

<b>LADIF</b> <b>ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA</b>		<b>UFRJ</b> <b>IF</b>
Disciplina : Óptica	Tema : Espectro Eletromagnético	
Código : 3B-23	Nome : <b>Vendo o Invisível</b>	
Onde encontrar : Armário de Óptica, prateleira 1		

**Potencialidade :** Observar o espectro na faixa do infravermelho numa WebCam. Observar o comportamento de filtros. Associar o ato de enxergar à capacidade de ser sensível a uma faixa específica do espectro eletromagnético.

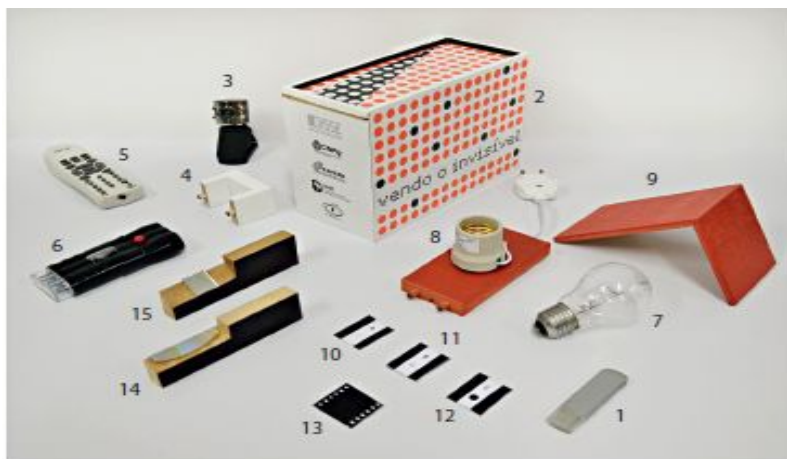
**Palavras Chaves :** Ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético, infravermelho, luz visível, visão noturna.

**Ref. Bibliográficas:** NASA. Disponível em: <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>. Acesso em 23/04/2020; Nussenzveig, H. Moysés. Curso de Física Básica 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica; Tipler, Paul A. / Mosca, Gene. Física para Cientistas e Engenheiros. Volume 2.

## Roteiro da Experiência

### Materiais Utilizados:

1. Programa “Vendo o Invisível”;
2. Câmara escura com tampa (caixa “DISSE”);
3. Câmera (WebCam modificada);
4. Suporte para a Câmera
5. Controle Remoto;
6. Lanterna de LEDs brancos e LEDs infravermelhos;
7. Lâmpada Incandescente;
8. Suporte com receptáculo para lâmpada incandescente;
9. Proteção para a Lâmpada Incandescente;
10. Lâmina de vidro comum (Acessório A);
11. Lâmina de vidro com cobertura especial (Acessório B);
12. Negativo de filme revelado (Acessório C);
13. “Segredo” coberto por filme (Acessório D);
14. Suporte com CD
15. Suporte com espelho.



<b>ELABORADO/REVISADO:</b> <b>MÊS/ANO:</b>	<b>APROVADO:</b> <b>MÊS/ANO:</b>
---	-------------------------------------

## Introdução Teórica e Objetivos Gerais:

Enxergamos porque nossos olhos possuem “sensores”, chamados cones e bastonetes, localizados na retina, que são capazes de captar os estímulos luminosos que chegam até a visão e transformá-los em sinais elétricos. Estes sinais chegam ao nervo óptico, responsável por enviar até ao cérebro estas informações, a fim de serem processadas.

A radiação eletromagnética possui uma extensa faixa de frequência que vai desde ondas de rádio, cuja ordem de grandeza inicial é de 10 Hz, até raios gama, de ordem de grandeza de, aproximadamente,  $10^{19}$  Hz. Quanto maior a frequência, maior o nível de energia e menor o comprimento de onda da radiação. Essa grande faixa é denominada espectro eletromagnético.

