



.....  
**Marcelo M.F. Saba**  
 Instituto Nacional de Pesquisas  
 Espaciais  
 E-mail: saba@dge.inpe.br  
 .....

.....  
**Rodrigo Roversi Rapozo e  
 Gustavo Andrade Santana**  
 Instituto Tecnológico de Aeronáutica /  
 Clube de Ciências Quark  
 .....

**E**xistem na natureza muitos fenômenos que não podem ser acompanhados pela nossa visão devido à rapidez com que acontecem. Como exemplos, podemos citar uma bexiga estourando, uma bola se deformando ao ser golpeada, o impacto de um projétil em um alvo qualquer etc.

Este trabalho descreve uma técnica muito simples para “congelar” movimentos impossíveis de se ver a olho nu. Com ela registramos, em filme fotográfico, instantâneos dos mais diversos fenômenos. A imaginação do leitor será o limite para a ampla gama de experiências que poderão ser feitas com a técnica aqui apresentada.

### Material

- Máquina fotográfica com controle de tempo de exposição;
- *Flash* externo se possível com sensor de luminosidade;
- Cabo de conexão para disparo do *flash* (geralmente acompanha o *flash*);
- Tiristor TIC 106D ou equivalente;
- Microfone;
- Amplificador ou equipamento de som que tenha entrada para microfone e saída para caixa acústica;
- Tripé (opcional).

### A Técnica

Quando tiramos uma foto, permitimos que a luz proveniente do objeto que se encontra na frente da máquina incida sobre o filme fotográ-

Você viu?  
 Não...  
 É..., eu também não! Foi muito rápido!

fico. Para isso, ao apertarmos o botão de disparo (chamado tecnicamente de *disparador*), abrimos e fechamos rapidamente uma janela (conhecida por *obturador*) por onde entra a luz que atingirá o filme.

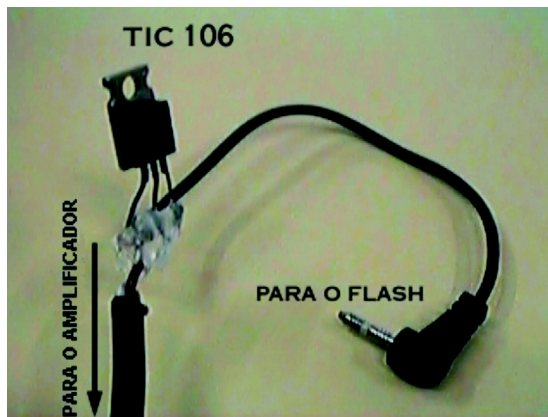
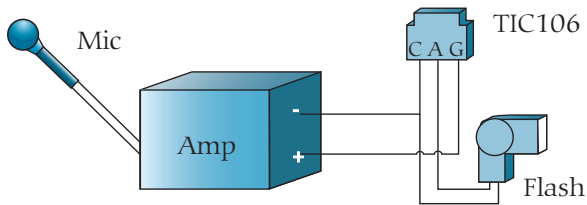
Em algumas máquinas o controle do tempo de exposição do filme à luz externa é ajustável. Números como 125, 60, 30 etc. indicam o tempo de abertura do obturador. Por exemplo: o número 125 corresponde a um tempo de abertura de 1/125 segundos. Normalmente essas máquinas possuem também uma posição do ajuste do tempo chamada “B”. Colocando-se o ajuste de tempo nesta posição, podemos manter o obturador da máquina aberto durante o tempo em que mantivermos o disparador pressionado. Com este recurso podemos através de uma técnica bem simples fotografar eventos muito rápidos que estejam associados a sons intensos, por exemplo: o estouro de uma bexiga, o disparo de uma arma etc.

Em uma sala escura colocamos o evento a ser fotografado de frente para a câmera. Pressionamos o disparador da máquina, expondo o filme. Este não será sensibilizado se tivermos o cuidado de manter a sala realmente escura. Ao estourarmos uma bexiga, por exemplo, o som do estouro será captado por um microfone que, por sua vez, acionará um *flash* independente (externo à máquina). A luz do *flash* iluminará o evento que será registrado no filme. Então basta soltar-

Este artigo mostra uma forma simples de se conseguir fotografar instantes específicos de fenômenos que ocorrem a altas velocidades.

