

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**CAMPUS CAMPO MOURÃO**

ALBERTO DE PAULA FREIRE

**A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA MOBILE NO ENSINO DE DINÂMICA**

CAMPO MOURÃO  
2018

ALBERTO DE PAULA FREIRE

A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA MOBILE NO ENSINO DE DINÂMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista  
Coorientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

CAMPO MOURÃO  
2018

---

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

F866 Freire, Alberto de Paula

A utilização da tecnologia mobile no ensino de dinâmica / Alberto de Paula Freire.  
– Campo Mourão, 2018.  
121 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Michel Corci Batista  
Co-orientador: Gilson Junior Schiavon  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Campo Mourão, 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Dinâmica. 2. Software educacional. 3. Aplicativos móveis. 4. Ensino de Física – Dissertações. I. Batista, Michel Corci, orient. II. Schiavon, Gilson Junior, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD (22. ed.) 530.07

---

### Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:  
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525

## TERMO DE APROVAÇÃO

Titulo da dissertação:

### A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA MOBILE NO ENSINO DE DINÂMICA

por

**Alberto de Paula Freire**

Esta dissertação foi apresentada às 16h00min. do dia **01 de outubro de 2018** como requisito parcial para a obtenção do titulo de MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA, do Programa de **Mestrado** Profissional em *Ensino de Física* do Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campo Mourão - Polo 32 do MNPEF - SBF. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a banca examinadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_(aprovado ou reprovado).

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Michel Corci Batista  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Prof. Dr. Cesar Vanderlei Deimling  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Profa. Dra. Mariana Moran Barroso  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Campo Mourão, 01 de Novembro 2018

Dedico este trabalho....

*A minha esposa Vanessa, pela  
compreensão e incentivo.*

## **AGRADECIMENTOS**

À **Deus**, pela proteção e por todas as graças que venho recebendo desde o meu nascimento.

À minha mãe **Jandira**, pela orientação desde o ensino fundamental, na importância do estudo na vida de cada pessoa.

À minha esposa **Vanessa**, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos.

Ao meu orientador Dr. **Michel Corci Batista**, pela ajuda incondicional em todos os momentos.

Ao meu programador **Alex**, pela perseverança em buscar novas tecnologias de programação para ambiente mooble.

Aos **professores** do programa de mestrado profissional pelos conhecimentos adquiridos.

Muito Obrigado

FREIRE, Alberto de Paula. **A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA MOBILE NO ENSINO DE DINÂMICA**. 2018. 58 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

## RESUMO

Este trabalho objetivou produzir, implementar e avaliar um software no formato de game, sobre a temática Leis de Newton e suas aplicações, em uma turma do Primeiro Ano do Ensino Médio. O software (game) foi desenvolvido utilizando a linguagem Javascript, visto que esta seria a linguagem mais adequada para elaboração deste produto, por ser uma plataforma acessível para navegação na internet e pelo acesso em aparelhos mobile. Nosso trabalho teve um caráter qualitativo e para se coletar os dados, utilizou-se de dinâmica de gestos com os braços e quadros de desempenho do software produzido pelo professor/pesquisador. A pesquisa envolveu 45 alunos do Ensino Médio de uma instituição particular da cidade de Paranavaí, Paraná. Nossos resultados permitem inferir que houve uma participação efetiva dos alunos em todas as etapas da atividade, bem como uma motivação para o trabalho em pequenos grupos, visto que isso não é muito comum principalmente na rede privada de ensino, nossos resultados ainda nos permitem inferir que os alunos apresentaram indícios de aprendizagem visto que um número expressivo de alunos obtiveram notas acima da média nas avaliações de conteúdo.

**Palavras-chave:** Física. Dinâmica. "Software". "Mobile".

FREIRE, Alberto de Paula. **THE USE OF MOBILE TECHNOLOGY IN DYNAMICS TEACHING**. 2018. 58 f. Dissertation (Professional Master of Teaching Physics) - Federal Technological University of Paraná, Campo Mourão, 2018.

### **ABSTRACT**

This work aimed to produce, implement and evaluate software in the form of game, on the theme Newton Laws and its applications, in a class of the First Year of High School. The software was developed using the Javascript language, since this would be the most appropriate language for the elaboration of this product, as it is an accessible platform for browsing the internet and for accessing mobile devices. Our work had a qualitative character and to collect the data, we used gesture dynamics with the arms and frames of performance of the software produced by the teacher / researcher. The research involved 45 high school students from a private institution in the city of Paranavaí, Paraná. Our results allow us to infer that we listen to an effective participation of the students in all the stages of the activity, as well as a motivation for the work in small groups, since this is not very common mainly in the private teaching network, our results still allow us to infer that the students presented evidence of learning since an expressive number of students scored above the average in the content evaluations.

**Keywords:** Physics. Dynamics. Software. Mobile.



## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 10 |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                              | 11 |
| 2.1 POSSIBILIDADES DE USO DAS TIC NO ENSINO DE FÍSICA.....        | 11 |
| <b>3 UMA INTRODUÇÃO ÀS LEIS DE NEWTON E SUAS APLICAÇÕES</b> ..... | 14 |
| 3.1 FORÇA.....  | 14 |
| 3.2 PRIMEIRA LEI DE NEWTON–LEI DA INÉRCIA .....                   | 15 |
| 3.3 SEGUNDA LEI DE NEWTON–PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DE DINÂMICA ..... | 15 |
| 3.4 TERCEIRA LEI DE NEWTON–PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO .....       | 16 |
| 3.5 FORÇA PESO.....   | 17 |
| 3.6 FORÇA DE CONTATO.....   | 18 |
| 3.7 FORÇA NORMAL.....   | 19 |
| 3.8 FORÇA DE ATRITO .....   | 19 |
| 3.9 FORÇA ELÁSTICA.....   | 24 |
| 3.10 FORÇA CENTRÍPETA .....                                       | 26 |
| <b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....                        | 27 |
| 4.1 OS SUJEITOS DE PESQUISA.....                                  | 27 |
| 4.2 A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS.....                                 | 27 |
| 4.3 REGISTRO.....   | 28 |
| 4.4 TESTANDO O USO DO SOFTWARE NA ESCOLA .....                    | 28 |
| 4.5 ESPAÇO FÍSICO UTILIZADO E CRONOGRAMA .....                    | 29 |
| 4.6 DESCRIÇÃO DETALHADA DOS ENCONTROS .....                       | 30 |
| <b>5 RESULTADOS</b> .....   | 37 |
| 5.1 PRIMEIRO ENCONTRO .....                                       | 37 |
| 5.2 SEGUNDO ENCONTRO.....   | 39 |
| 5.3 TERCEIRO ENCONTRO.....  | 42 |
| 5.4 QUARTO ENCONTRO.....  | 45 |
| 5.5 QUINTO ENCONTRO .....   | 48 |
| 5.6 SEXTO ENCONTRO .....  | 51 |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b> | <b>54</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>            | <b>55</b> |
| <b>APÊNDICE .....</b>               | <b>57</b> |
| <b>PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>     | <b>58</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

É comum, na Primeiro Ano do Ensino Médio, o aluno ter dificuldade em aprender Física.

Quando o aluno tem o primeiro contato com as deduções e teoremas da Física, seu raciocínio ainda está voltado a equacionamentos mais simples, isto reflexo do ensino fundamental. Em um primeiro momento este aluno entra em pânico e começa a desferir rótulos sobre a Física “isso é coisa de doido”, “não vou aprender isso nunca”. Então, cabe ao professor mostrar para os alunos que tudo na física está relacionado com o nosso dia a dia, mais ainda, aprender Física pode ser bem interessante, pois cria um senso crítico na análise de qualquer fenômeno.

O professor deve sempre estar atendo as dificuldades de cada aluno, tudo tem o seu tempo, aprender física é uma escada com muitos degraus, mostrar que para chegar no final de cada exercício, é necessário um passo de cada vez.

Para que o aluno aprenda, não basta que o professor domine o conteúdo específico da disciplina, mas é necessário que ele tenha sólidos conhecimentos de didática, de psicologia da educação, de currículo e que domine a pedagogia específica para ensinar Física. (Shulman, 1987)

É notório que dentro da Física exista temas mais atraentes e outros menos atraentes, com isso pode haver um rendimento positivo em um determinado assunto ou uma deficiência em outro.

Na Primeiro Ano do Ensino Médio o aluno tem um maior contato com a mecânica, parte da Física que está dividida em cinemática, dinâmica e estática.

Uma das partes mais enigmáticas da mecânica é a dinâmica, saber o porque do movimento, suas causas e consequências. Com certeza o assunto complexo de ensinar e de aprender. Com os avanços tecnológicos na área pedagógica, professores começaram a pensar em novos formatos para atrair a atenção dos alunos nos momentos de aprendizagem, sendo que uma das ferramentas tecnológicas mais utilizadas nos dias de hoje são os smartphones e tablets.

A utilização de aplicativos ou sites que dinamizam o aprendizado em uma determinada área da Física, faz toda diferença no cyber mundo dos alunos do ensino médio.

Nesse sentido este trabalho objetivou produzir, implementar e avaliar um software no formato de game, sobre a temática leis de Newton e suas aplicações, em uma turma da primeira série do ensino médio. Este trabalho está composto por

seis partes, sendo esta introdução a primeira. A segunda apresenta de forma sintética as possibilidades de utilização das Tic no ensino de Física, enfocando o uso dos smartphones. A terceira parte versa sobre uma introdução teórica à dinâmica Newtoniana, apresentando leis e conceitos físicos. Na quarta parte estão os encaminhamentos metodológicos seguidos neste trabalho. A quinta parte é composta pela apresentação dos resultados e por fim na sexta parte as considerações sobre o trabalho.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 POSSIBILIDADES DE USO DAS TIC NO ENSINO DE FÍSICA**

Dentre as tantas deficiências verificadas nas aulas de Física, a falta de motivação dos alunos se evidencia como um dos grandes entraves para a melhoria do processo ensino aprendizagem (PIMENTEL, 2007). Essa falta de motivação na maior parte das vezes, à forma tradicional como o professor conduz a aula (SILVA, 2016, p.1).

Nesse modelo o aluno é entendido como um ser passivo, e a ele "ensina-se" um conhecimento essencialmente acadêmico, onde as informações são apenas transmitidas para a memorização por parte do aluno e no final do processo, espera-se que ele adquira conhecimento.

Ainda nesse cenário, o professor define os conteúdos a serem trabalhados tomando por base apenas os conteúdos conceituais, respaldado pelos livros didáticos, sem levar em consideração muitas vezes o sentido mais amplo da formação desejada, trata-se apenas dos conteúdos ditos conceituais, deixando os procedimentais e os atitudinais de lado (Tironi, 2013).

Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência e nem treiná-lo para utilizar expressões matemáticas, mas para que os conceitos físicos transforme-se em uma ferramenta podendo contribuir para a tomada de decisões (Oliveira de Jesus et al., 2017).

Para Giacomini et al. (2006), esta forma mais tradicional utilizada ainda por muitos docentes normalmente gera a apatia e o distanciamento entre os alunos e professores, repercutindo em uma baixa qualidade de ensino.

De acordo com Cardoso e Colinvaux (2000), para que seja possível aumentar a motivação do aluno, deve-se abandonar a prática de ensino baseada somente na memorização de nomes e fórmulas, e deve-se procurar vincular conhecimentos e conceitos ao dia-a-dia do aluno, criando um ambiente de ensino diferente do tradicional, no qual o aluno se perceba participante do processo ensino - aprendizagem (BATISTA, 2015). Para isso existe a necessidade de se considerar os conhecimentos prévios dos alunos, que são provenientes de sua vida dentro e fora da escola.

Ausubel (1982) enfatiza a importância dos conhecimentos prévios dos alunos na construção de estruturas mentais, ou seja, na obtenção de novos conceitos. Referente a essa teoria, Pelizzari et al. (2002) afirmam que a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio.

Para Machado (1992) a aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, o novo material à sua estrutura cognitiva e que o material disponível seja potencialmente significativo, ou seja, passível de interação com os conhecimentos prévios do sujeito.

Uma possibilidade para atingir essa interação se dá com a utilização da multimídia visto que, segundo Duaiik (1999), a multimídia é formada por texto, gráfico, animação, fotos, áudio e vídeo. A utilização da tecnologia multimídia em sala de aula também permite que o professor, segundo Oblinger (1993), transforme a sala de aula em um local de discussão ativa, onde os estudantes tornam-se participantes ativos no processo de aprendizagem.

Conforme afirma Moran (2000), isso ocorre pois por quanto mais meios um tema é apresentado, mais ele é aprendido e lembrado e, portanto o ensino deve, não somente, ater-se na quantidade e qualidade dos conteúdos a serem abordados, mas também os meios devem ser suficientemente ricos para abrangerem as diversas cognições.

Dentre os diversos recursos multimídia, o telefone celular do tipo smartphone constitui uma tecnologia altamente difundida e de fácil operação e pode ser usado pelo professor em sua prática pedagógica. De acordo com Oprea e Miron (2014), devido à sua portabilidade, tamanho reduzido e múltiplas funções integradas,

tornaram-se um acessório quase indispensável para a nova geração. Nos dias atuais já é possível adquirir tais aparelhos com um baixo investimento, o que o torna popular entre os alunos nas escolas.

É importante ressaltar que esse tipo de aparelho além das funções mais comuns e tradicionais como máquina fotográfica, gravação de áudio e vídeo, conectividade com a internet, transferência de dados por Bluetooth possui alguns sensores que se devidamente utilizados podem servir como recursos de ensino durante as aulas.

É importante ressaltar que o smartphone pode ajudar o professor principalmente no estabelecimento de um ambiente de aprendizagem diferente do tradicional, podemos ainda dizer que tal recurso atrai a atenção dos alunos, mas não deve modificar a relação pedagógica. De acordo com Canovas (2018) o professor deve mediar o processo de interação do aluno com a atividade ou o recurso didático escolhido a fim de proporcionar um conhecimento sistemático que não está diretamente ligado a sua vivência direta. Nesse cenário o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia estão entrelaçados, e que “ver qualquer um desses componentes isoladamente dos outros representa um desserviço real ao bom ensino” (Mishra & Koehler, 2006).

O impacto que a utilização dos smartphone tem na aprendizagem dos alunos ainda é desconhecido, o que temos segundo Svensson (2017) são indícios de aprendizagem. De acordo com Kuhn e Vogt (2015), em uma pesquisa realizada por eles com alunos da 10ª série da Germanschule, puderam comparar o resultado da aprendizagem e motivação entre um grupo de controle seguindo a educação tradicional em acústica, e um grupo onde o trabalho prático foi baseado em smartphones ao invés de equipamentos convencionais. Eles concluíram que os resultados em termos de aprendizagem foi diferente em ambas as turmas, tendo o grupo de trabalho que utilizou a tecnologia um desempenho melhor, no entanto, nenhuma diferença foi notada na motivação dos alunos para o estudo da Física.

De acordo com Silva (2017), em uma pesquisa aplicada em 2016 com os alunos do ensino superior de uma universidade pública no Estado do Rio Grande do Sul a aceitação pela proposta pedagógica foi unânime e as aulas mediadas com o recurso tecnológico foram mais atrativas, ficando evidente para o autor uma maior motivação da turma para o estudo da Física. Esse resultado se apresenta como um

contraponto ao resultado anterior encontrado por Kuhn e Vogt (2015), o que nos evidencia a necessidade de mais estudos nessa linha de pesquisa.

### 3. UMA INTRODUÇÃO ÀS LEIS DE NEWTON E SUAS APLICAÇÕES

A Física é dividida em alguns ramos, como Mecânica, Termodinâmica, Óptica (física e geométrica), Eletricidade e Física Moderna. Cada um desses ramos são subdivididos em diferentes partes, neste capítulo nosso objeto de estudo é a parte da Mecânica denominada Dinâmica.

A Dinâmica é a parte da Mecânica que relaciona os movimentos com as causas que os produzem, ou seja, é fundamentalmente o estudo de dois problemas básicos:

- 1) Conhecendo-se o movimento de uma partícula, caracterizar as forças que agem sobre ela;
- 2) Conhecendo-se as forças que atuam sobre uma dada partícula, caracterizar seu movimento.

**IMPORTANTE:**

A palavra partícula é usada aqui como sinônimo de ponto material, ou seja, um corpo cujas dimensões são desprezíveis em relação ao comprimento de sua trajetória.

A Dinâmica tem por base um conjunto de princípios que são muitas vezes designados pelo nome de leis de Newton do movimento. Antes de estudarmos essas leis é importante termos bem claro a noção de força, tal noção muitas vezes está associada ao senso comum, a uma noção intuitiva.

#### 3.1 FORÇA

Força pode ser definida como sendo o resultado da interação entre dois corpos, também pode ser concebida como um agente físico capaz de deformar um corpo ou alterar a sua velocidade vetorial ou as duas coisas simultaneamente.

As leis da Dinâmica que citamos anteriormente são enunciadas em relação a sistemas de referência desprovidos de aceleração, chamados de referenciais inerciais.



### 3.2 PRIMEIRA LEI DE NEWTON – LEI DA INERCIA

Uma partícula não pode modificar, por si só, o seu estado de movimento. Se a resultante das forças que agem sobre a partícula for nula, a velocidade vetorial da mesma permanecerá constante. Isto significa que, se a partícula estiver em repouso, permanecerá em repouso, e se estiver em movimento, o movimento será obrigatoriamente retilíneo e uniforme.

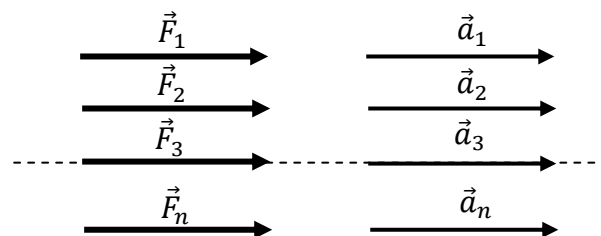
Desta consideração podemos concluir que uma partícula, livre de ação de forças, apresenta seu vetor velocidade constante, ou seja, aceleração nula.

#### SAIBA MAIS

Esta propriedade é aproveitada no lançamento de naves espaciais. Elas são lançadas de tal maneira que, uma vez livres da resistência do ar e da atração da Terra, tenham velocidade dirigida para o astro que elas devem atingir; a nave espacial manterá esta velocidade, durante dias, meses ou anos, até entrar no campo gravitacional do astro ou até que o centro de controle provoque o disparo de foguetes da astronave para modificar sua velocidade.

### 3.3 SEGUNDA LEI DE NEWTON – PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Imaginemos uma experiência em que uma partícula é sujeita, a sucessivamente, a diferentes forças, adquirindo diferentes acelerações.



Verifica-se experimentalmente que:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{a}_1} = \frac{\vec{F}_2}{\vec{a}_2} = \frac{\vec{F}_3}{\vec{a}_3} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{\vec{a}_n} = \text{constante}$$

Essa constante recebe o nome de massa inercial da partícula ou, simplesmente massa da partícula

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{a}_1} = \frac{\vec{F}_2}{\vec{a}_2} = \frac{\vec{F}_3}{\vec{a}_3} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{\vec{a}_n} = m$$

### SAIBA MAIS

A massa de uma partícula é a medida da inércia desta partícula.

Quanto maior a massa de uma partícula, maior a sua inércia. Assim, é mais fácil empurrar uma bicicleta do que empurrar um caminhão.

Podemos então escrever:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

onde  $m$  é a denominada massa inercial medida em kg e caracteriza o corpo do ponto de vista mecânico. É independente da forma do corpo, da sua constituição, da sua velocidade, é apenas dependente da quantidade de matéria que o constitui.  $\vec{F}_R$  é a força resultante medida em N e  $\vec{a}$  é a aceleração do corpo medida em  $m/s^2$ .

Assim, se:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 \quad \text{e} \quad m_1 > m_2$$

então

$$\vec{a}_1 < \vec{a}_2$$

e diz-se que a partícula 1 possui maior inércia ao movimento, pois, possui maior massa inercial. A massa é uma propriedade do corpo que lhe permite resistir a qualquer variação na sua velocidade (BATISTA et al., 2017, p.62).

### 3.4 TERCEIRA LEI DE NEWTON – PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO

Toda vez que uma partícula 1 exerce uma força em uma partícula 2, esta (2) exerce naquela (1) uma força colinear de sentido oposto e intensidade igual, ou seja, a toda ação corresponde uma reação de mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto.

Note que a ação e a reação jamais atuam sobre a mesma partícula, pois isto violaria o princípio da proporcionalidade entre a força e a aceleração. Assim, uma ação jamais se cancela com uma reação!

Vamos apresentar alguns exemplos para que você se familiarize com o conceito de ação e reação.

- Quando um jogador chuta uma bola, o pé do jogador está aplicando na bola uma ação; a bola, por sua vez, impõe uma reação no pé do jogador.
- Quando você bate com a cabeça na parede, impõe uma ação à parede; esta reage, impondo uma reação à sua cabeça. Você percebe a reação da parede pela dor da pancada.
- Um atirador encosta o rifle no ombro para evitar o "coice" da arma. Este recuo da arma ocorre porque o projétil é expelido num sentido e o rifle tende a se deslocar em sentido oposto.

### 3.5 FORÇA PESO

Daquilo que foi dito até aqui podemos concluir, de um modo geral, que as modificações dos estados de movimento dos corpos resultam de interações de que os corpos participam e no decorrer das quais os corpos ficam sujeitos à ação de forças.

As forças podem ser classificadas em forças de contato e forças de ação à distância, também denominadas forças de campo.

Quando empurramos um objeto, produzindo uma alteração no seu estado de movimento, ou quando puxamos uma mola, produzindo nela uma deformação, estamos aplicando uma força de contato.

Das forças de ação à distância, a que nos é mais familiar é a força peso de um corpo. A experiência mostra que todos os objetos abandonados na proximidade da superfície terrestre são atraídos para o centro da Terra; esta força de atração denomina-se força peso. Se desprezarmos a resistência do ar, podemos afirmar que todos os corpos abandonados na proximidade da Terra, num mesmo local, caem com a mesma aceleração, denominada aceleração de gravidade do local. A força peso do corpo, nesse local, é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração de gravidade característica do local. Simbolicamente,

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (2)$$

Varição do peso de um corpo

A aceleração de gravidade (e, portanto, o peso de um corpo) varia com a latitude e com a altitude, sendo máxima nos polos e mínima no equador e

diminuindo à medida que aumenta a altitude, ou seja, à medida que nos afastamos do centro da Terra.

Portanto, o peso de um corpo varia conforme o local da Terra em que ele se encontra, enquanto a massa de um corpo é uma constante.

#### **IMPORTANTE**

Não confunda massa com peso!

Massa é uma grandeza escalar que mede a inércia da partícula, está associada a quantidade de matéria.

Peso é uma grandeza vetorial que mede a força com que a Terra atrai uma partícula que encontra-se dentro do seu campo gravitacional.

Note que a massa de um corpo é expressa em unidades de massa: g, kg, t. Já o peso de um corpo é expresso em unidades de força: dyn, N, kgf.

Pense e responda:

O peso de um corpo é uma grandeza vetorial. Portanto, o peso de um corpo apresenta módulo, direção e sentido. Qual é a direção do peso? Qual é o seu sentido?

### **3.6 FORÇA DE CONTATO**

De acordo com o Princípio da Ação e Reação (ou 3ª Lei de Newton), se um corpo A exerce uma força sobre o corpo B, então o corpo B exerce uma força sobre o corpo A, de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto. Sendo assim, força é um conceito utilizado para expressar a interação entre quaisquer pares de corpos. Portanto o número de forças relevantes que atuam em um certo corpo é igual ao número de corpos que interagem de forma relevante com ele. A interação gravitacional de um corpo com objetos próximos a ele ou com astros muito distantes dele são exemplos de forças não relevantes. No caso de dois corpos cujas superfícies sejam duras e ásperas, e estejam comprimidas entre si, costuma-se dizer que a impenetrabilidade mútua ocorre devido à existência de forças trocadas entre eles, que recebem o nome de forças de contato  $\vec{C}$ . Essa interação pode ser melhor compreendida por meio de suas componentes perpendiculares entre si:

- $\vec{N}$  componente normal da força de contato  $\vec{C}$ , ou simplesmente força normal, perpendicular às superfícies em contato que se comprimem;
- $\vec{A}$  componente tangencial da força de contato  $\vec{C}$ , ou simplesmente força de atrito, tangente às superfícies em contato que se comprimem.

No caso geral, a força de contato  $\vec{C}$  é igual à soma vetorial de suas componentes perpendiculares  $\vec{N}$  e  $\vec{A}$ , ou seja,

$$\vec{C} = \vec{N} + \vec{A} \quad (3)$$

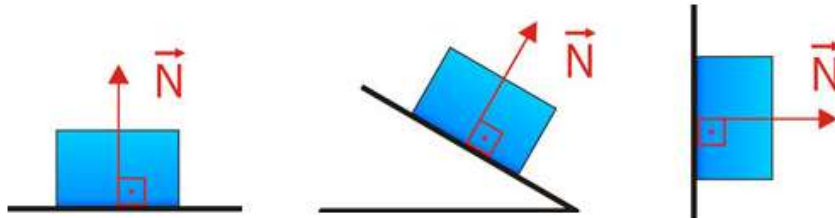
### 3.7 FORÇA NORMAL

Chamamos de força normal a força de reação da superfície sobre o corpo. Essa força é sempre perpendicular à superfície figura 1.