Figura SEQ Figura \\* ARABIC 1 - Kit Yendo a

Os olhos conseguem captar uma pequena faixa deste espectro, a luz visível. A luz visível possui comprimentos de onda que variam entre 400 nm ( $\sim 7,5 \cdot 10^{14}$  Hz) e 700 nm ( $\sim 4,3 \cdot 10^{14}$  Hz), aproximadamente. Há outras subdivisões mais gerais do espectro eletromagnético: Ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, ultravioleta, raios-x e raios gama. Podemos ver abaixo o

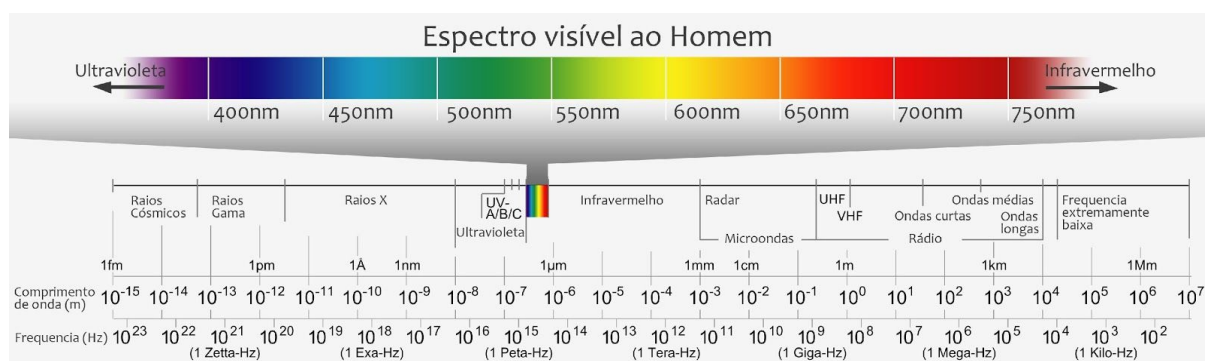


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 2 - Espectro Eletromagnético

espectro um pouco mais detalhado, conforme varia a frequência e comprimento de onda.

A sensação de cor está intimamente relacionada ao comprimento de onda da luz visível. A cor vermelha, por exemplo, possui comprimento de onda próximo de 700 nm e a cor violeta próximo de 400 nm. A luz branca é a combinação dos comprimentos de onda da luz visível, isto acontece quando uma fonte luminosa emite juntas frequências de radiação eletromagnética correspondentes a faixa da luz visível do espectro, formando o que é denominado luz branca. É possível, por meio da difração, decompor a luz branca e observar os diferentes comprimentos de onda que a forma.

Apesar de não vermos outras frequências além da luz visível, podemos, por meio de sensores, captar e observar, mesmo que indiretamente, outros tipos de radiações que nos cercam e, desta forma, ver o invisível. Uma delas, que é o foco deste experimento, é o infravermelho. O kit permite observar, por meio de imagens no computador, a radiação infravermelha de uma fonte luminosa, além de trabalhar com a luz na faixa do visível. Isso é possível pois a webcam é sensível ao infravermelho, não vemos isso usualmente pois a câmera vem de fábrica com um filtro que não permite que vejamos o infravermelho em sua captação de imagem. Para esse experimento o filtro foi retirado, permitindo então, enxergar o que não podemos ver. Além disso, podemos ver também, com o kit, o resultado da utilização de filtros, já que serão realizadas observações utilizando os mesmos. O filtro permite que determinado(s) comprimento(s) de onda passem através dele e outro(s) não. Além disso, poderá ser observada a composição da luz branca de uma lâmpada incandescente por meio da difração e reflexão da luz em uma das faces de um CD e consolidar, nesse cenário, o funcionamento do filtro.

## Montagens e experimentos:

Para realização dos experimentos, será necessária a utilização de um computador para a execução do programa “Vendo o Invisível”. O programa “Vendo o Invisível” é bem intuitivo, mas será colocado, como anexo, um guia para sua utilização.

