

Young Photonics Congress

Book of abstracts



15 March 2019
ICFO, Castelldefels

Trustees



Supported by



Distinctions



Member of



Poster list

Observació d'hologrames amb el mòbil Observation of holograms with a mobile phone	1	Enric Gil Esteve, Marta Campaña Soler, Clara García Robles
Construction of a portable casual camera obscura	2	Elsa García Hita, Adrià Romogosa Pol, Marta Ojea Espadas, Nerea Domínguez Martínez
Digitalització de mostres en tres dimensions Sample digitalization in three dimensions	3	Víctor Maín Nadal
Generating green energy with Eduball	4	Mario Vivancos Ruiz-Sarmiento, Oriol Morros Vilaseca, Oriol López Estatuet, Ariadna Romero Fernández
Los fantasmas de Pepper Pepper's ghosts	5	Pol Buitrago Esteve
El experimento de Young y la dualidad onda - partícula Young's experiment and the wave-particle duality	6	Alejandro Corchón Franco
Investigant el color amb M&M's Investigating colours with M&M's	7	David Ayllón Pavón, Anxin Zou, Pol Ramos Rodríguez
Jugant amb la polarització Playing with polarization	8	Aina Casado, Garazi Baró, Raúl García, Sara Catalán, Nagore Jiménez
Calidoscopi Kaleidoscope	9	Erika Achell Arcos, Lucía Manzanegue Galdón

Polarització + Art Polarization + Art	10	Elsa Díaz Moreno, Marina Acevedo Lacayo, Martina Ferrero Periz
Identificació de planetes extra solars Extra-solar planets identification	11	Ferran Estrella Serra, Anna Raya Muñoz
Construcció de calidoscopis amb material casolà Building kaleidoscopes with household materials	12	Ainara Castro Parrilla, Marta Urbán Sánchez, Jana Galvis Calsina
Sobre cómo sería un universo de más dimensiones y la posibilidad de vida en él On how would it be a universe with higher dimensions and the possible presence of life in it	13	Marc Villalba Pérez
Aplicaciones de la física cuántica Quantum physics applications	14	Miquel Àngel Arencón Llobet
Estudi cinètic de l'enzim tirosinasa. Determinació experimental de la seva activitat utilitzant catecol com a substrat, i valor de referència per l'aplicació en la detecció de polifenols Kinetic study of the tyrosinase enzyme. Experimental determination of its activity by using a catechol substrate and of a reference value for the application in polyphenols detection	15	Alejandro Céspedes Magdalena
Quantum Cryptography and the protocol BB84	16	Àlex Pascual Galera
VANGUARD: An opensource approach to predict the generation and evolution of cancer by the use of nanoparticle SERS, probabilistic analysis, and collaborative data processing	17	Joel Romero Hernández

Fotones, ¿un sistema eficaz para comunicaciones secretas?
Photons: an efficient system for secret communications?

18 Lucas Rincón Murillo

Ionizing sources and radiation barriers **19** Carles Vallès Muñoz

Radiation, structure and interactions of the matter **20** Mario Agustiño

Criptografia Quàntica
Quantum Cryptography **21** Ada Barrantes Cepas

Experimenta amb l'òptica: interferòmetre de Michelson i càmera Schlieren
Experiment with optics: Michelson interferometer and Schlieren camera

22 Ana Jorba Vera, Àngel García Miró

Salto cuántico en la seguridad de la información
Quantum jump in information security

23 Raquel Panadero Palenzuela

Photonics, a universe in continuous expansion **24** Irene Garcia Ferran

Laser **25** Adrià Hernández Morell

L'invisible. Aplicacions de la refracció
Invisible: refraction applications **26** Roger Mora de la Serna

1 Observació d'hologrames amb el mòbil

Observation of holograms with a mobile phone

Authors: Enric Gil Esteve, Marta Campaña Soler, Clara García Robles

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparreguera

Holography is a technique from which we can reproduce an image in three dimensions. It is amazing, and although we are not aware, it has several applications in today's society, such as in credit cards, tickets, DVD's ... It presents a variety of utilities in different fields such as geology, biology , chemistry, architecture, etc., but we put the focus of attention on the three-dimensional reproduction of objects. Once we understood the physical foundations on which the holographic technique was supported, the interference and the diffraction, we looked for all the necessary information to carry out the representation of the hologram. One of our goals was to be easily reproducible to bring everyone closer to holography, so we chose to do this experiment. It's about building a small pyramid that will be placed on a mobile device, previously you will have to download an application that will project the image. When turning off the light and selecting the desired image, we will observe the appearance of our hologram. Easily and simply we have achieved our goal.

2 Construction of a portable casual camera obscura

Authors: Elsa García Hita, Adrià Romogosa Pol, Marta Ojea Espadas, Nerea Domínguez Martínez

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparreguera

Our work is about a homemade camera obscura.

A camera obscura is an optical instrument that allows us to obtain a flat projection of an external image. It is a room that can be made completely dark and light can only enter through a tiny hole. This work started one day in the laboratory when we saw a box folded at the back of the class and asked ourselves what it could be. Upon opening it and investigating a bit, we learned that it was a dark room. Inside, there is space for two or three people.

Our teacher briefly told us about it and she suggested that we could enter the subject. To tell the truth we immediately loved the idea and we started to make different prototypes, listing the characteristics and seeing what could be the one that we could use.

The first camera obscura we chose to build was designed to understand how it works. It was easy to carry out, small and cylindrical. The image that was formed was small. We checked that as the hole becomes smaller, the image becomes sharper, but weaker.

Next, we made a variation of this one. It was a rectangular box. It is necessary to cover it with something black to see the image. The problem is that it is difficult to photograph the image we see and be able to show it to the rest of the classmates.

We have solved the problem with an umbrella, a can of tomato with vegetable paper and a big black bag with a hole. Our conclusion is that the dark camera built with the umbrella is the easiest to carry, in the inside there is space for four or five people and we have observed that the image was of good quality.

3 Digitalització de mostres en tres dimensions

Sample digitalization in three dimensions

Author: Víctor Maín Nadal

Tutor: Xavier Perramon Palacios

Escola Pia Nostra Senyora

Barcelona

My research project revolves around one question. How to create a digital version of an object?

To answer this question I have designed a device capable of scanning an object and, using an external program, create a 3D model. To do so I create a light sheet with a laser. This way I can illuminate one layer of the object. I take a picture of that layer and repeat the process until I have scanned the whole object. Then, an external program will put together all the layers and create the 3d model.

So as to ensure that the scanning is done correctly I require that the object be transparent and fluorescent . I have used samples created from a polymer called polyacrylamide although I have also used common objects like the plastics spoons given with ice cream.

The device i designed is capable of performing most of the process automatically. Once started, the scanner will record the video of the sample and convert it into a suitable format. Then the file is transferred to a computer trough a WI-FI network. Once the transfer is complete, the 3D model may be created.

4 Generating green energy with Eduball

Authors: Mario Vivancos Ruiz-Sarmiento, Oriol Morros Vilaseca, Oriol López Estatué, Ariadna Romero Fernández

Tutor: Gemma Vilaseca Gonzàlez

Oms i de Prat. Fundació Catalunya la Pedrera
Manresa

Eduball is a device created by Giorgio Colangelo and a team of engineers from the Institute of Photonic Sciences (ICFO), which transforms the movement of a ball into green electric energy.

It's an interesting project which covers many concepts and competences of curricular areas from elementary school to high school – such as mathematics, technology, P.E., physics, etc. –

- To produce green energy by using Eduball.
- To build Eduball in order to generate energy in an efficient way.
- To measure the quantity of energy produced by the use of Eduball.
- To evaluate the different uses of the energy obtained.

The school project had two main goals:

- To build different Eduballs. This was done mixed groups of students from 7th/8th/10th-grade of Oms i de Prat School in Manresa, Barcelona. A total of 140 students of the school participated in the project.

- To generate as much energy as possible by playing with Eduball. All 700 students of the school participated in this activity.

The setting up of the Eduball was divided in 3 phases:

- 1.Build the three copper coils inside Eduball
- 2.Weld the coils to the plaque and connect the battery
- 3.Assemble it all and close Eduball

While half of the students were setting up the Eduball, the others also built a light source from a high-energy LED using recycled materials from home – such as bottles, plastic caps, etc. – to measure the quantity of energy generated by its movement during play-time.

