INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

PROJETO ARMA DE FOGO

TERMODINÂMICA – LICENCIATURA EM FÍSICA

ISABELA FALCÃO BUENO 1564021

MARCIANA BEZERRA L. LOIOLA 1560387

LUIZE CASARETTI 1564145

SÃO PAULO

05/2016

1. História

Desde os primórdios da vida humana, na era paleolítica, os seres humanos eram nômades e viviam do que conseguiam colher no território que estavam, eram membros apenas de seu grupo familiar. Tinham a necessidade de proteção de animais grandes, para tanto, utilizavam armas - que eram pedras ou madeiras.

Com o tempo, em um período chamado de neolítico, caracterizado pelo avanço social e político graças ao descobrimento do funcionamento da agricultura. Assim, o homem passa a se desenvolver em um único território (deixando de ser nômade) e se tornar membro de uma sociedade ao descobrir que viver em sociedade é mais vantajoso para a vivência. Esta junção de famílias em num território trás estruturações políticas e divisão de tarefas dentro desse grupo social. Com isso, surgiu uma vertente social que cuidava da caça e proteção, o que possibilitou o desenvolvimento das armas feitas de pau e pedra, passando a ser polidas e existirem engenhocas a fim de aumentar a eficiência do ataque.

1.1 O surgimento da Pólvora

Com o passar dos séculos, os homens foram se organizando em exércitos e pequenos grupos militares e as armas melhoraram estruturalmente, surgindo escudos e espadas para a batalha. A pólvora começou a ser usada com propósitos militares na China no século X, a fim de fazer foguetes e bombas explosivas lançadas por catapultas – um marco revolucionário para a história das guerras - o canhão surgiu em 1126, inicialmente com tubos feitos de bambu. Depois da China, o uso militar da pólvora se espalhou pelo Japão e pela Europa. Pode ser classificada em propelente e explosiva, a primeira queima mais devagar e de forma constante, é utilizada nas munições. A segunda queima mais rápido, gera muito gás e explode se confinada, utilizada para fogos de artifício.

Na era moderna, séculos XV a XVIII,  o avanço militar se aperfeiçoou; com a pólvora surgiu novas armas, canhões e carros de combate. No começo do século XX surgiu o avião, a partir dai ocorreu duas grandes guerras que fez o os maiores polos econômicos se militarizarem e assim surgiu a bomba nuclear, usada pelos norte- americanos no final da segunda guerra contra os japoneses.

As armas ficaram cada vez mais eficientes, surgindo também, a arma biológica – que consiste em agentes vivos patogênicos (vírus, fungos, bactérias) que são utilizados para atingir e contaminar determinado grupo de pessoas.

1.2 A origem das armas de fogo

A origem das armas de fogo deu-se com o aparecimento da pólvora, uma mistura de salitre, enxofre e carvão vegetal, em contato com o fogo, resultando em uma explosão.

Uma das primeiras armas de fogo portátil acredita-se ser o mosquete, utilizada por soldados de infantaria entre os séculos XVI e XVIII. Eram usadas em larga escala nos campos de batalha nas potências europeias por todas as infantarias e pesava cerca de 10 quilos.  
Os primeiros mosqueteiros estavam armados não apenas com mosquetes, mas também com espadas, e trabalhavam em conjunto com lanceiros (soldados armados com lanças).

|  |
| --- |
| [http://1.bp.blogspot.com/_g5d-AYwSmw8/SyJic-kxAII/AAAAAAAAARc/pvaZ9LNZU7M/s400/Surrender+of+Breda+Diego+Velazquez.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_g5d-AYwSmw8/SyJic-kxAII/AAAAAAAAARc/pvaZ9LNZU7M/s1600-h/Surrender+of+Breda+Diego+Velazquez.jpg) |
| Figura 1: A rendição de Breda - Velasquez |