Há diferentes montagens e, então, experimentos distintos possíveis de serem feitos com estes materiais. Algumas montagens serão listadas como sugestão, no entanto, com os mesmos materiais, é possível elaborar outras montagens e experimentos de acordo com objetivos viáveis que sejam pretendidos.

### Experimento 1: Vendo o invisível de um controle remoto e **lanterna de infravermelhos.**

1. Fixe a câmera firmemente em algum ponto da caixa “DISSE” e conecte-a na porta USB do computador;
2. Inicie o programa “Vendo o invisível” e selecione o “Experimento 1”. No computador, aparecerá a imagem do ambiente captada pela câmera;
3. Pegue o controle remoto e aperte alguns botões. Enquanto você aperta, observe o LED na extremidade do controle. O que você vê?
4. Aponte o controle remoto para a câmera e deixe o LED do controle no centro da imagem. Aperte alguns botões do controle e observe, no computador, as imagens captadas. Tire fotos e registre os resultados obtidos. Veja o comportamento, pelas imagens observadas no computador, dos botões que você apertou (é importante apertar um de cada vez e um pouco espaçado a fim de facilitar a distinção).
5. Ligue a lanterna de LEDs infravermelhos e aponte para câmera e observe as imagens geradas pela câmera no computador. Registre os resultados tirando fotos. **NOTA:** Evite apontar os LEDs infravermelhos na direção dos olhos. Apesar de não enxergarmos a radiação, ela pode estar sendo emitida.

Após ter realizado o experimento, reflita a respeito das seguintes questões:

- O que acontece ao apertar os botões do controle remoto? E com a lanterna de LEDs infravermelhos ao ser ligada? Compare o efeito a olho nu com o observado na câmera.
- Qual a diferença entre o controle remoto e a lanterna de infravermelhos?
- Há diferenças nos sinais emitidos ao serem apertados diferentes botões do controle remoto? Discuta.
- Qual tipo de radiação é emitida pelo controle remoto e a lanterna de LEDs infravermelhos?

### Experimento 2: Filtrando a radiação.

Serão apresentadas aqui três variações do mesmo experimento.

## **2.1: Filtrando a radiação de uma lanterna de LEDs infravermelhos.**

1. Encaixe a câmera no furo que há em uma das faces da câmara escura (caixa “DISSE”), fixando-a firmemente no suporte para a câmera, que deve ser encaixado na mesma face. Conecte a câmera na porta USB do computador.
2. Inicie o programa “Vendo o Invisível” e selecione a aba 2.1 do “Experimento 2”.
3. Coloque o suporte com espelho dentro da caixa “DISSE” na quina próxima à fenda da caixa “DISSE”. Repare que há uma manta imantada, do mesmo formato do suporte, colada na posição em que este deve ficar na face interna, onde está localizada a fenda. Após isso, feche a caixa.
4. Ligue a lanterna de LEDs de infravermelho e aponte para a fenda da caixa “DISSE”. Observe o resultado no computador e tire foto registrando-o. NOTA: Evite apontar os LEDs infravermelhos na direção dos olhos. Apesar de não enxergarmos a radiação, ela pode estar sendo emitida.
5. Abra a caixa “DISSE” e posicione o “acessório A” na frente da câmera. Note que há duas faixas de ímãs que se destinam à essa fixação. Feche a caixa e repita o que foi descrito no “tópico 4”.
6. Abra a caixa “DISSE” e substitua o “acessório A” pelo “acessório B”. Feche a caixa e repita o que foi descrito no “tópico 4”.
7. Abra a caixa “DISSE” e substitua o “acessório B” pelo “acessório C”. Feche a caixa e repita o que foi descrito no “tópico 4”.

Ao terminar o procedimento, tente identificar quais foram as diferenças entre as imagens geradas quando foram utilizados os acessórios A, B e C. Compare as fotos tiradas. Algum desses acessórios funcionaram como filtro, caso positivo, que tipo de radiação ele(s) filtra(m)?