#### IMPORTANTE

Força peso e força normal não formam um par de ação e reação!

**Figura 1:** Representação da força normal



Fonte: [http://idelfranio.blogspot.com.br/2010/08/0068-normal-nunca-e-reacao-forca-peso\\_29.html](http://idelfranio.blogspot.com.br/2010/08/0068-normal-nunca-e-reacao-forca-peso_29.html)

### 3.8 FORÇA DE ATRITO

Você certamente já tentou alguma vez arrastar um móvel ou um objeto muito pesado, sem consegui-lo. Então, você aplicou uma certa força a um corpo, o qual no entanto não se moveu. Isto aparentemente constitui uma violação da segunda lei do movimento a qual afirma que, sob a ação da força aplicada, o corpo deve entrar em movimento.

O fato de que o corpo permanece em repouso, apesar da força aplicada a ele, é explicado pela existência de uma força entre as superfícies em contato, que se opõe ao deslizamento de uma superfície sobre a outra. Esta força recebe o nome de força de atrito de escorregamento.

### SAIBA MAIS

Você sabe por que existe o atrito de **escorregamento**? É muito fácil explicá-lo. As superfícies dos corpos, mesmo daqueles que têm uma aparência lisa, são na realidade irregulares. Quando vistas ao microscópio, as superfícies se apresentam cheias de saliências e reentrâncias. Assim, quando tentamos fazer deslizar um corpo sobre uma superfície, as saliências de uma das superfícies esbarram nas reentrâncias da outra, surgindo assim o atrito.

A figura 2 mostra um corpo em repouso. Foi aplicada ao corpo uma força  $F$ , mas a força de atrito impede o movimento. As forças  $F$  e  $f_{at}$  apresentam o mesmo módulo; portanto, a ação da força de atrito neutraliza a ação da força aplicada ao corpo.

**Figura 2:** Representação da força motriz e da força de atrito agindo sobre a partícula



**Fonte:** Os autores (2018)

O que acontecerá se aumentarmos a intensidade da força aplicada  $F$ ? Aumentando-se progressivamente a intensidade da força  $F$ , aumentará na mesma proporção a intensidade da força de atrito, isto é,  $F$  e  $f_{at}$  continuam apresentando o mesmo módulo, e o corpo continua em repouso, ou seja, a força de atrito vai aumentando proporcionalmente a força motriz.

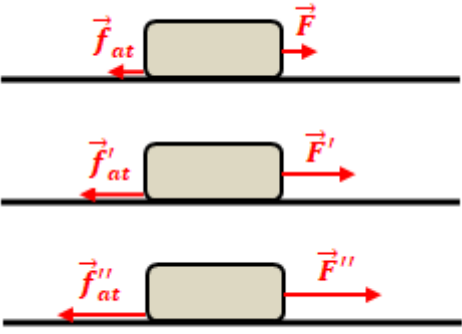

Entretanto, esta situação não perdura indefinidamente. Aumentando-se cada vez mais a intensidade da força  $F$ , chega um momento em que é iminente o

escorregamento da partícula sobre a superfície. Quando o movimento do corpo se torna iminente, a força  $f_{at}$  atingiu a sua intensidade máxima. A partir deste momento, qualquer acréscimo na intensidade da força aplicada  $F$  provocará o movimento da partícula.

O fato da partícula começar a escorregar não significa que o atrito tenha desaparecido. Com efeito, se retirarmos a força aplicada, a partícula voltará ao repouso após um certo tempo. Isto prova que, mesmo quando uma das superfícies está deslizando sobre a outra, continua a existir a força de atrito.

O atrito entre superfícies que estão deslizando uma sobre a outra chama-se atrito dinâmico; o atrito que procura impedir que um corpo em repouso comece a deslizar chama-se atrito estático. O atrito dinâmico é menor ou igual ao atrito estático; isto significa que a intensidade da força necessária para manter o escorregamento de uma superfície sobre a outra é menor ou igual à intensidade da força necessária para iniciar o escorregamento. A seguir no quadro 1, resumiremos graficamente a aplicação dada

**Quadro 1:** Quadro resumo sobre força de atrito

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Corpo em repouso<br/>Força de atrito<br/>estático</p> |   | <p>Em todos os casos a força aplicada, e a força de atrito têm o mesmo valor</p> $\vec{F}' > \vec{F}$ $\vec{f}'_{at} > \vec{f}_{at}$<br>$\vec{F}'' > \vec{F}'$ $\vec{f}''_{at} > \vec{f}'_{at}$ |
|  | <p>Quando a força de atrito atinge seu valor máximo o movimento é iminente. Imaginemos que <math>\vec{f}''_{at}</math> seja máximo.</p> |   |
| <p>Corpo em</p>  |   |   |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| movimento       |  |  |
| Força de atrito |  |  |
| dinâmico        |  |  |

Fonte: Os autores (2018)

### IMPORTANTE

Para  $\vec{F} > \vec{f}_{at}''$ , a partícula realizará um movimento retilíneo uniformemente variado. Entretanto, a experiência mostra que após iniciado o movimento, a partícula permanecerá em movimento retilíneo uniforme se  $\vec{F}$  for igual ou ligeiramente menor a  $\vec{f}_{at}''$ .

### Leis do atrito de escorregamento

Essas leis são totalmente empíricas, isto é, são obtidas com base apenas na experimentação, não sendo uma decorrência de quaisquer teorias.

- 1ª lei - A força de atrito (estático ou dinâmico) depende da natureza das superfícies em contato.
- 2ª lei - A força de atrito (estático ou dinâmico) é sensivelmente independente da extensão da área de contato entre os corpos.

Esta lei pode ser comprovada experimentalmente, da seguinte maneira: coloque dois paralelepípedos idênticos, de madeira, sobre a mesa do laboratório. Coloque um sobre o outro, como se vê na figura 3.

**Figura 3:** Configuração 1 dos blocos de madeira



Fonte: Os autores (2018)

O dinamômetro permite ler qual é a intensidade da força  $\vec{F}$  que torna iminente o movimento do conjunto. Em seguida dispomos os paralelepípedos conforme a figura 4.



**Figura 4:** Configuração 2 dos blocos de madeira



**Fonte:** Os autores (2018)

O dinamômetro mostra que a intensidade da força que torna iminente o movimento da primeira configuração é a mesma da segunda configuração, embora tivéssemos duplicado a área de contato.

- 3 lei - O valor máximo da intensidade da força de atrito estático (que age entre as superfícies em contato, quando o escorregamento é iminente) é diretamente proporcional à reação normal às superfícies em contato.

$$fat_{m\acute{a}x} \sim N$$

Introduzindo o coeficiente de proporcionalidade

$$fat_{m\acute{a}x} = \mu_e \cdot N \quad (4)$$

O coeficiente de proporcionalidade  $\mu_e$  chama-se coeficiente de atrito estático.

- 4 lei - A intensidade da força de atrito dinâmico (que age entre as superfícies em contato) é diretamente proporcional à reação normal às superfícies em contato.

$$fat_{din} \sim N$$

Introduzindo o coeficiente de proporcionalidade

$$fat_{din} = \mu_d \cdot N \quad (5)$$

O coeficiente de proporcionalidade  $\mu_d$  chama-se coeficiente de atrito dinâmico.

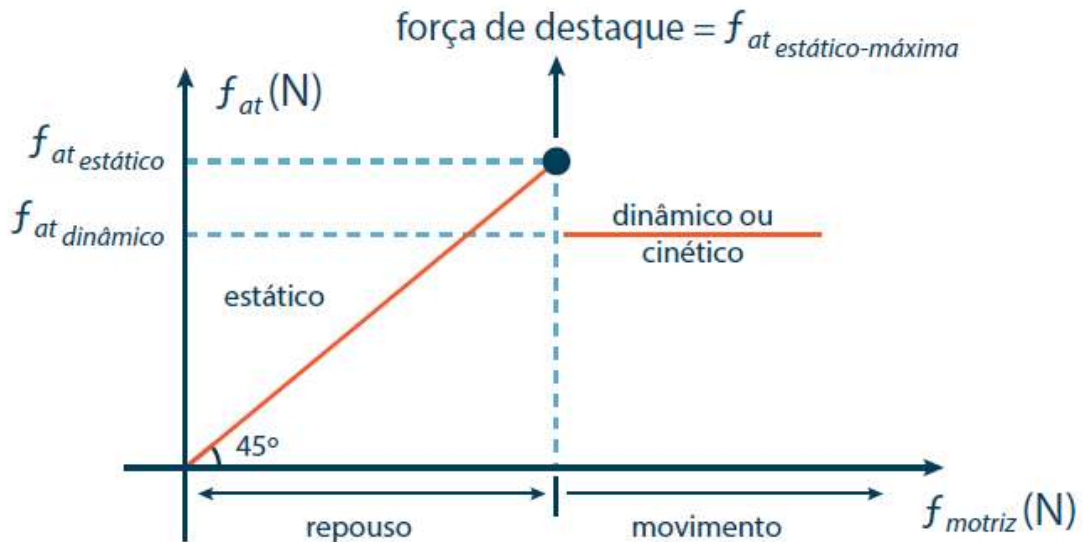
As leis enunciadas acima pressupõem que as superfícies estejam secas.

Pense e responda

O atrito sempre atrapalha o movimento?

A força de atrito também pode ser representada por meio do gráfico 1.

**Gráfico 1:** Representação do comportamento da força de atrito com a força motriz



Fonte: Batista et al. 2018, p. 67.

### 3.9 FORÇA ELÁSTICA

Quando efetuamos uma força sobre uma mola seu comprimento é alterado, ou seja, quando a mola é comprimida ou distendida, surge uma força elástica restauradora contrária à deformação. A lei de Hooke afirma que essa força é diretamente proporcional à variação sofrida no comprimento da mola, em relação à sua posição de equilíbrio. A constante de proporcionalidade da lei de Hooke é a constante elástica da mola.

$$\vec{F} = -k \cdot \vec{x} \quad (6)$$

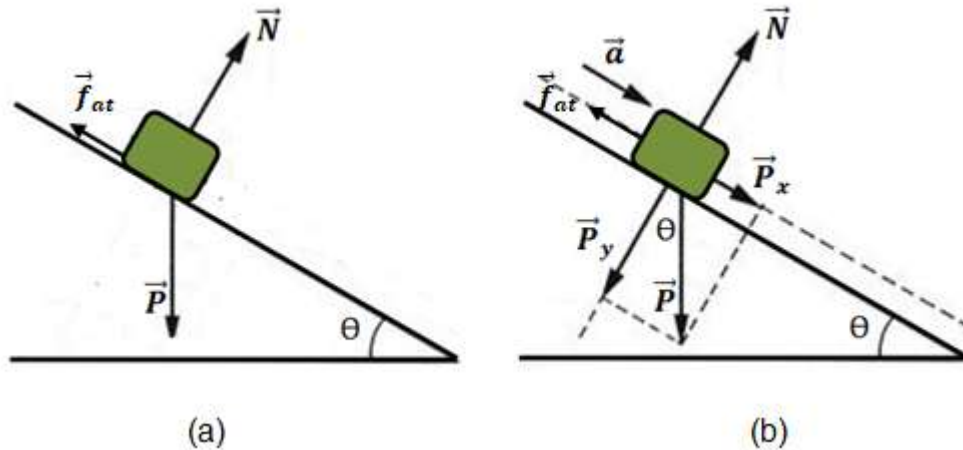
Onde  $F$  é a força elástica,  $k$  é a constante elástica característica da mola e  $x$  é a deformação sofrida pela mola em relação, à sua posição de equilíbrio ( $x = 0$ ).

#### Plano Inclinado

Quando colocamos um corpo sobre uma superfície inclinada de um ângulo  $\Theta$  qualquer e com atrito, o corpo fica sujeito a ação das forças, peso ( $\vec{P}$ ), que é a interação à distância entre o corpo e a Terra, força normal ( $\vec{N}$ ) que é resultado da

interação de contato com a superfície e força de atrito que também é uma força de contato com a superfície, figura 5 (a).

**Figura 5:** (a) Representação das forças peso, normal e atrito; (b) Representação das componentes da força peso.



**Fonte:** Os autores (2018)

De acordo com a figura 5 (b) podemos perceber que a componente do peso  $\vec{P}_y$  possui o mesmo módulo que a força normal  $\vec{N}$ , mas atua no sentido contrário por isso podem se cancelar. Desse modo a força resultante  $\vec{F}_R$ , que atua sobre o corpo, se constitui por uma das componentes do peso, a chamada  $\vec{P}_x$ , que encontra-se na mesma direção da aceleração movimento e pela força de atrito que neste caso possui a mesma direção e sentido contrário ao movimento. Temos que:

$$P_x = P \cdot \text{sen}\theta \quad (7)$$

$$N = P_y = P \cdot \text{cos}\theta \quad (8)$$

Assim o módulo da aceleração pode ser determinado por:

$$F_R = P_x - f_{at}$$

$$F_R = P \cdot \text{sen}\theta - \mu_d \cdot N$$

$$F_R = P \cdot \text{sen}\theta - \mu_d \cdot P \cdot \text{cos}\theta$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \text{sen}\theta - \mu_d \cdot m \cdot g \cdot \text{cos}\theta$$

$$a = g \cdot \text{sen}\theta - \mu_d \cdot g \cdot \text{cos}\theta$$

$$a = g \cdot (\text{sen}\theta - \mu_d \cdot \text{cos}\theta) \quad (9)$$

Caso não exista atrito no sistema a aceleração será dada por:

$$a = g \cdot (\text{sen}\theta) \quad (10)$$

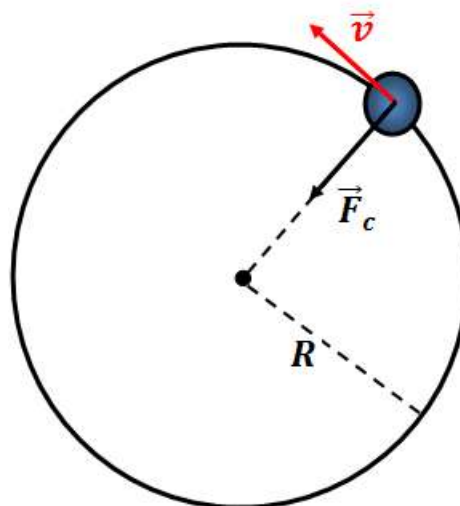
### 3.10 FORÇA CENTRÍPETA

Diferentemente das forças que estudamos até agora, a força centrípeta não é uma força de contato ou uma força de campo, pois de acordo com Newton as forças na natureza sempre acontece aos pares, e nesse caso a força centrípeta não tem o seu par de ação e reação. Isso se dá porque a força centrípeta é a força resultante que atua sobre o corpo quando este está em uma trajetória curvilínea, ou seja, a força centrípeta é a soma vetorial de todas as forças que agem sobre o corpo quando este encontra-se em uma trajetória curva (BATISTA et al. 2018).

Quando estudamos o movimento retilíneo uniforme variado, a força resultante era responsável por alterar o módulo do vetor velocidade, agora num movimento circular por exemplo é a força centrípeta que altera a direção e o sentido da velocidade  $\vec{v}$  do móvel.

Assim, podemos dizer que força centrípeta é uma força resultante ( $F_C = F_R$ ) cujo sentido aponta para o centro  $c$  da curva, ou seja, quando uma partícula realiza um Movimento Circular Uniforme (MCU), a resultante das forças que atuam nesse móvel é radial centrípeta, logo, tem a direção do raio da curva e sentido para o centro, como apresenta a figura 6.

**Figura 6:** Representação da força centrípeta em uma partícula que descreve um MCU.



**Fonte:** Os autores (2018)

Considere um corpo de massa  $m$  que descreve uma trajetória circular com velocidade escalar constante, isto é, realizando um movimento circular uniforme. Você aprendeu na Cinemática que, nesse movimento, o corpo fica sujeito a uma aceleração chamada aceleração centrípeta, cujo valor é dado pela expressão:

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad (11)$$

De acordo com o princípio fundamental da Dinâmica, temos que:

$$F_R = m \cdot a$$

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (12)$$

onde:

$m$  = massa (kg);

$v$  = velocidade (m/s);

$R$  = raio da trajetória (m)

## **4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

### **4.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA**

Nosso trabalho é de natureza qualitativa. Participaram desta pesquisa, 45 alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio do Colégio Fatecie Premium, na cidade de Paranavaí, Paraná, que contribuíram de forma significativa no encaminhamento metodológico. Trata-se de adolescentes na faixa etária entre quatorze e quinze anos. Antes de iniciar a pesquisas, foi feita uma consulta com a direção e a equipe pedagógica, apresentando o objetivo do trabalho assim a permissão para executar a mesma sobre a eficiência e a dinâmica de um produto educacional voltado a aprendizagem das três Leis de Newton e suas aplicações. Uma vez aceita pela escola, tomou-se o devido cuidado para que esta pesquisa fosse executada somente nas aulas de Física. Para participar da pesquisa, foi escolhida o Primeiro Ano do Ensino Médio, por ter no cronograma pedagógico na aprendizagem da disciplina de Física o tema da dinâmica (Leis de Newton e aplicações) que está inserida na mecânica. O período de aplicação do produto educacional foi o primeiro bimestre, correspondendo ao início de fevereiro até o final de abril do ano de 2018.

### **4.2 A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS**

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizado dinâmica de gestos com os braços, de acordo com o qual os alunos foram solicitados a analisar com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente).

Para nortear as respostas, foram propostas as seguintes questões:

- Acesso ao Software;
- Interface com Usuário;
- Clareza na Teoria;
- Clareza nos Exemplos;
- Clareza no Vídeo;
- Clareza nos Exercícios;
- Dinâmica do Game;
- Motivação no Final da Fase.

As respostas obtidas foram tratadas de acordo com os pressupostos da pesquisa qualitativa.

### **4.3 REGISTRO**

Todas as aulas foram registradas através de fotos, sejam aulas expositivas de conteúdo em sala de aula, ou aulas com a utilização do software. O pesquisador usou como ferramenta um aparelho de celular para efetuar os registros. Os participantes concordaram com os registros e tomou-se o cuidado de não expor os participantes.

### **4.4 TESTANDO O USO DO SOFTWARE NA ESCOLA**

Uma das atividades mais importantes da atividade proposta, foi o uso do software, que pôde ser utilizado com o objetivo de dinamizar a aula de Física, otimizando o aprendizado das três Leis de Newton e suas aplicações. Para dar início a utilização do software, o professor ligou o notebook, conectou a um Datashow, conectou-se a internet, acessou um navegador, digitou o endereço do software na busca do navegador ( `bet0.abelha.network` ) e por final se iniciou com a tela principal do software. A partir deste momento, os alunos começam a acessar o software pelo celular com o auxílio da rede wi-fi do colégio, é relevante ressaltar que a instituição na qual se aplicou a proposta é privada e que todos os alunos tinham a disposição celulares capazes de interagir com o software.

Quando os alunos visualizarem a tela principal do software, ai começa-se a testar a primeira fase ( Noções de Força ), neste momento o aluno terá de ler a teoria (acumula 50 pontos), exemplos (acumula 10 pontos de bônus), assistir o vídeo sobre o tema da fase (acumula 10 pontos de bônus) e a última etapa a resolução de cinco exercícios (acumula 200 pontos por exercício). A pontuação tem alguns critérios. Na fase teoria só acumula 50 pontos se ler a teoria, na fase exemplos o aluno tem a opção de acessar ou não, esta fase é bônus. Na fase vídeo o aluno tem a opção de acessar ou não, esta fase é bônus. Na última fase desta etapa, resolução dos exercícios, é uma obrigatoriedade a conclusão das cinco questões, só libera a próxima fase do software se esta fase for integralmente respondida. A programação do uso total do software é de uma aula para cada fase, totalizando em torno de 11 aulas, da apresentação até a conclusão.

#### 4.5 O ESPAÇO FÍSICO UTILIZADO E CRONOGRAMA

Todas as etapas da pesquisa foram realizadas em sala de aula, com o uso de recursos simples para que houvesse as atividades investigativas, discussões e aulas expositivas dos temas abordados na proposta didática e atividades com o uso do celular como fonte de acesso ao software e seus recursos de aprendizagem. Segue abaixo o resumo das atividades realizadas.

**Quadro 2:** Quadro dos Procedimentos

| ENCONTRO | DATA  | PROCEDIMENTO   |
|----------|-------|--|
| 1        | 09/04 | Introdução ao conceito de força. Apresentação do Software e utilização da primeira fase (Noções de Força).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, duas aulas de quarenta e cinco minutos.  |
| 2        | 16/04 | Introdução a primeira e segunda Lei de Newton. Acessar Software e utilização da segunda e terceira fase (primeira Lei de Newton e segunda Lei de Newton).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, duas aulas de quarenta e cinco minutos. |
| 3        | 23/04 | Introdução a terceira Lei de Newton e Força Peso. Acessar Software e utilização da quarta e quinta fase (terceira Lei de Newton e Força Peso).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, duas aulas de quarenta e cinco minutos.            |
| 4        | 30/04 | Introdução a Força Normal e Força Elástica. Acessar e utilização da sexta e sétima fase (Força Normal e Força Elástica).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, duas aulas de quarenta e cinco minutos.                                  |
| 5        | 07/05 | Introdução a Força Tração e Força Atrito. Acessar  |



|   |       |  |
|---|-------|--|
|   |       | Software e utilização da oitava e nona fase (Força Tração e Força Atrito).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, duas aulas de quarenta e cinco minutos.                    |
| 6 | 14/05 | Introdução a Força Centrípeta. Acessar Software e utilização da decima fase (Força Centrípeta).<br>Link: <a href="http://beto.abelha.network/#/0">http://beto.abelha.network/#/0</a><br>Foi necessário para este encontro, uma aula de quarenta e cinco minutos. |

**Fonte:** o autor (2018).

#### 4.6 DESCRIÇÃO DETALHADA DOS ENCONTROS

Durante as aulas foram abordados os seguintes conteúdos: Noções de força, Força Resultante, Força Peso, Força Normal, Força Elástica, Força de Tração, Força de Atrito e Força Centrípeta.