Após o mosquete, veio à espingarda de paderneira, também conhecida como fuzil, no século XVII, uma arma de fogo portátil que se tornou a principal arma pessoal dos [exércitos](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ex%C3%A9rcito), assim como o mosquete, uma arma do povo. E a partir de então, as [infantaria](https://pt.wikipedia.org/wiki/Infantaria)s do final do século XVII eram constituídas por fuzileiros, que substituíram tanto os  [mosqueteiros](https://pt.wikipedia.org/wiki/Mosqueteiro), de combate à distância; como os [piqueiros](https://pt.wikipedia.org/wiki/Piqueiro" \o "Piqueiro), de combate corpo a corpo. Também utilizaram pistolas, pois eram mais fáceis de usar do que uma espingarda uma vez que eram mais confiáveis, estáveis e fáceis de desmontar. Porém não teve a mesma popularidade da espingarda, as pistolas eram mais reservadas para soldados montados e especialmente oficiais.

As primeiras armas de fogo foram utilizadas na Revolução Francesa - movimento com participação dos pobres, pequenos comerciantes e camponeses, que se revoltaram contra a nobreza e o clero e a fim de democratizar a sociedade - se fez de mosquetes, espingardas e pistolas em punho. Um desafio aos exércitos  dos grandes senhores e monarcas.

|  |
| --- |
| [http://1.bp.blogspot.com/_g5d-AYwSmw8/SyJiUgMWVnI/AAAAAAAAARU/KPBn9Sx90r8/s400/delacroix_liberty.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_g5d-AYwSmw8/SyJiUgMWVnI/AAAAAAAAARU/KPBn9Sx90r8/s1600-h/delacroix_liberty.jpg) |
| Figura 2: O povo guiado pela liberdade - Delacroix |
|  |

1. Balística

Balística é a ciência que estuda, através da física e da química o movimento dos projéteis, especialmente das armas de fogo, a fim de explicar o que ocorre no seu interior, exterior, na trajetória, no impacto e suas marcas.

A Balística está separada em quatro divisões principais:

* [Balística interna](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bal%C3%ADstica_interna);
* [Balística externa](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bal%C3%ADstica_externa);
* [Balística terminal](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bal%C3%ADstica_terminal).

No projeto, o material utilizado para a combustão será o álcool. Quando colocado na parte de trás do cano, e quando for acionada a faísca dentro desse espaço, o álcool entrará em combustão e se expandirá dentro do cano, num sistema análogo ao de um pistão, forçando o projétil a ser lançado pela extremidade posterior em uma velocidade que varia de acordo com a quantidade de álcool posto.

* 1. Balística Interna

A balística interna foca no que ocorre enquanto a bala está dentro da arma, a explosão e seus efeitos. A explosão libera energia não apenas em movimento, como na forma de calor e na forma sonora.

A reação na arma é adiabática, ou seja, é um sistema de expansão tão rápida que, na teoria, não há troca de calor entre o gás e o meio externo. Pelo fato da quantidade de calor trocado ser zero.

ΔU = Q - W

Onde,

ΔU: Variação da energia interna;

W: trabalho;

Q: quantidade de calor trocado.  
  
Como Q=O temos para sistemas adiabáticos

ΔU = -W

Este é um gráfico característico das curvas adiabáticas.

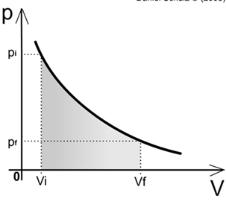


Figura 3: gráfico de curva adiabática

* + 1. A explosão

A explosão é uma combustão (ou queima) do álcool, isto é, a reação do álcool, chamado de combustível, com o oxigênio, chamado de comburente, na presença de calor. A combustão é conhecida também como queima. Esta é uma reação de oxirredução, o hidrocarboneto é o agente redutor e o oxigênio é o agente oxidante, enquanto o agente redutor perde elétrons, o agente oxidante os ganha.