## **2.2: Filtrando a radiação de uma lanterna de LEDs brancos.**

Este experimento é similar ao anterior, explicitado no item 2.1. O que muda é a fonte de radiação, pois neste experimento é utilizada a lanterna de LEDs brancos. Então, basta repetir o que foi feito no “item 2.1”, utilizando a lanterna de LEDs brancos ao invés da lanterna de LEDs infravermelhos.

Ao terminar o procedimento, compare as imagens obtidas e identifique as diferenças das imagens ao serem utilizados os acessórios A, B e C. Qual(is) desse(s) acessórios funcionou(aram) como filtro? Que tipo de radiação ele(s) filtra(m)?

Refleta e descreva quais os tipos de radiação emitida pela lanterna de LEDs brancos e qual é a predominante. Descreva também as diferenças entre esse experimento e o experimento anterior (item 2.1).

## **2.3: Filtrando a radiação de uma lâmpada incandescente.**

Este experimento é similar aos anteriores, explicitados nos itens 2.1 e 2.2. O que muda é a fonte de radiação, pois neste experimento é utilizada a lâmpada incandescente. Então, basta repetir o que foi feito nos itens 2.1 e 2.2, utilizando a lâmpada incandescente como fonte de radiação. Para utilizar lâmpada, é necessário conectá-la ao suporte com receptáculo que, por sua vez, é encaixado na face lateral da caixa “DISSE”, onde se encontra a fenda. Logo após é

necessário conectar a tomada à rede elétrica, sempre se atentando à **TENSÃO** determinada pelo fabricante da lâmpada (220 V ou 127 V). A fim de que a luz não atinja diretamente os seus olhos, é necessário que seja usada a proteção da lâmpada incandescente (mostrada nos materiais utilizados).

Ao terminar o procedimento, compare as imagens obtidas e identifique as diferenças das imagens ao serem utilizados os acessórios A, B e C. Qual(is) desse(s) acessórios funcionou(aram) como filtro? Que tipo de radiação ele(s) filtra(m)?

Refleta e descreva quais os tipos de radiação emitida pela lâmpada incandescente e qual é a predominante. Descreva também as diferenças entre esse experimento e os experimentos anteriores (itens 2.1 e 2.2). Combinando os resultados deste experimento e dos dois anteriores você é capaz de identificar qual filtro é ideal para observar o infravermelho? E para observar somente a luz visível?

### **Experimento 3: Segredo invisível.**

1. Encaixe a câmera no furo que há em uma das faces da câmara escura (caixa “DISSE”), fixando-a firmemente no suporte para a câmera, que deve ser encaixado na mesma face. Conecte a câmera na porta USB do computador.
2. Inicie o programa “Vendo o Invisível” e selecione o “Experimento 3”. No computador, aparecerá a imagem do ambiente captada pela câmera.
3. Abra a caixa e posicione o “acessório D” na face interna oposta à câmera da caixa “DISSE”. Há uma tarja de ímã que na qual será colocado o “acessório D”.
4. Coloque o suporte com espelho dentro da caixa “DISSE” na quina próxima à fenda da caixa “DISSE”. Repare que há uma manta imantada, do mesmo formato do suporte, colada na posição em que este deve ficar na face interna, onde está localizada a fenda. Após isso, feche a caixa.
5. Use os acessórios disponíveis para descobrir um símbolo “secreto” que há no “acessório D”. O acessório D possui um negativo de filme revelado que cobre um símbolo a ser descoberto.

Após visualizar o símbolo, descreva qual símbolo é e o que você fez para descobri-lo. Cite qual a fonte de radiação utilizada e se poderia ser utilizada outra alternativa.

### **Experimento 4: Visão Noturna.**

Este experimento é realizado fora da caixa “DISSE” e, portanto, deve ser realizado no ambiente totalmente escuro, caso contrário, o experimento pode não ser bem sucedido.