**Quadro 3:** Quadro Sintético das aulas

| AULA 1 | MOMENTO   | COMENTÁRIO   | TEMPO  |
|--------|---|--|--------|
|        | Apresentação da proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante 11 horas aulas, com o objetivo do ensino das Leis de Newton e as principais componentes de uma força. | O professor trabalhou o que é força propriamente dita com seus alunos, e posteriormente a sua evolução histórica.  | 45 min |
| AULA 2 | MOMENTO   | COMENTÁRIO   | TEMPO  |
|        | Aula expositiva: Definição de Força. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e Software.  | O professor apresentou aos alunos o software no formato game, com a finalidade de motivar e instruir os mesmos em relação as três Leis de Newton e principais componentes de uma força.<br><br>Foi exposto aos alunos que software é composto de dez fases, com valoração máxima de 1070 pontos por fase, 50 | 20 min |

|               |   |  |              |
|---------------|---|--|--------------|
|               |   | <p>pontos na teoria, 10 pontos de bônus nos exemplos, 10 pontos de bônus para assistir o vídeo completo sobre o tema da fase e 1000 pontos na resolução de cinco questões de 200 pontos cada.</p> <p>Ainda na exposição, foi orientado que o game sempre finaliza a fase com a soma dos pontos por cada passagem concluída (Teoria, Exemplos, Vídeo e Questões).</p>   |              |
|               | Atividade proposta de avaliação.  | O professor acessou o software no Datashow via computador na primeira fase do game, Noções de Força. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase.  | 25           |
| <b>AULA 3</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|               | Aula expositiva: Definição da Primeira Lei de Newton. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software. | O professor acessou o software no Datashow via computador na segunda fase do game, Primeira Lei de Newton. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e na anterior. Nesta fase, o professor observou que os alunos estavam mais motivados em concluir as fases seguintes. | 45 min       |

| <b>AULA 4</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|---------------|---|--|--------------|
|               | Aula expositiva: Definição da Segunda Lei de Newton. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software.  | O professor acessou o software no Datashow via computador na terceira fase do game, Segunda Lei de Newton. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor observou que os alunos estavam mais motivados em aprender mais sobre as Leis de Newton.                                  | 45 min       |
| <b>AULA 5</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|               | Aula expositiva: Definição da Terceira Lei de Newton. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software. | O professor acessou o software no Datashow via computador na quarta fase do game, Terceira Lei de Newton. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor observou claramente a satisfação dos alunos na dinâmica do game e no conhecimento adquirido sobre as Três Leis de Newton. | 45 min       |
| <b>AULA 6</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|               | Aula expositiva: Definição  | O professor acessou o software   | 45 min       |

|               |   |   |              |
|---------------|---|---|--------------|
|               | de Força Peso. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software.                              | no Datashow via computado na quinta fase do game, Força Peso. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequencia, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor observou que a maioria dos alunos tinham uma certa dificuldade em diferenciar massa de peso.   |              |
| <b>AULA 7</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>   | <b>TEMPO</b> |
|               | Aula expositiva: Definição de Força Normal. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software. | O professor acessou o software no Datashow via computado na sexta fase do game, Força Normal. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequencia, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor observou que os alunos permaneciam motivados, mas na passagem de cada fase a curiosidade em adquirir mais conhecimento era absoluta. Também ouve nesta fase, vários questionamentos por parte dos alunos sobre a finalidade da força normal. | 45 min       |
| <b>AULA 8</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>   | <b>TEMPO</b> |

|               |  |   |              |
|---------------|--|---|--------------|
|               | Aula expositiva: Definição de Força Elástica. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software.  | O professor acessou o software no Datashow via computador na sétima fase do game, Força Elástica. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor percebeu pelos comentários dos alunos, que seria de grande utilidade pedagógica e motivacional, que em outro momento se fizesse experimentos na sala de aula com molas de verdade.   | 45 min       |
| <b>AULA 9</b> | <b>MOMENTO</b>   | <b>COMENTÁRIO</b>   | <b>TEMPO</b> |
|               | Aula expositiva: Definição de Força de Tração. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software. | O professor acessou o software no Datashow via computador na oitava fase do game, Força de Tração. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequência, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor constatou que os alunos que não tinham motivação e nem interesse em aprender, estavam interagindo com o game e com uma curiosidade em saber o que teria de desafio na fase seguinte. Também foi observado que o conceito de | 45 min       |

|                    |   |  |              |
|--------------------|---|--|--------------|
|                    |   | Força de Tração era mais claro para os alunos.   |              |
| <b>AULA<br/>10</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|                    | Aula expositiva: Definição de Força de Atrito. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software.  | O professor acessou o software no Datashow via computador na nona fase do game, Força de Atrito. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequencia, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase, o professor perguntou para os alunos, o que eles achavam da Física, o resultado foi surpreendente, por unanimidade responderam que era uma disciplina bem legal. O game está chegando na sua última fase e a ideia de utilizar uma ferramenta para plataforma mobile, com finalidade motivacional, foi atingida. Também foi observado que o tema Força de Atrito era visto pelos alunos com uma certa dificuldade em diferenciar coeficiente de Atrito Estático do Dinâmico. | 45 min       |
| <b>AULA<br/>11</b> | <b>MOMENTO</b>  | <b>COMENTÁRIO</b>  | <b>TEMPO</b> |
|                    | Aula expositiva: Definição de Força Centrípeta. Uso do Datashow, computador, celular, quadro, giz e software. | O professor acessou o software no Datashow via computador na décima fase do game, Força de Centrípeta. Ressaltando que esta fase só foi liberada após a conclusão da fase anterior. Logo na sequencia, os alunos acessaram o software via celular nesta mesma fase. A  | 45 min       |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>partir deste momento os alunos começam a interagir nas etapas teoria, exemplos, vídeo e exercícios. No final o aluno saberá quantos pontos fez nesta fase e nas anteriores. Nesta fase e última do game, o professor concluiu que, o uso de ferramentas educacionais na plataforma mobile é um diferencial na sala de aula. A proposta de motivar os alunos em aprender Física, foi atingida com êxito, os alunos que eram apáticos e desmotivados foram contaminados por uma tecnologia que fala a linguagem da atualidade. Também foi observado pelo professor que o tema Força Centrípeta, era visto pelos alunos como uma simples aplicação de fórmula, quando eles viram que nesta fase este tema era abordado com conceito de força resultante, o entendimento ficou muito mais claro.</p> |  |
|--|--|---|--|

**Fonte:** o autor (2018).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 PRIMEIRO ENCONTRO: INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE FORÇA. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE E UTILIZAÇÃO DA PRIMEIRA FASE (NOÇÕES DE FORÇA).

Neste primeiro encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante onze horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino das três Leis de Newton, suas aplicações e a utilização de um software no formato de game que traz para as aulas de Física uma dinâmica diferenciada no processo de ensino-aprendizagem. Neste encontro, os alunos tiveram a oportunidade de perceber que o estudo da Física é uma das formas mais atraentes e emocionantes de conhecer o mundo em que vivemos, desvendando os segredos da natureza. Entretanto, esse estudo diversas vezes foi direcionamento de uma forma cansativa, apenas com o desenvolvimento de cálculos matemáticos. Na sequência foi apresentado aos alunos o software no formato de game com dez fases, pontuação máxima de 1070 pontos por fase e cada fase é dividida em quatro etapas com a seguinte pontuação: Teoria (50 pontos), Exemplos (10 pontos de bônus), Vídeo (10 pontos de bônus) e Exercícios (1000 pontos). Também foi apresentado as seguintes regras para valoração das etapas:

- A Etapa Teoria deve ser lida no tempo mínimo 1 minutos, caso contrário, o acesso a segunda fase é vetado;
- A Etapa Exemplos não tem obrigatoriedade;
- A Etapa Vídeo não tem obrigatoriedade, mas para ganhar o bônus, é necessário assistir o vídeo na íntegra;
- A Etapa Exercícios tem cinco questões de múltipla escolha com valoração de (200 pontos) cada e caso esta etapa não seja integralmente resolvida, o acesso à segunda fase é vetado.

Ainda sobre a Etapa Exercícios, foi ressaltado aos alunos que ao clicar em uma alternativa errada, o usuário perde 50 pontos.

A partir disso, os alunos acessaram o software pelo celular pessoal, abriram a primeira fase e começaram a interagir com a dinâmica do game.



**Figura 7** – Tela do software na fase Noções de Força



**Fonte:** o autor (2018).

No final da 1ª fase, foi feita seis perguntas sobre a utilização do software para serem respondidas com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente). Essa qualificação é feita com 45 alunos nos quadros abaixo.

**Quadro 4:** Análise dos alunos quanto a funcionalidade do software

|                       | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|-----------------------|-------------|------------|------------------|
| Acesso ao Software    | -           | 5          | 40               |
| Interface com Usuário | -           | 13         | 32               |

**Fonte:** o autor (2018).

Também foi levantado junto aos alunos algumas questões relativas a interação deles com a estrutura do software, os resultados encontrados estão dispostos no quadro 3.

**Quadro 5:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na primeira fase (Noções de Força)

|                              | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|------------------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria            | -           | 3          | 42               |
| Clareza nos Exemplos         | -           | 17         | 28               |
| Clareza no Vídeo             | -           | -          | 45               |
| Clareza nos Exercícios       | -           | 9          | 36               |
| Dinâmica do Game             | -           | -          | 45               |
| Aprendizado no Final da Fase | -           | 4          | 41               |

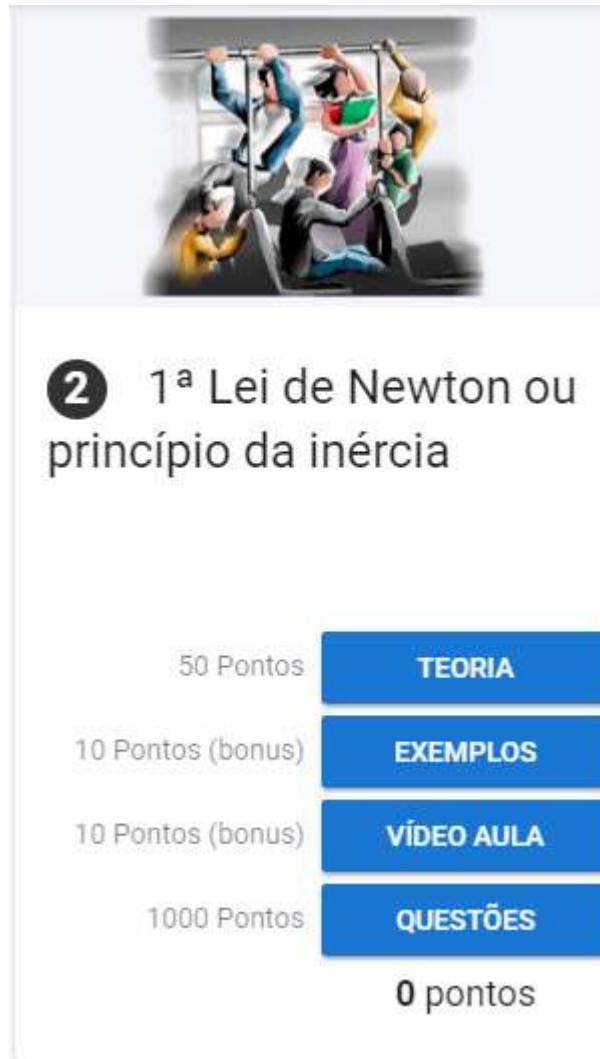
**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor observou que os alunos estavam mais motivados em concluir as fases seguintes.

## **5.2 SEGUNDO ENCONTRO: INTRODUÇÃO A PRIMEIRA LEI DE NEWTON E SEGUNDA LEI DE NEWTON. ACESSAR O SOFTWARE E UTILIZAÇÃO DA SEGUNDA E TERCEIRA FASE (PRIMEIRA LEI DE NEWTON E SEGUNDA LEI DE NEWTON).**

Neste segundo encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante duas horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino da Primeira Lei de Newton, Segunda Lei de Newton e a utilização do software já apresentado no primeiro encontro. Neste encontro, os alunos já cientes do funcionamento, regras e valoração das etapas de cada fase, acessam o software pelo celular pessoal e iniciam a segunda fase (Primeira Lei de Newton). Quando a segunda fase foi concluída, abriu-se o acesso à terceira fase (Segunda Lei de Newton), neste instante os alunos começam a interagir com a nova fase do game.

**Figura 8** – Tela do software na fase Primeira Lei de Newton



**Fonte:** o autor (2018).

No final da 3ª fase, foi feita seis questões sobre a utilização do software. Essa coleta foi feita com 45 alunos nos quadros 4 e 5.

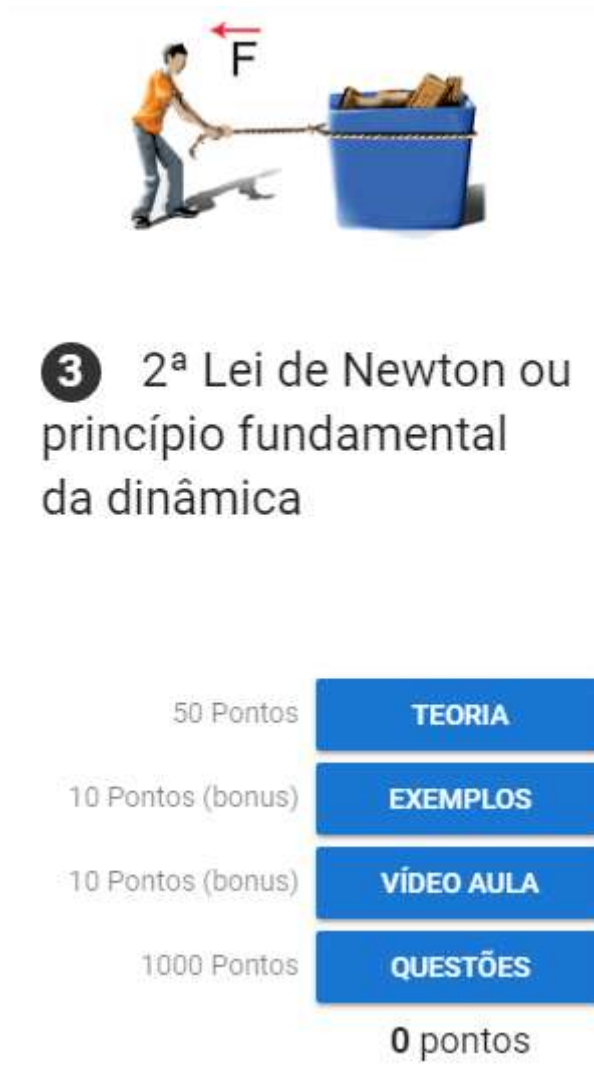
**Quadro 6:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na segunda fase (Primeira de Lei de Newton)

|                        | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|------------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria      | -           | 5          | 40               |
| Clareza nos Exemplos   | -           | 15         | 30               |
| Clareza no Vídeo       | -           | 3          | 42               |
| Clareza nos Exercícios | -           | 3          | 42               |
| Dinâmica do Game       | -           | -          | 45               |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Aprendizado no Final da Fase | - | 5 | 40 |
|------------------------------|---|---|----|

Fonte: o autor (2018).

Figura 9 – Tela do software na fase Segunda Lei de Newton



**3** 2ª Lei de Newton ou princípio fundamental da dinâmica

50 Pontos **TEORIA**

10 Pontos (bonus) **EXEMPLOS**

10 Pontos (bonus) **VÍDEO AULA**

1000 Pontos **QUESTÕES**

0 pontos

Fonte: o autor (2018).

**Quadro 7:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na terceira fase (Segunda de Lei de Newton)

|                        | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|------------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria      | -           | 5          | 40               |
| Clareza nos Exemplos   | -           | 15         | 30               |
| Clareza no Vídeo       | -           | 3          | 42               |
| Clareza nos Exercícios | -           | 3          | 42               |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 5 | 40 |


**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor observou que os alunos estavam mais motivados em aprender mais sobre as Leis de Newton.

### **5.3 TERCEIRO ENCONTRO: INTRODUÇÃO A TERCEIRA LEI DE NEWTON E FORÇA PESO. ACESSAR SOFTWARE E UTILIZAÇÃO DA QUARTA E QUINTA FASE (TERCEIRA LEI DE NEWTON E FORÇA PESO).**

Neste terceiro encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante duas horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino da Terceira Lei de Newton, Força Peso e a utilização do software já apresentado no primeiro encontro. Neste encontro, os alunos já cientes do funcionamento, regras e valoração das etapas de cada fase, acessam o software pelo celular pessoal e iniciam a quarta fase (Terceira Lei de Newton). Quando a quarta fase foi concluída, abriu-se o acesso à quinta fase (Força Peso), neste instante os alunos começam a interagir com a nova fase do game.

**Figura 10** – Tela do software na fase Terceira Lei de Newton



**4** 3ª Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 50 Pontos         | <b>TEORIA</b>     |
| 10 Pontos (bonus) | <b>EXEMPLOS</b>   |
| 10 Pontos (bonus) | <b>VÍDEO AULA</b> |
| 1000 Pontos       | <b>QUESTÕES</b>   |
| 0 pontos          |                   |

**Fonte:** o autor (2018).

No final da 4ª e 5ª fases, foi feita seis perguntas sobre a utilização do software para serem respondidas com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente). Essa qualificação é feita com 45 alunos nos quadros abaixo.

**Quadro 8:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na quarta fase (Terceira de Lei de Newton)

|                              | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|------------------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria            | -           | 2          | 43               |
| Clareza nos Exemplos         | -           | 12         | 33               |
| Clareza no Vídeo             | -           | -          | 45               |
| Clareza nos Exercícios       | -           | 2          | 43               |
| Dinâmica do Game             | -           | -          | 45               |
| Aprendizado no Final da Fase | -           | 1          | 44               |

**Fonte:** o autor (2018).

**Figura 11** – Tela do software na fase Força Peso



**Fonte:** o autor (2018).

**Quadro 9:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na quinta fase (Força Peso)

|                              | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|------------------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria            | -           | 5          | 40               |
| Clareza nos Exemplos         | -           | 15         | 30               |
| Clareza no Vídeo             | -           | 3          | 42               |
| Clareza nos Exercícios       | -           | 3          | 42               |
| Dinâmica do Game             | -           | -          | 45               |
| Aprendizado no Final da Fase | -           | 5          | 40               |

**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor observou claramente a satisfação dos alunos na dinâmica do game e no conhecimento adquirido sobre as Três Leis de Newton. Também, observou-se que, a maioria dos alunos tinham uma certa dificuldade em diferenciar massa de peso

#### **5.4 QUARTO ENCONTRO: INTRODUÇÃO A FORÇA NORMAL E FORÇA ELÁSTICA. ACESSAR E UTILIZAÇÃO DA SEXTA E SÉTIMA FASE (FORÇA NORMAL E FORÇA ELÁSTICA).**

Neste quarto encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante duas horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino da Força Normal, Força Elástica e a utilização do software já apresentado no primeiro encontro. Neste encontro, os alunos já cientes do funcionamento, regras e valoração das etapas de cada fase, acessam o software pelo celular pessoal e inicia a sexta fase (Força Normal). Quando a sexta fase foi concluída, abriu-se o acesso à sétima fase (Força Elástica), neste instante os alunos começam a interagir com a nova fase do game.



**Figura 12** – Tela do software na fase Força Normal



## 6 Força normal

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 50 Pontos         | TEORIA     |
| 10 Pontos (bonus) | EXEMPLOS   |
| 10 Pontos (bonus) | VÍDEO AULA |
| 1000 Pontos       | QUESTÕES   |
| 0 pontos          |            |

**Fonte:** o autor (2018).

No final da 6ª e 7ª fases, foi feita seis perguntas sobre a utilização do software para serem respondidas com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente). Essa qualificação é feita com 45 alunos nos quadros abaixo.

**Quadro 10:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na sexta fase (Força Normal)

|                      | RUIM | BOM | EXCELENTE |
|----------------------|------|-----|-----------|
| Clareza na Teoria    | -    | 7   | 38        |
| Clareza nos Exemplos | -    | 8   | 37        |
| Clareza no Vídeo     | -    | 3   | 41        |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Clareza nos Exercícios       | - | 5 | 40 |
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 5 | 40 |

Fonte: o autor (2018).

Figura 13 – Tela do software na fase Força Elástica



Fonte: o autor (2018).

**Quadro 11:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na sétima fase (Força Elástica)

|                      | RUIM | BOM | EXCELENTE |
|----------------------|------|-----|-----------|
| Clareza na Teoria    | -    | 10  | 35        |
| Clareza nos Exemplos | -    | 15  | 30        |
| Clareza no Vídeo     | -    | 4   | 41        |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Clareza nos Exercícios       | - | 6 | 39 |
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 1 | 44 |

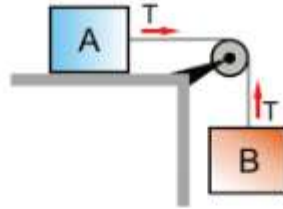
**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor observou que os alunos permaneciam motivados, mas na passagem de cada fase a curiosidade em adquirir mais conhecimento era absoluta. Também houve nesta fase, vários questionamentos por parte dos alunos sobre a finalidade da força normal. Neste encontro também, o professor percebeu pelos comentários dos alunos, que seria de grande utilidade pedagógica e motivacional, que em outro momento se fizesse experimentos na sala de aula com molas de verdade

#### **5.5 QUINTO ENCONTRO: INTRODUÇÃO A FORÇA TRAÇÃO E FORÇA ATRITO. ACESSAR O SOFTWARE E UTILIZAÇÃO DA OITAVA E NONA FASE (FORÇA TRAÇÃO E FORÇA ATRITO).**

Neste quinto encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante duas horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino da Força Tração, Força Atrito e a utilização do software já apresentado no primeiro encontro. Neste encontro, os alunos já cientes do funcionamento, regras e valoração das etapas de cada fase, acessam o software pelo celular pessoal e inicia a oitava fase (Força Tração). Quando a oitava fase foi concluída, abriu-se o acesso à nona fase (Força Atrito), neste instante os alunos começam a interagir com a nova fase do game.

**Figura 14** – Tela do Software software na fase Força Tração



## 8 Força de tração

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 50 Pontos         | TEORIA     |
| 10 Pontos (bonus) | EXEMPLOS   |
| 10 Pontos (bonus) | VÍDEO AULA |
| 1000 Pontos       | QUESTÕES   |
| 0 pontos          |            |

**Fonte:** o autor (2018).

No final da 8ª e 9ª fases, foi feita seis perguntas sobre a utilização do software para serem respondidas com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente). Essa qualificação é feita com 45 alunos nos quadros abaixo.

**Quadro 12:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na oitava fase (Força Tração)

|                        | RUIM | BOM | EXCELENTE |
|------------------------|------|-----|-----------|
| Clareza na Teoria      | -    | 4   | 41        |
| Clareza nos Exemplos   | -    | 2   | 43        |
| Clareza no Vídeo       | -    | -   | 45        |
| Clareza nos Exercícios | -    | 6   | 39        |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 9 | 36 |

Fonte: o autor (2018).

**Figura 15** - Imagem do aluno utilizando software na fase Força Atrito



Fonte: o autor (2018).

**Quadro 13:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na nona fase (Força Atrito)

|                      | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|----------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria    | -           | 7          | 38               |
| Clareza nos Exemplos | -           | 4          | 41               |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Clareza no Vídeo             | - | 1 | 44 |
| Clareza nos Exercícios       | - | 1 | 44 |
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 9 | 36 |

**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor constatou que os alunos que não tinham motivação e nem interesse em aprender, estavam interagindo com o game e com uma curiosidade em saber o que teria de desafio na fase seguinte. Também foi observado que o conceito de Força de Tração era mais claro para os alunos. Neste encontro o professor perguntou para os alunos, o que eles achavam da Física, o resultado foi surpreendente, por unanimidade responderam que era uma disciplina bem legal. O game está chegando na sua última fase e a ideia de utilizar uma ferramenta para plataforma mobile, com finalidade motivacional, foi atingida. Também foi observado que o tema Força de Atrito era visto pelos alunos com uma certa dificuldade em diferenciar coeficiente de Atrito Estático do Dinâmico

## **5.6 SEXTO ENCONTRO: INTRODUÇÃO A FORÇA CENTRÍPETA. ACESSAR O SOFTWARE E UTILIZAÇÃO DA DECIMA FASE (FORÇA CENTRÍPETA).**

Neste sexto encontro, apresentamos a proposta ensino e aprendizagem a ser trabalhada durante duas horas aulas com os alunos, bem como o objetivo do ensino de Força Centrípeta e a utilização do software já apresentado no primeiro encontro. Neste encontro, os alunos já cientes do funcionamento, regras e valoração das etapas de cada fase, acessam o software pelo celular pessoal e inicia a décima fase (Força Centrípeta). Quando a nona fase foi concluída, abriu-se o acesso à décima fase, neste instante os alunos começam a interagir com a nova e última fase do game.

**Figura 16** – Tela do Software software na fase Força Atrito



**Fonte:** o autor (2018).

No final da 10ª fase, foi feita seis perguntas sobre a utilização do software para serem respondidas com o simples gesto de erguer os braços, seguindo o seguinte critério: Não ergue nenhum braço (ruim), ergue um braço (bom) e ergue dois braços (excelente). Essa qualificação é feita com 45 alunos nos quadros abaixo.

**Quadro 14:** Análise dos alunos quanto a dinâmica do software na décima fase (Força Centrípeta)

|                      | <b>RUIM</b> | <b>BOM</b> | <b>EXCELENTE</b> |
|----------------------|-------------|------------|------------------|
| Clareza na Teoria    | -           | 4          | 41               |
| Clareza nos Exemplos | -           | 2          | 43               |
| Clareza no Vídeo     | -           | -          | 45               |

|                              |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|
| Clareza nos Exercícios       | - | 6 | 39 |
| Dinâmica do Game             | - | - | 45 |
| Aprendizado no Final da Fase | - | 9 | 36 |

**Fonte:** o autor (2018).

No final do encontro, o professor concluiu que, o uso de ferramentas educacionais na plataforma mobile é um diferencial na sala de aula. A proposta de motivar os alunos em aprender Física, foi atingida com êxito, os alunos que eram apáticos e desmotivados foram contaminados por uma tecnologia que fala a linguagem da atualidade. Também foi observado pelo professor que o tema Força Centrípeta, era visto pelos alunos como uma simples aplicação de fórmula, quando eles viram que nesta fase este tema era abordado com conceito de força resultante, o entendimento ficou muito mais claro.

*"Professor podíamos ter mais aulas assim" (Aluno 1).*

Com relação ao conteúdo de física estudado durante a implementação da proposta também podemos inferir que os resultados foram positivos, visto que na avaliação, aproximadamente 70% do número total de alunos obtiveram êxito, atingindo notas acima da média. E isso ficou evidente na fala dos alunos:

*"utilizei o aplicativo para estudar para a prova professor, foi mais legal que ler na apostila" (Aluno 7).*

*"eu também" (Aluno 21).*

Podemos dizer que a proposta implementada obteve sucesso pois, o ambiente de aprendizagem gerado por meio da participação dos grupos permitiu aos alunos desenvolver os conteúdos atitudinais, de responsabilidade e respeito. Por fim podemos dizer que a implementação do produto educacional permitiu aos alunos se motivarem para o estudo da Física, o que é desejável visto que o primeiro passo para a aprendizagem é a motivação do aluno para a mesma.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constante busca de caminhos para a melhoria do trabalho pedagógico escolar que vise à aceitação de todos e a inclusão destes tem sido uma constante entre educadores. Colocar as novas tecnologias a favor da aprendizagem veio para quebrar barreiras e ajudar os sujeitos na construção de novos saberes, o que implica agregar as mudanças sociais ao ambiente escolar. Este trabalho teve como proposta principal, a criação de uma ferramenta tecnológica para motivar a aprendizagem da disciplina de Física e interagir os alunos de uma forma mais dinâmica e atraente com esta que é uma das disciplinas mais intrigantes e fascinantes existente na humanidade.

