

---

KIT QUANTUM (Q)

# Luz e Fótons:

Laboratório para Alunos do Ensino  
Fundamental

*Manual do Aluno*



WOMEN SUPPORTING  
WOMEN IN THE SCIENCES



# Conhecer um Cientista

## Priscilla Muheki

*Conferencista, Mbarara University of Science and Technology*

Sobre mim: Nasci em uma pequena cidade em Uganda, onde se acreditava que as ciências

eram destinadas aos meninos e as artes às meninas, como na maioria das comunidades africanas. Quando entrei no ensino médio, senti-me muito atraído pelas ciências, especialmente pela física e pela matemática. Isso me levou a cursar disciplinas fundamentais de física, como mecânica quântica e astrofísica, na universidade, e, por fim, obtive meu doutorado em física, com especialização em astronomia. Tenho interesse em estudar fenômenos energéticos, como erupções, que ocorrem na superfície das estrelas. Às vezes, os astrônomos aplicam os princípios da mecânica quântica para entender o que acontece nas estrelas. Por exemplo, átomos nas atmosferas das estrelas onde ocorrem erupções podem existir em múltiplos estados de energia simultaneamente, a chamada superposição. Isso significa que um átomo pode estar em um estado em que está excitado e não excitado até que interaja com outra partícula e seu estado seja "colapsado".

Minha experiência em gestão de carreira e vida: Não pense que, se você perseguir seus sonhos e sua carreira, perderá sua vida pessoal e familiar. Sou casada, tenho filhos e ainda consigo seguir minha carreira. Tudo depende de como você equilibra seu barco. Você pode fazer qualquer coisa que se propuser a fazer, basta acreditar, acreditar e acreditar.

# Declaração de missão

A missão deste laboratório é ensinar alunos do ensino fundamental (idades entre 6 e 11 anos) sobre a luz por meio de experimentos relacionados à difração e ao efeito fotoelétrico, mostrando seus comportamentos de onda e de partícula.

## Conteúdo

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução aos kits de laboratório WS2 .....                          | 5  |
| 1.1. Informações sobre o WS2 .....                                       | 5  |
| 1.2. Vocabulário-chave.....  | 5  |
| 1.3. Perguntas-chave .....   | 6  |
| 1.4. Objectivo .....   | 6  |
| 2. Contexto dos Tópicos Principais .....                                 | 6  |
| 2.1. A luz como onda e como partícula .....                              | 6  |
| 2.2. Lista de Suprimentos .....  | 8  |
| 2.3. Informações de segurança .....                                      | 9  |
| 3. Experimentos.....   | 9  |
| 3.1. Parte I: Arco-íris em uma garrafa .....                             | 9  |
| 3.1.1. Perguntas Pré-Demonstração .....                                  | 9  |
| 3.1.2. Materiais.....  | 9  |
| 3.1.3. Procedimento (trabalho em grupo ou demonstração pelo professor) . | 10 |
| 3.1.4. Perguntas pós-demonstração .....                                  | 10 |
| 3.2. Parte II. Modelagem do Efeito Fotoelétrico.....                     | 12 |
| 3.2.1. Questões pré-experimentais .....                                  | 12 |
| 3.2.2. Materiais.....  | 12 |
| 3.2.3. Procedimento (trabalho em grupos de 2 a 4) .....                  | 12 |
| 3.2.4. Resultados .....  | 13 |
| 3.2.5. Questões pós-experimento.....                                     | 14 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 4. Desafio de Design.....    | 15 |
| 4.1 Questões de Design ..... | 15 |
| 4.2 Esboço de Design.....    | 16 |
| 5. Fontes.....               | 17 |

# 1. Introdução aos kits de laboratório WS2

## 1.1. Informações sobre o WS2

A Women Supporting Women in the Sciences (WS2), uma organização internacional que une e apoia mulheres de nível de pós-graduação e profissional e aliadas em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), recebeu um Fundo de Inovação da American Physical Society (APS) em 2020 para formar equipes internacionais para projectar e distribuir kits de laboratório de física e ciência dos materiais de baixo custo para alunos do ensino fundamental e médio, predominantemente na África Oriental. Os kits de laboratório utilizaram recursos locais e incluíram tópicos especialmente relevantes para meninas, a fim de estimular seu interesse por disciplinas STEM. De 2020 a 2023, mais de 5.100 alunos da África Oriental em mais de 40 escolas se envolveram com nossos kits de laboratório, sendo 62% meninas.