O álcool etílico que borrifamos apresenta uma formula molecular igual a C2H6O e está em contato com o oxigênio presente no ar, de fórmula molecular igual a O2. Asduas não entram em combustão espontânea, é necessário que haja calor. Representamos essa equação da seguinte forma:



C2H6O + 3O2  2CO2 + 3H2 O

A reação do álcool com o oxigênio há liberação de energia. A entalpia (ΔH), é a quantidade de energia contida em uma determinada substância que sofre reação, Hp, quantidade de energia dos produtos menos a quantidade de energia dos reagentes da reação, Hr,

ΔH = Hp – Hr

A combustão do álcool na arma é uma reação exotérmica, pois libera calor para o meio ambiente – uma vez que a energia dos reagentes é maior que a energia dos produtos, ou seja, ΔH é negativo. Em uma reação endotérmica, há absorção de calor do meio, o ΔH é positivo, pois a energia do produto é maior do que a do reagente.

As substâncias simples possuem entalpia igual a 0, por convenção, por serem estáveis.

Substância entalpia

C2H6O  - 1351 kJ/moL

O2  0

CO2 - 394 kJ/mol

H20 - 242 kJ/mol

Assim, ΔH =[2(- 394)+ 3(-242)] – ( - 1351)

ΔH= -163 kJ/mol

* + 1. Pressão

Com a explosão, há a liberação de gás. Essa liberação tem uma aceleração muito alta e essas moléculas colidem contra o cano da arma com uma força muito grande, ou seja, uma pressão muito alta, uma vez que pressão é a fração da força em uma determinada área. Essa pressão é contra toda a área envolta da explosão, ou seja, a parte do cano em que o projétil está inserido também. Logo, quando esse projétil recebe tamanha força, é arremessado para fora.

A explosão, no início, tem a aceleração máxima de suas partículas e ao longo do tempo, elas perdem energia cinética, assim, podemos considerar que quanto mais próximo da explosão, a pressão é maior.

Sendo assim, considerando duas armas de PVC a base da mesma quantidade de álcool borrifada e com canos de comprimentos diferentes, a arma de menor cano terá a maior pressão sobre a bala, localizada no ponto vermelho do cano, uma vez que a aceleração da explosão ao colidir com a bala é maior, logo, o efeito da força é maior. O espaço X é o espaço em que ela perde gradativamente a energia cinética da explosão.

Basicamente, por ter a mesma quantidade de álcool e volumes diferentes, a explosão terá uma pressão diferente, uma vez que a energia cinética inicial da reação é a mesma, porém, ao colidirem com as paredes, energia cinética das partículas no cano menor será maior do que a do cano maior por ter mais moléculas por área.

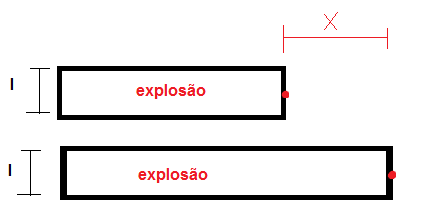


Figura 4: representação dos canos de comprimentos diferentes

Agora, levando em conta duas armas de PVC com canos de mesmo comprimento e áreas diferentes, o cano com área menor terá a maior pressão sobre as paredes, uma vez que as colisões da explosão terão maior velocidade.

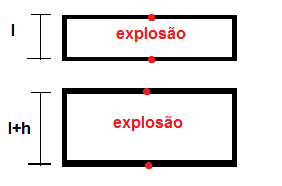


Figura 5: representação dos canos de larguras diferentes

Neste caso, assim como no anterior, os volumes dos canos são diferentes, ou seja, a energia cinética inicial da explosão é a mesma, entretanto, no cano mais grosso há mais espaço para cada molécula, a energia cinética é menor do que no cano mais fino, assim, a pressão no cano mais fino é menor que no cano mais grosso.