Desenvolver um software para aprender Física é um desafio, pois a disciplina já é vista pelos alunos como um momento de muito cálculo e pouca dinâmica. A ideia de conectar aprendizado e game, fez com que o professor tivesse maior dinâmica no trabalho pedagógico e o aluno mais interesse em participar desta nova metodologia de ensino. A proposta de introduzir as Três Leis de Newton e suas aplicações em um software, tem relação com as deficiências que os alunos da primeira série do ensino médio encontram em assimilar e aprender este tema da dinâmica. Comparando o papel exercido pelo professor antes e após o desenvolvimento tecnológico, percebeu-se que, como mediador da aprendizagem por meio de tecnologias, o educador deve agregar a sua experiência de vida profissional às proposições do mundo moderno. Um dos fatores mais relevantes deste trabalho, foi a motivação e o interesse dos alunos em aprender mais sobre cada tema apresentado neste software no formato game, a apatia e o desinteresse em aprender Física, deu espaço ao descobrir o que não se conhecia, buscar uma competição entre os alunos, agregar pontos por conquistas, mostrar que o relevante não é quem fez mais pontos, e sim, a mudança de postura dos alunos em relação a Física, todos saíram ganhando, o professor por conseguir motivar e prender a atenção dos alunos e os alunos em descobrir que aprender Física não é um tédio, é sim, muito gratificante. Recomenda-se aos educadores e aos pesquisadores aprofundar as discussões aqui apresentadas para novos estudos e para valer sua aplicabilidade.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.
- BATISTA M. C., FUSINATO P. A., A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física. **REnCiMa**, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015.
- BATISTA M. C., FUSINATO P. A., OLIVEIRA A. A. Contribuições de uma oficina de astronomia para a formação inicial de professores dos anos iniciais, **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, V10 (2), Ago. 2017, p. 107-128.
- BATISTA M. C., FUSINATO P. A., OLIVEIRA A. A. Astronomia nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental I, **Ensino & Pesquisa**: Revista multidisciplinar de licenciatura e formação docente, v.16, n.03, jul./set 2018, p. 46-64.
- BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C.. **Física Geral**. Maringa-Pr.: Unicesumar, 2018.247 p.
- CANOVAS, D. P. S.; UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO TEMA LUZ E CORES, 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- CARDOSO, S. P., COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**. 23(2), p401-404, 2000.
- DUAIK, A. E. O Hipertexto na Construção do Ensino. **Revista Educação e Ensino – USF**, 4(2), p27-40, 1999.
- GIACOMINI, R. A., MIRANDA, P. C. M. L., SILVA, A. S. K. P., LIGIERO, C. B. P., Jogo educativo sobre a tabela periódica aplicado no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, 1(1), p61-72, 2006.
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2015). Smartphones & Co. in Physics Education: Effects of Learning with New Media Experimental Tools in Acoustics Multidisciplinary research on teaching and learning (pp. 253-269): Springer.
- MACHADO, A.H. Equilíbrio Químico: Concepções e Distorções no Ensino e na Aprendizagem. Dissertação de Mestrado, Unicamp - Faculdade de Educação, Brasil, 1992.
- MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017.
- MORAN. J.M. – Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Revista Informatica e Educação**: teoria e Prática. Porto Alegre, vol. 3, n.1(set. 2000)
- OBLINGER, D. G. Multimedia in the classroom. **Information Technology and Libraries**, 12(2), p246(2), 1993.
- OPREA M., MIRON C. Mobile phones in the modern teaching of physics. **Romanian Reports in Physics**, Vol. 66, No. 4, P. 1236–1252, 2014
- PELIZZARI, A., KRIEGL, M. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L., DOROCINSKI, S. I., Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, 2(1), p37-42, 2002.

PIMENTEL, E. C. B., A física nos brinquedos: o Brinquedo como Recurso Instrucional no Ensino da Terceira Lei de Newton. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, UNB, Brasília, 2007, 187p.

SILVA E. G., A inclusão do lúdico como recurso metodológico para se ensinar física no ensino básico, **II Congresso brasileiro de educação inclusiva**, Campina Grande - PE, 2016

SILVA, L. R. C., O uso de aplicativos para smartphones e tablets no ensino de física: análise da aplicabilidade em uma universidade pública no estado do Rio Grande do Sul. **XIII Congresso Nacional de Educação (Anais)**, 2017. P.10067-10078.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: Foudations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, 1987.

TIRONI C. R., SCHMIT E., SCHUHMACHER V. R. N., SCHUHMACHER E. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. Atas do **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

# APÊNDICE

**APÊNCICE: PRODUTO EDUCACIONAL**

# **PRODUTO EDUCACIONAL**

**APRENDENDO DINÂMICA COM O AUXILIO DA TECNOLOGIA MOBILE**

**ALBERTO DE PAULA FREIRE  
MICHEL CORCI BATISTA  
GILSON JUNIOR SCHIAVON**

**Campo Mourão  
2018**



**ALBERTO DE PAULA FREIRE**

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

**APRENDENDO DINÂMICA COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA MOBILE**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista  
Coorientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

CAMPO MOURÃO  
2018

## APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

### APRENDENDO DINÂMICA COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA MOBILE

Esse software foi produzido com o intuito de colaborar com os professores de física que ministram o conteúdo de dinâmica. Todo o conteúdo é direcionado para o ensino médio. A linguagem utilizada para desenvolver este software foi a JavaScript. Houve um tempo em que a internet era uma coisa estática, chata e sem vida. Em seus primórdios, a World Wide Web era apenas um grande aglomerado de páginas HTML com links que apontavam uns para os outros e nada mais. Com o passar dos anos, as necessidades de quem navegava na internet foram ficando cada vez mais complexas e exigiam uma forma mais avançada das páginas web interagirem com os navegadores e seus usuários. Hoje, a realidade é completamente diferente. A internet não é mais composta por meros documentos HTML com um punhado de texto e imagens, mas sim por aplicações completas e funcionais que facilitam enormemente o dia-a-dia de todos. E tudo isso graças ao surgimento de uma certa tecnologia que está presente em nossa vida digital, mesmo que sequer nos demos conta disso: o JavaScript. Essa linguagem de programação não foi projetada para rodar em servidores (como linguagens mais tradicionais), mas no navegador do usuário. Ignorada por alguns e subestimada por outros (houve um tempo em que ela foi considerada uma "linguagem de brinquedo"), atualmente não há um site sequer que não a use e os incríveis avanços da www (aplicações ricas, atualização dinâmica de conteúdo, etc) seriam impossíveis sem ela. O endereço de acesso do software no navegador é **betto.abelha.network**.

## REGRAS E FUNCIONAMENTO DO SOFTWARE

O software tem dez fases que estão divididas em:

1ª Fase (Noções de Força);

2ª Fase (Primeira Lei de Newton);

3ª Fase (Segunda Lei de Newton);

4ª Fase (Terceira Lei de Newton);

5ª Fase (Força Peso);

6ª Fase (Força Normal);

7ª Fase (Força Elástica);

8ª Fase (Força de Tração);

9ª Fase (Força de Atrito);

10ª Fase (Força Centrípetas).

Para utilizar o software, o aluno tem que seguir as seguintes regras de funcionamento:

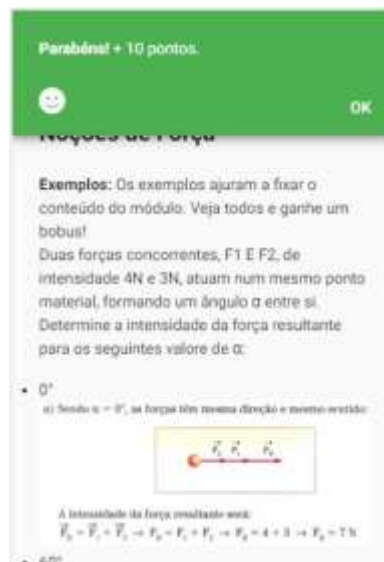
O aluno deve abrir o game, somente a primeira fase estará liberada para acesso. Para acessar a segunda fase do game o aluno precisa cumprir as etapas da primeira fase, e assim até a décima fase. Cada fase do game contempla um assunto da dinâmica newtoniano de forma a ir aumentando o rol de conteúdos e nível de dificuldade com o desenrolar das fases.



- Na teoria o aluno ganha 50 pontos apenas por acessar esta etapa. O aluno consegue dentro da fase acessar outros ícones sem ler a teoria, no entanto não recebe a pontuação da etapa;



- Nos Exemplos o aluno ganha 10 pontos de bônus quando acessa esta etapa. Aqui o aluno tem disponível um ou mais exemplos resolvido (s) da teoria que acabou de estudar.



- No Vídeo o aluno ganha 10 pontos de bônus quando acessa esta etapa e assiste o vídeo na íntegra.

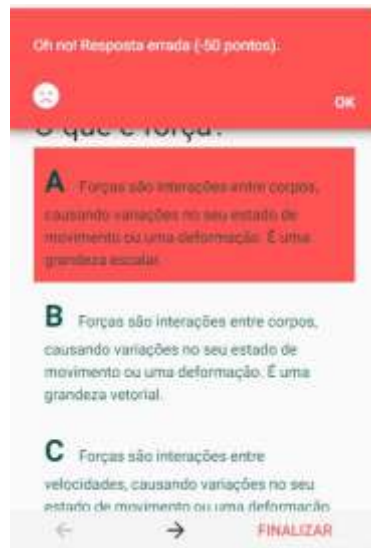


- Na hipótese do aluno não assistir o vídeo na íntegra, ou seja, avançar o vídeo só pra ganhar o bônus, o software não aceita;



- Na etapa das questões, o aluno tem uma bateria de cinco questões de múltipla escolha, com apenas uma alternativa correta. A valoração

máxima de cada questão é de (200 pontos) e a mínima é de (50 pontos). A dinâmica desta etapa é muito interessante porque quando o aluno marca uma alternativa errada ele perde (50 pontos), e assim continua até ele marcar a alternativa correta.



- O aluno tem que ter muita atenção na resolução das questões, pois quando passa uma sem responder, o software avisa para conferir. Outro aspecto muito importante na liberação da fase posterior é a conclusão das questões na fase anterior.



- Na conclusão da fase, o software mostra o acumulo de pontos conseguido nas passagens de cada etapa.



## FASES DO SOFTWARE

### 1ª Fase (Noções de Força)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**



- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**


← 1ª Fase - Teoria

### Noções de Força

**Definição:** Quando acontece uma interação entre corpos, podem ocorrer variações na velocidade, deformações ou ambos os fenômenos. **As causas dessas variações ou deformações são denominadas forças.**

Quando um corpo é abandonado de uma determinada altura, cai com movimento acelerado devido a força de atração da Terra.

Ao chutarmos uma bola, o pé faz sobre ela uma força que, além de deformá-la, inicia-lhe o movimento.



- Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)

← 1ª Fase - Exemplos


### Noções de Força

**Exemplos:** Os exemplos ajudam a fixar o conteúdo do módulo. Veja todos e ganhe um bônus!

Duas forças concorrentes,  $F_1$  e  $F_2$ , de intensidade 4N e 3N, atuam num mesmo ponto material, formando um ângulo  $\alpha$  entre si. Determine a intensidade da força resultante para os seguintes valores de  $\alpha$ :

- $0^\circ$ 

a) Sendo  $\alpha = 0^\circ$ , as forças são na mesma direção e mesmo sentido:



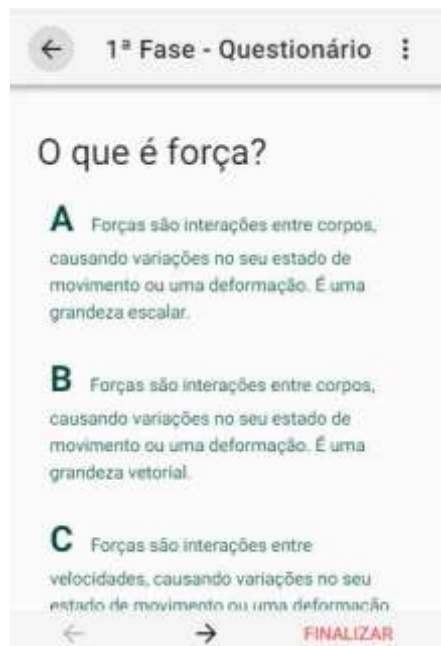
A intensidade da força resultante será:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \rightarrow F_R = F_1 + F_2 \rightarrow F_R = 4 + 3 \rightarrow F_R = 7\text{N}$$
- $60^\circ$

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)



- Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)



## 2ª Fase (Primeira Lei de Newton)

- Menu (Distribuição das Etapas)

2 1ª Lei de Newton ou princípio da inércia

50 Pontos **TEORIA**

10 Pontos (bonus) **EXEMPLOS**

10 Pontos (bonus) **VIDEO AULA**

1000 Pontos **QUESTÕES**

0 pontos

- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**

← 2ª Fase - Teoria ⋮

**1ª LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA INÉRCIA**

**O que é a primeira lei de Newton?**  
Também chamada de Lei da Inércia, essa é a coisa mais importante para entender sobre movimento.

**Por que a velocidade dos objetos diminui?**  
Antes de Galileu e Newton, muitos acreditavam que os objetos desaceleravam porque possuíam uma tendência natural para isso. Mas essas pessoas não levavam em consideração várias forças - ex: atrito, gravidade, e a resistência do ar - que provocam mudança de velocidade nos objetos aqui na terra. Se pudéssemos observar o movimento de um objeto no espaço, poderíamos notar as

- Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)

← 2ª Fase - Exemplos

### Exemplo 1: Sonda espacial à deriva

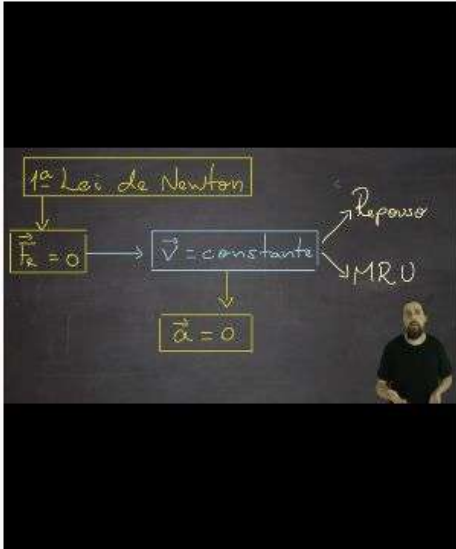
Uma sonda espacial está à deriva com uma velocidade constante no espaço (longe de qualquer influência de planetas e estrelas) com seus propulsores desligados. Se dois propulsores forem ligados simultaneamente exercendo forças idênticas para as direções esquerda e direita nas direções mostradas, o que aconteceria com o movimento do foguete?

- a) A sonda espacial continuaria com velocidade constante
- b) A sonda espacial aumentaria sua velocidade
- c) A sonda espacial diminuiria sua velocidade e pararia
- d) A sonda espacial pararia imediatamente.

A resposta correta é: a) De acordo com a

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)

← 2ª Fase - Vídeo aula



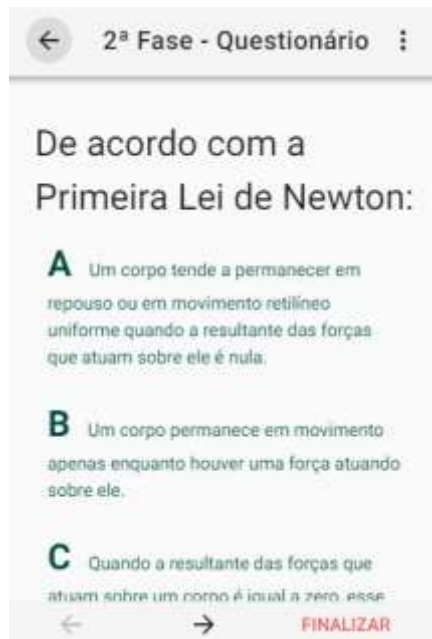
The video frame shows a chalkboard with the following content:

- 1ª Lei de Newton
- $\vec{F}_{\text{R}} = 0$
- $\vec{v} = \text{constante}$
- $\vec{a} = 0$
- Reposo
- MRU

A person is visible in the bottom right corner of the video frame.



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



### 3ª Fase (Segunda Lei de Newton)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**



- Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)

← 3ª Fase - Teoria

**2ª Lei de Newton ou princípio fundamental da dinâmica**

O que é a segunda lei de Newton?  
No mundo da física introdutória, a Segunda Lei de Newton é uma das leis mais importantes que você irá aprender. Ela é usada em quase todos os capítulos de todo livro de física, por isso é importante a dominar esta lei o quanto antes.

Sabemos que os objetos só podem ser acelerados se houver forças atuando sobre eles. A segunda lei de Newton nos diz exatamente quanto um objeto será acelerado por uma dada força resultante

- Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)

← 3ª Fase - Exemplos

**Exemplo 1: Newton, a tartaruga**

Uma tartaruga de 1,2 kg chamada Newton tem quatro forças exercidas sobre ela, como mostrado no diagrama abaixo.

Qual é a aceleração horizontal da tartaruga Newton?  
Qual é a aceleração vertical da tartaruga Newton?

Para encontrar a aceleração horizontal, usaremos a Segunda Lei de Newton para a direção horizontal.

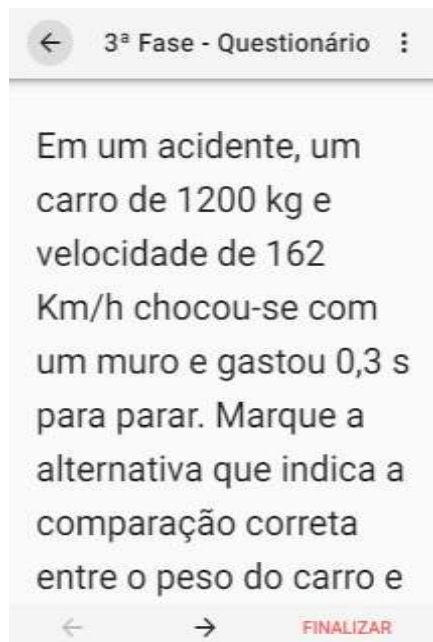
$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} \text{ (Comece com a Segunda Lei de Newton para a direção horizontal.)}$$

$$a_x = \frac{(30N)\cos 30^\circ - 22N}{1,2kg} \text{ (Substitua as forças horizontais com os sinais negativos corretos.)}$$

- **Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)**



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



#### 4ª Fase (Terceira Lei de Newton)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**



**4** 3ª Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação

50 Pontos **TEORIA**

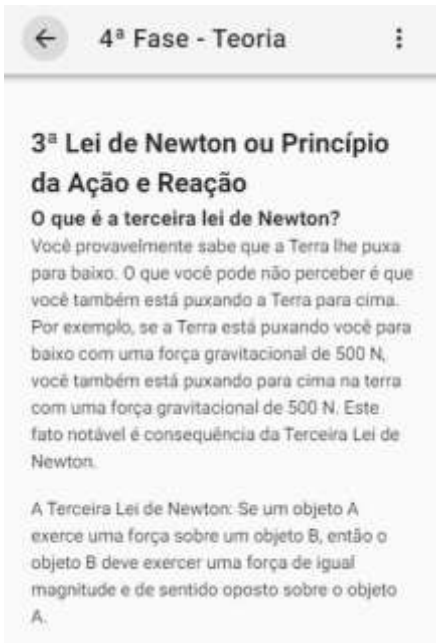
10 Pontos (bonus) **EXEMPLOS**

10 Pontos (bonus) **VÍDEO AULA**

1000 Pontos **QUESTÕES**

0 pontos

- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**



← 4ª Fase - Teoria

**3ª Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação**

**O que é a terceira lei de Newton?**

Você provavelmente sabe que a Terra lhe puxa para baixo. O que você pode não perceber é que você também está puxando a Terra para cima. Por exemplo, se a Terra está puxando você para baixo com uma força gravitacional de 500 N, você também está puxando para cima na terra com uma força gravitacional de 500 N. Este fato notável é consequência da Terceira Lei de Newton.

A Terceira Lei de Newton: Se um objeto A exerce uma força sobre um objeto B, então o objeto B deve exercer uma força de igual magnitude e de sentido oposto sobre o objeto A.

- **Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)**

← 4ª Fase - Exemplos ⋮

### Exemplo 1: Empurrando uma geladeira

Uma pessoa conduz um carro, Carro 1, para a direita enquanto empurra um outro carro, Carro 2, este carregando uma geladeira enorme. A massa total do Carro 2, carro mais geladeira, é três vezes a massa total do Carro 1, carro mais pessoa. Se a pessoa está dirigindo com força suficiente para que os dois carros acelerem para a direita, o que pode ser dito com certeza sobre as magnitudes das forças sobre os carros? 🤖

A força no Carro 2 exercida pelo Carro 1 é igual em magnitude à força no Carro 1 exercida pelo Carro 2.

Não importa se há aceleração ou se a massa de um objeto é maior do que o outro objeto.

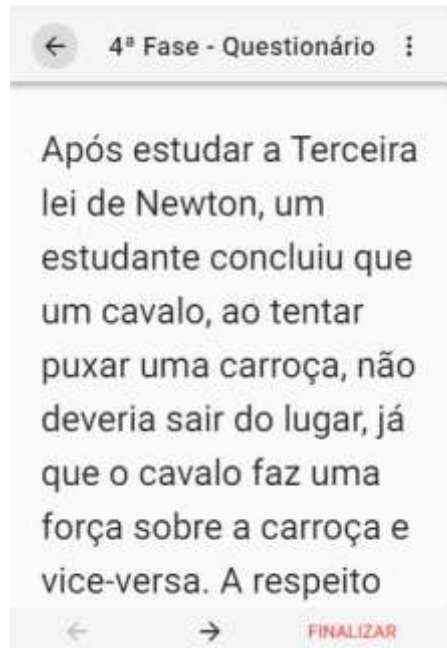
- **Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)**

← 4ª Fase - Vídeo aula ⋮



The video frame shows a man in a black shirt standing next to a diagram. The diagram depicts a brown box on a wooden table. A white arrow points downwards from the center of the box, labeled with the letter 'P' and a vector arrow above it, representing the weight force acting on the box.

- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



### 5ª Fase (Força Peso)

- Menu (Distribuição das Etapas)



- Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)

← 5ª Fase - Teoria

### Força peso

**O que é peso?**  
 Peso,  $P$ , é apenas outro nome para a força da gravidade  $F_g$ . O peso é uma força que age o tempo todo sobre todos os objetos próximos à Terra. A Terra puxa todos os objetos com uma força de gravidade para baixo, na direção do seu centro. A magnitude da força da gravidade pode ser encontrada multiplicando a massa  $m$  do objeto pela magnitude da aceleração da gravidade  $g = +9,8 \text{ m/s}^2$ .

**Por que  $g$  não é negativo?**  
 A aceleração da gravidade  $a_g$  é negativa (considerando que você escolheu para baixo como a direção negativa), mas a letra  $g$  é normalmente usada para representar a magnitude da

- Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)

← 5ª Fase - Exemplos

### Exemplo 1: O Peso do Avião

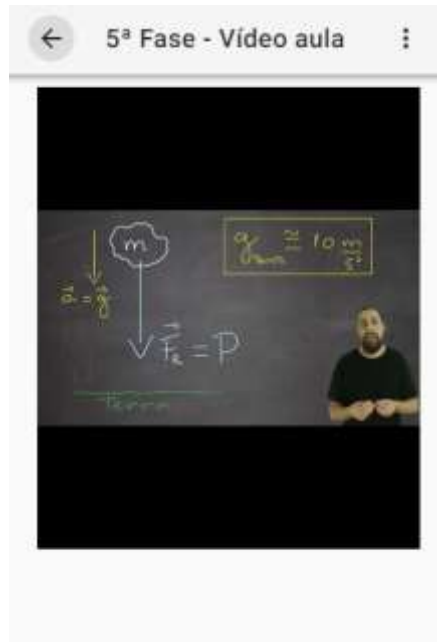
Um avião de massa  $4.500 \text{ Kg}$  está decolando, voando pelo ar e acelerando para a frente e para cima. Há uma força de empuxo de  $6.700 \text{ N}$  no avião na direção do movimento e uma força de resistência do ar de  $4.300 \text{ N}$ .

