

[Que es un colorímetro?](#)

[Para que se usan?](#)

[Principio de funcionamiento.](#)

[Colorímetros open source](#)

[Open-source mobile water quality testing platform](#)

<http://washdev.iwaponline.com/content/4/3/532>

[Colorímetro Educativo](#)

[IO Rodeo](#)

<http://archive.iorodeo.com/colorimeter>

[Colorímetro](#)

[Openplant](#)

[Colorímetros de Hackteria](#)

[Open-Source Turbidimeter](#)

[Hackuarium DIY spectrophotometer](#)

[Colorímetro del LabFD](#)

[Uso del colorímetro](#)

[Otras referencias](#)

[IT&T Maipu](#)

[Pablo](#)

[Links](#)

[Test kits para Nitratos](#)

[Hatch](#)

[How to Make Red Cabbage pH Indicator and pH Paper](#)

[Water quality](#)

[Public lab water monitoring collection:](#)

[Data loggers:](#)

[Bengt - Hamamatsu spectrophotometer acoplado a fiber optics used in audio systems](#)

[A Miniaturized On-Chip Colorimeter for Detecting NPK Elements.](#)

[Talleres](#)

[Calle Larga Los Andes- Chile](#)

Que es un colorímetro?

Colorimeters are analytical devices commonly used in science labs to measure the amount of light of a specific wavelength that is absorbed by a sample.

Para que se usan?

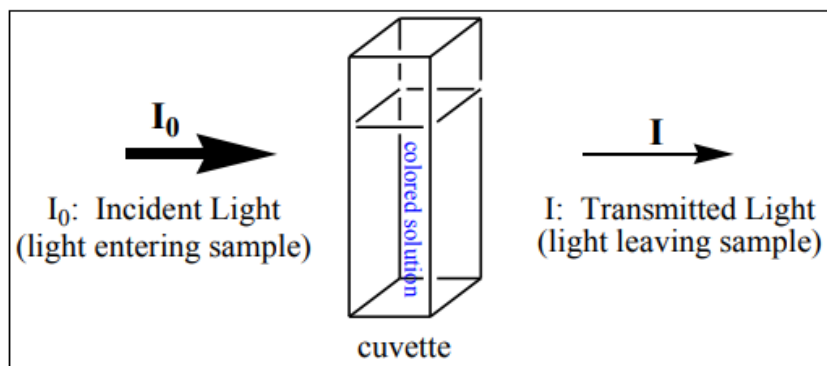
Quantifying the interaction of visible light with a chemical sample allows for the determination of an unknown solution concentration, the monitoring of reaction progress as a function of time, and many other quantitative uses

Algunos ejemplos de aplicaciones son determinaciones de DQO, pH, nitratos, fosfatos y turbidez en agua; determinación de densidad celular en cultivos líquidos, .

Principio de funcionamiento.

Absorbance (A) of the sample is determined by comparing the intensity of incident light (I_0) to the intensity of light after it has passed through the sample (I) using the following equation:

$$A = \log_{10}(I/I_0).$$



Para **soluciones diluidas** absorbance is related to concentration (Beer-Lambert Law) so the greater the concentration (color intensity) of a sample, the greater the absorbance (A) value.

$$A = ebc \text{ (Ley de Beer-Lambert)}$$

Donde

e is the molar absorptivity with units of $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

b is the path length of the sample - that is, the path length of the cuvette in which the sample is contained. We will express this measurement in centimetres.