A idéia deste experimento é permitir exemplificar o processo de observação no escuro. Nós vemos os objetos ao nosso redor porque eles refletem a parte visível do espectro de luz. Não enxergamos no escuro porque há ausência da luz visível. Contudo, há outras fontes de radiação que podemos enxergar desde que usemos sensores apropriados para tal. No caso deste experimento será a câmera.

1. Fixe a câmera firmemente em algum lugar e conecte-a na porta USB do computador.

2. Inicie o programa “Vendo o Invisível” e selecione o “Experimento 4”. No computador, aparecerá a imagem do ambiente captada pela câmera.
3. Apague as luzes do ambiente e note que, por falta de luz visível, não é possível enxergar.
4. Use a lanterna de LEDs Infravermelhos e aponte no ambiente que a câmera estava captando. Observe que, após o uso da lanterna, foi possível você enxergar no escuro. Registre o resultado tirando fotos. NOTA: Evite apontar os LEDs infravermelhos na direção dos olhos. Apesar de não enxergarmos a radiação, ela pode estar sendo emitida.

Após realizadas as observações, descreva o que acontece quando você aponta a lanterna de LEDs infravermelhos ligada para a cena e o porquê você conseguiu enxergar a tela no computador e não a olho nu. Agora analise a imagem vista no infravermelho e compare com a imagem no visível. Há diferença(s)? Qual(is)?

### **Experimento 5: Vendo o invisível além do vermelho.**

1. Encaixe a câmera no furo que há em uma das faces da câmara escura (caixa “DISSE”), fixando-a firmemente no suporte para a câmera, que deve ser encaixado na mesma face. Conecte a câmera na porta USB do computador.
2. Inicie o programa “Vendo o Invisível” e selecione o “Experimento 5”. No computador, aparecerá a imagem do interior da caixa captada pela câmera.
3. Coloque o suporte com CD dentro da caixa “DISSE” na quina próxima à fenda da caixa “DISSE”. Repare que há uma manta imantada, do mesmo formato do suporte, colada na posição em que este deve ficar na face interna, onde está localizada a fenda. Após isso, feche a caixa.
4. Ligue a lâmpada incandescente, conectando-a ao suporte com receptáculo que, por sua vez, é encaixado na face lateral da caixa “DISSE”, onde se encontra a fenda. Logo após, é necessário conectar a tomada à rede elétrica, sempre se atentando à **TENSÃO** determinada pelo fabricante da lâmpada (220 V ou 127 V). A fim de que a luz não atinja diretamente os seus olhos, é necessário que seja usada a proteção da lâmpada incandescente (mostrada nos materiais utilizados).
5. Com a lâmpada acesa, é possível observar, na tela do computador, o espectro da luz branca decomposto. Registre a imagem tirando uma foto. Retire também a câmera e observe o interior da caixa a olho nu.
6. Abra a caixa “DISSE” e posicione o “acessório B” na frente da câmera. Note que há duas faixas de ímãs que se destinam à essa fixação. Feche a caixa e repita o que foi descrito no “tópico 5”.
7. Abra a caixa “DISSE” e substitua o “acessório B” pelo “acessório C”. Feche a caixa e repita o que foi descrito no “tópico 5”.

Ao terminar o procedimento, descreva o que você observa na imagem gerada pela câmera e a olho nu após o vermelho.

Descreva o que aconteceu após a inserção dos “acessórios B e C”. Faça uma comparação das imagens.

Baseado no que foi observado, o que se pode dizer sobre a mancha branca que aparece após o vermelho na imagem formada pela câmera?

## Anexos

### 459756392. Programa Vendo o Invisível

#### 459756392.459758648. Configurações Mínimas

A configuração mínima necessária para executar o programa “Vendo o Invisível” é a seguinte: processador 766MHz, memória RAM 512 Mb, sistema operacional Windows XP e uma entrada USB.

