  $X$  depende do valor da velocidade na direção  $Y$ .

c) As componentes da velocidade não dependem umas das outras, ou seja, a velocidade na direção  $X$  não depende do valor da velocidade na direção  $Y$ .

d) a) O alcance é determinado apenas com a velocidade de lançamento na direção  $Y$ .

10. Sabendo que na figura o ponto de partida e de chegada de uma bola estão no mesmo nível, qual a alternativa que torna possível o seu lançamento sem que ela caia.



- a) Lançá-la com uma velocidade relativamente alta.
- b) Lançá-la com uma velocidade relativamente alta no vácuo.
- c) Lançá-la com uma velocidade superior a aceleração da gravidade.
- d) Lançá-la com uma velocidade diferente de zero onde não houver gravidade.