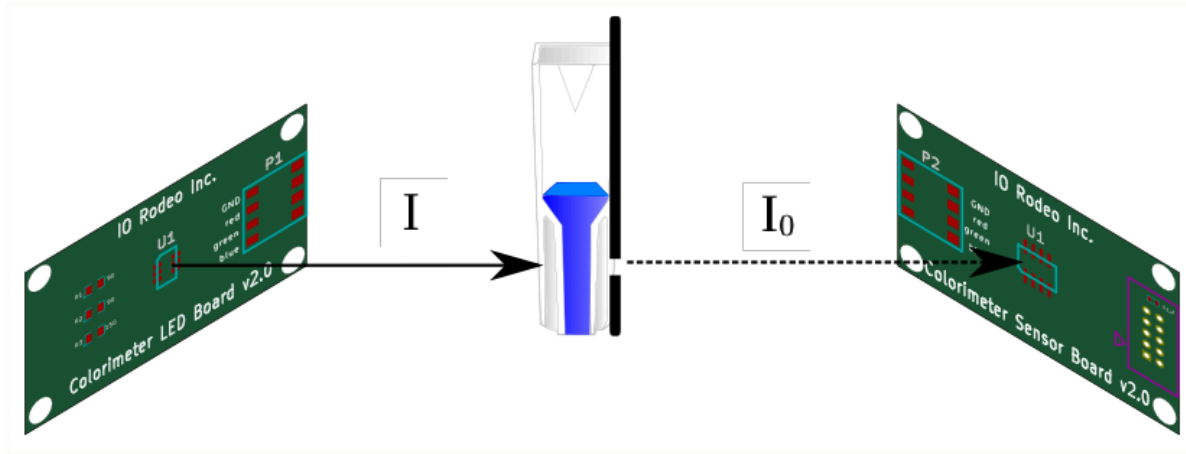
c is the concentration of the compound in solution, expressed in mol L^{-1}

La Ley de Beer-Lambert tells us that absorbance depends on the total quantity of the absorbing compound in the light path through the cuvette. If we plot absorbance against concentration, we get a straight line passing through the origin (0,0). Then the absorbance of a solution of unknown concentration is measured and its concentration is determined by comparison to the Beer's Law Plot

Colorímetros open source

Existe una gran cantidad de colorímetros open source (Ver Resumen Tabla). La mayoría se basa en la plataforma Arduino para el control. En las referencias se encuentran los esquemas y los link a los repositorios donde se pueden encontrar archivos con la lista de materiales (BOM), los diseños de PCB, el firmware y los diseños de las carcasas.

Los colorímetros cuentan básicamente con un módulo que emite luz en una determinada longitud de onda (I_0) y un módulo de sensado que recibe y transforma la luz que atraviesa la muestra (I) en una señal medible.



Ejemplo de Colorímetro open source educativo IO Rodeo

Colorímetro	Determinación/Método	Fuente de luz	Sensor	Referencia
Open-Source Photometric System	Enzymatic Nitrate Quantification	Green LED (540 nm)	Taos TSL238	http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0134989
Open-Source Colorimeter	Closed reflux chemical oxygen demand (COD)	Led Naranja (606nm)	Taos TSL230R	http://www.mdpi.com/1424-8220/13/4/5338/htm
Open-source mobile water quality testing platform	DBO/DQO Turbidez (ISO 7027)	Led infrarojo (860nm) Led Naranja (620nm)	Taos TSL235	http://washdev.iwaponline.com/content/4/3/532
Colorímetro Educativo IO Rodeo	Ammonio, Nitratos, fosfatos http://archive.iodeo.com/colorimeter/assays	Led RGB Custom Led	TCS3200D	http://archive.iodeo.com/colorimeter
Colorímetro Openplant	Live Cell Density	Led (740 nm)	Texas Opt101	https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00284-017-1370-3
Colorímetros de Hackteria (educativo/artísticos)	Turbidez, color cerveza, Protein Phosphatase, etc.	Led/Laser	LDR	https://www.hackteria.org/projects/turbidity-meter/

Open-Source Turbidimeter	Turbidez	Led infrarrojo cercano (860 nm)	Taos TSL230R	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4029670/
Hackuarium DIY spectrophotometer	OD, pH,	RGB Led	TSL235	https://github.com/Hackuarium/simple-spectro