O WS2 recebeu seu segundo Fundo de Inovação APS em 2025 para apoiar outra Iniciativa de Kits de Laboratório, desta vez com foco em tópicos quânticos. Para mais informações sobre o WS2, visite nosso site em [ws2global.org](https://ws2global.org).

O WS2 é patrocinado pelo Fundo de Inovação APS, pelo Fórum APS sobre Educação, pelo Centro de Pesquisa em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Northwestern e pelo Departamento de Assuntos Estudantis Multiculturais da Universidade Northwestern. O WS2 é extremamente grato aos voluntários responsáveis pelo projecto de kits de laboratório por seu árduo trabalho e aos consultores externos (SciBridge e Projekt Inspire) por sua orientação. O WS2 também agradece e reconhece o PhysicsQuest (<https://www.aps.org/initiatives/physics-education/physicsquest>) e o Quantum Explorations Student Toolbox (QuEST) pelos experimentos que serviram de base para o conteúdo do kit de laboratório.

## 1.2. Vocabulário-chave

- Luz: um tipo de energia que nos ajuda a ver (o Sol é uma importante fonte de luz!)
- Fóton: uma pequena partícula de luz
- Onda: forma de energia luminosa em movimento feita de pequenas partículas (fótons)
- Refração: a curvatura das ondas de luz à medida que passam de um material para outro (como o ar na água)



Como podemos ver as diferentes cores da luz visível do Sol? Você já viu um arco-íris? Um arco-íris surge quando a luz brilha através de gotículas de água no céu. A mudança do ar para a água e de volta para o ar faz com que a luz curvatura, que é chamada de refração, e essa curvatura é ligeiramente diferente para cada cor na luz solar. Isso resulta no aparecimento de uma faixa de cores, ou um arco-íris (veja a Figura 1). Você também pode ver essa faixa de cores se passar a luz através de um prisma de vidro. A luz branca visível refrata ao passar do ar para o vidro e de volta para o ar, e as diferentes cores do arco-íris são visíveis (veja a Figura 1). A refração mostra as propriedades ondulatórias da luz.