**Qual é a força da gravidade sobre o avião durante a decolagem?**  
 A força da gravidade nunca é maior ou menor que  $m \cdot g$ , independentemente de quaisquer outras forças ou acelerações envolvidas. Então, podemos calcular a força da gravidade no avião (isto é, o peso) simplesmente usando:

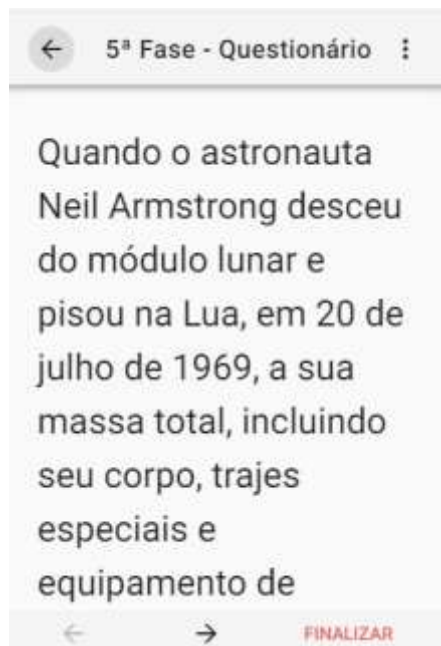
$$F_g = m \cdot g \text{ (use a fórmula para o peso)}$$

$$F_g = (4.500 \text{ Kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



## 6ª Fase (Força Normal)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**





**6 Força normal**

50 Pontos **TEORIA**

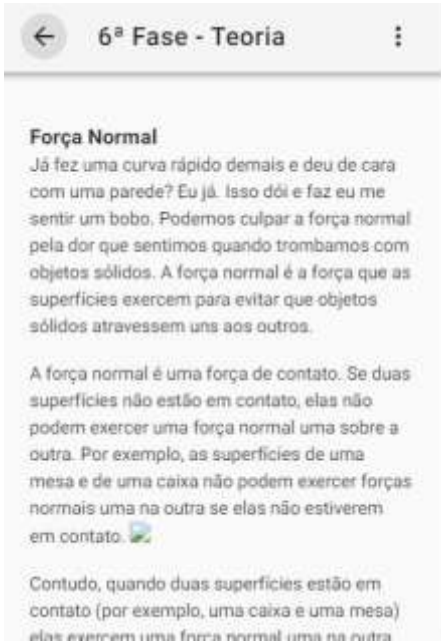
10 Pontos (bonus) **EXEMPLOS**

10 Pontos (bonus) **VÍDEO AULA**

1000 Pontos **QUESTÕES**

0 pontos

- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**



← 6ª Fase - Teoria

**Força Normal**

Já fez uma curva rápido demais e deu de cara com uma parede? Eu já. Isso dói e faz eu me sentir um bobo. Podemos culpar a força normal pela dor que sentimos quando trombamos com objetos sólidos. A força normal é a força que as superfícies exercem para evitar que objetos sólidos atravessem uns aos outros.

A força normal é uma força de contato. Se duas superfícies não estão em contato, elas não podem exercer uma força normal uma sobre a outra. Por exemplo, as superfícies de uma mesa e de uma caixa não podem exercer forças normais uma na outra se elas não estiverem em contato. 🤖

Contudo, quando duas superfícies estão em contato (por exemplo, uma caixa e uma mesa) elas exercem uma força normal uma na outra

- **Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)**

← 6ª Fase - Exemplos

**Exemplo 1: Força normal em um elevador**

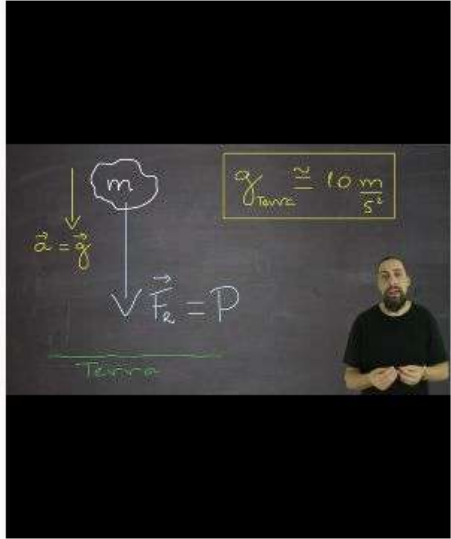
Um pacote de gomas de mascar sabor kiwi de  $4,5\text{Kg}$  está sendo entregue no último andar de um prédio comercial. A caixa está no chão de um elevador, que acelera para cima com uma aceleração de magnitude de  $a = 3,0\text{m/s}^2$ .

**Qual é a força normal exercida pelo chão do elevador no pacote?**

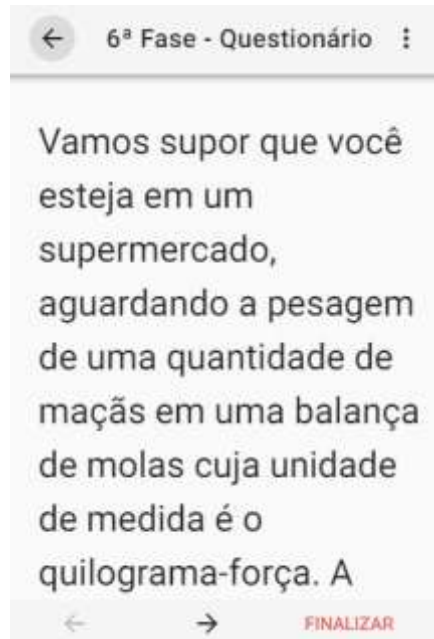
Primeiro desenhamos um diagrama de forças mostrando todas as forças que agem no pacote (não incluímos a aceleração no diagrama porque a aceleração não é uma força. Além disso, não incluímos uma força de elevador adicional porque a força normal é a

- **Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)**

← 6ª Fase - Vídeo aula



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



### 7ª Fase (Força Elástica)

- Menu (Distribuição das Etapas)



- Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)

← 7ª Fase - Teoria

### Força elástica

Força elástica ( $F_e$ ) é a força exercida sobre um corpo que possui elasticidade, por exemplo, uma mola, borracha ou elástico. Essa força determina, portanto, a deformação desse corpo, quando ele se estica ou se comprime. Isso dependerá da direção da força aplicada. Como exemplo, vamos pensar numa mola presa num suporte. Se não houver uma força atuante sobre ela, dizemos que ela está em repouso. Por sua vez, quando esticamos essa mola, ela criará uma força em sentido contrário. Note que a deformação sofrida pela mola é diretamente proporcional à intensidade da força aplicada. Sendo assim, quanto maior for a força aplicada ( $F$ ) maior será a deformação da mola ( $x$ ), como vemos na imagem abaixo.

**Lei de Hooke**

- Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)

← 7ª Fase - Exemplos

### Exemplo 1: Força peso comprimindo uma mola

Uma pessoa de 75 kg está em cima de uma mola de compressão com constante de mola de  $5000 \text{ N/m}$  e comprimento nominal  $0,25 \text{ m}$ . Qual é o comprimento total da mola carregada?

Usando a lei de Hooke encontramos a extensão,  $x = \frac{F}{K}$

$$x = \frac{m \cdot g}{K}$$

$$x = \frac{75 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{5000 \text{ N/m}}$$

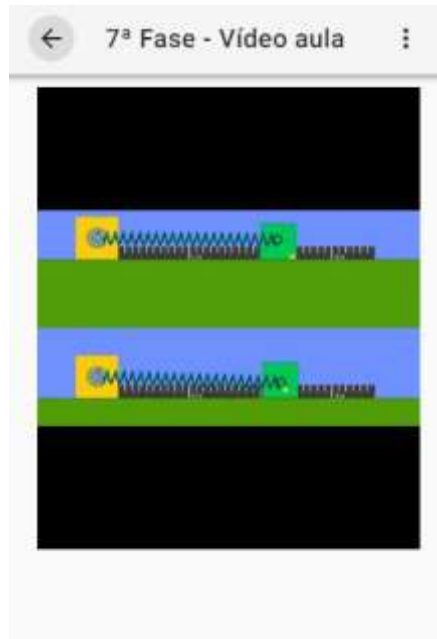
$$x \cong 0,15 \text{ m}$$

Nós agora subtraímos isto do comprimento nominal da mola:

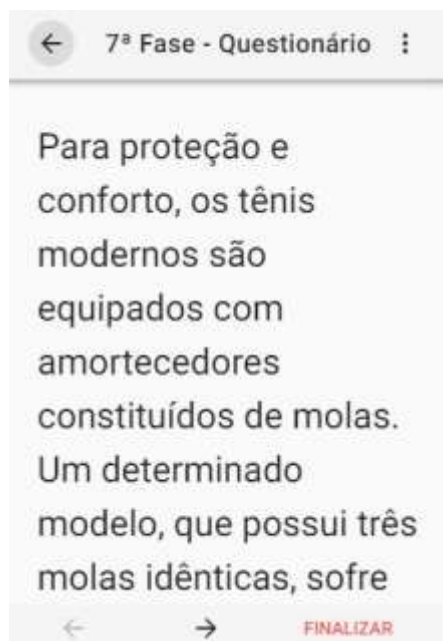
$$L = 0,25 \text{ m} - 0,15 \text{ m}$$

$$L = 0,1 \text{ m}$$

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



## 8ª Fase (Força de Tração)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**



**8** Força de tração

50 Pontos **TEORIA**

10 Pontos (bonus) **EXEMPLOS**

10 Pontos (bonus) **VÍDEO AULA**

1000 Pontos **QUESTÕES**

0 pontos

- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**

← 8ª Fase - Teoria

### FORÇA DE TRAÇÃO

#### O QUE SIGNIFICA TRAÇÃO?

Todos os objetos físicos que estão em contato exercem forças uns sobre os outros. Damos diferentes nomes para essas forças de contato, com base nos tipos dos objetos em contato. Se um dos objetos exercendo a força for uma corda, uma corrente, ou um cabo, chamamos a força de tração.

Se você puxar um objeto com uma corda, a corda vai se esticar um pouco (geralmente isso é imperceptível). Esse estiramento na corda vai deixá-la esticada (por exemplo, sob tração), o que permite que a corda transfira uma força de um lado para o outro, de forma semelhante a como uma mola esticada vai puxar objetos conectados a ela. O estiramento da corda normalmente é muito pequeno para ser

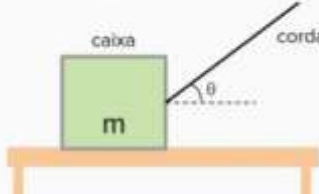
- **Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)**

← 8ª Fase - Exemplos

**Exemplo 1: Corda com ângulo puxando uma caixa**

Uma caixa de extrato de pepino de  $2\text{ kg}$  está sendo puxada sobre uma mesa sem atrito por uma corda com um ângulo de  $\theta = 60^\circ$ , como mostrado abaixo. A tração na corda faz com que a caixa deslize pela mesa para a direita com uma aceleração de  $3,0\text{ m/s}^2$ .

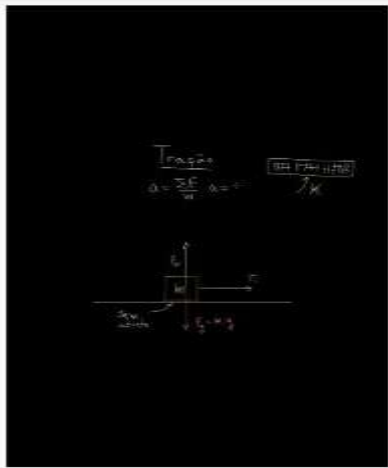
Qual é a tração na corda?



O diagrama mostra uma caixa verde quadrada com a letra 'm' no centro, sobre uma superfície laranja que representa uma mesa. Uma corda preta está ligada ao canto superior direito da caixa e se estende para cima e para a direita, formando um ângulo  $\theta$  com uma linha tracejada horizontal que representa a superfície da mesa. As palavras 'caixa' e 'corda' estão rotuladas no diagrama.

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)

← 8ª Fase - Vídeo aula



A captura de tela do vídeo mostra um fundo preto com texto e diagramas em branco. No topo, há duas equações:  $T \cos 60^\circ = m a$  e  $T \sin 60^\circ = m g$ . Abaixo, há um diagrama de forças para uma caixa sobre uma superfície horizontal. As forças representadas são: o peso  $P = m g$  apontando para baixo, a força normal  $N$  apontando para cima, a força de tração  $T$  apontando para a direita e a força de atrito  $f_r$  apontando para a esquerda. Há também uma seta indicando o movimento para a direita.

- Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)

← 8ª Fase - Questionário :

Veja a figura abaixo, nela temos um bloco de massa  $m = 8 \text{ kg}$  suspenso por uma corda. Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine o valor da tração na corda e marque a opção correta.

← → FINALIZAR

### 9ª Fase (Força de Atrito)

- Menu (Distribuição das Etapas)



9 Força de atrito

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 50 Pontos         | TEORIA     |
| 10 Pontos (bonus) | EXEMPLOS   |
| 10 Pontos (bonus) | VÍDEO AULA |
| 1000 Pontos       | QUESTÕES   |

0 pontos

- Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)



← 9ª Fase - Teoria

### FORÇA DE ATRITO

**O que são as forças de atrito estático e cinético?**

Estacionar seu carro nas ladeiras íngremes de São Francisco é assustador, e seria impossível fazer isso sem a força de atrito estático.

A força de atrito estático  $F_a$  é uma força entre duas superfícies que evita que essas superfícies deslizem ou escorreguem uma sobre a outra. Essa é a mesma força que permite que você acelere para a frente quando corre. Seu pé de apoio pode se firmar no chão e empurrá-lo para trás, o que faz com que o chão empurre seu pé para a frente. Chamamos esse tipo de atrito "aderente", que evita que as superfícies deslizem uma sobre a outra, de força de atrito estático. Se não houvesse atrito entre seu pé e o chão, você não poderia

- **Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)**

← 9ª Fase - Exemplos

### Exemplo 1: Empurrando a geladeira

Uma geladeira de 110kg está inicialmente parada sobre o chão. O coeficiente de atrito estático entre a geladeira e o chão é de 0,60 e o coeficiente de atrito cinético entre a geladeira e o chão é de 0,40. A pessoa empurrando a geladeira tenta movimentá-la com as seguintes forças.

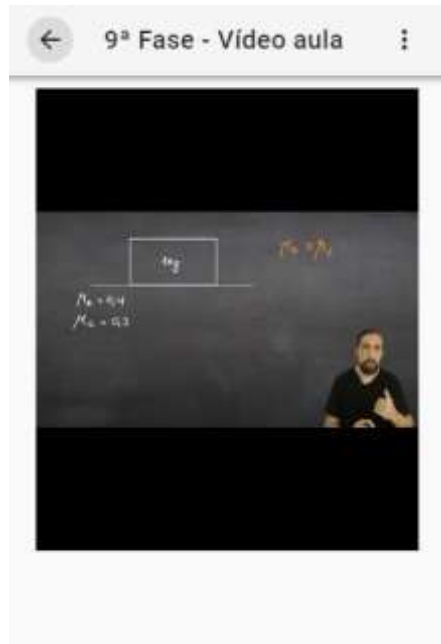
$$F_{\text{empurrar}} = 400N \quad F_{\text{empurrar}} = 600N$$

$$F_{\text{empurrar}} = 800N$$

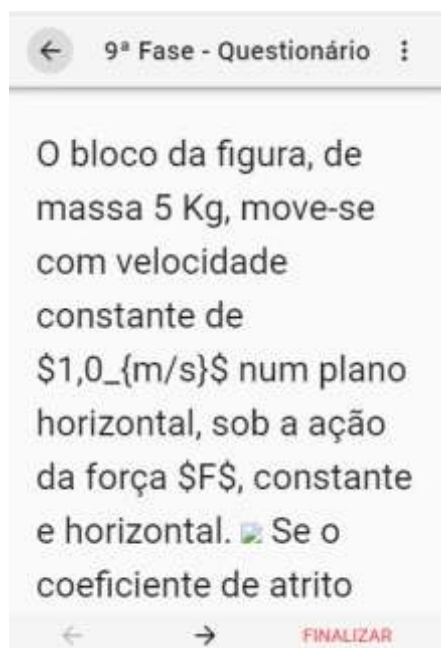
Para cada caso individual listado acima, determine a magnitude da força de atrito que vai existir entre a geladeira e o chão.

Para começar, vamos calcular a força máxima de atrito estático possível.

- **Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)**



- **Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)**



### 10ª Fase (Força Centrípeta)

- **Menu (Distribuição das Etapas)**



**10 Força centrípeta**

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 50 Pontos         | TEORIA     |
| 10 Pontos (bonus) | EXEMPLOS   |
| 10 Pontos (bonus) | VÍDEO AULA |
| 1000 Pontos       | QUESTÕES   |

0 pontos

- **Teoria (Fundamentação Teórica do Assunto)**

← 10ª Fase - Teoria

### Força centrípeta

Uma força centrípeta é a força resultante que age sobre um objeto para mantê-lo em movimento ao longo de um trajeto circular. Aprendemos que qualquer objeto viajando ao longo de um caminho circular de raio  $r$  com velocidade  $v$  sofre uma aceleração direcionada ao centro deste caminho,

$$a = \frac{v^2}{r}$$

No entanto, primeiramente devemos discutir como o objeto começou a mover-se pelo trajeto circular. A 1ª lei de Newton nos diz que um objeto irá continuar seu movimento em um trajeto contínuo a não ser que sofra a ação de uma força externa. A força externa neste caso é a força centrípeta. É importante compreender que a força centrípeta não é uma força

- **Exemplos (Duas Atividades Resolvidas Sobre o Assunto)**

← 10ª Fase - Exemplos

### Exemplo 1: Bola amarrada

Um aparato que ilustra claramente a força centrípeta consiste em uma massa  $m_1$  que gira em um círculo horizontal, conectada à uma corda leve que passa por um tubo vertical para contra-balancear  $m_2$  como mostrado na Figura.

Se  $m_1$  é uma massa 1kg rodando em um círculo de raio 1m e  $m_2 = 4kg$ , qual é a velocidade angular assumindo que a massa está se movendo verticalmente e há uma mínima fricção entre a corda e o tubo?

Quando a corda passa pelo tubo ela redireciona a força gerada pela gravidade atuando em  $m_2$  para o plano horizontal. Esta é a força centrípeta que permite  $m_1$  rodar em círculo. Nenhuma massa está se movendo

- Vídeo (Recurso Áudio Visual do Assunto)

← 10ª Fase - Vídeo aula



É COMO SE CHAMA A FR QUE FAZ UM CORPO ANDAR EM CÍRCULOS

- Questionário (Cinco Exercícios de Múltipla Escolha)

← 10ª Fase - Questioná... :

Determine a força centrípeta descrita por uma montanha russa com massa de 1000 kg e aceleração centrípeta de  $200_{\text{m/s}^2}$ .