15 March 2019

Methods: How does Eduball work?

The movement of the magnets induces an electric current in the coil. Then the current goes through two intertwined cables and through two diodes, which force the current to move in a single direction, all the way up into the battery.

5 Los fantasmas de Pepper

Pepper's ghosts

Author: Pol Buitrago Esteve

Tutor: Jose Luis Touron Rivadulla

Virolai

Barcelona

Pepper's ghost is a 19th century illusion, based on optical principles. The beginnings of this illusion go back to times when there was still no cinematographic techniques, more than 400 years ago. It is believed that it was Giovanni Battista della Porta who created this illusion, and, at the beginning, it was very innovative but, due to its complication, it could not be used without first remodeling the theaters.

However, years later (1862), a scientist named John Henry Pepper, perfected the technique making it easier to perform.

The first and most famous representation of Pepper, was during a play where he represented one of Charles Dickens' ghosts.

And since then, the ghost of Pepper has been used on many occasions, including houses of terror, plays or even concerts.

The aim of this study is to show how it was done and present the actual easiest variant made from John H. Pepper's Peppergram. And also, reveal some modern popular performances created out of the Pepper's ghost technique.

6 El experimento de Young y la dualidad onda - partícula

Young's experiment and the wave-particle duality

Author: Alejandro Corchón Franco

Tutor: Jose Luis Touron Rivadulla

Virolai

Barcelona

In the seventeenth century, in physics there were two predominating classical theories, which could not be more opposed. The Corpuscular Theory of Sir Isaac Newton and the Ondulatory Theory of Huygens. Newton's theory advocated that light was made up of small particles. Despite of this, Huygens argued that light was actually formed by waves.

The objective of this project is to recreate the experiment developed by Thomas Young. For this purpose, the research question is as follows: Is the light a wave or a particle? In this context, we will seek to obtain evidence of the nature of light, as well as determine and measure a series of wavelengths corresponding to the visible light spectrum bar.

The research question is answered through the experiment, in which we carry out a series of tests with a laser and a frame with a slots template printed on it. The tests have been divided into two large groups: with slit and without slit. On this basis, the tests have been executed taking a photographic record of the results, which indicate that when the tests are carried out without an obstacle, light leaves in its wake a pattern that corresponds to that of a particle, whereas when it passes through two slots, a pattern of light slits corresponding to a wave phenomenon is projected.

Therefore, we conclude that light, depending on the circumstance, behaves as a particle or as a wave. Likewise, we determine that the waves are capable of behaving generating interference patterns, so as quantum particles such as electrons, neutrons or protons, because of the results obtained by performing the double-slit experiment with electrons show the same patterns of accumulation.

Investigant el color amb M&M's Investigating colours with M&M's

Authors: David Ayllón Pavón, Anxin Zou, Pol Ramos Rodríguez

Tutor: Marta Balletbó

IES Salvador Dalí

El Prat de Llobregat

We have done an experiment to see just how much light affects our ability to see color by sorting M&M's under coloured light!

MATERIALS:

M&M's; A dark room; Dark boxes; Different LED lights (white, red, green, blue); A template with 6 squares with the colors of each M&M.

EXPERIMENT:

1. Mix up the M&M's, and place them in the centre box of the worksheet.
2. Switch off the overhead light and darken the room as much as you can.
3. Switch on the white LED and hold it over the unsorted M&M's. Sort them into each of their labelled color boxes.
4. Switch off the LED and turn on the overhead light again. And we see the difference.
5. We do the same with the other LEDs. And we see the mistakes. So, why do we see the grayish M&M's under the coloured LEDs? Why are we confused and make mistakes? We did a chromatography of M&M's, so we could explain this. We discovered that the M&M's had more than one colour each. The green one had blue and yellow, and the red one had violet. These two examples prove that M&M's have more than one colour in their pigments.

CONCLUSIONS:

We learnt how color works and why white light is a polychromatic light.

8 Jugant amb la polarització

Playing with polarization

Authors: Aina Casado, Garazi Baró, Raúl García, Sara Catalán, Nagore Jiménez

Tutor: Marta Balletbó

IES Salvador Dalí

El Prat de Llobregat

We found the experimentation to be very entertaining, and we have figured it out as a game that proves it!. We chose this topic because of a video in PhysicsGirl.com which helped us to get started (and inspired) .

First we observed what happened when we place two polarizers ahead of each other, while we turn the first one. Depending on how we turned it , we can see through or not. The photos in our poster show it.

To contextualize it, we used everyday materials like pieces of scotch tape on a plastic folder. What we did was to place the folder with the tape in front of the screen of a PC (which already gave us polarized light!). And still we placed a polarizer in front of the folder and... we saw beautiful colors!

Polarisation Application:

To understand everything better, with an optical bench we experienced the birefringence.

By placing a piece of stressed yellowish plastic between two polarizers we noticed that the plastic had suddenly different colors depending on the stress suffered.

9 Calidoscopi Kaleidoscope

Authors: Erika Achell Arcos, Lucia Manzanegue Galdón

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparraguera

This project explains a simple procedure for young children to build a toy called kaleidoscope. The kaleidoscope is an optical instrument that contains three mirrors that forms a triangular prism where we introduce small objects and they are reflected forming artistic geometric figures.

In order to create the mirror we have decided to work with mirror paper and CD's.

Small objects that we put inside are small letters of colors, colored balls for necklaces and scubidú pieces. With them we have investigated the minimum quantity of objects necessary to form a good image. Finally our conclusions are that the flat objects form artistic geometric figures with smaller number of pieces

10 Polarització + Art

Polarization + Art

Authors: Elsa Díaz Moreno, Marina Acevedo Lacayo, Martina Ferrero Periz

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparreguera

On the 18th October we participated in the photonics workshop Art with polarization, at the Fab Lab BCN. There, we learned about the phenomenon of polarization of light. This is a property that light waves exhibit.

We learned that light emitted by the sun, by a lamp in the classroom or by a candle flame is unpolarized. It is also possible to transform unpolarized light into polarized light. Polarized light waves are light waves in which the vibrations occur in a single plane. The process of transforming unpolarized light into polarized light is known as polarization.

In the Fab Lab BCN we made a wooden box. After in two circles we fix two polarized filters. We introduce the polarizers into the box. After we used cellophane and OHP transparency sheets to create pictures. We put the image between the two polarizers. Then when we rotated one of the polarisers we observed how the colours change.

With this device, we continue experimenting at home. We put different layers of sellotape on a transparent sheet. We put our image into the box and explore the colour effects that are generated by the phenomenon of polarisation. If we turn the polarizer we can see how the colours changed.

The workshop promoted curiosity about the polarizers and we found how polarizers are useful. We find polarizers in computer screens, in sunglasses, in camera filters, and also in the liquid crystal display (LCD) used in wrist watches, computer screens, timers, and many others objects. We have learned that the polarization of light is also very useful in many aspects of optical microscopy.

11 Identificació de planetes extra solars

Extra-solar planets identification

Authors: Ferran Estrella Serra, Anna Raya Muñoz

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparreguera

What we want to explain with our project is the process, the importance and the difficulty of the method of identification of extra-solar planets that is used by scientists because it is a better way to study the expansion of the Universe.

To understand this method, the first necessary thing to do is to understand what a wave is and what is made of, what the Doppler Effect is or what the electromagnetic spectrum represents. We wanted to explain this basic knowledge, in order to consider the method of identification of extra-solar planets.

In addition, it is also indispensable to have knowledge about the study of the Universe that allow us to understand the stars' composition or where they move to. These phenomena can be studied through the emission and absorption spectra that are perceived of every star. For this reason, the Doppler Effect has been the essential learning tool to transmit the basic concept of the celestial body identification.