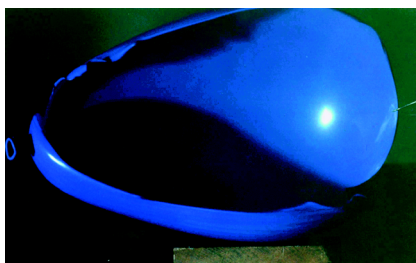
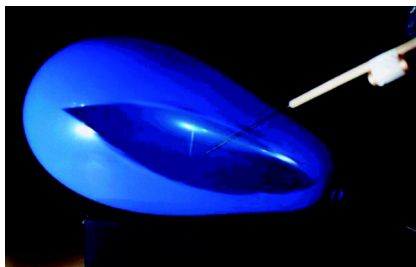
mos o disparador da máquina e a foto da bexiga estourando está feita.

Para que o som do evento acione o *flash* ligamos o microfone em um amplificador. A saída do amplificador, ao invés de ser ligada em uma caixa acústica, deve ser ligada ao *flash* através de um dispositivo eletrônico conhecido como *tiristor* (por exemplo o TIC106D) segundo o esquema abaixo. Essa ligação do *tiristor* ao *flash* pode ser feita utilizando-se o cabinho que normalmente acompanha os *flashes*. Corta-se a ponta que normalmente seria encaixada na lateral da máquina fotográfica, ligando-se os dois fios ao SCR conforme o Esquema 1.



Esquema 1. Montagem esquemática da parte eletrônica do experimento (em cima) e foto do tiristor (embaixo).

O *tiristor*, ao receber do amplificador um sinal elétrico suficientemente alto, curto-circuitará os terminais do *flash*, disparando-o. O momento do disparo estará associado com a distância do microfone ao local de onde o som foi produzido. Por exemplo: se o microfone estiver muito perto da bexiga que será estourada, a onda sonora chegará rapidamente ao microfone e a foto mostrará o início do rasgo. Se afastarmos o microfone, o som demorará mais tempo para chegar e um rasgo maior será registrado. Esse recurso é muito útil no controle do momento do fenômeno que se deseja fotografar.



## Resultados

Apresentamos algumas das fotos conseguidas com esta técnica.

### Bexiga

Na Foto 1 podemos observar o microfone preso na haste que perfura a bexiga. Pode-se, sabendo a distância da ponta da haste ao microfone ( $d_m$ ) e a velocidade do som ( $v_{som}$ ), estimar a velocidade média do rasgo ( $v$ ). Para a estimativa do comprimento do rasgo ( $d$ ) utilizamos como referência a dimensão da caixa que está sob a bexiga. No caso desta foto a velocidade do rasgo em direção à parte mais esticada da bexiga chegou a 264 m/s, mais de 900 km/h!!

$$\frac{d_m}{v_{som}} = \frac{d}{v}$$

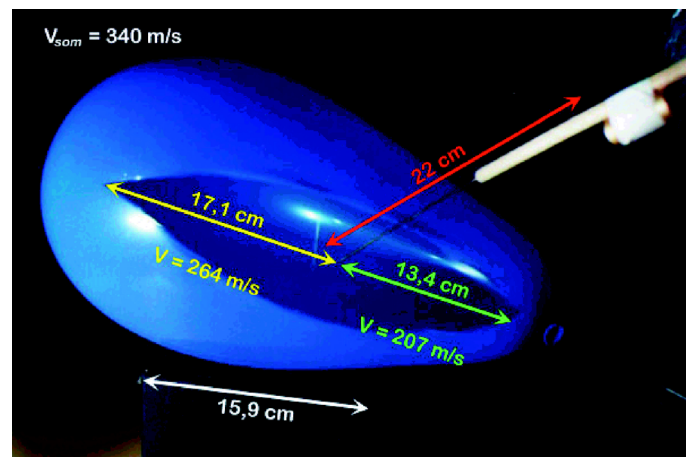
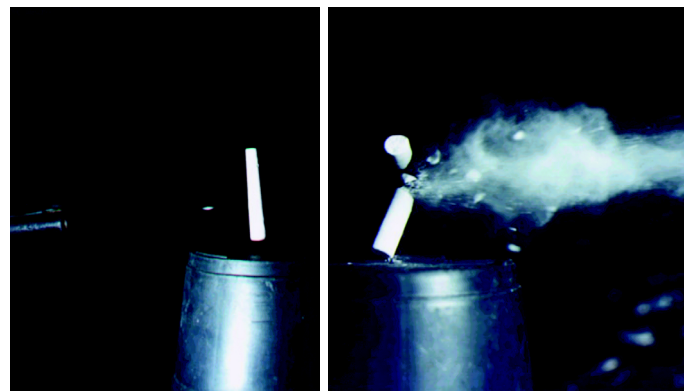


Foto 1. O microfone capta o som do estouro da bexiga e aciona o mecanismo de disparo da máquina.