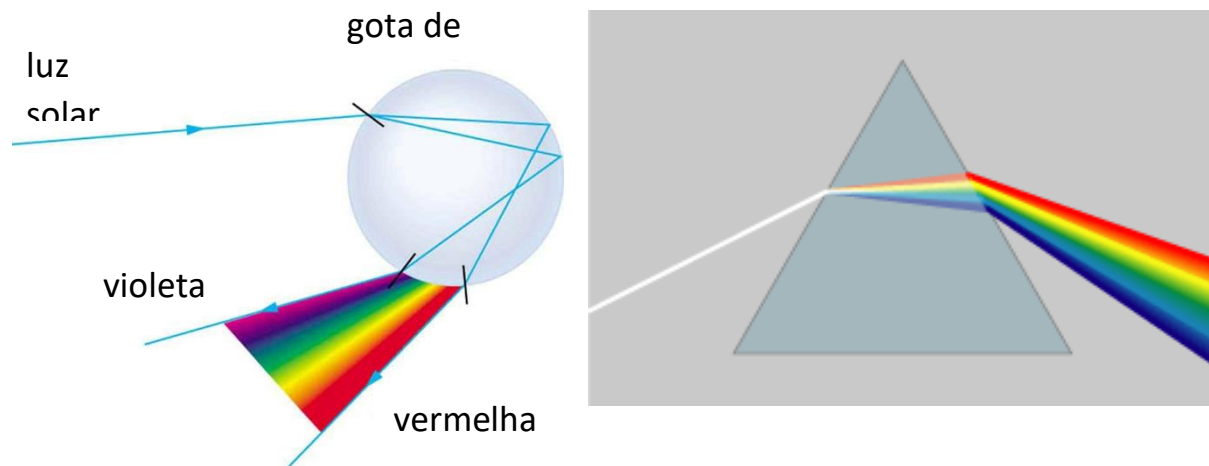


Figura 1. (Esquerda) Refração da luz através de gotículas de água para formar um arco-íris. Esta foto de autor desconhecido está licenciada sob CC BY. (Direita) Refração da luz através de um prisma de vidro para formar um arco-íris de cores. Esta foto de autor desconhecido está licenciada sob CC BY-SA

A luz também pode ser descrita como um fluxo de pequenas partículas, chamadas fótons. Isso foi proposto por Albert Einstein em 1905. Você pode ver como a luz se comporta como uma partícula no efeito fotoelétrico, que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície metálica e arranca partículas carregadas da superfície metálica (veja a Figura 2). Essas partículas carregadas são chamadas de elétrons. Curiosamente, isso só acontece se a luz tiver energia suficiente. A cor da luz está relacionada à sua energia. A luz vermelha é a luz visível de menor energia, e a violeta é a luz visível de maior energia. A quantidade de energia necessária para que um elétron se liberte da superfície metálica no efeito fotoelétrico é chamada de função trabalho. A luz no efeito fotoelétrico é melhor descrita como fótons porque os elétrons são ejetada imediatamente da superfície metálica e somente se a luz tiver energia suficiente (independentemente do brilho).

Você pode ver agora que a luz pode ser descrita tanto como uma onda quanto como uma partícula, dependendo de como é observada e medida. Isso é conhecido como dualidade onda-partícula, o que significa que a luz pode actuar tanto como onda quanto como partícula. Além disso, as ondas de luz podem ser consideradas energia luminosa em movimento, composta por muitos fótons minúsculos.

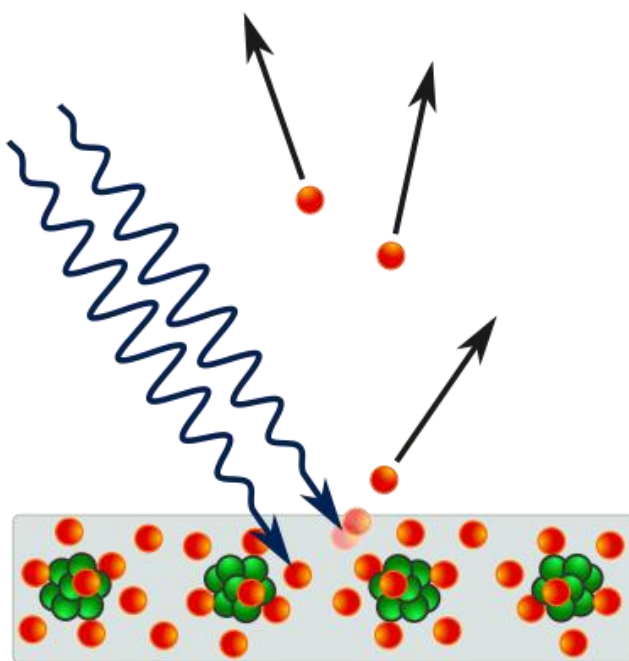


Figura 2. No efeito fotoelétrico, fótons (pacotes de luz mostrados em azul) atingem uma superfície metálica e causam a emissão de elétrons (círculos mostrados em vermelho). Esta imagem, de autor desconhecido, está licenciada sob CC BY-SA.