Through the study of the spectrum lines and the colour they shift to, the Doppler Effect has permitted to identify the movement in space of the different stars and astronomical objects:

As these celestial bodies move away from Earth, the wave's frequency is minor and its light moves with lower frequencies, shifting to red. However, if the astronomical object approaches, its light moves with higher frequencies and it shifts to blue. When the extra solar planets are detected and studied, a similar thing happens: the planet's mass, through gravitational actions, produces a small oscillation on the star that is perceived as a Doppler change, in the same way that happens with the identification of stars according to their light

12 Construcció de calidoscopis amb material casolà

Building kaleidoscopes with household materials

Authors: Ainara Castro Parrilla, Marta Urbán Sánchez, Jana Galvis Calsina

Tutor: Marisa Salgado Vallvey

Institut El Cairat

Esparreguera

Our project is about how the construction of a kaleidoscope. A kaleidoscope is a tube that contains three mirrors, which form a trigonal prism, with their reflecting parts towards inside. The images are multiplied inside and you can see many different colors and forms.

We want to encourage children and old people know how to construct a Kaleidoscope by using recycled material that they may have at home; for instance: carton tubes, caps, CDs and several small materials. By using different materials that we already had at class, we have been checking which ones are able to create a beautiful picture. We have observed that the best materials are the colored materials. We have been surprised by some pictures because we didn't expect those beautiful pictures.

13 Sobre cómo sería un universo de más dimensiones y la posibilidad de vida en él

On how would it be a universe with higher dimensions and the possible presence of life in it

Author: Marc Villalba Pérez

Tutor: Marta Balletbó

IES Salvador Dalí

El Prat de Llobregat

I expose my research about how a universe in higher dimensions and their physics would be. I give special importance to the possibility of life existence in higher dimensions like a test for Copernican principle. I conclude it would not be possible, so I propose an explanation for the four dimensional of our universe based on black holes thermodynamics. Also, I research about light propagation in higher dimensions, thermodynamics, nuclear physics, gravity and electromagnetism.

14 Aplicaciones de la física cuántica

Quantum physics applications

Author: Miquel Àngel Arencón Llobet

Tutor: Marta Balletbó

IES Salvador Dalí

El Prat de Llobregat

My Poster is on Applications of Quantum Physics which in fact it has been my Baccalaureat Research Project and I have chosen it because of my interest in Quantum Mechanics.

Firstly I give a basic outline on Quantum Mechanics, then I focus on its multiple applications such as: Quantum computation, Quantum cryptography, Quantum money, Quantum simulation, Quantum Chemicals design and Quantum Artificial Intelligence. Eventually I also discuss how Quantum clocks, Quantum communications, Quantum Sensors and Quantum Telescopes work.

15 **Estudi cinètic de l'enzim tirosinasa. Determinació experimental de la seva activitat utilitzant catecol com a substrat, i valor de referència per l'aplicació en la detecció de polifenols.**

Kinetic study of the tyrosinase enzyme. Experimental determination of its activity by using a catechol substrate and of a reference value for the application in polyphenols detection.

Author: Alejandro Céspedes Magdalena

Tutor: Joan Marín Freixinet

Escola Mare de Déu de la Salut

Sabadell

In my work, we intend to characterize an enzyme known as polyphenol oxidase (tyrosinase) in order to perform a kinetic study and determine its affinity for the catechol substrate. At present, due to the importance of polyphenols for the food industry and its health benefits, there is a great interest in developing methods to analyze and quantify polyphenols.

One of the most important methods is the use of biosensors that work with the immobilized tyrosinase enzyme (Tyr). These are introduced into a problem solution that is wanted to study and produce an electrical signal that is proportional to the concentration of polyphenol. But with this immobilization, the ability of the enzyme to interact with the substrate can be reduced. This fact has repercussions on the effectiveness of the devices to determine low concentrations of polyphenols in foods. The purpose of my work is to make a kinetic study of the tyrosinase enzyme using catechol as a substrate, to verify that it follows the kinetics of Michaelis-Menten and to determine the affinity constant (K_m) of the enzyme with this substrate. This value will serve as a reference to compare the values of the affinity of the enzyme immobilized in the future development of biosensors.

Therefore, at work, we have been able to provide more information about this enzyme to have a knowledge of its kinetics and to develop later work in the field of biosensors in analytical chemistry in general. In this way the conditions of the enzyme can be improved to determine concentrations of polyphenols.

16 Quantum Cryptography and the protocol BB84

Author: Àlex Pascual Galera

Tutor: Joan Marín Freixinet

Escola Mare de Déu de la Salut

Sabadell

In this research project, it has been reproduced a quantum cryptography protocol (the BB84) with the aid of ICFO's installations. Using the quantum physics mechanics, this protocol enables the users to know whether they are being spied or not. It is only used to distribute the key of the encryption, because once it has been sent, the message can't be unencrypted unless you have the key that has already been distributed.

In order to have a clear explanation of the protocol, there is a theoretical framework which explains every single detail of the physics concepts and materials of this research project. There is also an explanation of the protocol BB84, with the objective of clarifying what is going to be done in the experiment.

Once explained how the protocol BB84 works, it has been explained how the different calibrations of each material had been done. Then, the protocol has been reproduced. With all the data of the experiment, it has been emulated what would happen if somebody had spied the key, with the purpose of observing the true objectives of quantum cryptography.

With the experience of the previous experiment, it has been created a standard calibration model, in order to skip all the manual calibration process. This model includes instructions of how to prepare all the materials and a guide table with all the calibrations of each device. I think that observing how these scientific advances are improving exponentially, we can rise up the scientific interest of the new generations.

17 **VANGUARD: An opensource approach to predict the generation and evolution of cancer by the use of nanoparticle SERS, probabilistic analysis, and collaborative data processing**

Author: Joel Romero Hernández

Tutor: María José Hellín

INS. F.X. Lluch i Rafecas

Vilanova i la Geltrú

Some statistics show the incredible danger of cancer: in 2012, an estimated 14.1 million new cases of cancer occurred worldwide. The same year, 8.2 million cancer-related deaths were reported. In fact, estimations show that by 2030 there will be 23.6 million new cases per year.

Our best weapon to save lives is quick, early and effective detection. Although advanced technologies, 70% of the cases reported worldwide are thought to happen in countries with low economic income. In a situation like that, there is the necessity of finding more affordable and more efficient alternative global approaches.

Following the premise, this project tries to explore a new way to face up cancer dangers:

VANGUARD is approached as a multidisciplinary platform for the generation of universal preventive diagnostics by combining the Surface-Enhanced Raman Spectra technic to detect single-nucleotide mutations in short strings of DNA with pattern recognizing mechanisms, collaborative data extraction and the design of a probabilistic calculation structure, all in an opensource approach.

To study the physical framework, an experiment has been performed trying to detect mutations related to lung, colorectal and pancreatic cancer in fragments of the important DNA Keeper gene TP53 using gold nanoparticle enhanced Raman Scattering and manual plot analysis.

Then, the automatization process was divided into three specific frameworks: data acquisition and processing (LIBRA), probability mapping and clustering (ATLAS), and sample identification (ARGOS). After developing software based on example-learning, customized web crawlers were used to get data about dozens of genes, allowing me to design a modular method for the calculation of percentual cancer potential risk, implemented in scalable approaches and ported to Arduino, Windows, Linux, and Android.

18 Fotonos, ¿un sistema eficaz para comunicaciones secretas?

Photons: an efficient system for secret communications?

Author: Lucas Rincón Murillo

Tutor: María José Hellín

INS. F.X. Lluch i Rafecas

Vilanova i la Geltrú

My work is about the use of the laser, using photons, as indecipherable communication system, safe and fast, since the information is transmitted at the speed of light. Although there are systems that travel at the speed of light, this work guarantees the possibility to make it foolproof.

In addition, it is based on two encodings: one by conical refraction and birefringence and another with data coding via laser.

15 March 2019

19 Ionizing sources and radiation barriers

Author: Carles Vallès Muñoz

Tutor: Daniel Parcerisas Brossa

Sagrada Família de Gavà

Gavà

My research work is about subatomic particles. Thanks to a TimePix detector that has been given to me and four other students of my year, I've been able to study different aspects about radiation. The main objectives in this research were to study different radiation sources and the different kind of radiation that they can emit as well as the properties and capacities of some radiation barriers. I have also accomplished some other experiments (so as a radiography) and I have studied the hardware of the particle detector so that I could understand better how it works.