### Tiro em um giz

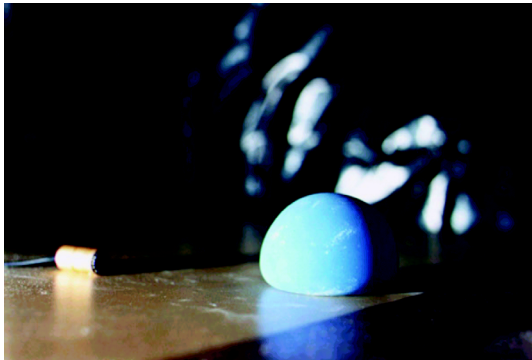
Observamos na primeira foto o chumbinho disparado por espingarda, indo em direção ao giz. Para obter a cena do impacto, movemos o microfone para mais longe da espingarda atrasando em alguns milissegundos o instante do disparo do *flash*.



A clássica foto do disparo em um pedaço de giz (que pode ser substituída por uma carta de baralho), obtida através da técnica apresentada.

## Bola

Nesta foto observamos a deformação de uma bola de tênis de praia no momento de seu choque contra uma mesa.



## Observações Finais

Com esta técnica podemos conseguir fotos fantásticas com equipamento de fácil obtenção. Em uma escola, por exemplo, não será difícil encontrar estudantes interessados em fotografia e com o equipamento necessário. Provavelmente o único componente a ser comprado será o *tiristor* (facilmente encontrado em lojas que vendem componentes eletrônicos).

Os estudantes ficam ansiosos em ver as fotos reveladas que permitirão na maioria dos casos uma rica análise da Física envolvida nos fenômenos fotografados.

Outras fotos se encontram disponíveis no site [www.clubequark.cjb.net](http://www.clubequark.cjb.net).

## Dicas Úteis

- Dê preferência a filmes de alta sensibilidade (ASA 400) e utilize um tripé para a fixação da câmera.
- A utilização de um *flash* com sensor de luz embutido diminuirá a duração do *flash*, proporcionando fotos mais nítidas.
- Procure tirar fotos de perto e utilizar um fundo escuro opaco para evitar reflexos da luz do *flash*.
- Antes de tirar fotos, verifique se o sistema de acionamento do *flash* está funcionando corretamente. Estoure, por exemplo, uma bexiga e veja se o *flash* dispara. Se você fizer isto em uma sala escura poderá ver a cena “congelada” que será posteriormente fotografada.
- Se a foto ficar escura aproxime o *flash* ou aumente a abertura do diafragma da máquina.
- Já existem no mercado máquinas fotográficas digitais com controle de tempo de exposição.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos estudantes Felipe Simões da Silva e Vinícius Gonzaga de Barros Ramos do Colégio N. S<sup>a</sup> Aparecida, João Gabriel de Magalhães do Colégio Anglo/Cassiano Ricardo e Sidney Macias Dourado Jr. do Colégio Poliedro. Graças à perseverança e imaginação destes alunos durante as reuniões semanais do Clube de Ciências Quark, pudemos chegar aos resultados aqui mostrados.

## Referências Bibliográficas

Winters, L. *High-Speed Flash Photography with Sound Triggers*. The Physics Teacher, pp. 12-19, jan., 1990.

## Absorvendo Calor



### Objetivo

Mostrar como funciona a absorção de luz (e calor) por um objeto e como a absorção pode variar de acordo com a cor do objeto.

### Material

- isopor;
- canetas coloridas;
- lupa.

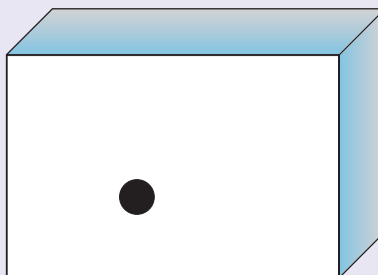
### Procedimento

Em um dia de sol, tente queimar um pedaço de isopor com o auxílio de uma lupa. Nada acontecerá. Desenhe um ponto preto no iso-

por e tente outra vez. Repita o procedimento para outras cores.

### Observe que...

A absorção de luz e portanto de calor varia conforme a cor do objeto iluminado. Um objeto é branco pois



reflete todas as cores. Assim a quantidade de energia absorvida pelo isopor é pequena. No entanto, após ser colorido de preto ele derrete, pois a cor preta absorve todas as cores “contidas” na luz solar.

### Tópicos de discussão

- cores;
- absorção e reflexão;
- foco de lentes convergentes;
- radiação e calor.

Marcelo M.F. Saba  
Clube de Ciências Quark  
S. J. Campos – SP