## 2.2. Lista de Suprimentos

- Borrifador
- Água
- Régua ou fita métrica
- Cartolina (papel grosso)
- Canudos (ou cavilhas ou palitos de madeira)
- Marcadores coloridos (ou lápis de cor ou giz de cera)
- Bolinhas de gude
- Fita adesiva
- Tesoura



### 3.1.3. Procedimento (trabalho em grupo ou demonstração pelo professor)

1. Encha um borrifador com água.
2. Encontre um local ao ar livre com luz solar directa.
3. Borrife água algumas vezes sob a luz do sol e observe a água borrifada.

### 3.1.4. Perguntas pós-demonstração

1. Quando a água é pulverizada sob o Sol, o que você vê? Descreva isso usando a palavra refração ou refrata.

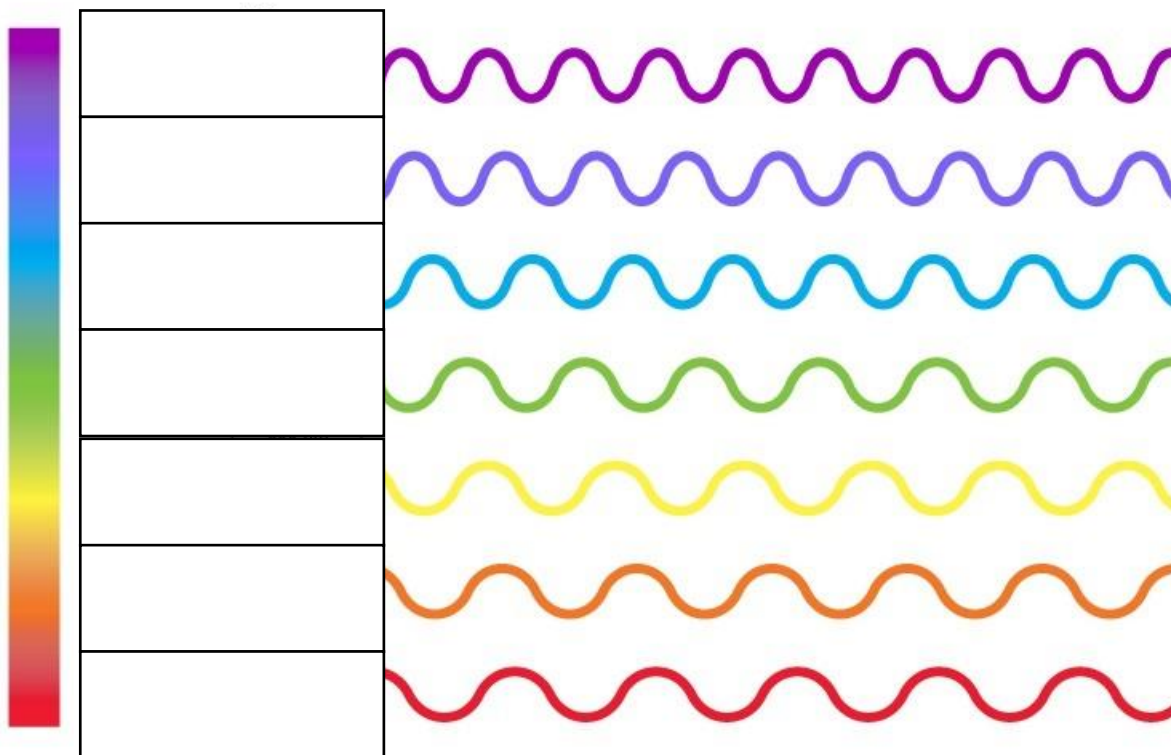
2. Se você vê cores, quantas cores você vê?

3. Quais são outros exemplos de quando você vê um arco-íris de luz?

4. Extensão: As cores da luz que você identificou no seu arco-íris estão todas na luz visível do Sol. Essas sete cores às vezes são lembradas pelas letras ROY G BIV, e essas cores são frequentemente colocadas em linhas ou em um círculo, às vezes chamado de círculo cromático. Agora que você conhece as sete cores do arco-íris, tente identificá-las no círculo cromático e na linha cromática abaixo (nos retângulos brancos).