20 Radiation, structure and interactions of the matter

Author: Mario Agustiño

Tutor: Daniel Parcerisas Brossa

Sagrada Família de Gavà

Gavà

In this project I have studied the different structures of the matter that we know nowadays. In a first place, I centred my study in the analysis of the atomic structures, a part from the explanation of the different characteristics of the particles contained in the Standard Model. On the other hand, I have realized a practical part, which was based in the use of a particle detector; in that part, I analyzed aspects as the background radiation, the Landau distribution, the effect of the voltage of the detector on the measurements or the mathematical characteristics of a particles beam.

21 Criptografia Quàntica

Quantum Cryptography

Author: Ada Barrantes Cepas

Tutor: Xavier Soler Monné

Escola IPSE

Barcelona

In a world where communications are becoming increasingly important, we need an encryption system that ensures a secure and private transference of our data. The aim of my project is the examination of the main cryptographic systems from all time and make a view to the future, where cryptography meets with the properties of quantum mechanics and gets the best to encrypt messages.

Since the digital age is questioning the security of the current cryptographic system (RSA), innovative and different methods are being investigated in the field of cryptography. This research paper presents one of the possible solutions, such as Quantum Cryptography. If we apply quantum principles to an encrypted communication system, we can send a message to a recipient without a third person being able to decrypt it.

It is divided into two parts, a first theoretical in which I review the most relevant cryptographic systems, as well as the principles of quantum physics related and analyse the current protocols, such as the BB84 (Bennett and Brassard, 1984) or E91 (Artur Ekert, 1991). The second part is an experimental simulation of quantum cryptographic systems at ICFO and an interview to the theoretical physical John Calsamiglia from Quantum Information Group (GIQ).

In the practical part, I could organize and build a quantum cryptographic system. I could check the theory and create a Quantum Key from a beam of polarized photons. We send and receive full bits changing the polarization.

To conclude, I choose quantum cryptography because it is the most spying-proof system. Today we know that communications are not in danger, but tomorrow it might not be, which is why I believe that we must begin to promote scientific research in quantum applications. I would love to be part of the crew of this quantum flagship.

22 Experimenta amb l'òptica: interferòmetre de Michelson i càmera Schlieren

Experiment with optics: Michelson
interferometer and Schlieren camera

Authors: Ana Jorba Vera, Àngel García Miró,

Tutor: Carles Morera Taus

Institut Pompeu Fabra

Martorell

Our project talks about two experiments related to photonics that we have done at ICFO: the Michelson interferometer and the Schlieren camera.

The first one consists in the creation of an interference pattern thanks to a light and mirrors system. This pattern is modified by the temperature changes and external vibrations, as we could check putting a candle near the laser light. We can highlight the importance of this experiment with the detection of gravitational waves, too.

If we talk about the second practice it's also a light and mirror system, but with a different purpose: "see the invisible". Talking about the invisible we refer to the possibility of seeing the temperature and density changes of fluids applying the optical procedures and the digital camera technology. For example, we saw the heat from our hands and a candle which we could see in a gas structure. Finally, we apply this technique to visualize the density modifications of a certain amount of alcohol into a recipient plenty of water.

Summarizing this project, we could say that we have applied and amplified our optical knowledge in a practical way totally different from what we are used to.

Salto cuántico en la seguridad de la información

Quantum jump in information security

Author: Raquel Panadero Palenzuela

Tutor: Michele Sclafani

Col·legi Badalonès

Badalona

These days, more than 4000 million people use the Internet and have access to all the contents that are in the network. As a consequence, there is a large amount of information and personal data circulating in the cloud. Can we really trust that our data is safe?

Throughout history, cryptography has been used to guarantee the privacy in communications. Cryptography is the science that studies encryption techniques in order to convert information from a readable state to illegible, so that third parties cannot know any private messages.

However, every classical cryptographic system has been eventually broken one way or another, as the cryptographic key exchange is conducted via classical channel, and therefore any spy can access the secret key.

Quantum cryptography, based on quantum mechanics properties, is theoretically able to guarantee unconditionally secure communications, as quantum protocols allow the construction of shared cryptographic keys that are impossible to predict. These keys are sent through a quantum channel, in which any act of espionage will always be detected.

24 Photonics, a universe in continuous expansion

Author: Irene Garcia Ferran

Tutor: Sonia Tarancón

Col·legi Santo Angel

Gavà

First of all, this project was the perfect occasion to learn something new and present something that many people are unaware of: photonics.

My two objectives were:

Research and find out about the possibility of therapies (for example photothermal therapy) that this field of physics includes as a cure for cancer or other illnesses instead of presenting treatments that do not assure the complete elimination of the disease in most of the cases.

Discover which the impact of this science will be in our lives in the future.

My project is divided into two parts: the theoretical part and the practical one.

Throughout the theoretical part, I first introduce photonics for those who have never heard about it: what photonics is, its use nowadays, what a photon is, what the light is, what former scientists thought it was, its different behaviors (considering the light as a particle and not as a wave) and its characteristics. Then, I focus my project on the application of photonics in the medical world. More specifically, in cancer treatment.

Moreover, I explain what cancer is and its current treatments. The practical part is divided into sections: the first one containing an interview with Ana Belén González, R&D Manager at EPIC (European Photonics Industry Consortium) and the second one containing two experiments carried out at ICFO which were very useful to knock my conclusion into shape.

In a brief way, my conclusions are the following:

In the future, we might be able to eliminate small tumors by lighting gold nanoparticles which produce heat and as a consequence, tumor cell death.

Photonics will be present in our lives increasingly and will make them easier due to its easy portability and its inexhaustible source: the sun.

Laser 25

Author: Adrià Hernández Morell

Tutor: Andreu Arbó Trabado

Maristes Montserrat Lleida

Lleida

The aim of this project is to make a deep research about the laser. To start we are going to study the evolution of the laser in order to know how it has changed throughout history.

Also, we are going to learn about the physical theories that make the laser possible. Once we are able to understand the bases of the phenomena that occur inside a laser, we are going to start learning about this processes and how are the phenomena related between each other to end up with a light beam. Furthermore, we are going to study the structure of the laser and his components.

In addition, parallel to this research, another research will be done related to the most common types of laser that exist and the application of all of them.

In the experimental part we are going to demonstrate the main and most characteristic property of the laser light, the coherence of the laser beam, using a Michelson's interferometer.

26 L'invisible. Aplicacions de la refracció.

Invisible: refraction applications

Author: Roger Mora de la Serna

Tutor: Octavi Plana

Institut Icària

Barcelona

The aim of this research work is to study the refraction. Firstly, we are going to take a look to natural circumstances in which this phenomenon occurs and then, we are going to apply its principles to the experimental part of the project. Through this research project, we are going to be able to appreciate fluid dynamics, which are invisible to the human eye, thanks to the Schlieren camera, and then analyze the sugar concentration on refreshing drinks mediate refractometry.

OBSERVACIÓ D'HOLOGRAMES AMB EL MÒBIL

La holografia

Clara García, Marta Campaña i Enric Gil. 1rBAT

OBJECTIUS

- Ampliar el nostre coneixement sobre l'holografia.
- Reproduir una aproximació d'un holograma.

L'holografia és una tècnica avançada de fotografia basada en que permet reproduir una imatge tridimensional d'un objecte mitjançant dos processos físics; interferència i difracció. La imatge obtinguda és tant completa que en principi cap sistema òptic com l'ull humà o una càmera fotogràfica podria distingir-la de l'objecte original.