Colorímetro del LabFD

La documentación de este colorímetro se encuentra en

<https://gitlab.com/nanocastro/ColorLabFD.git>

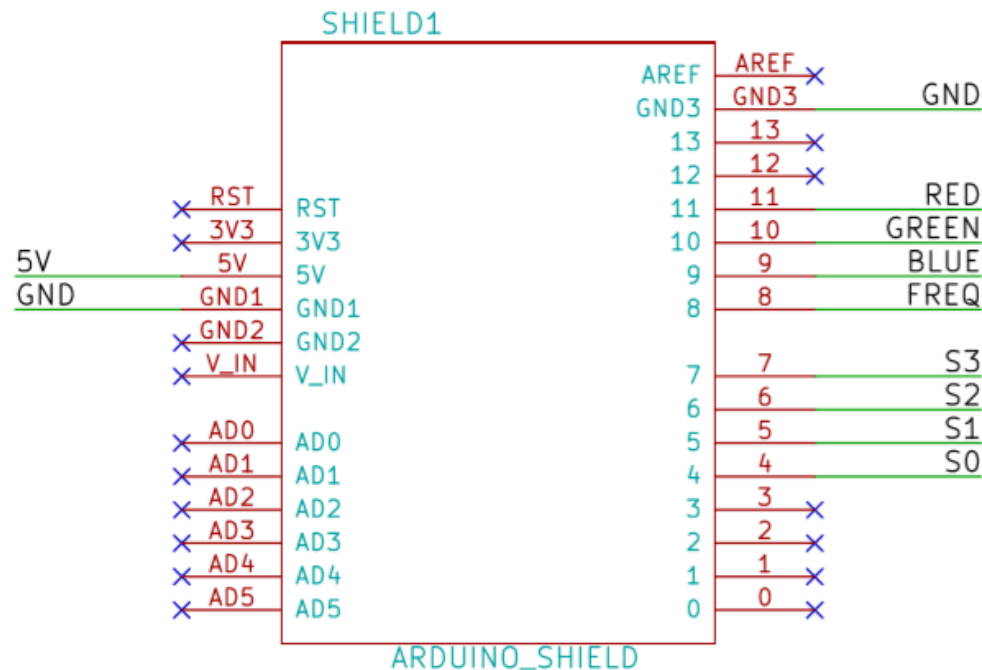
A los fines de experimentar los colorímetros para educación se trabajó en la réplica y adaptación del colorímetro de IO Rodeo.

En el [repositorio](#) encontramos el la BOM, el software, los diseño de los PCB y de la carcasa. Para simplificar nuestra versión hemos utilizado un sensor (TCS3200) y un Led RGB (5050) que se encuentran ya incorporados en su PCB (breakout board) y están disponibles en el proveedor local ([IT&T](#)). Debido a esto hemos debido adaptar las conexiones y el diseño de la carcasa para acomodar estos componentes.