Fonte: Pinterest

Lembra que a luz viaja em ondas? O comprimento de onda da luz visível é específico para cada cor. Viu como a onda vermelha parece mais alongada do que a roxa? A cor vermelha é um tipo de luz que tem uma onda mais longa que a roxa. Se você combinar todas as cores dessa linha de cores, obterá a luz branca. A luz solar contém todas as cores do arco-íris!



© The University of Waikato Te Whare Wānanga o Waikato | [www.sciencelearn.org.nz](http://www.sciencelearn.org.nz)



## 3.2. Parte II. Modelagem do Efeito Fotoelétrico

### 3.2.1. Questões pré-experimentais

1. Lembre-se do efeito fotoelétrico da Seção 2. Como você define a função trabalho de um metal?

### 3.2.2. Materiais

- Papel cartão
- Canudos (ou cavilhas ou palitos de madeira)
- Marcadores coloridos (ou lápis de cor ou giz de cera)
- Bolinhas de gude
- Tesoura
- Fita adesiva

### 3.2.3. Procedimento (trabalho em grupos de 2 a 4)

1. Crie uma rampa que será usada para modelar o efeito fotoelétrico (veja a Figura 3). (Isso pode ter sido feito com antecedência pelo seu professor.)
  - a. Desenhe as duas linhas do meio com um lápis e corte os dois "V" a 6 cm da extremidade.
  - b. Desenhe linhas a 10 cm dos cortes em "V", começando com a linha vermelha (R) e continuando a cada 3 cm até obter R, O, Y, G, B, I, V.
  - c. Dobre o papel nas linhas do meio e dobre a extremidade para cima nos cortes em "V", colando as laterais próximas aos "V". Isso deve produzir uma rampa.
  - d. Use os canudos ou cavilhas e a fita adesiva para criar pernas que sustentarão a rampa.

2. Coloque a bolinha de gude 1 na base da rampa.
3. Segure a bolinha de gude 2 na linha vermelha (R) da rampa e solte-a de modo que ela colida com a bolinha de gude 1.
4. Registre suas observações.
5. Repita os passos 3 e 4 com as outras linhas coloridas.

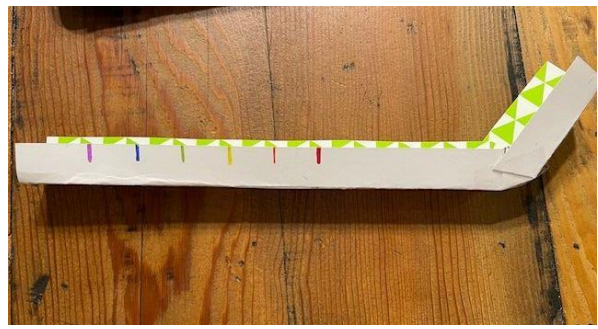
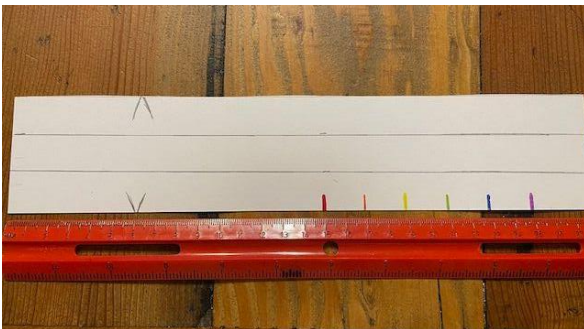
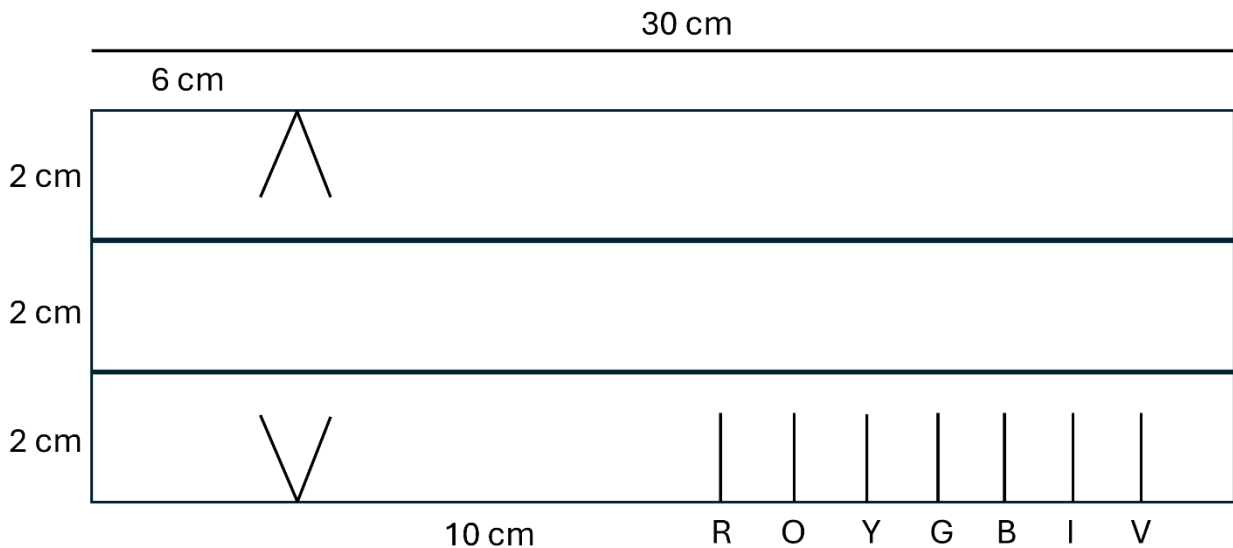