* 1. Balística externa

Para que a linha do tiro seja certeira e com uma trajetória sem muitas variações por falhas técnicas é necessário estabilizar a arma considerando cinco pontos importantes para a posição:

* confortável, para que não haja necessidade de mudar de postura conforme o tempo;
* eficaz, a fim de obter um menor gasto energético possível e assim todos os disparos terão desempenhos similares;
* estabilidade, buscar uma estabilidade do corpo para então, estabilizar a arma.
* alinhamento, alinhar as miras com a arma;
* consistência, ter a capacidade de entrar na posição correta a qualquer momento, levando em conta os quatro pontos anteriores.

2.2.1 Análise teórica

Uma vez que temos definidos uma trajetória do projétil sem alterações por erros técnicos, consideraremos então a mecânica a fim de explicar a balística externa, ou seja, a trajetória do projétil. O momento do tiro pode, inclusive, ser filmado e colocado no software *Tracker,* para analisar o movimento e suas composições, bem como tomar os valores de tempo e velocidade.

Podemos considerar o disparo de um projétil (um tiro) de muitas maneiras, ente elas: verticalmente para cima ou para baixo e em um lançamento oblíquo. Para compreender melhor, analisaremos caso a caso, para tanto, tomaremos:

h a altura final da bala - em metro (m)

h0, a altura inicial da bala – em metro (m)

vo a velocidade inicial - em metro por segundo (m/s)

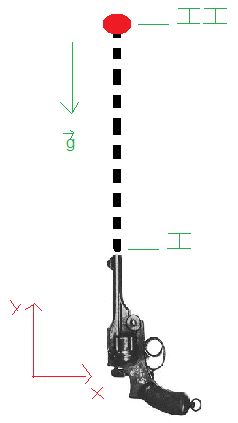
g a aceleração da gravidade - em metro por segundo ao quadrado (m/s²)

t é o tempo – em segundo (s)

R(ar) é a resistência do ar – em newtons (N)

2.2.1.1 Lançamento de projétil vertical para cima.

Primeiramente, especificaremos a trajetória em um plano cartesiano, como ilustrado na figura a seguir.

Sua trajetória é retilínea e vertical, e, devido à gravidade e à resistência do ar, o projétil recebe uma força contrária a de seu movimento inicial.

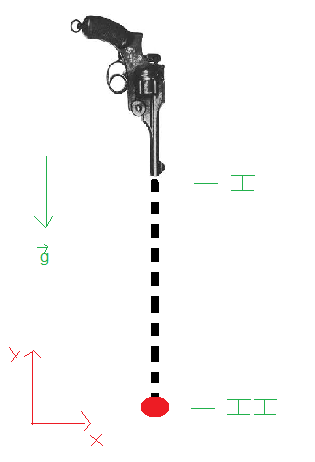
Na situação (I), o projétil é lançado com uma velocidade vo e ao chegar na situação (II), onde a altura é a máxima que a bala chega, nesse instante, a velocidade é nula.

Temos que:

h=ho+ t + 0,5t² + (ar) (1).

Figura 6: representação de lançamento vertical

2.2.1.2 Lançamento de projétil vertical para baixo.

Especificaremos, também, a trajetória em um plano cartesiano, como ilustrado na figura a seguir

Sua trajetória é retilínea e vertical, e, devido resistência do ar, o projétil recebe uma força contrária a de seu movimento inicial, entretanto, agora a gravidade está a favor de seu movimento neste caso.

Na situação (I), o projétil é lançado com uma velocidade vo e ao chegar na situação (II), onde a altura é a mínima que a bala chega.

Figura 7: segunda representação de lançamento vertical

Temos que:

h= ho + t + 0,5t² + (ar) (2).

2.2.1.3 Lançamento oblíquo

Chamaremos de io ângulo que o vetor velocidade inicial faz com o eixo x e podemos dividir o lançamento em três situações principais, indicadas na figura a seguir e decompor o movimento no eixo X e no eixo Y. Para o calculo, adotamos a origem da trajetória na situação I, no local do início do movimento.