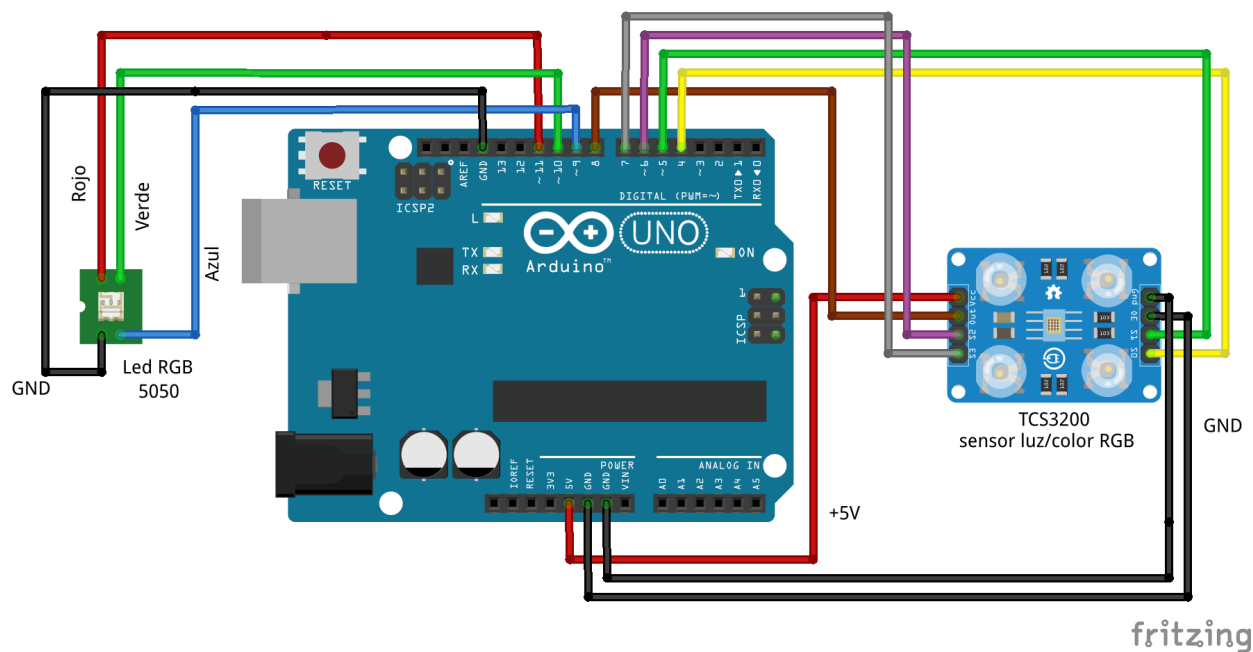
Lista de materiales (BOM)

Led RGB 5050	Sensor TCS3200 (Se remueven los led blancos)
	

A continuación se muestra como están conectadas las placas del colorímetro de IO Rodeo al Arduino UNO



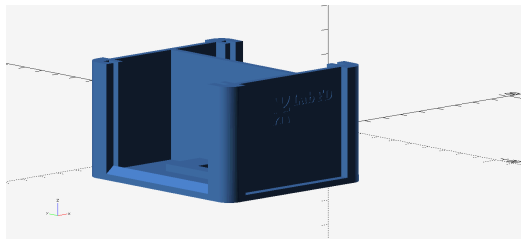
En nuestro caso debemos adaptar las conexiones para poder utilizar el mismo firmware y software pero con placas distintas.



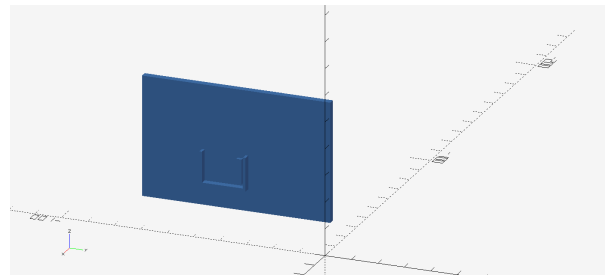
Carcasa

En el repositorio de IO Rodeo encontramos los archivos para el corte láser de la carcasa pero debido a los cambios en las placas del sensor y el led hemos optado por hacer una versión que sea imprimible en 3D. El diseño fue realizado en Fusion 360.

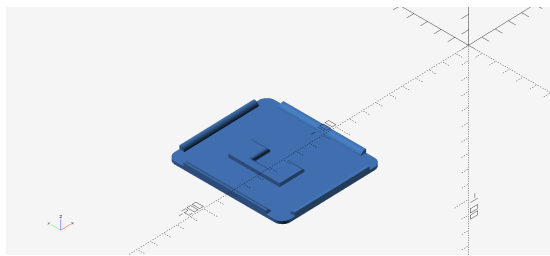
Está compuesta por 4 partes, la caja o base, dos paredes deslizables donde van colocados el sensor y el led RGB respectivamente, y una tapa.