Figura 3. (Acima) Dimensões da rampa a ser construída. Observe que este desenho não está em escala e não deve ser impresso e utilizado directamente. (Abaixo à esquerda) Construção da rampa antes do corte e da aplicação da fita. (Abaixo à direita) Construção completa da rampa.

### 3.2.4. Resultados

| Cor        | Observações | A bolinha 1 foi lançada da rampa? (S/N) |
|------------|-------------|---|
| Vermelha/o |             |   |

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| Laranja   |  |  |
| Amarela/o |  |  |
| Verde     |  |  |
| Azul      |  |  |
| Indigo    |  |  |
| Violeta   |  |  |

### 3.2.5. Questões pós-experimento

1. Em que linha a bolinha 1 é lançada da rampa?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. O que acontece com a bolinha 1 quando você solta a bolinha 2 em "cores" mais acima na rampa? Como a altura na rampa se relaciona com a energia da cor?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Com base no seu conhecimento do efeito fotoelétrico:
  - a. O que a bolinha 1 representa?

b. O que a bolinha 2 representa?

c. O que representa mover a bolinha 2 pela rampa?

## 4. Desafio de Design

O Desafio: Projectar uma ferramenta ou máquina que utilize luz!

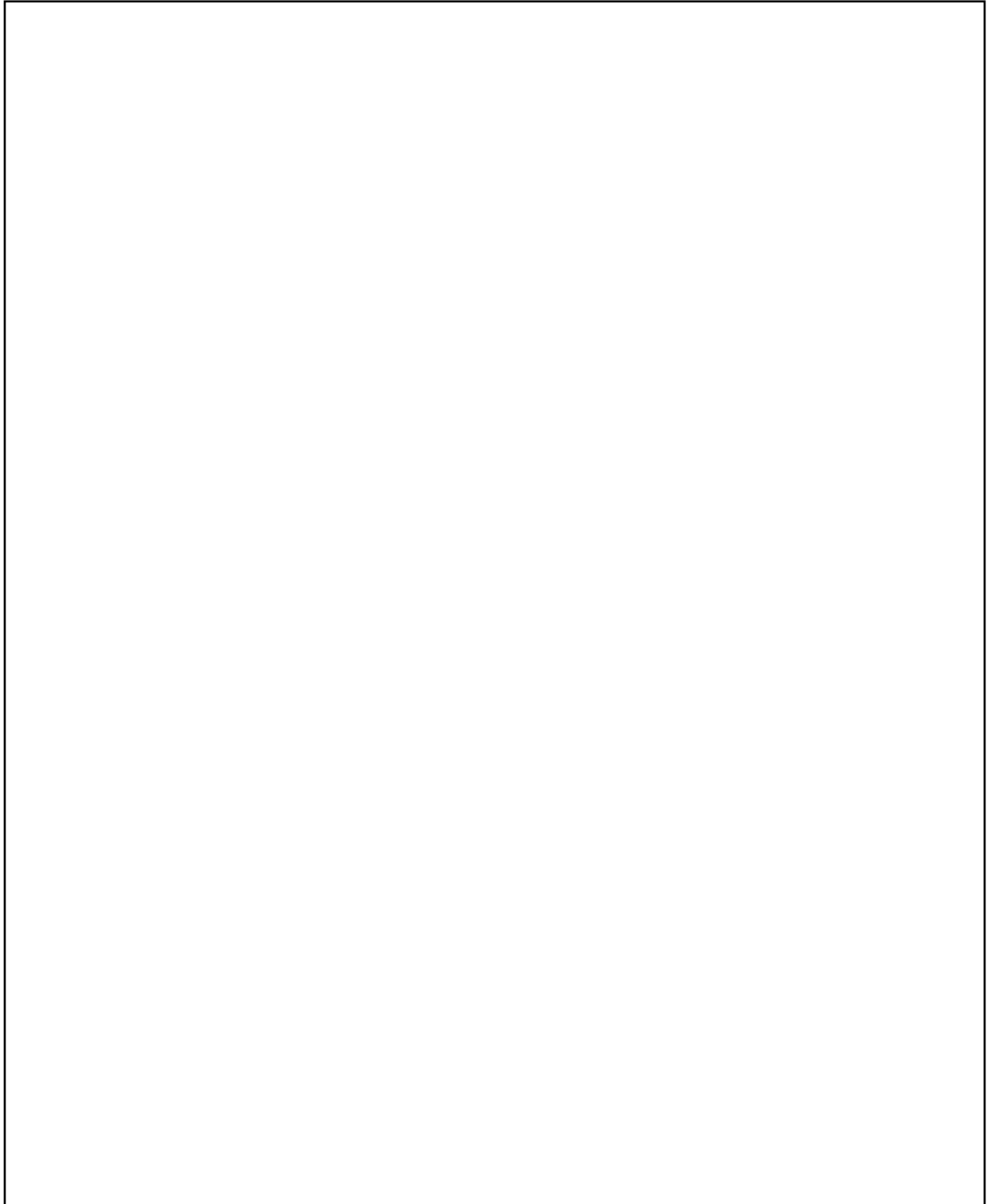
Vimos em experimentos anteriores que a luz pode ser descrita como uma onda e como uma partícula, e sabemos, por experiência própria, que existem diversas fontes de luz (o Sol, lâmpadas, lasers, etc.). Agora é hora de pensar em uma maneira de usar a luz em uma ferramenta ou máquina para fazer algo útil ou interessante.

### 4.1 Questões de Design

1. Quais são as diferentes fontes de luz que você poderia usar na sua ferramenta?
2. Como o que você aprendeu sobre luz neste kit pode ser útil na sua ferramenta? Considere a refração e o efeito fotoelétrico.

## 4.2 Esboço de Design

Esboce o design da sua ferramenta abaixo, descrevendo as maneiras como a luz será usada.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a design sketch. The box is currently blank.

## 5. Fontes

<http://phy.sites.mtu.edu/RETlessonplans/the-photoelectric-effect/>

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric>

Zitzewitz, P. W.; Davids, M. (1999). *Glencoe physics: principles and problems*. Glencoe/McGraw Hill.