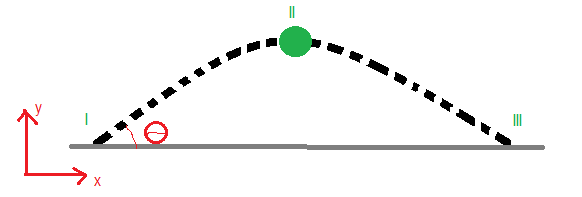


Figura 8: representação de lançamento horizontal

Eixo X: Caracterizado por um movimento uniforme, x=xo +t. (3)

Decompondo o movimento para o eixo x, temos:

x=xo+(x)(t) (3.1)

Ou seja,

X=xo+()(cosθi)(t) (3.2)

Derivando as posições em X, obtemos que:

vx=()(cosθi) (3.3)

 No eixo Y: Tal decomposição apresenta um movimento uniformemente variado e consideramos a aceleração da gravidade g.

Temos,

y=yo+()(senθi) (t) + 0,5()(t²) (4.1)

Derivando as posições em Y, obtemos que:

vy=()(senθi) + ()(t) (4.2)

Na situação I, ou seja, durante a subida do projétil, a velocidade vertical (vy) diminui, pois está contra a aceleração da gravidade, conforme a equação (4.2). Ao chegar na situação II, a altura máxima, ou seja, vy=0, e desce aumentando a velocidade, conforme a equação (4.3).

A velocidade instantânea é dada pela soma vetorial das velocidades horizontal e vertical, ou seja, - sendo vi a velocidade instantânea. Pela figura podemos notar que o vetor velocidade é tangente à trajetória em cada momento.

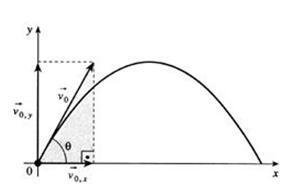


Figura 9: segunda representação de lançamento horizontal

Na situação I, no inicio do movimento do projétil, pela equação (3.1) podemos obter a expressão (5)

Substituindo (5) em (4.1) chegamos à seguinte equação:

y=yo + ()(senθi) + 0,5()( )²

Sendo yo= 0 no início do movimento:

(6)

Como e são constantes, a equação da trajetória é do tipo y = ax - bx2, equação de uma parábola.

Altura máxima

Sabemos que quando o projétil atinge a altura máxima, vy = 0, pela equação (4.4), no ponto máximo.

vy=()(senθi) + )(t) (4.2)

0 =()(senθi) + )(t)

t = (7)

Substituindo (7) em (4.1)

y=yo + ()(senθi)(t) + 0,5)(t²) (4.1)

Como yo + ()(senθi)(t)=0, pois yo e vo=0;

y =+ (8)

Alcance máximo

É a máxima distância da origem, quando y=0, ou seja:

y=yo + ()(senθi)(t) + 0,5()(t²) (4.1)

0=()(senθi)(t) + 0,5()(t²)

t=0 ou t = (9)

Substituindo na equação do movimento uniforme no eixo x, temos:

X=xo+( )(cosθi)(t) (3.2)

Xmáx = ()(cosθi)(

Xmáx =

Note, também, que o tempo necessário para atingir à máxima distancia é o dobro do tempo necessário para atingir à máxima altura.

2.2.2 Dados da Arma

Depois de dar um tiro, filmamos e colocamos o vídeo no programa *Tracker.* Analisando a trajetória da bala, obtivemos os pontos demarcados na imagem.

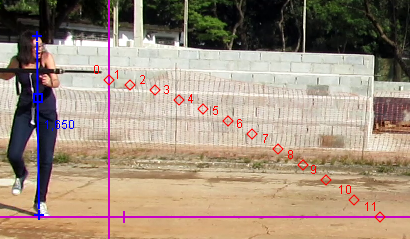


Figura 10: imagem do lançamento

Os pontos que o software nos mostra, nos leva a concluir que se trata de um movimento oblíquo, ou seja, é um movimento com componente na horizontal e na vertical. Com os dados obtidos, traçamos os gráficos nos dois eixos da posição em função do tempo.