#### 459756392.459758649. Copiando o programa para o computador

O programa “Vendo o Invisível” encontra-se no pendrive que acompanha o kit experimental. Ao abrir o pendrive no computador, basta copiar a pasta “Vendo o invisível” na pasta de destino desejada. O programa não requer instalação. Caso o computador de destino não possua espaço o suficiente para proceder a cópia dos arquivos, o programa pode ser executado pelo pen drive. **Atenção:** É importante que nenhum arquivo ou pasta sejam alteradas a fim de que o programa funcione corretamente.

#### 459756392.459758650. Usando o programa

Antes de iniciar o programa, a câmera deve estar conectada na porta USB do computador e deve ter sido corretamente instalada (a instalação da câmera é automática).

Com a câmera conectada ao computador, localize, dentro da pasta “vendo o Invisível” e dê um duplo clique no arquivo “Vendo o invisível”. Após o duplo clique, uma janela de introdução com o logotipo do “DISSE” é aberta. **Observação:** Caso a câmera não esteja conectada, uma mensagem de erro aparecerá, só clique em “OK” após a inserção da câmera ao computador.

Após a introdução, se abrirá a janela principal com botões correspondentes aos experimentos e três menus na barra de menus superior.

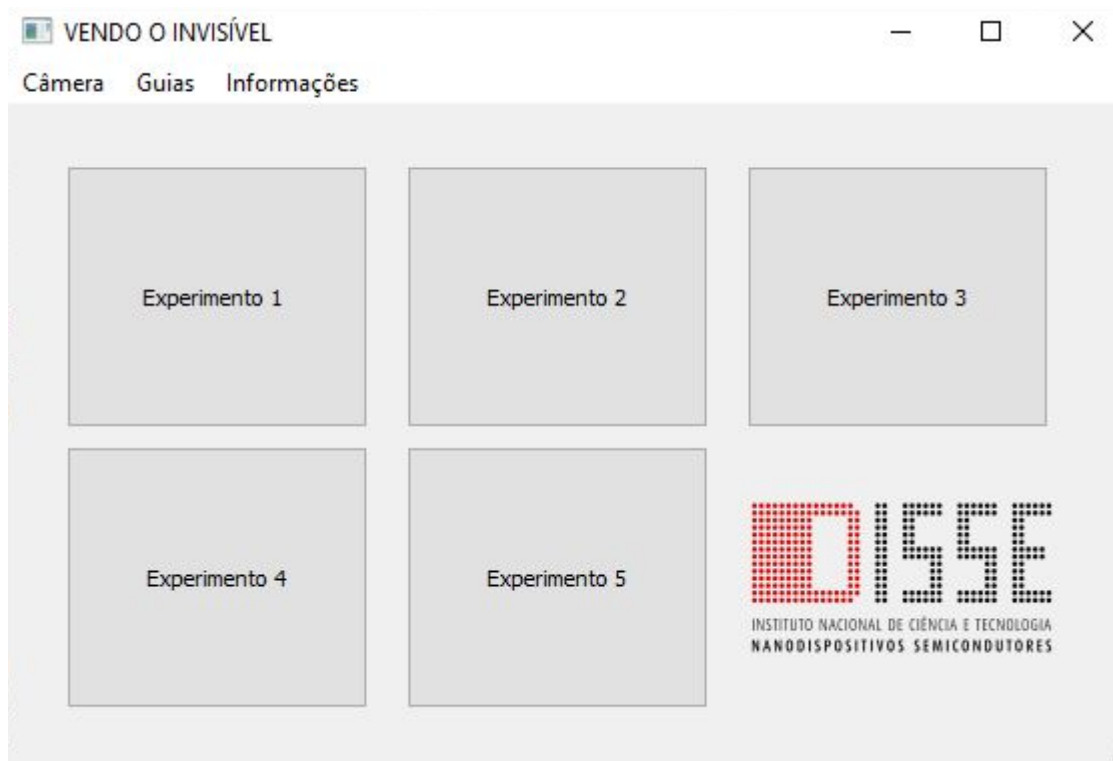


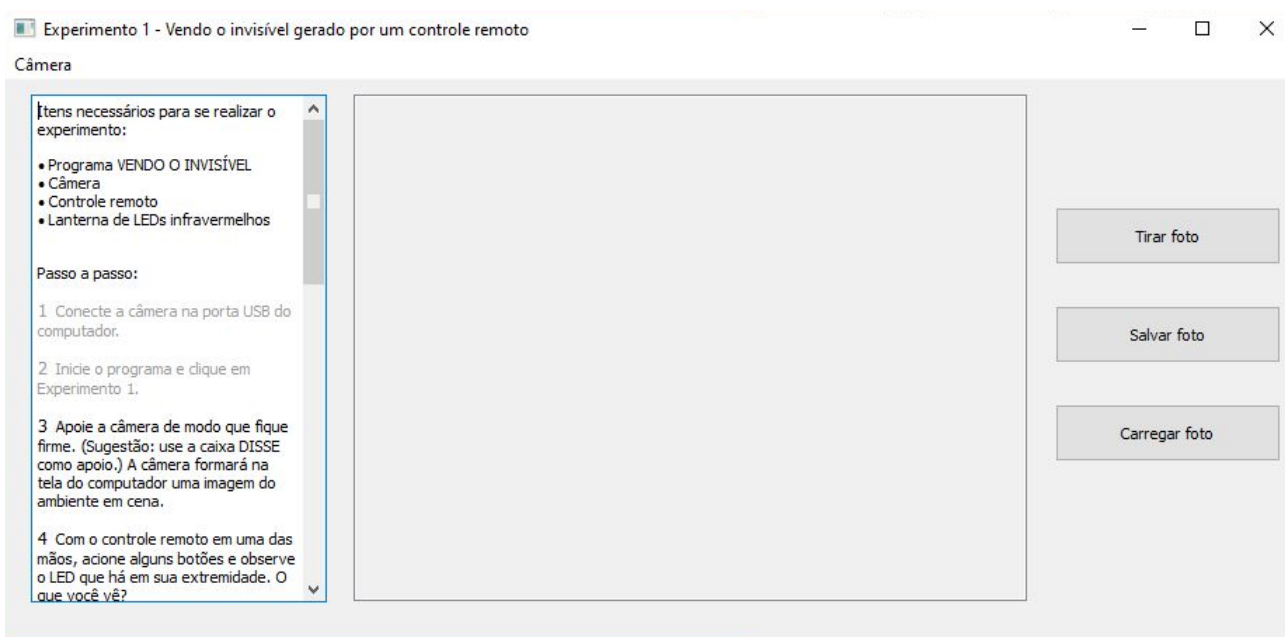
Figura SEQ Figura 17 ARABIC 3 - Janela Principal do Programa Vendo o Invisível



Nos *menus* você pode acessar as funções descritas abaixo:

- **Câmera:** Caso seu computador tenha mais de uma câmera, você pode alternar a câmera que o programa abre ao clicar o *menu* Câmera e depois Trocar de câmera.
- **Guias:** Se não estiver com a versão impressa dos guias em mãos e tiver interesse em consultá-los, clique o menu Guias e selecione Guia experimental ou Guia didático.
- **Informações:** Se estiver interessado em saber mais sobre o programa, o projeto, os autores e as instituições envolvidas, clique o menu Informações e selecione Sobre o kit, Sobre os autores, Sobre o DISSE ou Sobre o LabSem.

Para começar a utilizar o programa, clique no experimento pretendido e uma nova janela se abrirá com o roteiro do experimento à esquerda, um retângulo vazio ao centro e botões para tirar foto, salvar foto e carregar foto.