ORIGENS

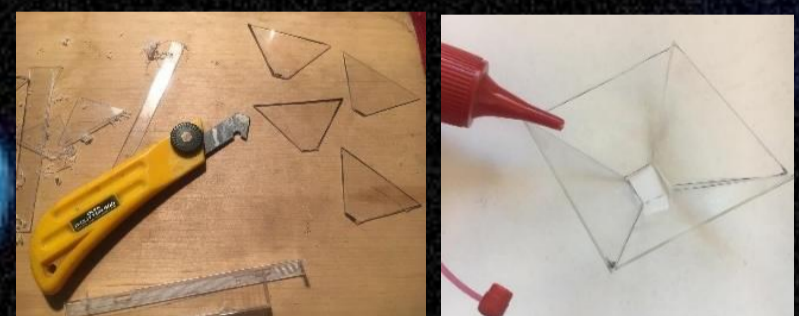
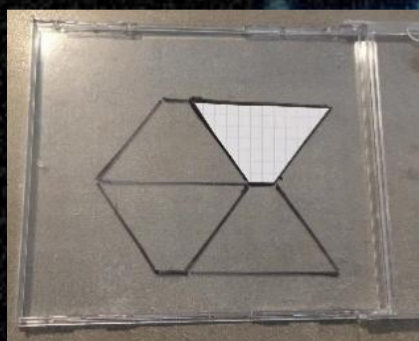
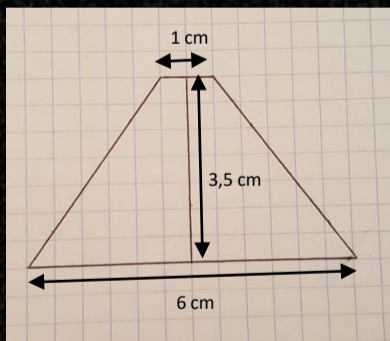
L'holografia va sorgir l'any 1947 en un laboratori d'una empresa d'enginyeria elèctrica en el que Dennis Gabor treballava en la millora del microscopi electrònic. En Dennis Gabor, nascut a Budapest l'any 1900, va ser un físic hongarès conegut per la invenció de la holografia, per la qual va rebre el Premi Nobel de Física l'any 1971. Originalment, Gabor només volia trobar una manera per millorar la resolució i definició de les imatges del microscopi electrònic. L'holografia va sorgir com una forma de corregir l'aberració esfèrica del microscopi electrònic.

APLICACIONS

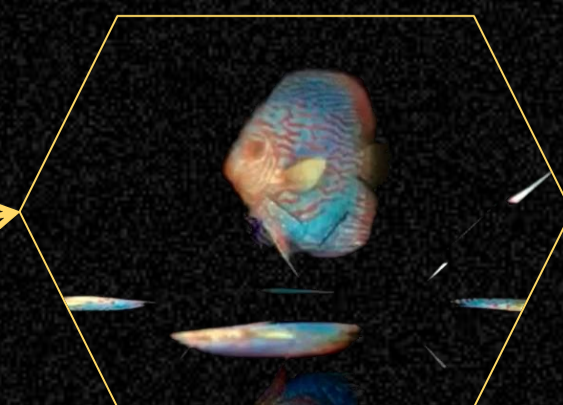
Reproductors DVD, targetes de crèdit, discos compactes, bitllets, permet realitzar mesures precises reproducció d'imatges i vídeos tridimensionals, espectacles en viu.

PROCEDIMENT

1. Dibuixem la plantilla
2. Sobre una placa de metacrilat calquem la imatge dibuixada (serveix una caixa de CD)
3. Amb el cúter tallem les 4 figures.
4. Amb material adhesiu unim els costats de les figures per a formar una piràmide.



5. Amb l'ajuda d'un telèfon mòbil observem la reproducció de l'holograma



BIBLIOGRAFIA

- <https://computerhoy.com/noticias/life/crea-tus-propios-hologramas-caseros-tu-movil-10-minutos-32421>
- <https://www.bbvaopenmind.com/holografia-mas-util-en-la-vida-real-que-en-la-ciencia-ficcion/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Holograf%C3%ADa>

CONSTRUCCIÓ D'UNA CAMBRA FOSCA CASOLANA PORTÀTIL

ELSA GARCÍA, ADRIÀ ROMOGOSA, MARTA OJEA I NEREA DOMÍNGUEZ
3r d'ESO. INSTITUT EL CAIRAT, ESPARREGUERA



OBJECTIU

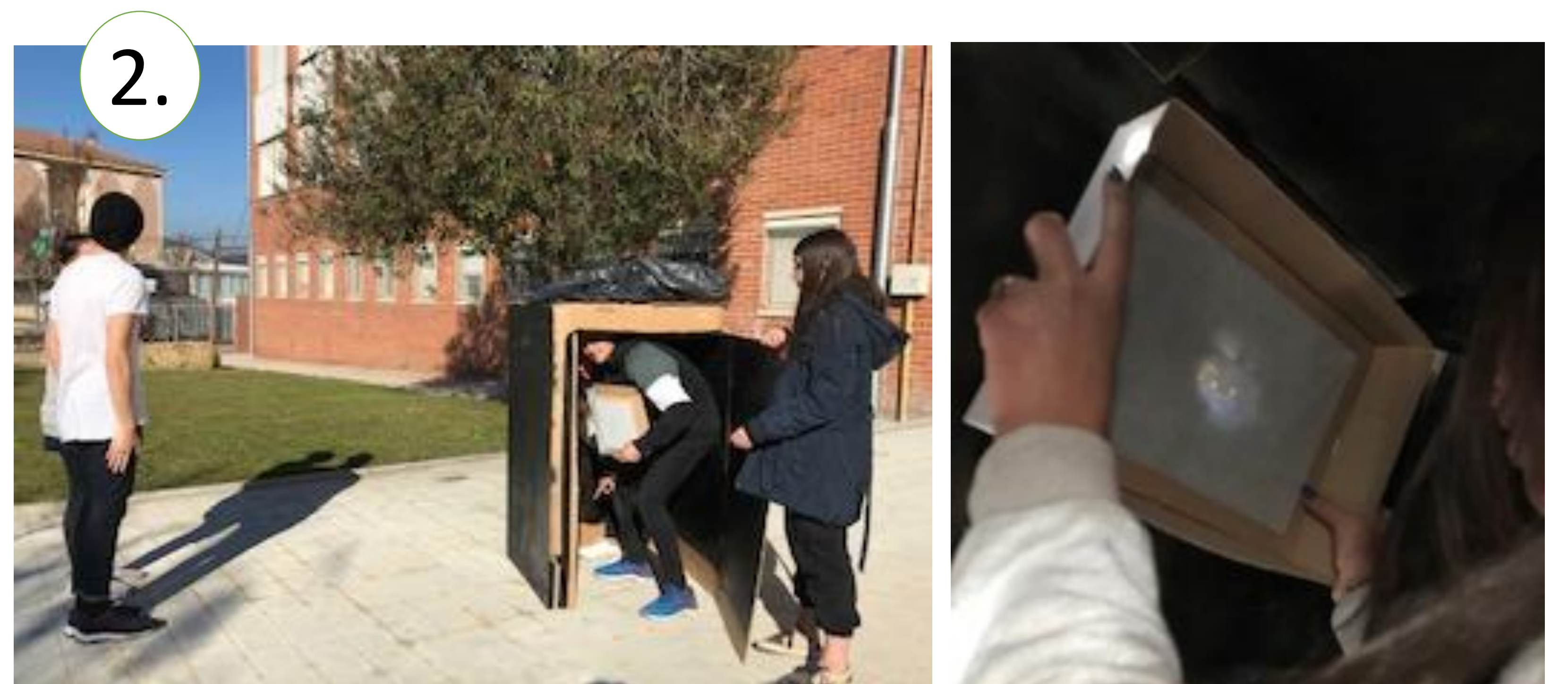
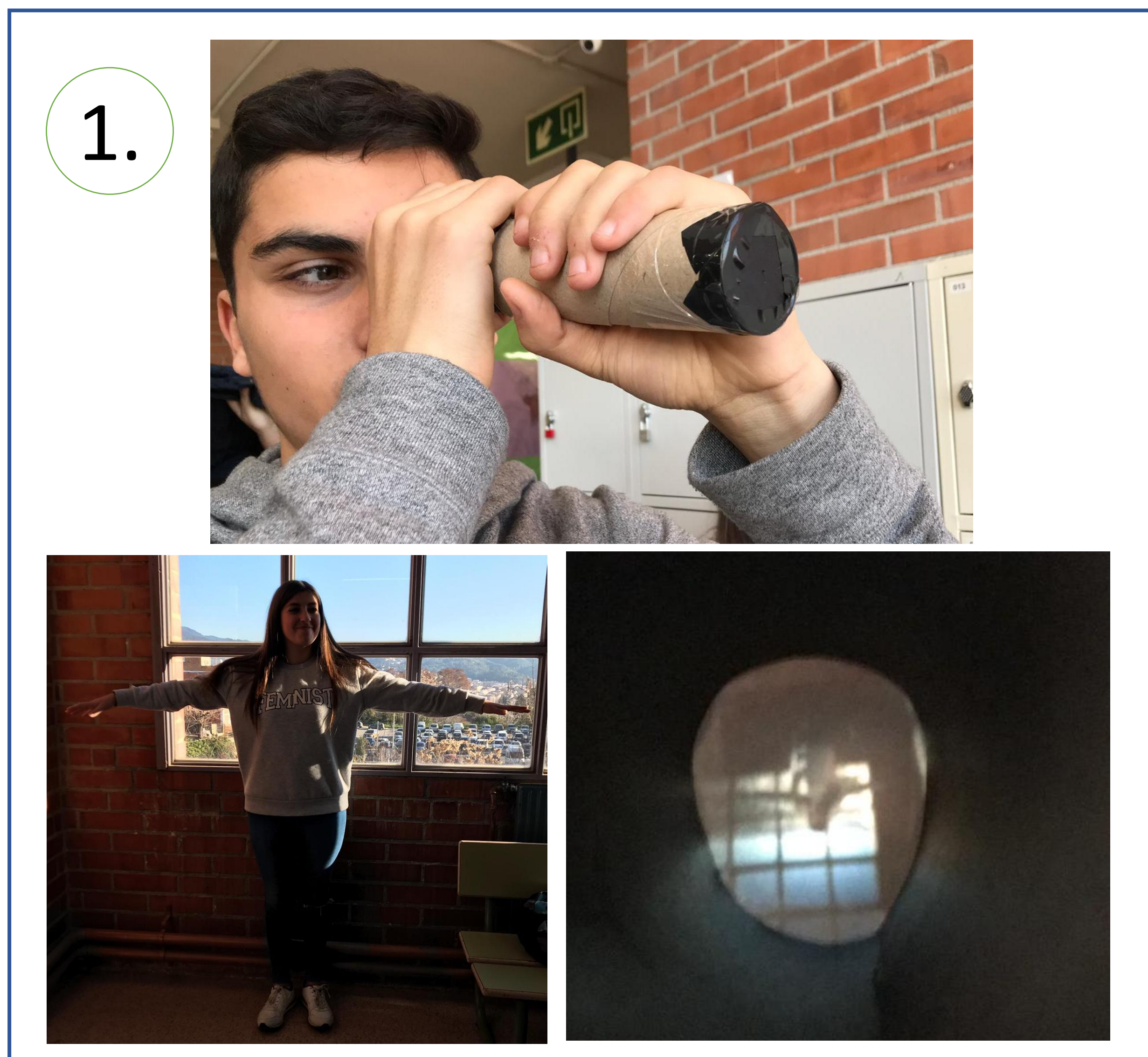
Construir una càmera fosca portàtil que pugui acollir diverses persones, per a poder comentar, tots junts, el que observem.