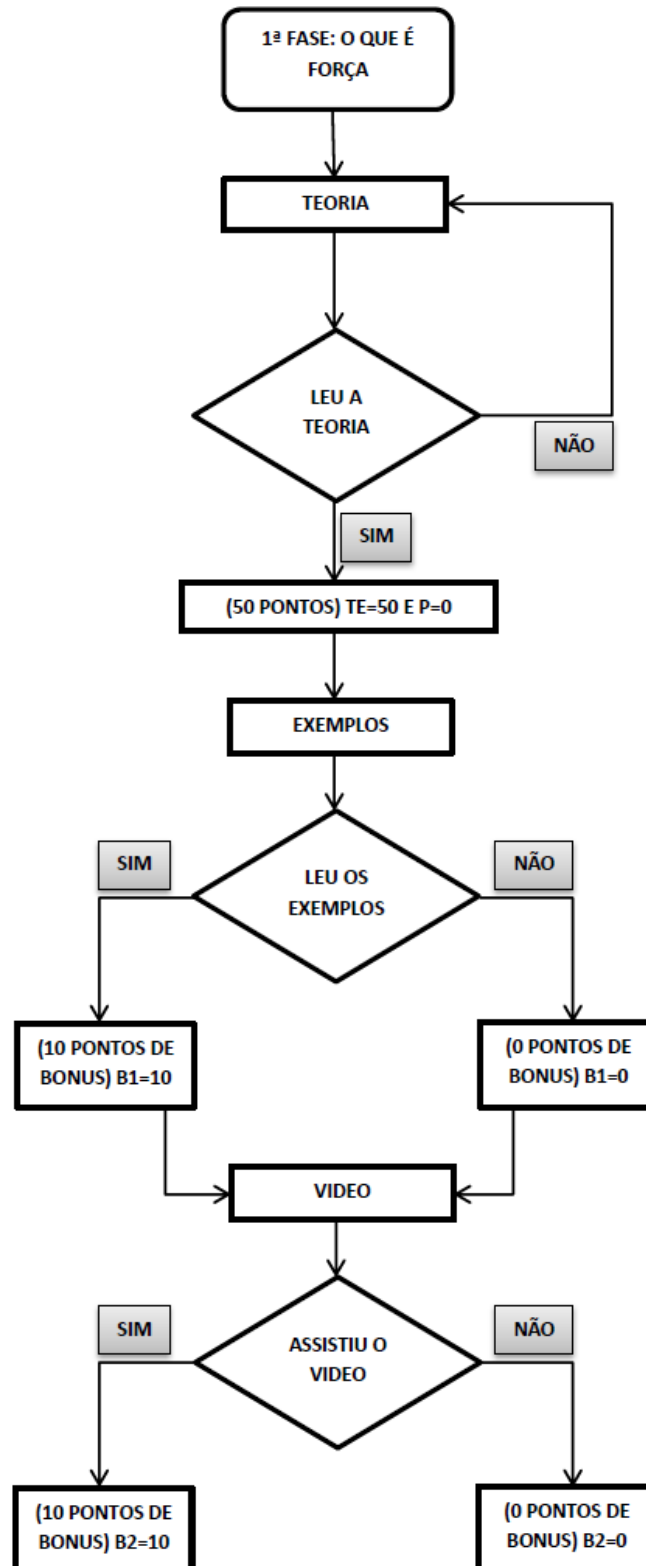
**A** 100.000 N

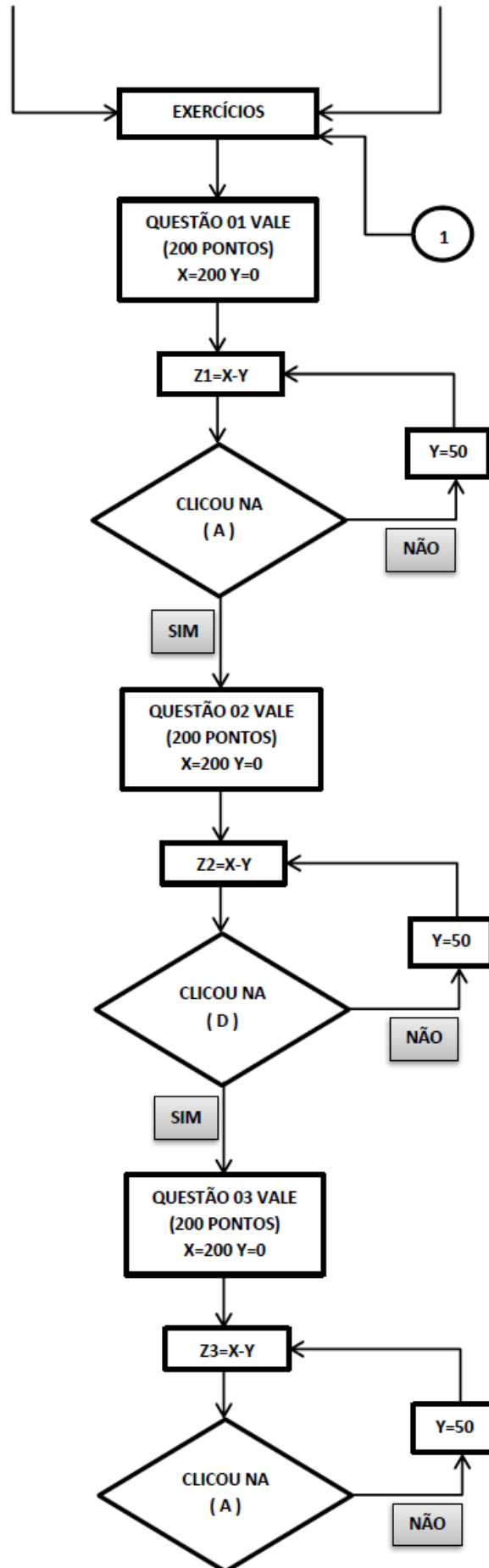
**B** 200.000 N

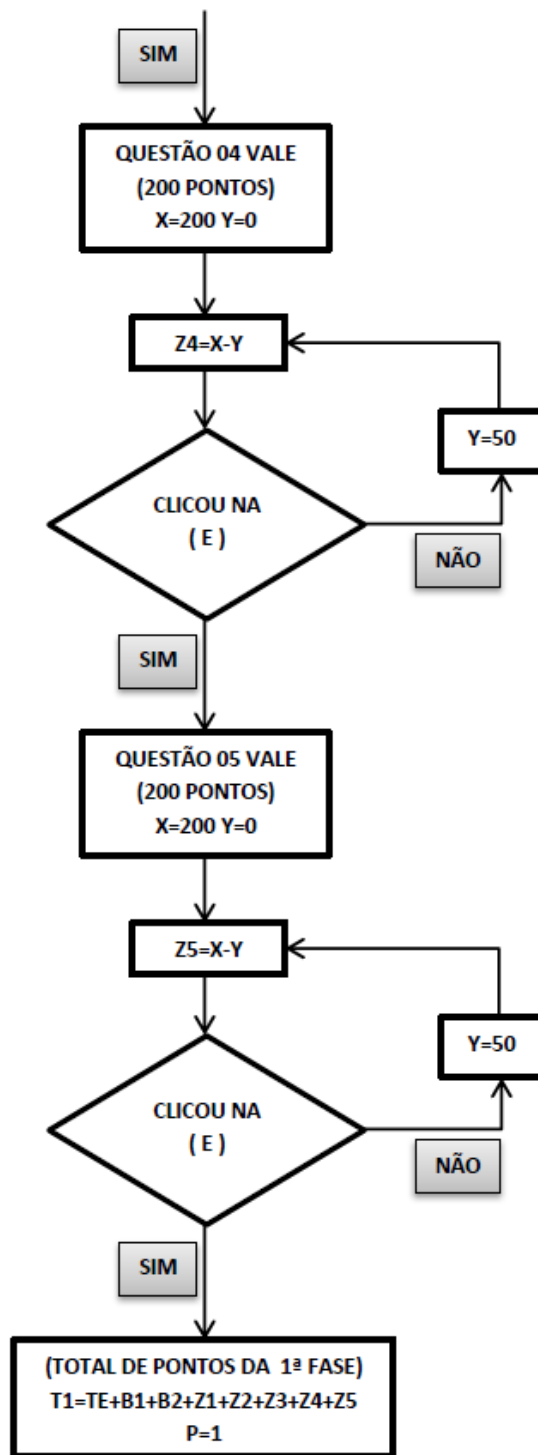
← → FINALIZAR

## FLUXOGRAMA DO SOFTWARE

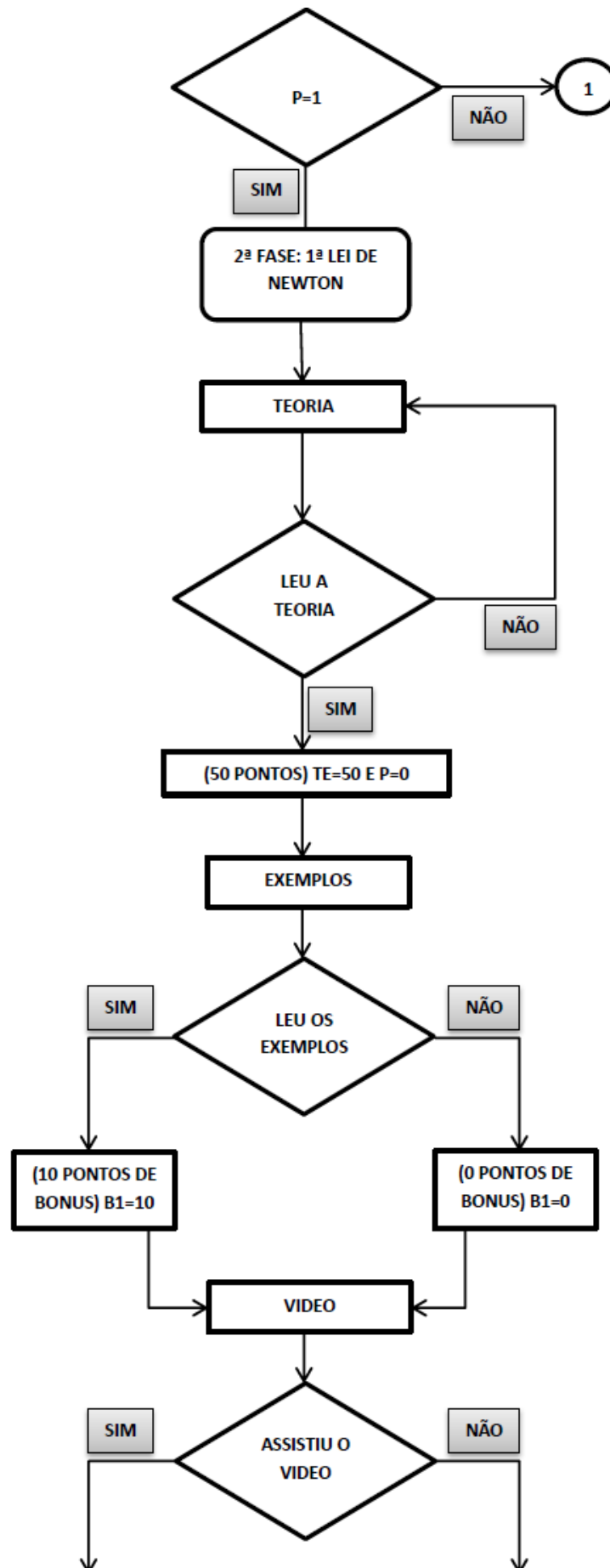
Aos professores que quiserem reproduzir o game segue o fluxograma do software, com esse também é possível produzir games de outras áreas da física.