No eixo horizontal

No eixo horizontal, inserimos uma linha de tendência sobre os pontos. Aproximando a trajetória de uma reta, concluímos que se trata de um movimento uniforme com espaço Sx de equação: Sx (t) = 6,8045t - 0,033

Figura 11: Gráfico do espaço pelo tempo no eixo horizontal

Para acharmos a velocidade, derivamos as equações encontradas. Como esperado, no eixo horizontal se trata de um movimento uniforme, em que a velocidade Vx não varia. Logo obtivemos uma constante. Vx (t) = 6,8045t

Figura 12: Gráfico da velocidade pelo tempo no eixo horizontal

No eixo vertical

No eixo vertical também inserimos a linha de tendência polinomial de grau dois. Ou seja, trata-se de um movimento variado.

Obtivemos então, a equação do espaço Sy pelo tempo: Sy (t) = -5,8425t2 - 1,3515t + 1,2703.

Figura 13 : Gráfico do espaço pelo tempo no eixo vertical

Porém, no eixo vertical temos um movimento uniformemente variado, então quando derivamos a equação da posição o valor da velocidade Vy não é constante.

Figura 14: Gráfico da velocidade pelo tempo no eixo vertical

O gráfico indica uma variação da velocidade conforme o tempo, ou seja, trata-se de um movimento acelerado de equação Vy (t) = 11,685t + 1,2703

2.3. Balística Terminal

A balística terminal estuda e analisa os efeitos e danos transferidos pelo projétil ao alvo. Projétil é qualquer sólido pesado que se move no espaço, abandonado a se mesmo depois de haver recebido impulso.

Energia em projeteis é a capacidade de o projétil conduzir e transferir ao alvo efeitos diversos, que estão relacionados com movimento e formato do projétil, como também, a densidade do alvo.

Quanto à forma, os efeitos podem ser de:

- Perfuração: efeito muito comum em caças de couro mais grosso e aves de plumagem resistente

- Deformação: efeito no qual o projétil muda substancialmente a forma ou configuração de um alvo. Isto pode ser: quebrado, desmontado, amassado, retorcido, etc.

- Impacto: efeito no qual se busca tanto penetração, quanto derrubar, impactar o alvo. (há alvos que não podem ser penetrados, mas podem ser derrubados).

- Expansão: efeito no qual o projétil aumenta o diâmetro de sua cabeça ao impactar o alvo, transferindo assim, maior energia e, consequentemente maiores danos.



Figura 15: Tipos de projéteis

Quanto mais denso for o alvo, maior o numero de partículas serão atingidas e mais energia é transferida causando assim, um maior dano. No caso de alvos menos densos, os danos serão menores.

A balística dos ferimentos é o estudo da penetração de projeteis em tecidos moles (animais e seres humanos).

O tipo de ferimento provocado por um projétil depende muito da tendência que ele tem de entrar em cambalhota (perder o seu ponto de equilíbrio). Um projétil curto e em alta velocidade é mais propicio a dar rapidamente uma cambalhota ao entrar em contato com os tecidos vivos. Tal situação provoca uma maior destruição de tecidos e aumento da transferência de energia cinética (Ec) ao alvo. A gravidade das lesões se da pela quantidade de energia cinética que é transferida no impacto. Assim, uma bala que se dispõe de muita energia cinética ao embater no alvo, pode penetrar tão facilmente que abandonará o mesmo com bastante energia, não causando tanto dano. Enquanto que uma bala com baixa energia cinética consiga transmiti-la completamente ao seu alvo, pode provocar uma destruição de tecidos bastante significativa. Assim o projétil transfere parte da energia cinética quando penetra e sai do alvo ou, pode ainda, transferir toda a sua energia cinética quando fica alojado no alvo.

A quantidade de energia que é transferida ao alvo, pode ser obtida através do calculo da variação da energia cinética do projétil. Ou seja, a diferença entre a energia antes e depois do impacto.

E a velocidade resultante no ponto anterior ao de colisão pode ser calculada por , m/s.