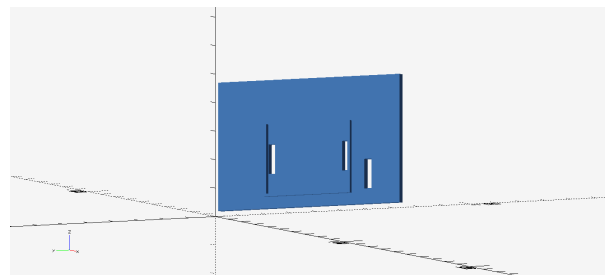
caja



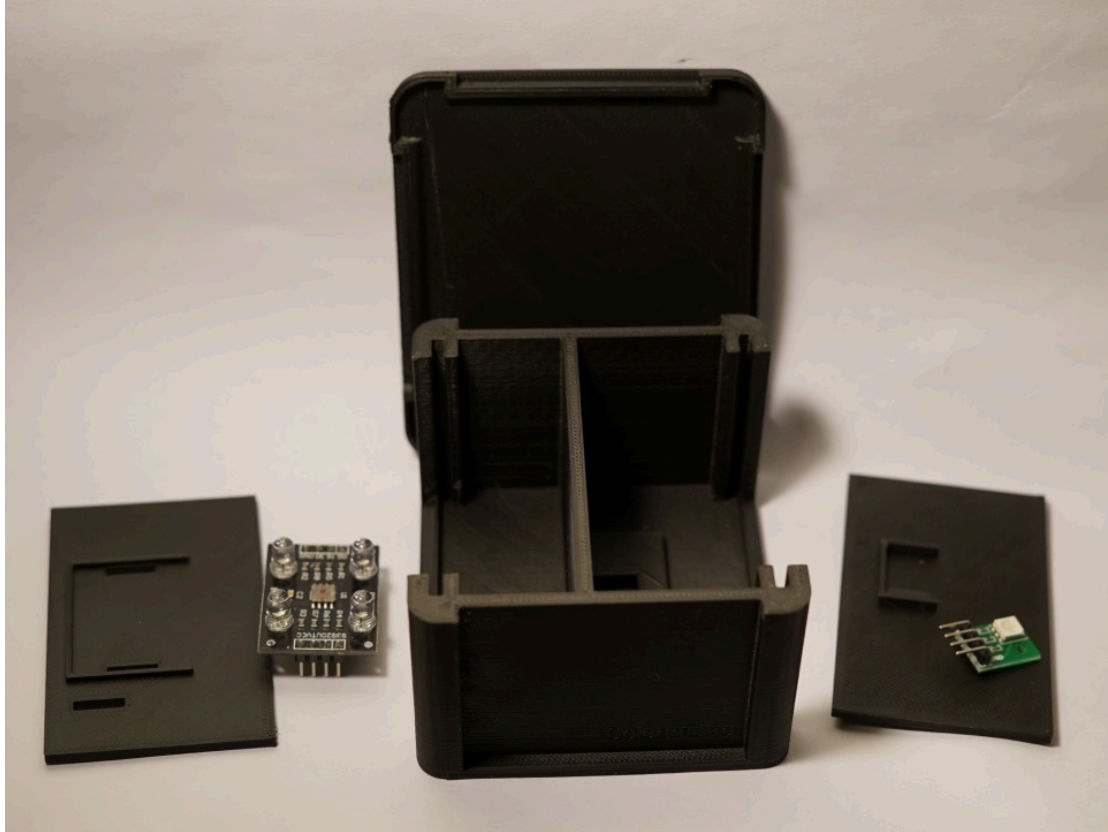
Pared led RGB



tapa



Pared sensor



Firmware

Usamos el mismo firmware que la versión de IO Rodeo sin ninguna modificación. De todas maneras es interesante entender cómo funciona el sensor y como está implementada su por medio de la función `pulseIn()` de Arduino. Para ello se puede consultar el [Tutorial de sensado de color con Arduino y TCS3200](#).

Uso del colorímetro

Software

Utilizamos el mismo [software](#) que utiliza el IO Rodeo. Podemos consultar el [manual](#) para entender cómo funciona el programa.

Luz visible

El colorímetro se puede probar inicialmente con cualquier sustancia que, diluida en agua, desarrolle color (colorantes de comida, pervinox, azul de metileno, etc). Esta es la [experiencia introductoria](#) sugerida para el colorímetro de IO Rodeo.