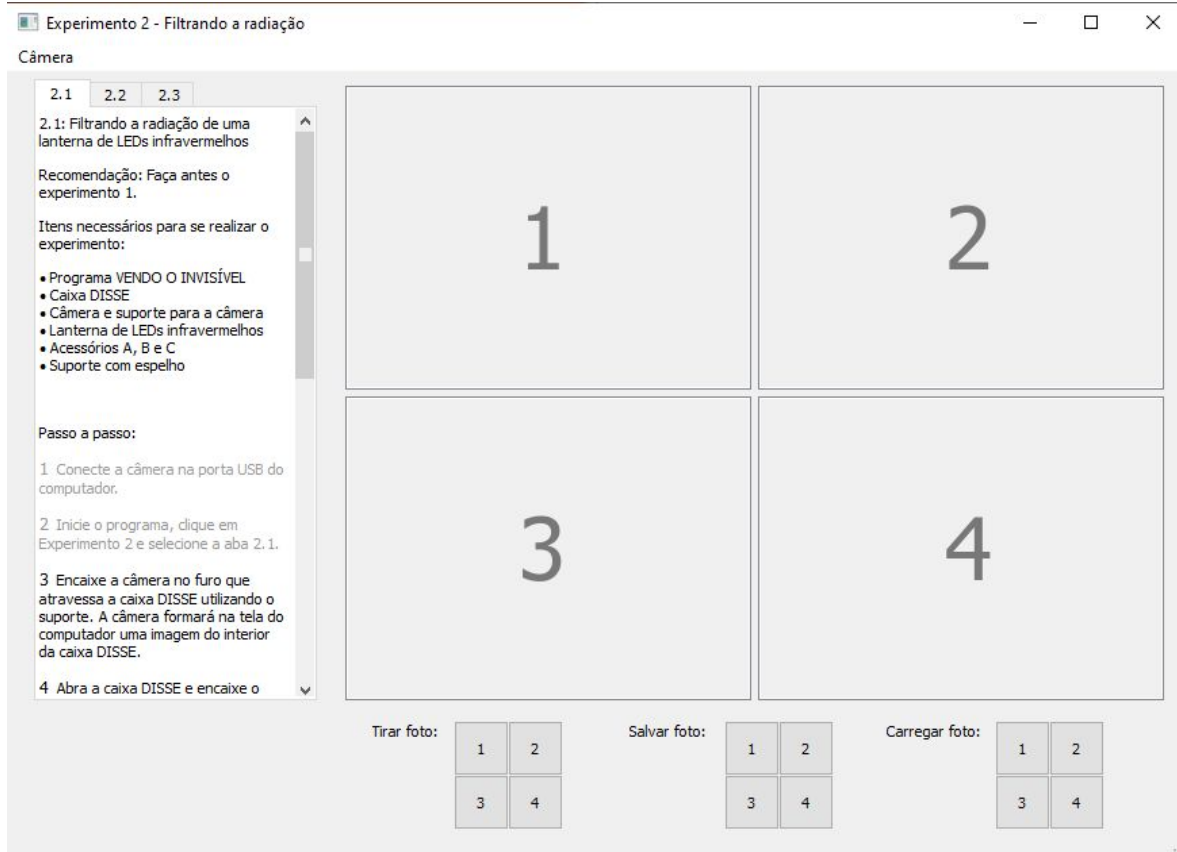
**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 4 - Janela do Experimento 1**

O botão *Tirar Foto* atualiza a imagem no retângulo. Se pressionado novamente, substitui a imagem anterior, que será perdida.

O botão *Salvar Foto* salva a imagem obtida no computador.

O botão *Carregar Foto* permite buscar fotografias já tiradas e que estejam salvas no computador, atualizando o retângulo com a imagem carregada.

O layout e as funcionalidades das janelas variam conforme o experimento a ser realizado. Portanto, ao clicar no experimento 2, por exemplo, a janela mostrará 3 abas que são as 3 etapas do experimento. Além disso, aparecerá 4 espaços para fotografia que vai sendo preenchidos e tendo suas imagens salvas no decorrer do experimento.



**Figura SEQ Figura \\* ARABIC 5 – Janela do Experimento 2**

OBS: O que está em Vermelho não é possível realizar por que não tem a lanterna de LEDs brancos e infravermelhos.