Sendo,

∆ Ec: variação da energia cinética;

m: massa do projétil;

v: velocidade da bala após o impacto;

vo velocidade da bala antes do impacto.

**J**

A velocidade da bala após o impacto sempre será menor do que a velocidade antes do impacto, isso se dá pelo fato da bala transferir energia para o objeto que foi atingido.

Logo, é realizado trabalho sobre a bala, representado por W medido em Joule (J) sobre o alvo, que será:

**w = -∆Ec**.

**w J**

Como dito, temos que W=pΔV, então, sabendo que o comprimento da arma é 61 centímetros e que seu diâmetro é 40 milímetros, calculamos a pressão.

Temos também que a variação do volume é praticamente o volume do cano, então, o ΔV = Volume do cano.

0,19 = p (0,61)(20)()

p= (1,56)() Pa

No caso da bala rotacionar ao longo da trajetória, isso irá aumentar a quantidade de energia cinética da mesma, o que ocasionará em maiores danos, pois, haverá também a energia cinética de rotação (Iw2/2).

Assim,

Onde,

I: momento de inércia do projétil;

w: velocidade angular.

Ect: é a energia cinética total transferida ao alvo.

Consequentemente, se ∆Ect for maior, o trabalho (w) realizado sobre o alvo também aumentará.

Os danos produzidos por balas em tecidos vivos podem ser dos seguintes tipos:

1. Laceração e esmagamento – balas de baixa velocidade, que viajam a menos de 330m/s. no caso da laceração o tecido é rasgado. No esmagamento, ocorre a destruição dos tecidos devido à força que aplica uma elevada pressão.
2. Cavidades – pode ser do tipo permanente ou temporária. A permanente é significativa com projeteis que viajam a mais de 330m/s, é provocada pela trajetória da própria bala e o diâmetro resultante da cavidade varia, mas é normalmente maior que o diâmetro da bala. Em ferimentos por balas de alta velocidade, da-se um efeito adicional denominado por formação da cavidade temporária que é produzida pela elevada transferência de energia cinética ao tecido; esta cavidade pode ser 30 vezes superior ao diâmetro da bala e ocorre num tempo aproximado de 5 a 10 milissegundos, alcançando pressões na ordem de 100 a 200 atm (10 a 20 kg/cm2). Esta cavidade entra em colapso de modo pulsante. Se a pressão da cavidade temporária exceder o limite elástico do tecido, o órgão atingido pode rebentar e surgirá uma enorme cavidade permanente. Órgãos com pouca elasticidade são mais suscetíveis a este efeito de rebentamento, como é o caso do fígado. Órgãos poucos densos e com alta elasticidade estão relativamente protegidos, como exemplo, os pulmões. Os músculos e pele, os quais dispõem duma densidade similar ao fígado, mas com alta elasticidade estão relativamente protegidos.

|  |
| --- |
|  |

3. Histórico do projeto

Feita de tubos dois tubos de PVC, um adaptador para conexão e uma tampa, sua montagem é simples. O tubo mais largo é onde ocorre a explosão e é nele que deve ser inserido e bem vedado o acendedor de fogão, bem como a tampa de trás deve ser bem fechada. Este deve estar bem fixo ao tubo mais fino através do adaptador, o tubo mais fino recebe o projetil.

O combustível é o álcool etílico borrifado através da abertura da tampa na parte de trás, quando tampado, fechamos a parte da frente para que o álcool evapore um pouco a fim de ocorrer a explosão. Não conseguimos ter dados certos a respeito do quanto de álcool é utilizado na reação, uma vez que nem todo álcool que borrifamos é realmente utilizado.

Ao acionar o botão, o acendedor solta uma faísca no álcool borrifado, aquecendo o álcool etílico e o oxigênio, gerando uma reação química (explosão) e o efeito desta é a expulsão do projétil para fora da arma. Para gravar vídeos para posteriores análises, precisávamos de câmeras de qualidade e um fundo que contrastasse com nosso projétil, então utilizamos as câmeras do Instituto Federal e o fundo era tanto o céu quanto algum fundo branco.