MATERIALS

Caixes, cartolina negra, cinta negra, paper vegetal, cel·lo, cilindre interior del paper higiènic, paraigües, bosses d'escombraries negres.

CÀMERA FOSCA

Aparell òptic que consisteix en una caixa tancada en la qual únicament poden entrar els raigs de llum reflectits pels objectes de l'exterior per un petit forat fet a una de les parets. En penetrar aquesta llum, forma a la paret oposada una imatge invertida.



OBSERVACIONS

- Obtenim una projecció plana d'una imatge externa.
- La imatge invertida d'esquerra a dreta i cap per avall.
- A mesura que fem més petit el forat, la imatge es fa més nítida, però més feble.

WEBGRAFIA

<https://www.youtube.com/watch?v=aA954619rr0>
<https://www.youtube.com/watch?v=bcS4GqQbsRs>
<https://www.youtube.com/watch?v=com1CBoZmBw>

CONCLUSIONS

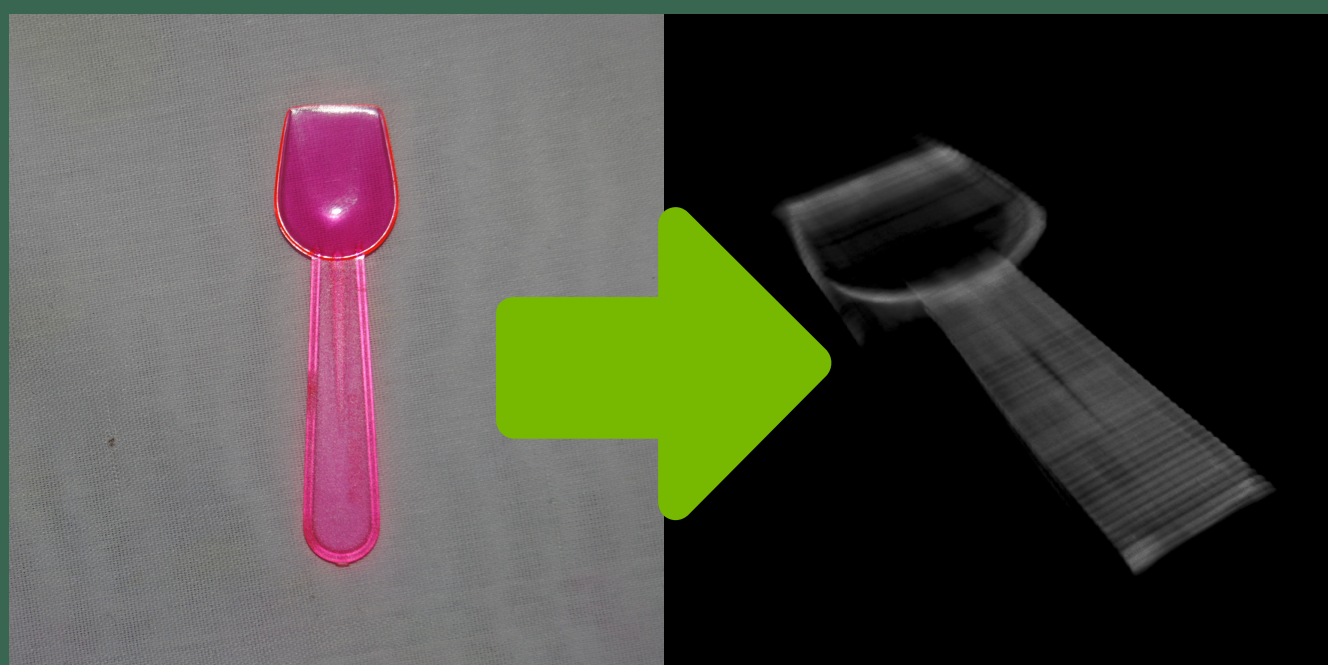
La cambra amb el paraigües (4) és còmoda de transportar; podem entrar fins a cinc persones i es forma una bona imatge .

DIGITALITZACIÓ DE MODELS 3D

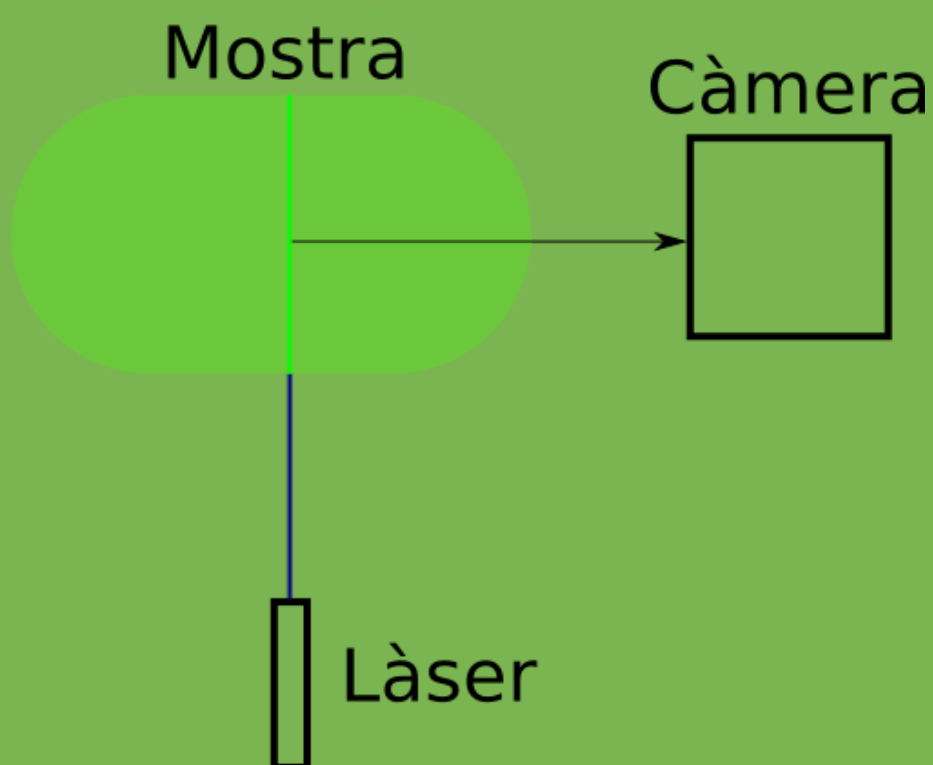
VÍCTOR MAÍN NADAL

OBJECTIU DEL PROJECTE

Crear, mitjançant la llum, una còpia digital en tres dimensions d'un objecte fluorescent i transparent