Esta primera experiencia es fundamental para conocer acerca de las propiedades de la luz visible. Visible light consists of wavelengths ranging from 380 nm (blue violet) to 720 nm (red).

When all wavelengths of visible light are present, the light appears "white" to our eyes. If any wavelength is removed (absorbed), we perceive the remaining combination of wavelengths of light as the "complimentary" color

Absorbed Wavelength (nm)	Absorbed Color	Perceived (Transmitted) Color
400	violet	green - yellow
450	indigo	yellow
480	blue	orange
490	blue-green	red
530	green	purple
570	yellow-green	dark blue
600	orange	blue
650	red	green



Se puede consultar la [wiki](#) para otras experiencias como por ejemplo la determinación de [nitratos](#).

Otras referencias

- Hackteria. http://hackteria.org/wiki/DIY_turbidity_meters
- Checking Trace Nitrate in Water and Soil Using an Amateur Scientist's Measurement Guide https://www.hackteria.org/wiki/images/8/83/AmateurScience_n.pdf
- Determinación de nitratos por método enzimático https://www.nemi.gov/methods/method_summary/12252/
- Apuntes de química analítica <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Laboratorio/Plummer/Chp04.pdf>
<http://faculty.sites.uci.edu/chem1l/files/2013/11/RDGVISSpec.pdf>
<https://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/molspec/beers1.htm>

- Build your own spectrophotometer
http://www.rsc.org/images/EiC-05_2007-spectrophotometer_tcm18-214788.pdf

Proveedores locales

IT&T Maipu

- [Led RGB 5050. Datasheet](#)
- [TCS3200](#)

Openhacks

- [TCS3200](#)
- [TSL235](#)

Santiago - Chile

- [TCS3200 diagrama](#)
- [LED RGB](#)
- [cables](#)

Guías de monitoreo participativo de agua EPA

<https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/epasvmp.html>

Links

Pablo

https://gitlab.com/pcremades/Taller_Arduino/tree/master/pH

Test kits para Nitratos

<https://sites.google.com/iorodeo.com/colorimeter/aquarium-tests?authuser=0>

https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-457320702-test-de-nitrato-nitrito-ammonia-alimento-para-peces-marinos-_JM

<http://www.lamotte.com/en/industrial/individual-test-kits/3119-01.html>

<https://freshwaterhabitats.org.uk/wp-content/uploads/2015/10/CWfWTechnicalDocumentFINAL.pdf>

<http://kyoritsu-lab.co.jp/english/seihin/list/packtest/no3.html>

<https://freshwaterwatch.thewaterhub.org/content/your-test-kit>

Hatch

Nitratos

<https://www.hach.com/nitraver-5-nitrate-reagent-powder-pillows-10-ml-pk-100/product?id=7640208933> Rango: 0.3 30 mg/L

http://public.iorodeo.com/docs/nitrate/hach_nitraver.html

How to Make Red Cabbage pH Indicator and pH Paper

<https://www.thoughtco.com/making-red-cabbage-ph-indicator-603650>

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2013/7_2013.pdf

Water quality

http://www.appropedia.org/Open-source_mobile_water_quality_testing_platform#at_pco=smlre-1.0&at_si=5ad28b0396653a00&at_ab=per-2&at_pos=2&at_tot=4

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsomega.7b01310>

<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.analchem.7b00485>

https://github.com/vektorious/test_tube_photometer

Public lab water monitoring collection:

<https://publiclab.org/wiki/water-sensors>

Data loggers:

<https://publiclab.org/wiki/data-logging>

Bengt - Hamamatsu spectrophotometer acoplado a fiber optics used in audio systems

<https://www.hamamatsu.com/eu/en/product/type/C12666MA/index.html>

A Miniaturized On-Chip Colorimeter for Detecting NPK Elements.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27527177>

Talleres

Calle Larga Los Andes- Chile



Se utilizó este kit para analisis de NO3

<https://www.aquazen.cl/producto/kit-tests-agua-dulce-aqua-test-box-sera/>