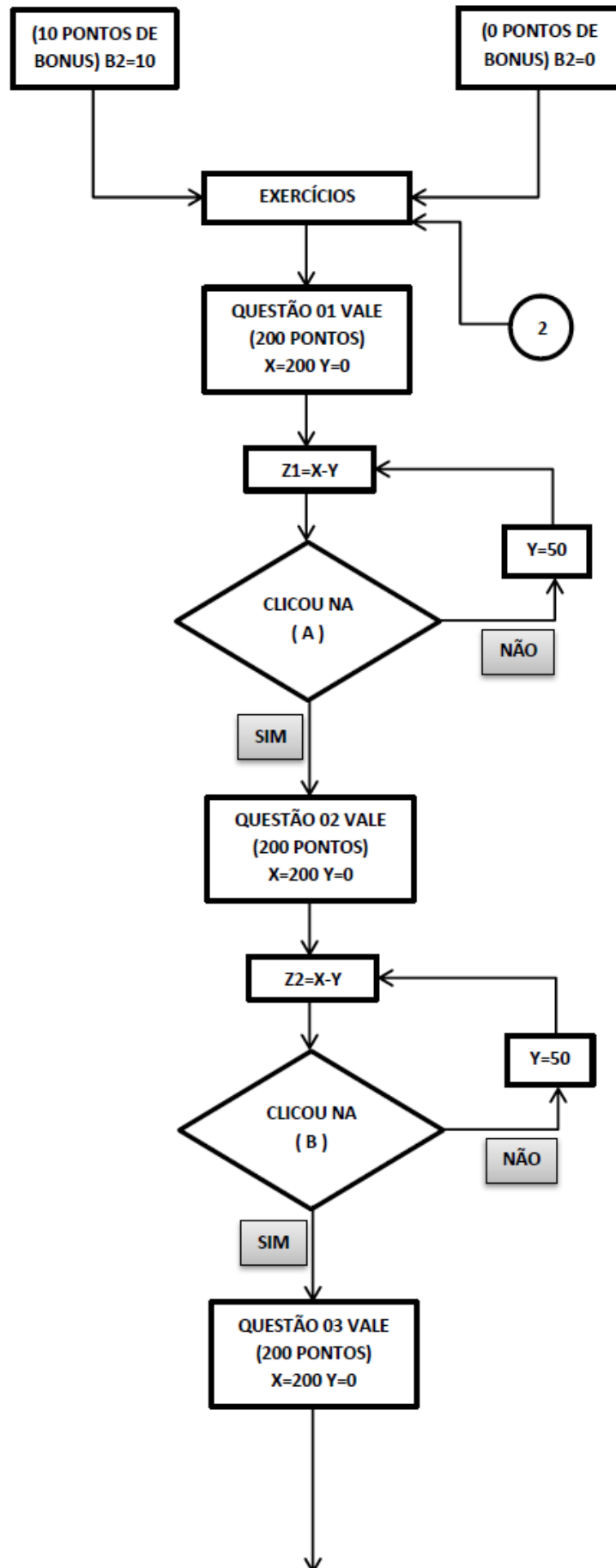


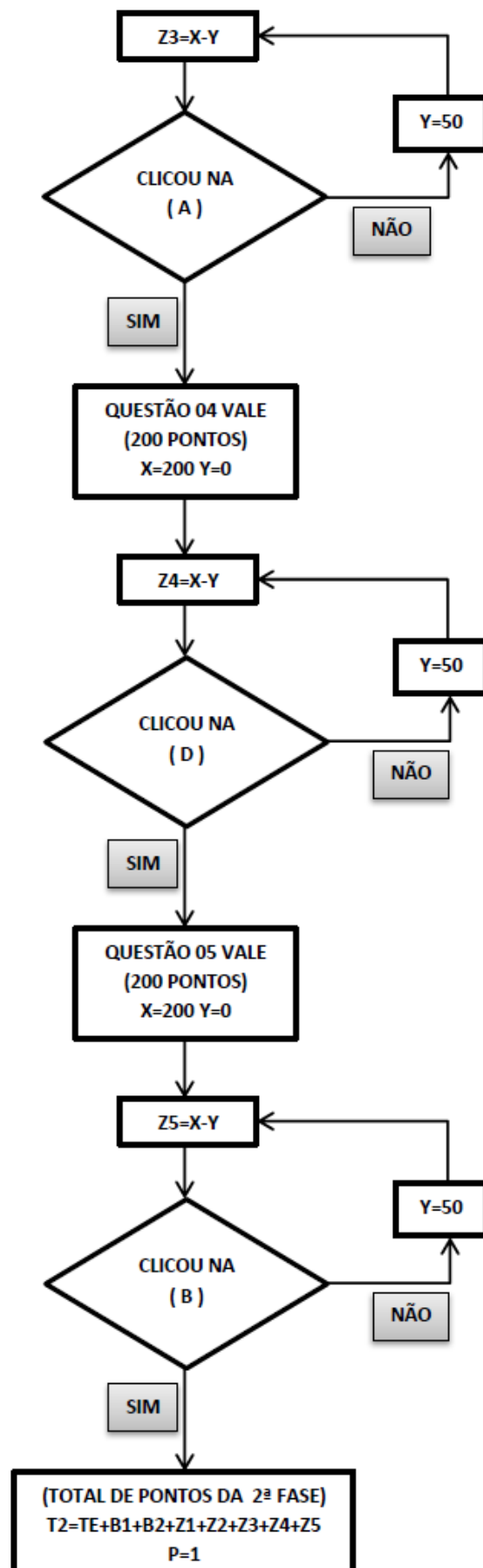


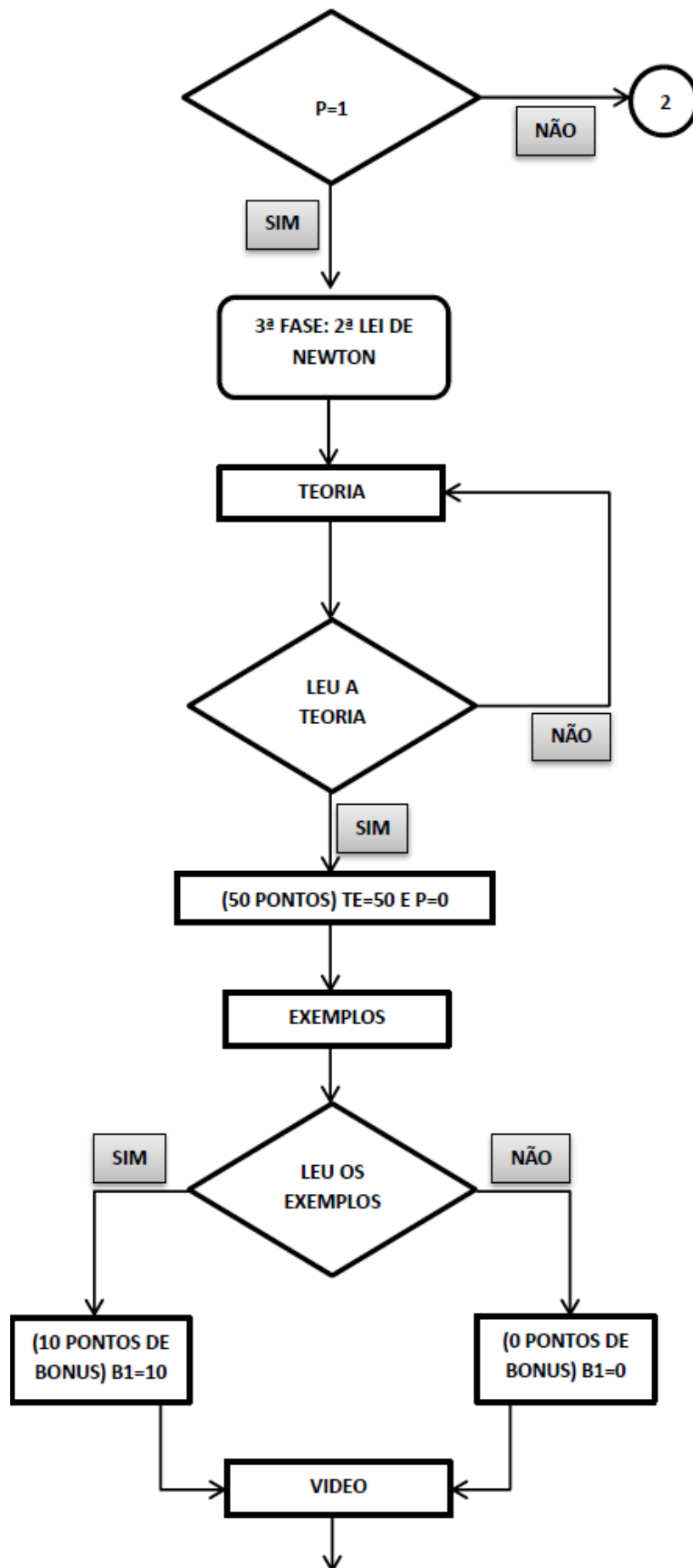


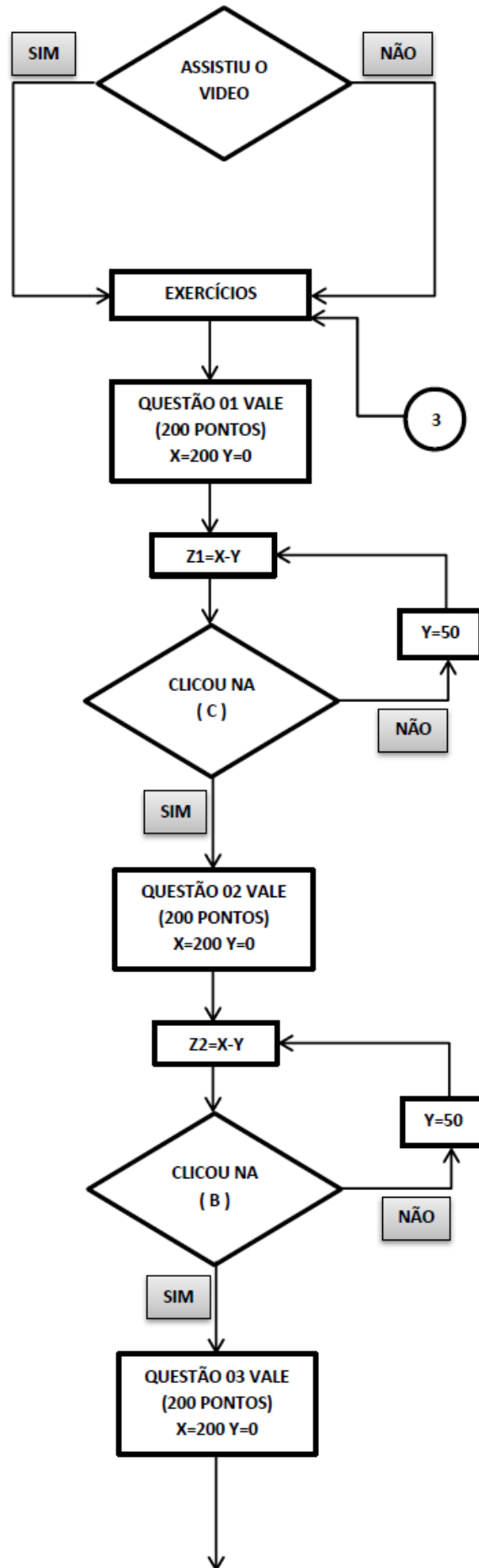


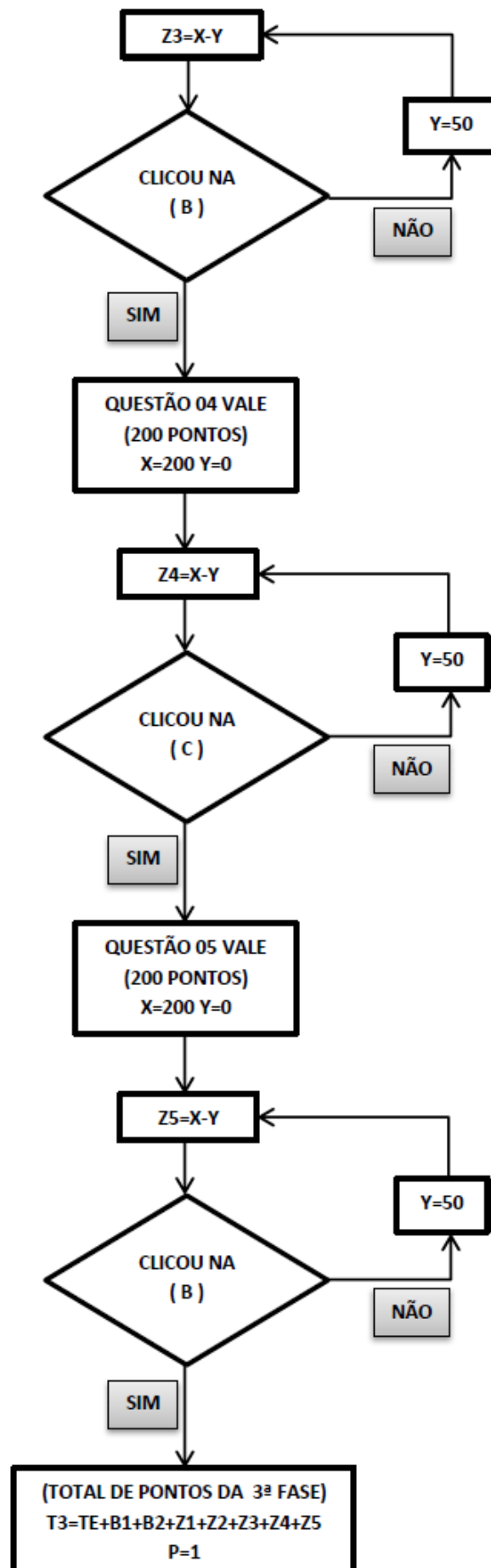


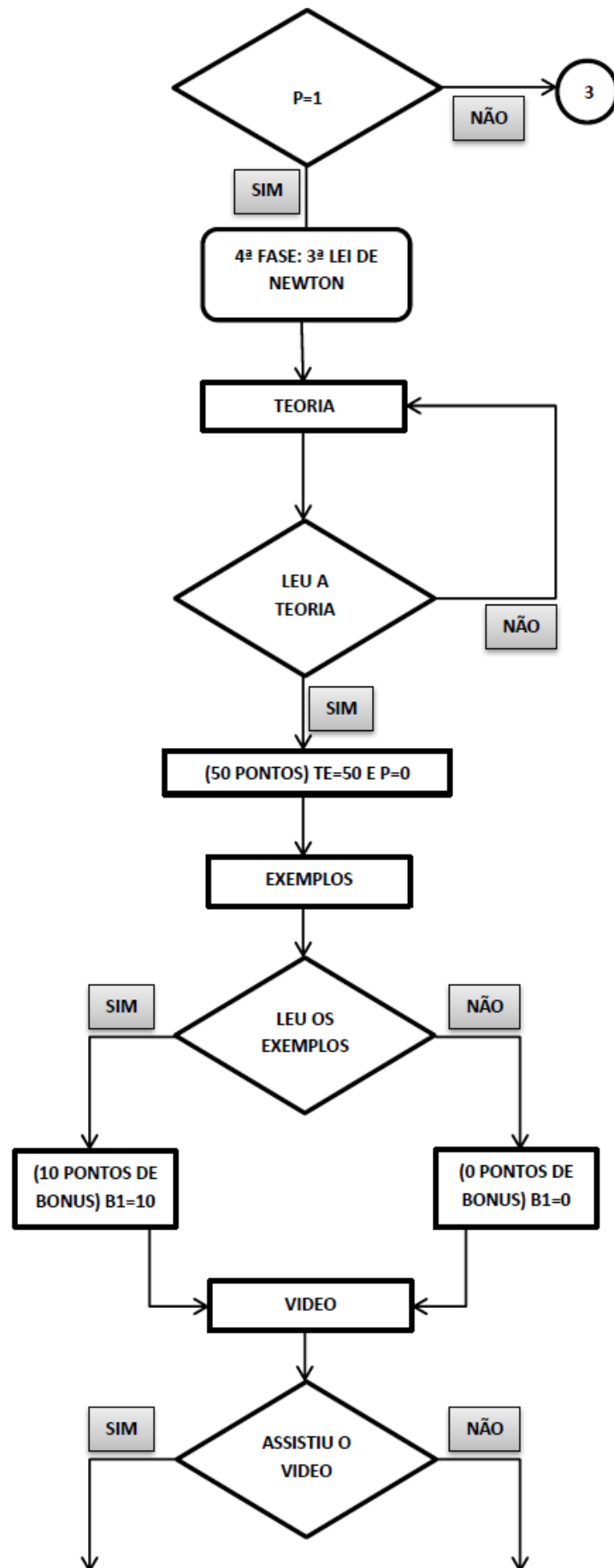


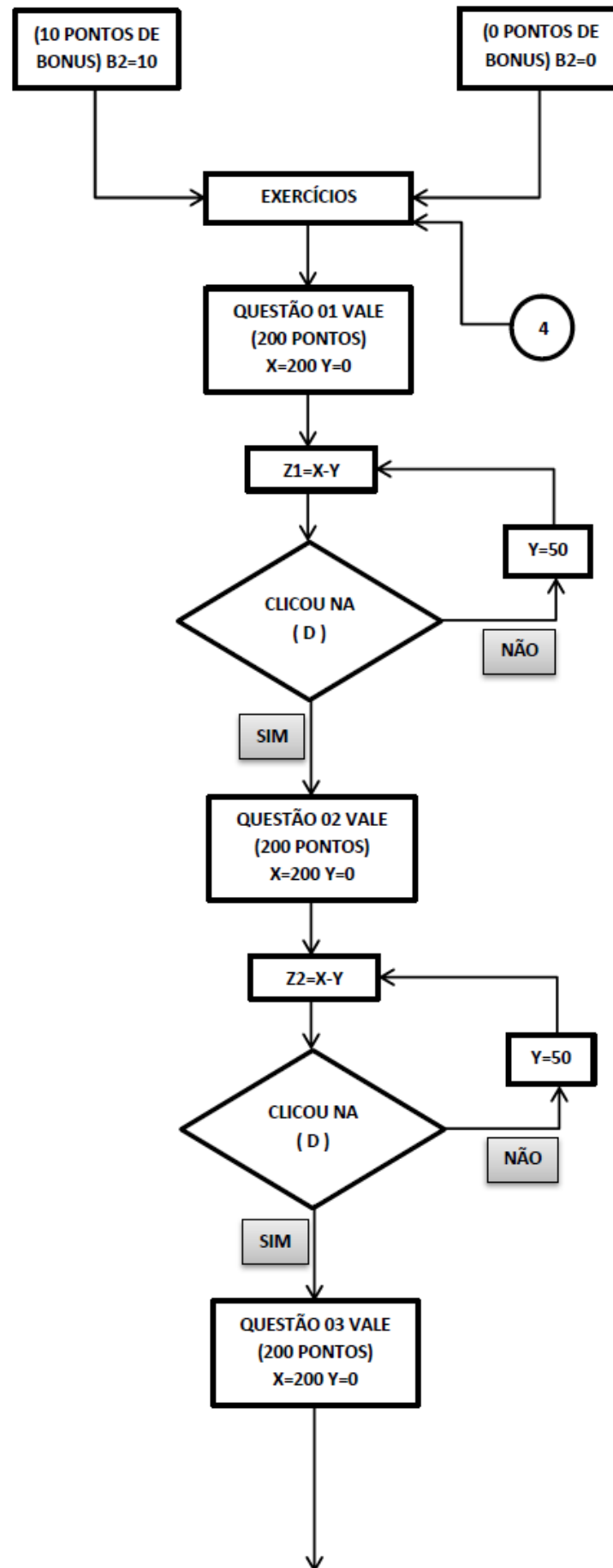




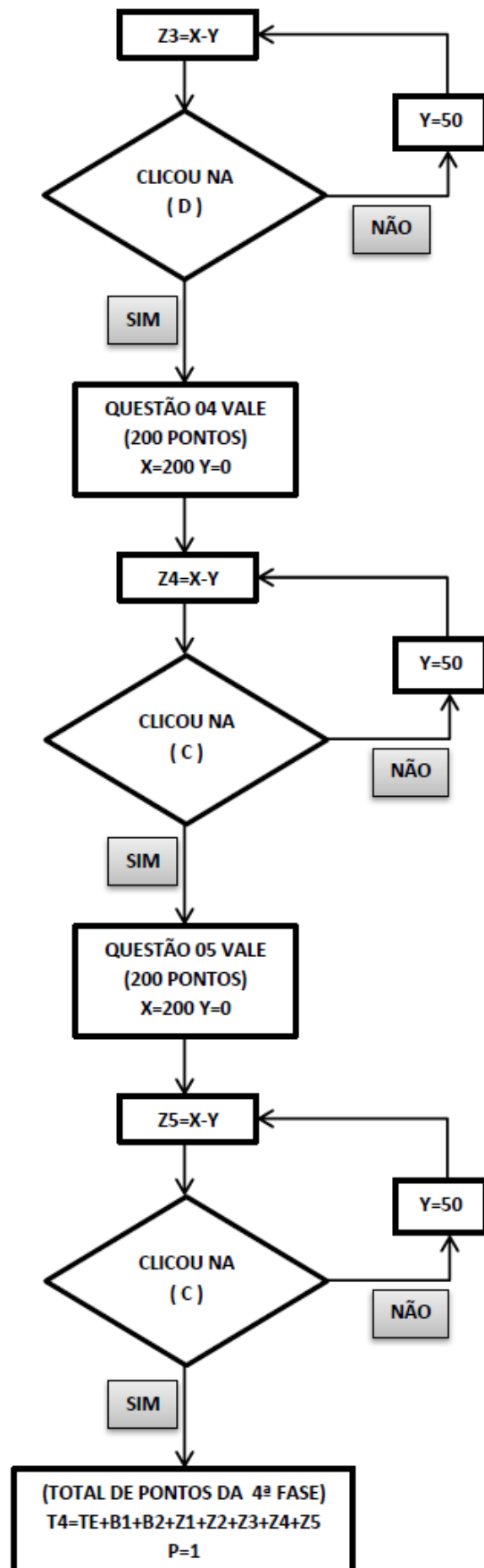


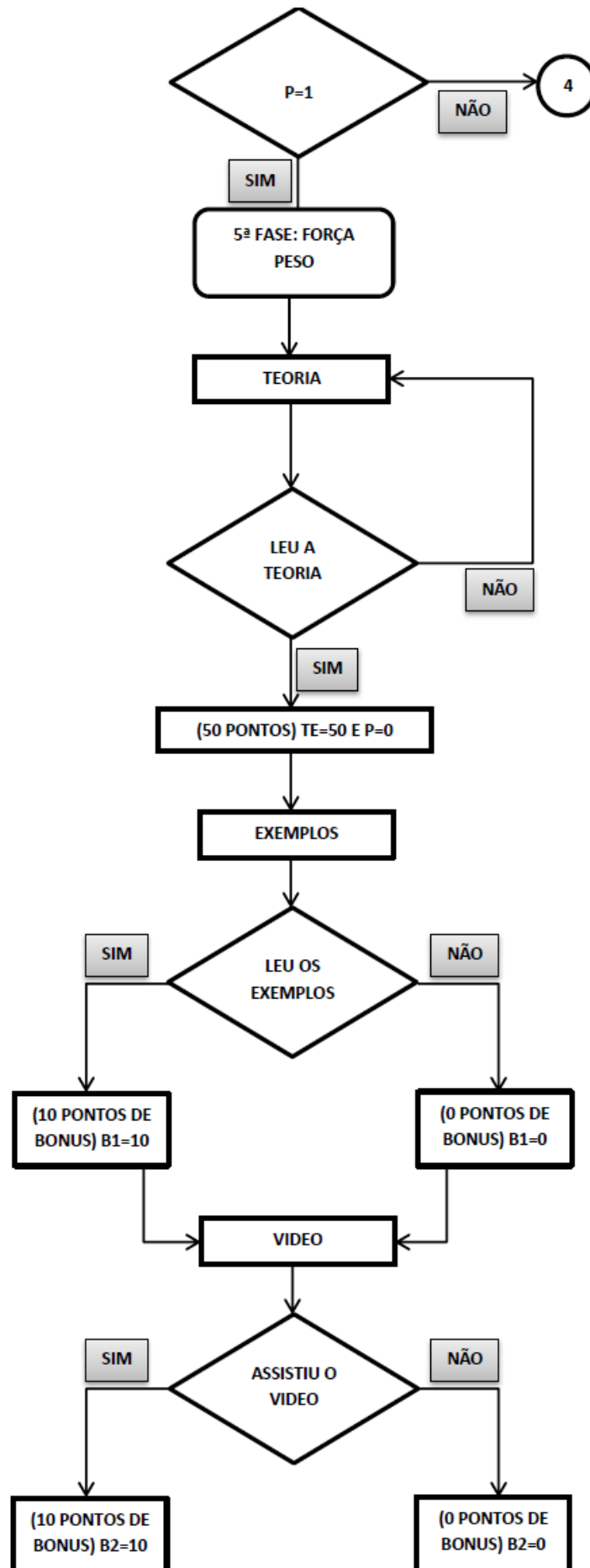


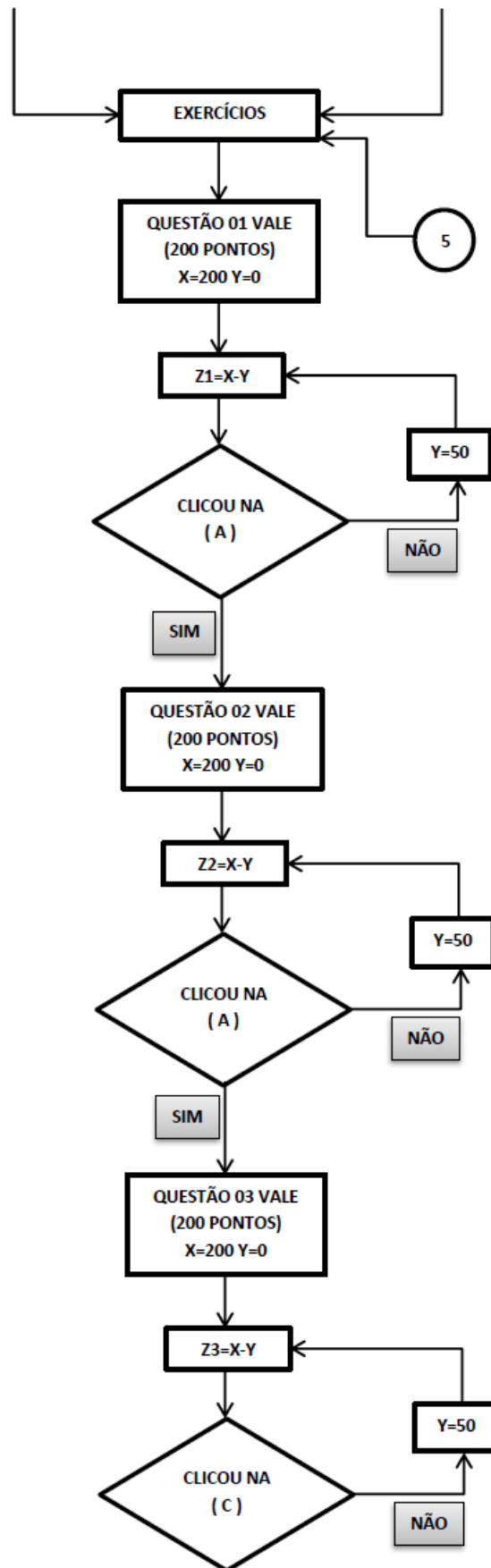


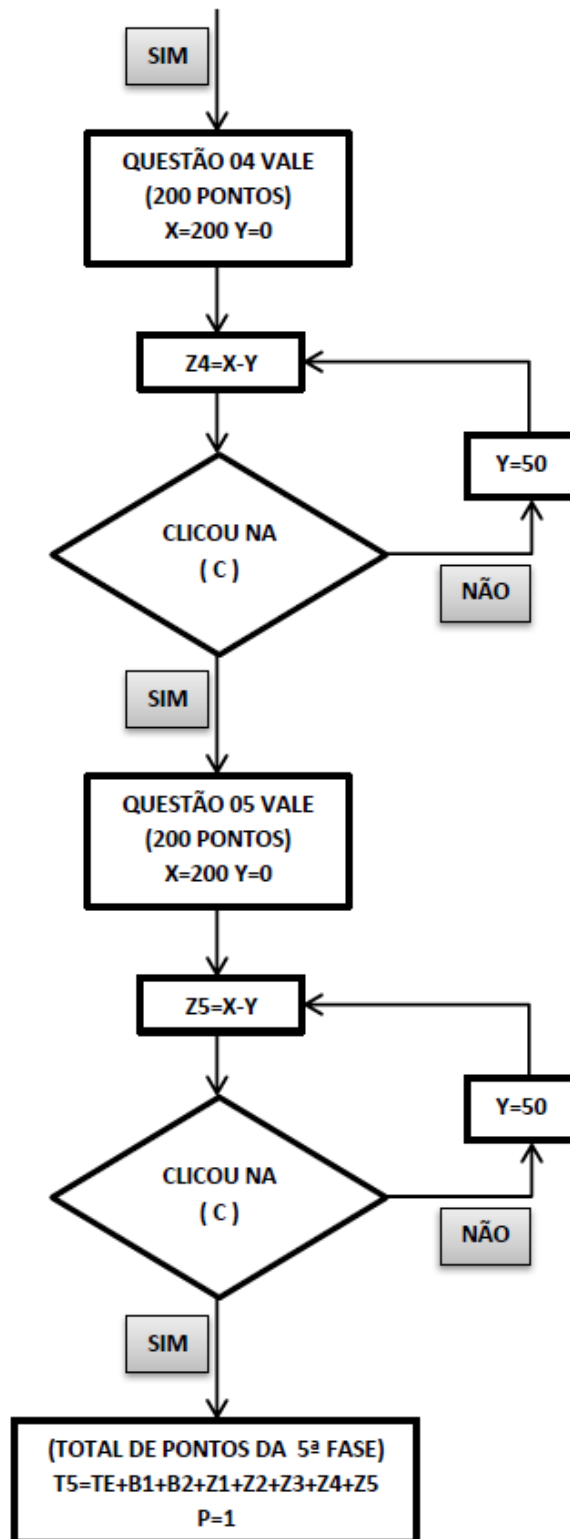


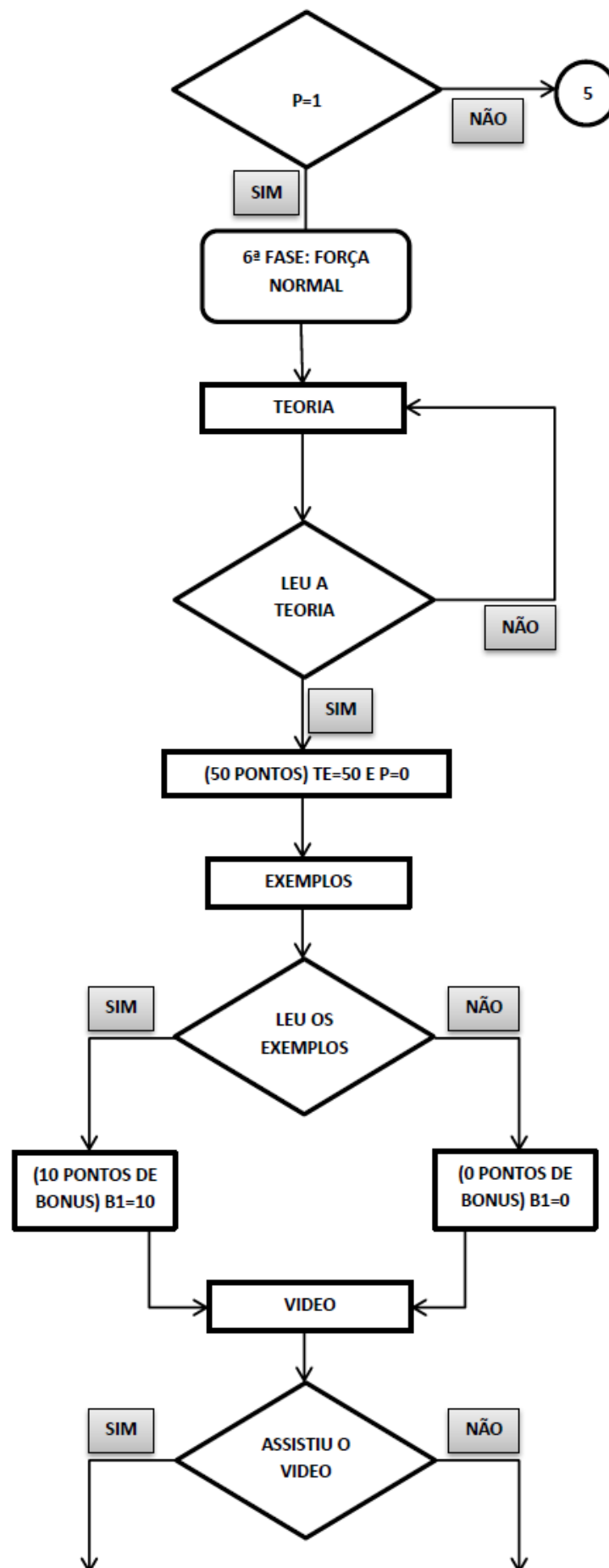


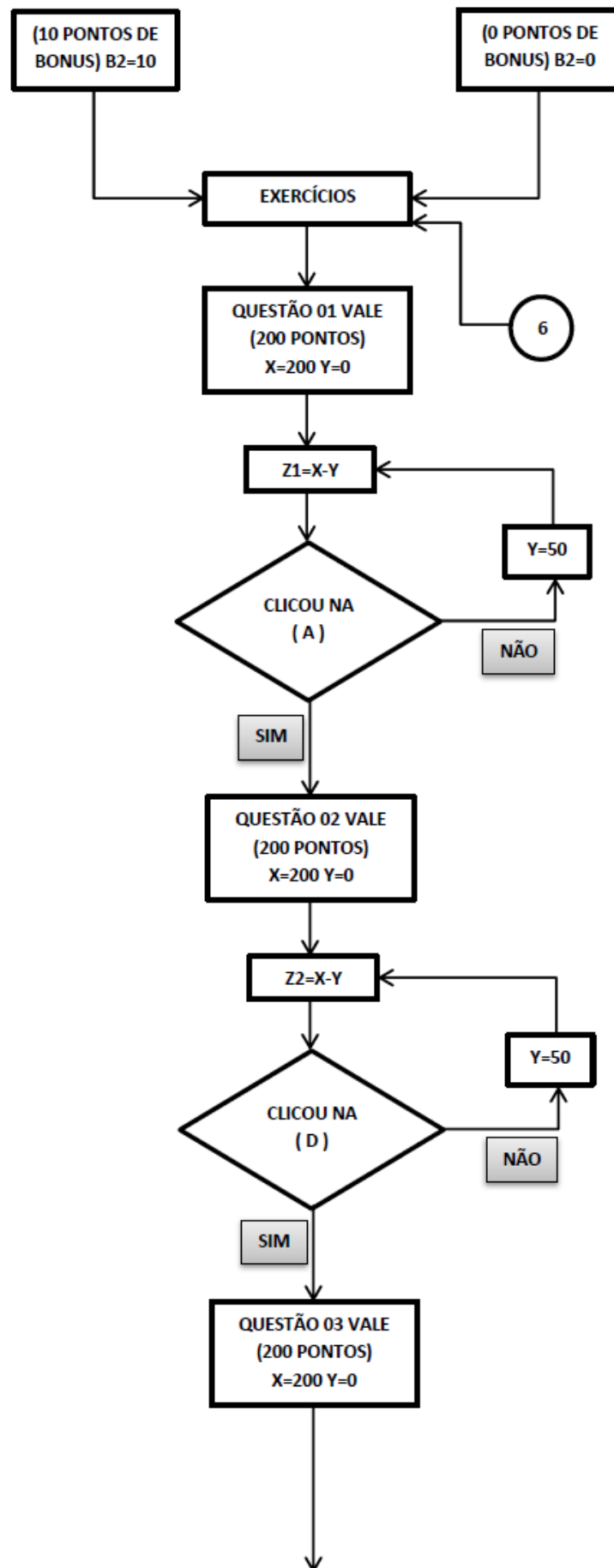


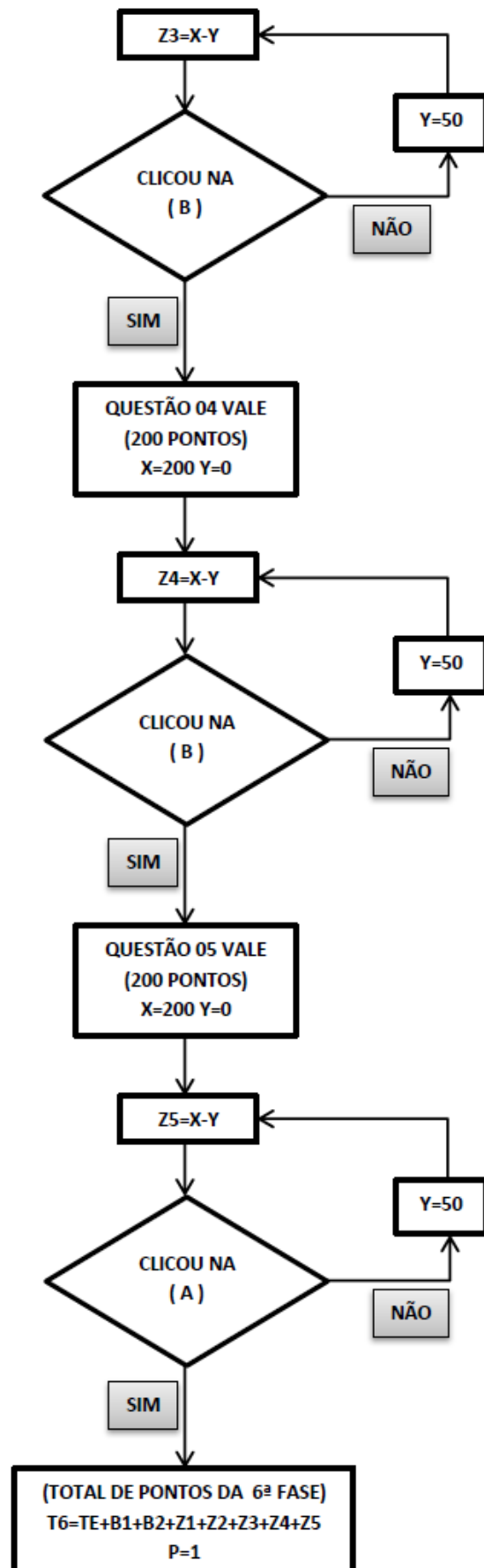


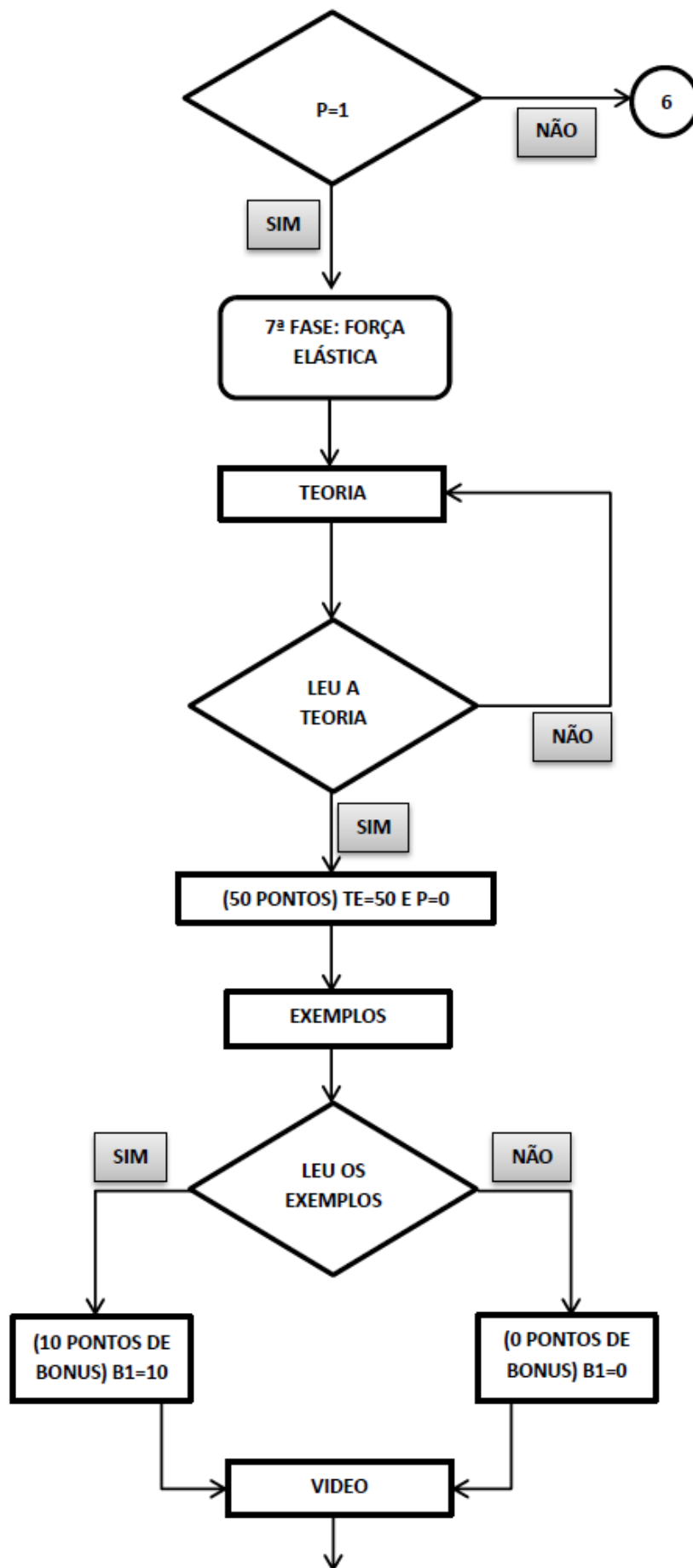




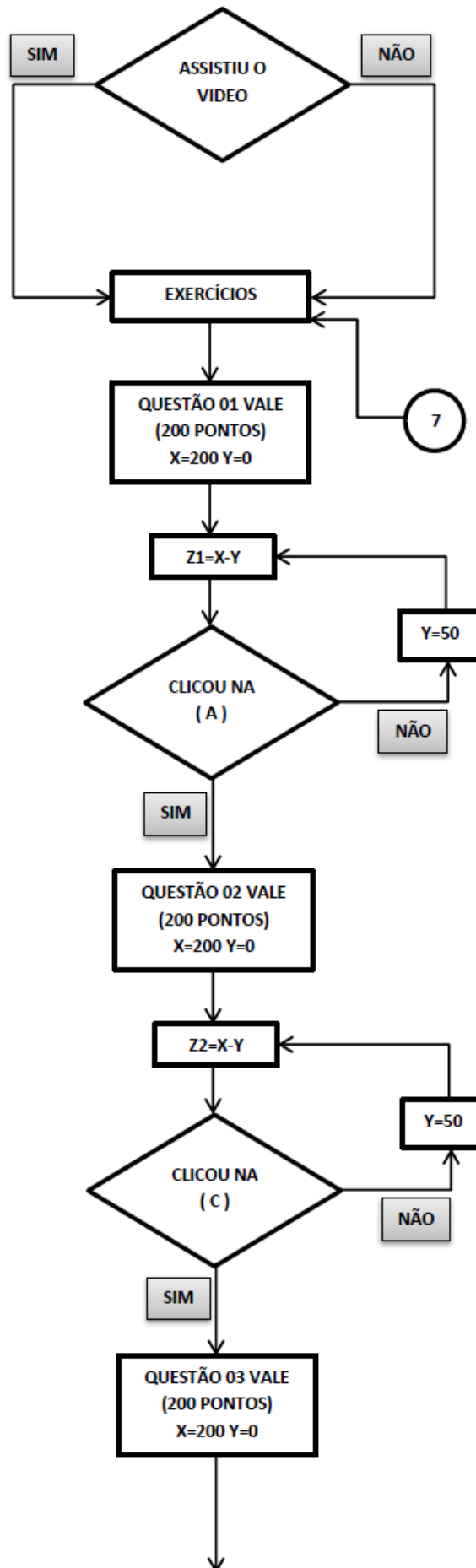


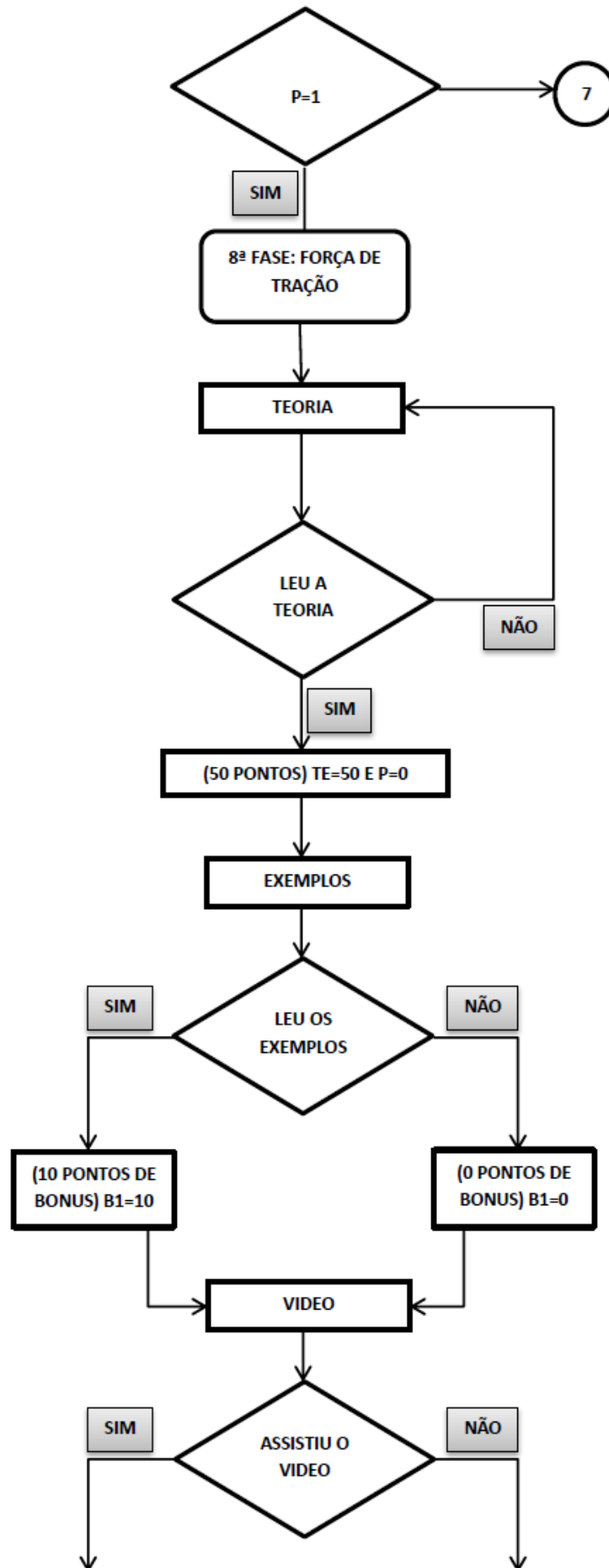


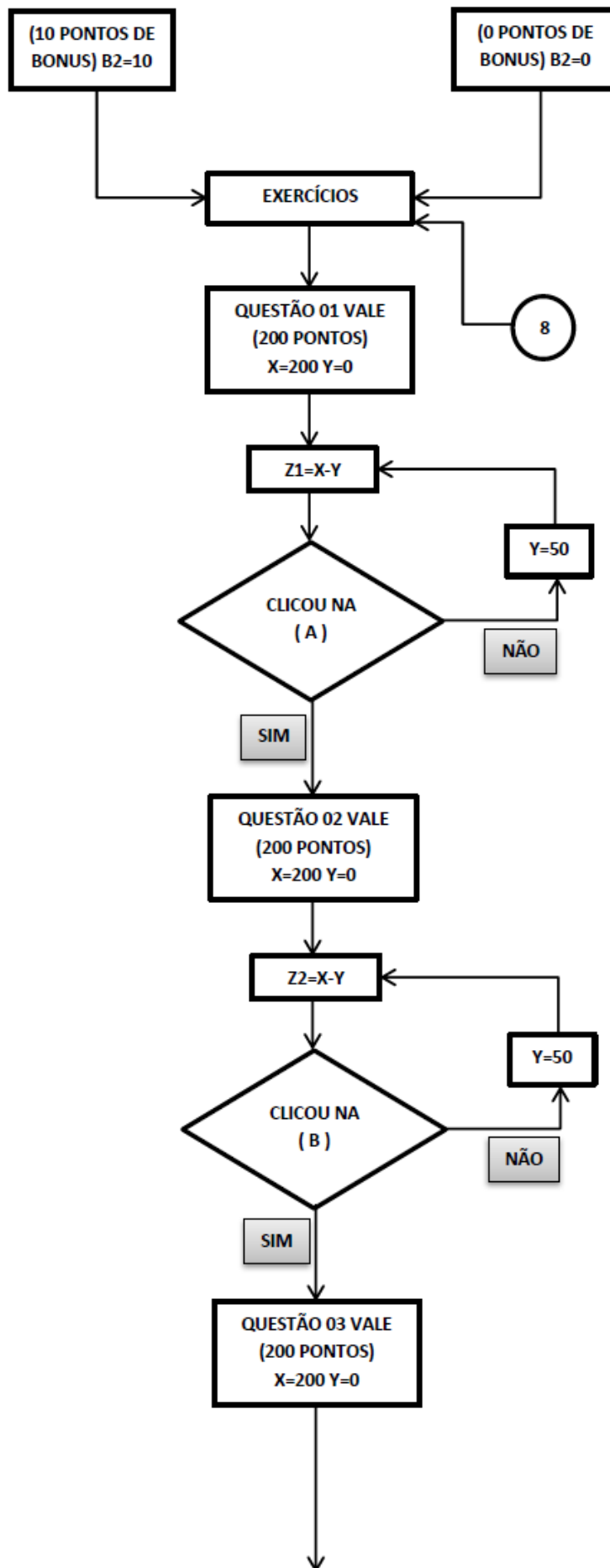


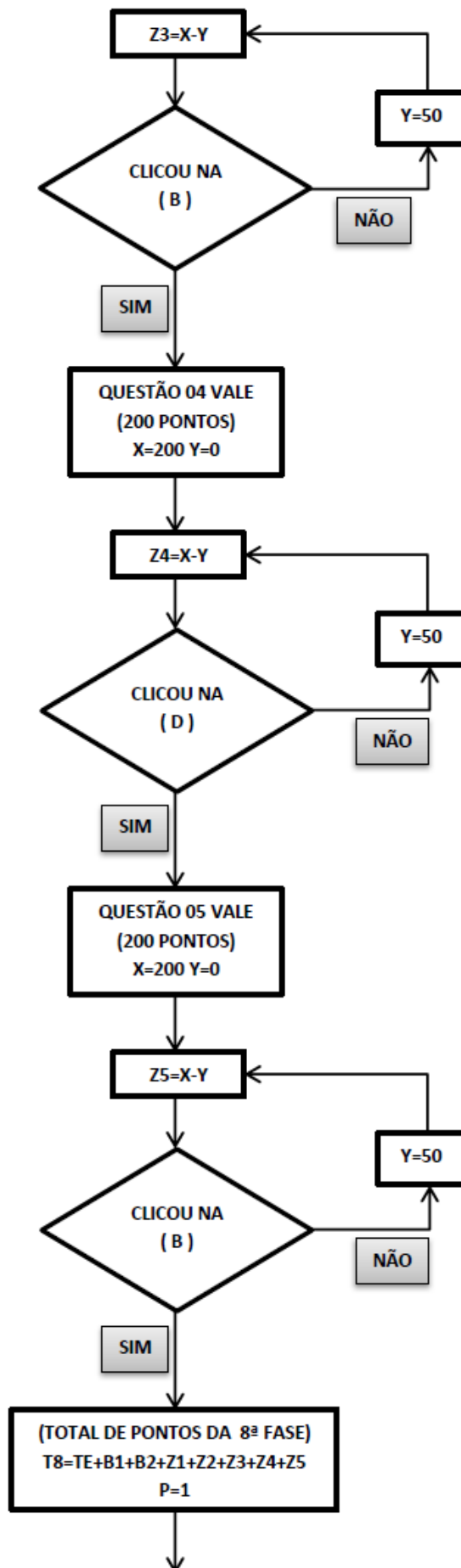


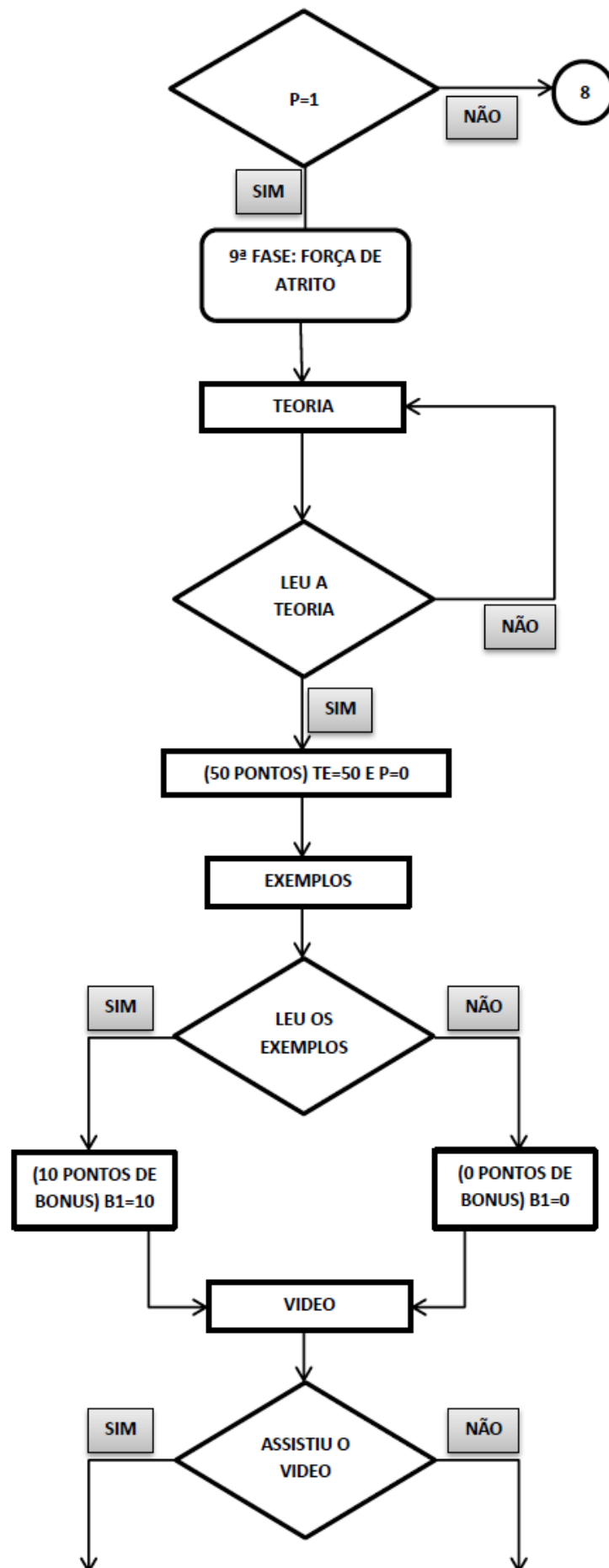


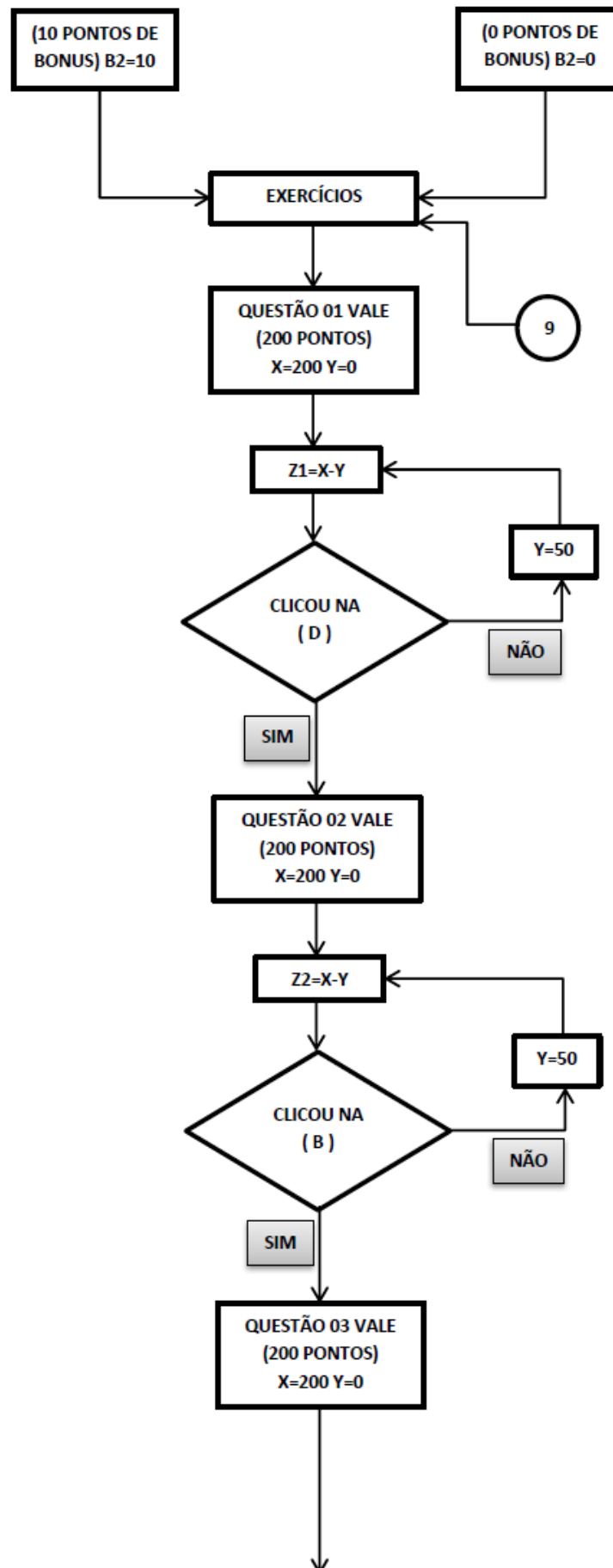


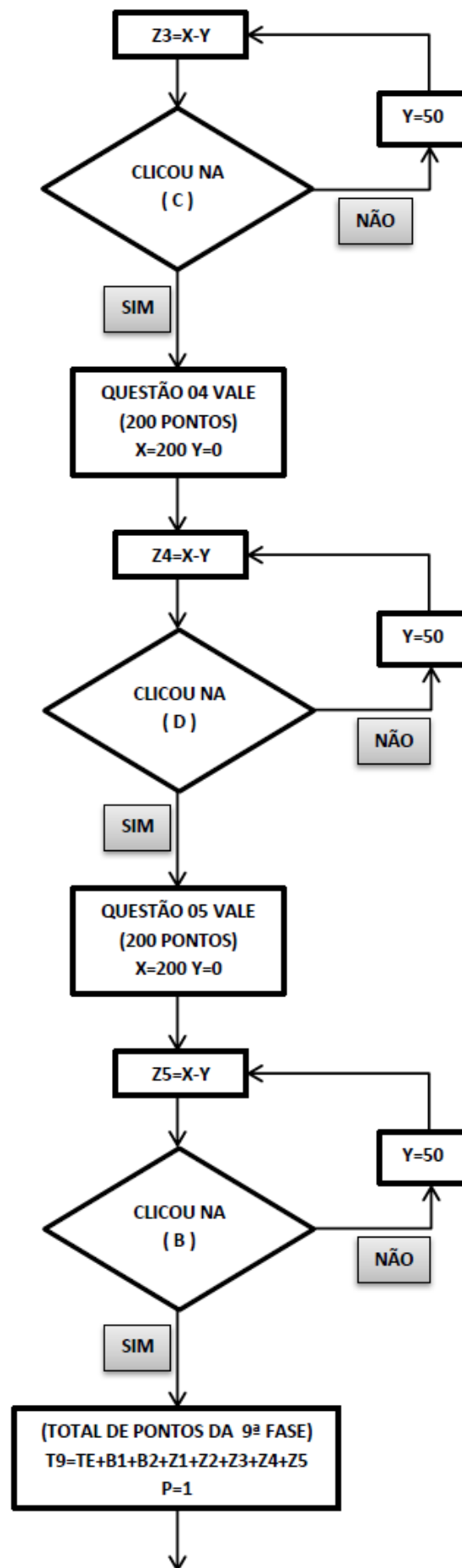


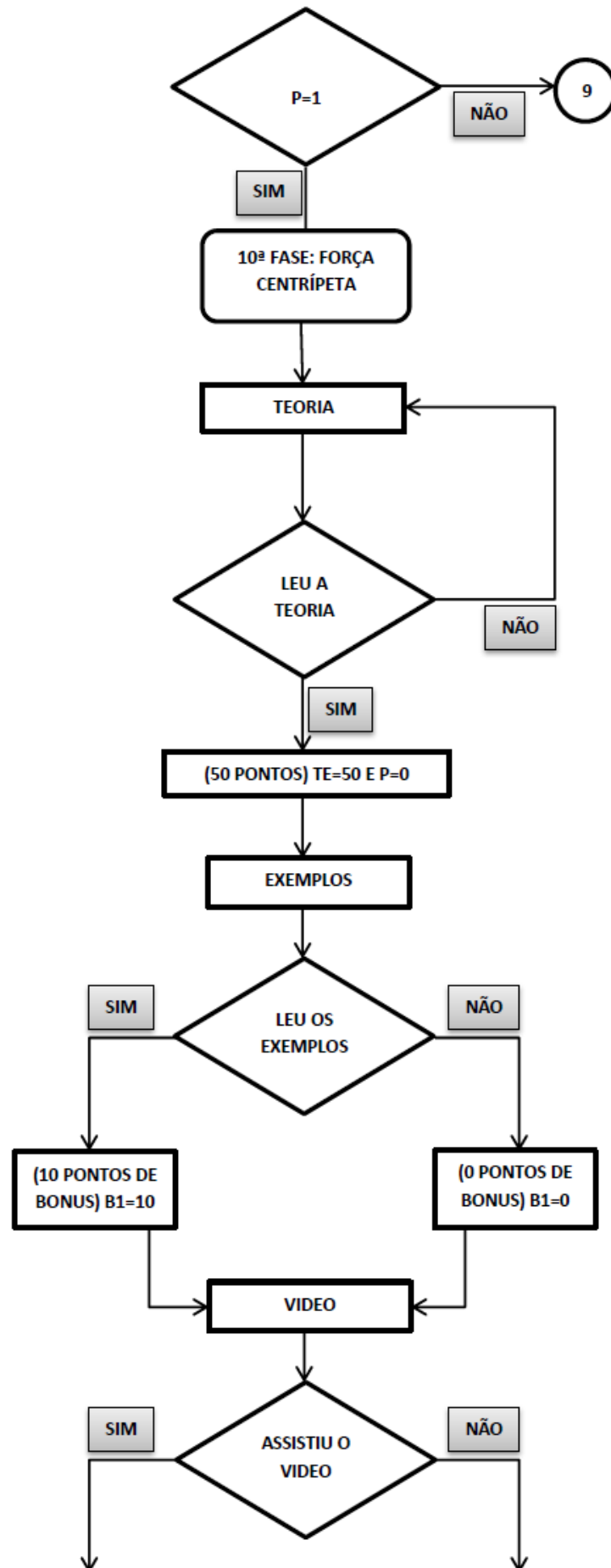




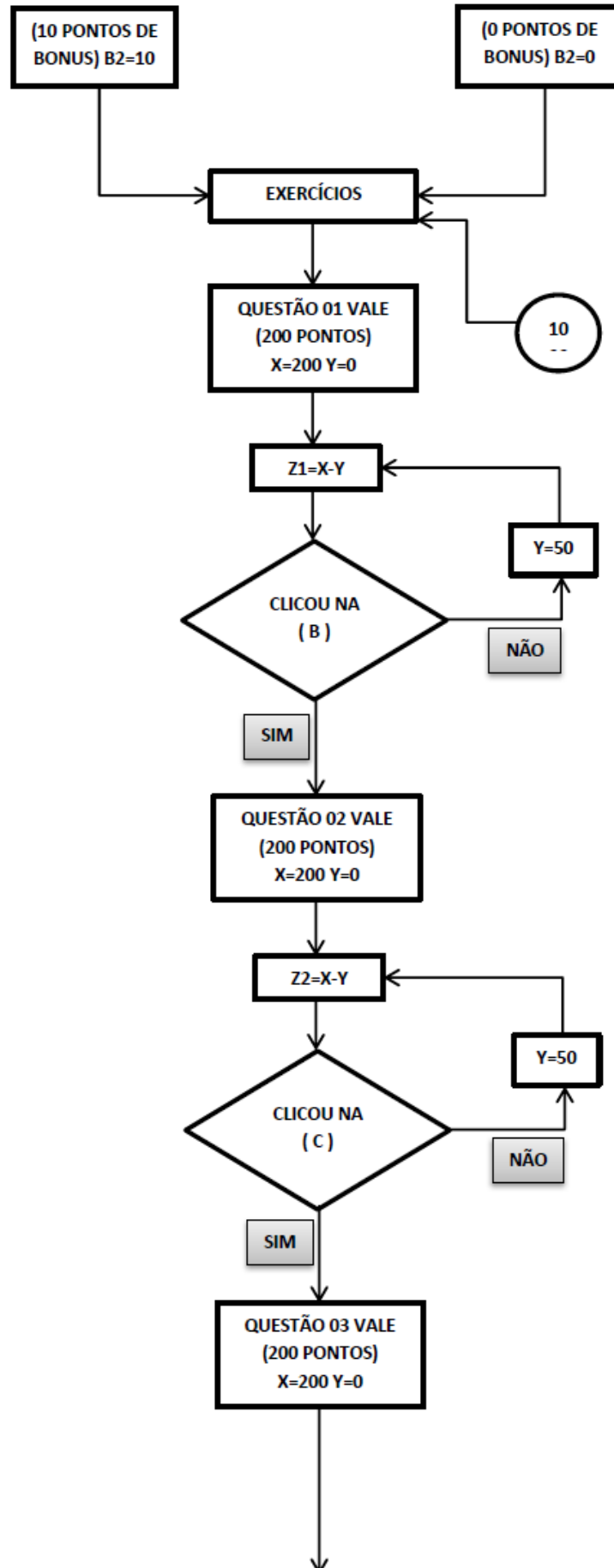


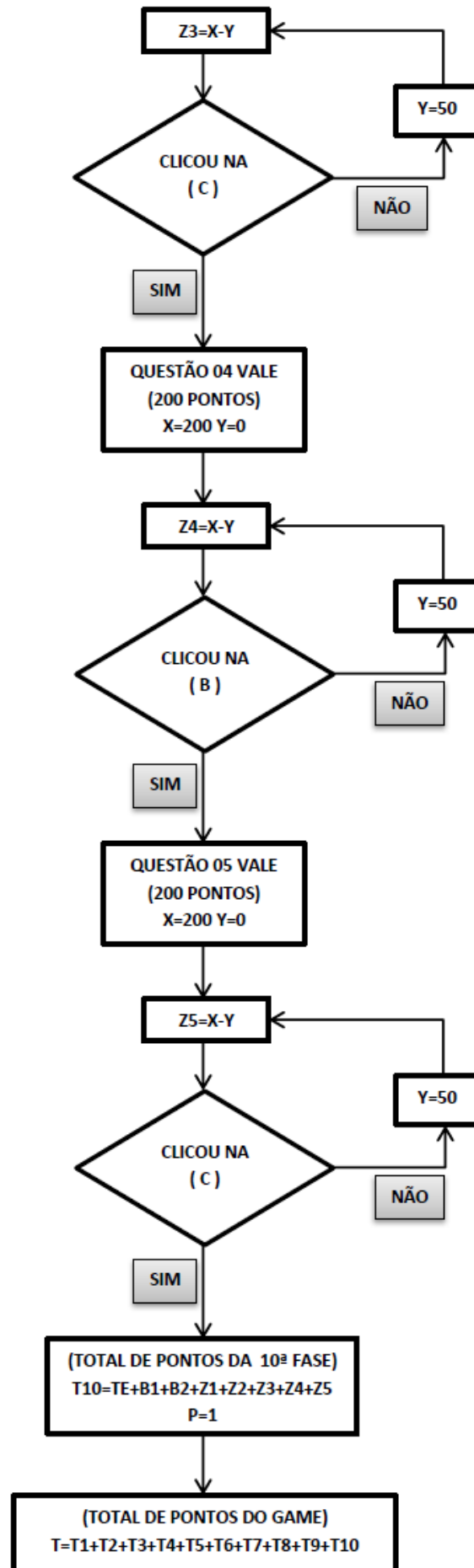












## **Considerações sobre o produto educacional**

A construção desse produto se resume em uma tentativa de um novo olhar para as práticas pedagógicas, entendendo o aprendiz como um ser integrado ao processo de ensino e aprendizagem. Nesse viés, o presente produto educacional busca um entendimento sobre as leis de Newton e suas aplicações por meio de um software educacional no formato de um game.

Espera-se que a proposta aqui apresentada provoque um encurtamento das distâncias entre professor e aluno, oportunizando o diálogo e a utilização da tecnologia em sala de aula.

A aplicação desse produto em uma turma de 1º ano do ensino médio mostrou um resultado muito positivo, tanto com relação à motivação e participação dos alunos nas atividades propostas, quanto no desempenho nas avaliações bimestrais de conteúdos conceituais.

Os alunos participantes da aplicação da presente proposta avaliaram satisfatoriamente o game produzido nesse trabalho. Os relatos dos discentes demonstraram com clareza o quão importante e enriquecedor foi trabalhar esse tema da maneira como foi abordado.