PRINCIPI DE FUNCIONAMENT

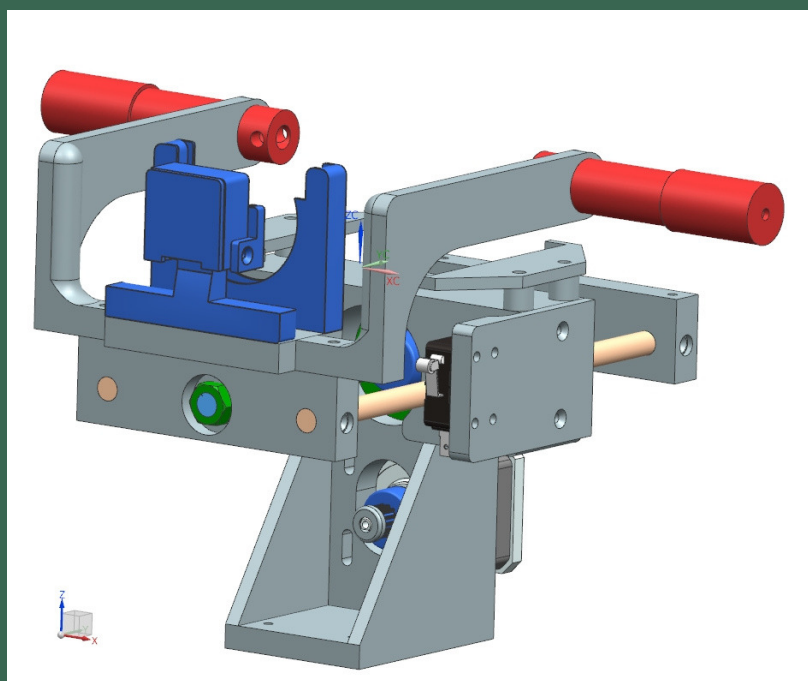


Per aconseguir un model 3D d'un objecte s'il·lumina una petita capa amb una font de llum focalitzada (pla de llum) i amb una càmera s'obté una imatge d'una capa de l'objecte.

Es repeteix aquesta operació fins a escanejar tota la mostra i, mitjançant un programa informàtic ja existent, obtenir un model en 3D de l'objecte escanejat.

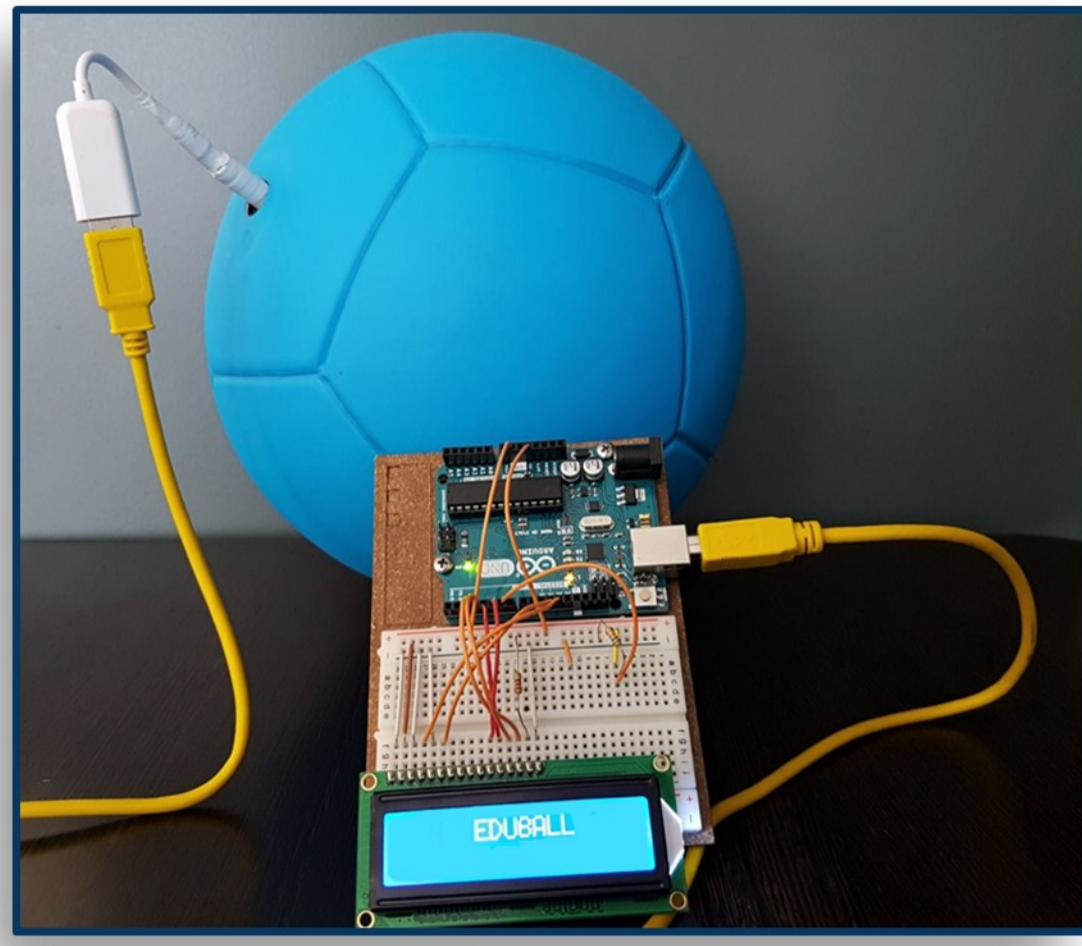
EL DISPOSITIU

Amb aquest principi en ment i amb el suport de l'ICFO i del Fab Lab Barcelona i aplicant l'experiència del projecte Phablab 4.0, s'ha creat un dispositiu que permet controlar l'escàner i realitzar tot el procés de forma automàtica. Mitjançant una xarxa Wi-Fi es transfereix el vídeo de l'escanejat per a poder tractar-lo posteriorment



Testing Eduball at our school

Oriol López, Oriol Morros, Ariadna Romero and Mario Vivancos



Abstract

Eduball is a football-like device created by Giorgio Colangelo and a team of researchers from ICFO. Inside this ball, there are three copper coils around neodymium magnets and a Li-Po battery, which is charged by every kick the ball gets. Furthermore, Eduball is a multidisciplinary proposal that promotes scientific values and positivity in sport. It is possible to carry out a lot of pedagogic activities around Eduball. 21 Eduballs were set up and tested on 11 June 2018 at Oms i de Prat school – Fundació Catalunya La Pedrera. The experience was educationally excellent.

Introduction

Eduball test was developed on 11th June, 2018, in a wider scientific-technical working day called 'Tocs de Llum' where many pedagogic activities were carried out.

The activity around Eduball consisted of four parts:

1. Setting up the Eduball and a light source.
2. Playing with the Eduballs.
3. Experimenting, measuring and comparing.
4. Thinking and drawing new conclusions.