Inicialmente, nossa maior preocupação foi o bem estar físico do atirador, nossas primeiras tentativas borrifamos cerca de cinco vezes dentro do cano. Entretanto, não ocorria nenhuma explosão, então fomos aumentando aos poucos. Duas tentativas após o início, ouvimos uma leve explosão dentro do cano, então adicionamos mais álcool e então o primeiro tiro ocorreu e foi bem sucedido, seu alcance foi de cerca de dois metros. Então, com a arma já funcionando no primeiro dia de teste e ouvindo conselhos dos professores, pensamos em fazer uma arma com um comprimento menor e comparar o alcance das duas. Infelizmente, como não temos controle da quantidade de álcool utilizada, não conseguimos compará-las na prática. Conforme os dias, fomos fazendo mais testes para vídeos e análise de dados, foi onde o primeiro problema ocorreu, ao acionarmos o botão, já não saía mais o projétil e não conseguíamos pensar no que poderia estar errado até descobrirmos que o acendedor de fogão ficou gasto e acreditamos ser por conta tanto da qualidade do material quanto das explosões que ele sofreu ao longo das experiências. Então, tivemos que trocar de acendedor a fim do seu funcionamento.

4. Considerações sobre o projeto em sala de aula

O projeto apresenta uma enorme possibilidade de interdisciplinaridade, história, física, química, podemos também pensar na ligação com a biologia, à reação do corpo ao levar um tiro, cada parte do corpo como reage, as reações químicas que ocorrem no corpo nessas situações, entre outras. Para a física, gera muita discussão para mecânica e para a termodinâmica, podendo ser introduzido e relembrado diversos conceitos.

Para que o projeto possa ser levado a uma sala de aula, acreditamos que sejam necessárias algumas modificações; como, por exemplo, o objeto que será lançado e o diâmetro do cano utilizado. Quanto maior e mais pesado for o objeto, mais difícil será de empurrá-lo para fora do cano a partir da combustão, logo, terá uma menor velocidade e alcance, que é uma medida mais segura. Além do que, o projeto deixa evidenciado a expansão do ar dentro do cano quando ocorre a combustão do álcool, uma vez que gere força suficiente para lançar um “projétil”.

Referência Bibliográfica

Torres, Carlos Magno A, Física – Ciência e Tecnologia, volume 1, 2ª ed., São Paulo, Moderna, 2010, página 209.

Albrecht, Carlos H., Maia, Daltamir J. e Bianchi, José. – Universo da Química, volume único 1ª ed., São Paulo, FTD, 2005, páginas 3081 a 399.

Nussenzveig, H. Moysés – Curso de Física Básica, volume 2, 4ª ed., São Paulo, Edgard Blucher LTDA., 2002, páginas 183 a 184.

Paraná, Djalma Nunes – Física, Termologia, Óptica e Ondulatória, volume 2, 5ª ed., São Paulo, Editora Ática, 1996, páginas 105 a 126.

Referência de Site

Enfermagem forense, ferimentos por arma de fogo, Disponível em: <http://www.enfermagemforense.blogspot.com.br/2009/04/ferimentos-por-arma-de-fogo>, Acesso em: 20 de maio de 2016 às 15:20 horas

Modulo 04, cartuchos, Disponível em: <http://www.jundiai.sp.gov.br/gestao-de-pesoas/wp_content/uploads/.../modulo-03.pdf>, Acesso em: 04 de junho de 2016 às 9:45 horas

Cinemática do trauma, Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvjOAK/cinematica-trauma>, Acesso em: 06 de junho de 2016 às 14:15

História das armas de fogo, Disponível em: <http://www.ahistoria.com.br/das-armas-de-fogo/>

Último acesso em: 11/06/2016 às 18h

Qual é a origem das armas de fogo?, Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-e-a-origem-das-armas-de-fogo>

Último acesso em: 11/06/2016 às 19h