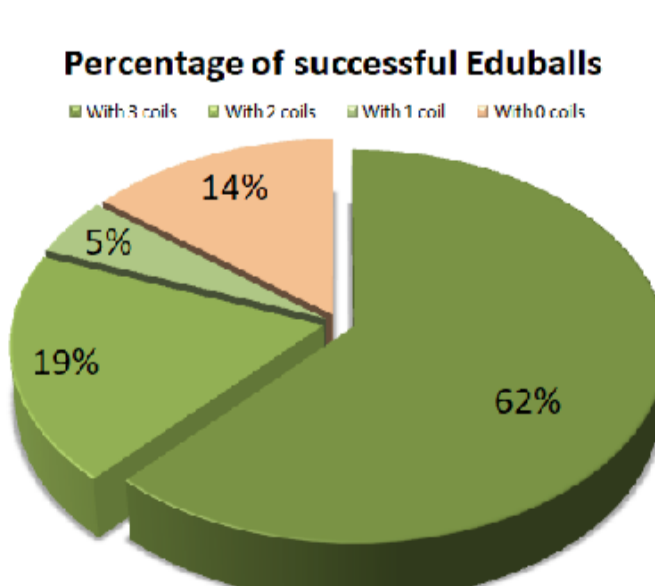
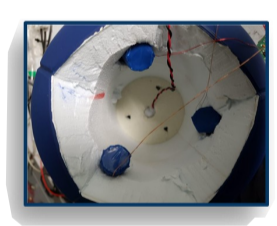
Setting up Eduballs



⇒ 21 groups of 6–8 students from the 7th to the 8th grade with one ICFO researcher for every 3–4 groups, helped by 10th grade students.

Materials

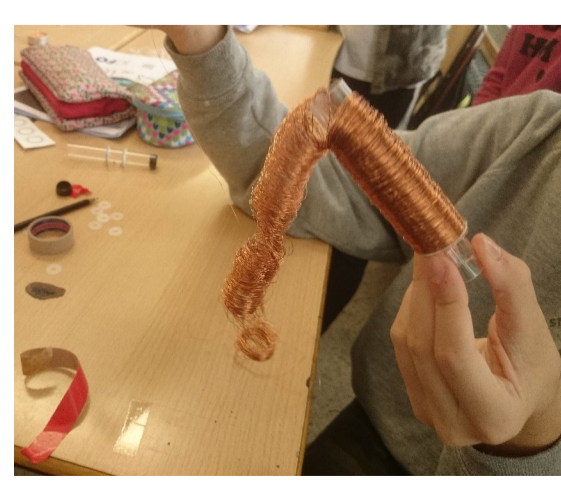
- 1 EVA foam ball
- 300 m of copper enamelled wire
- 3 PVC tubes with cover
- 15 neodymium magnets
- 1 electric engine
- 1 feeding wire Jack Male 2.1mm
- 1 Li-Po battery 400 mAh (3.9 V)
- 1 electronic board ICFO
- Jack Male wire 2.1 mm
- Jack Female wire 2.1 mm
- Recycled material (for the lamp)



⇒ The final assembly success was 86%. 18 Eduballs out of 21 were eventually closed. The weak point of this phase was the coil's being built from a copper wire that was stored in irregular coils. The groups were too large.



LED light source



A tangle of copper wire



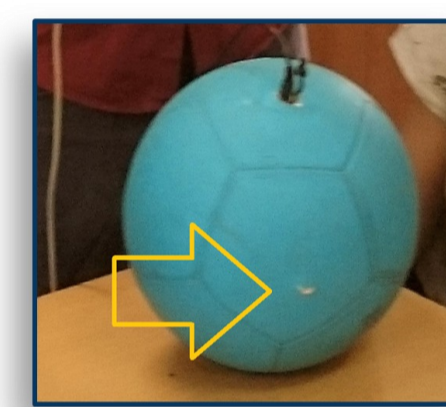
Finished Eduball

Playing Eduballs

⇒ The assembled Eduballs were put into movement for 60 min through many activities: football, basketball, volleyball and some other team games.



⇒ Upon observing the Eduballs for the first time, we concluded that the material they were made of was not resistant enough. At the end, some balls had cracks on them.



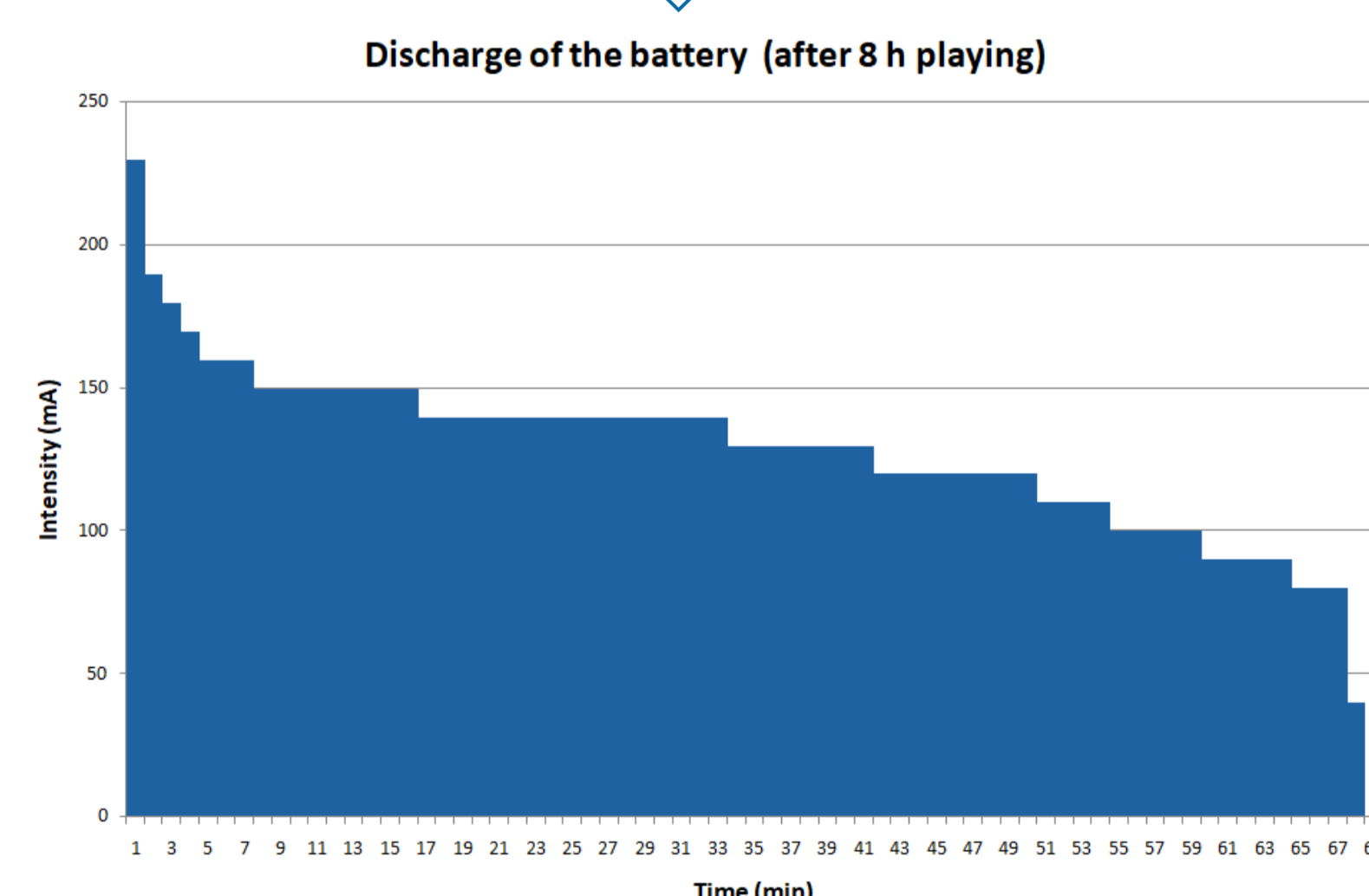
Measuring and comparing

⇒ Once the balls were charged, all groups measured the time that the recycled LED lamp was shining. The winner group got over 35 min of light.



Visually engaging voltmeters were added to enrich the experience.

⇒ A few days later, one Eduball of 3 coils was subjected to 8 h of free sport activity. The electric charge saved was experimentally found measuring the amperage.



Adding up the area of all the rectangles, the accumulated charge was calculated to be:

$$Q = 526.2 \text{ C} = 0.146 \text{ Ah} = \mathbf{146 \text{ mAh}}$$

And the given electric power was:

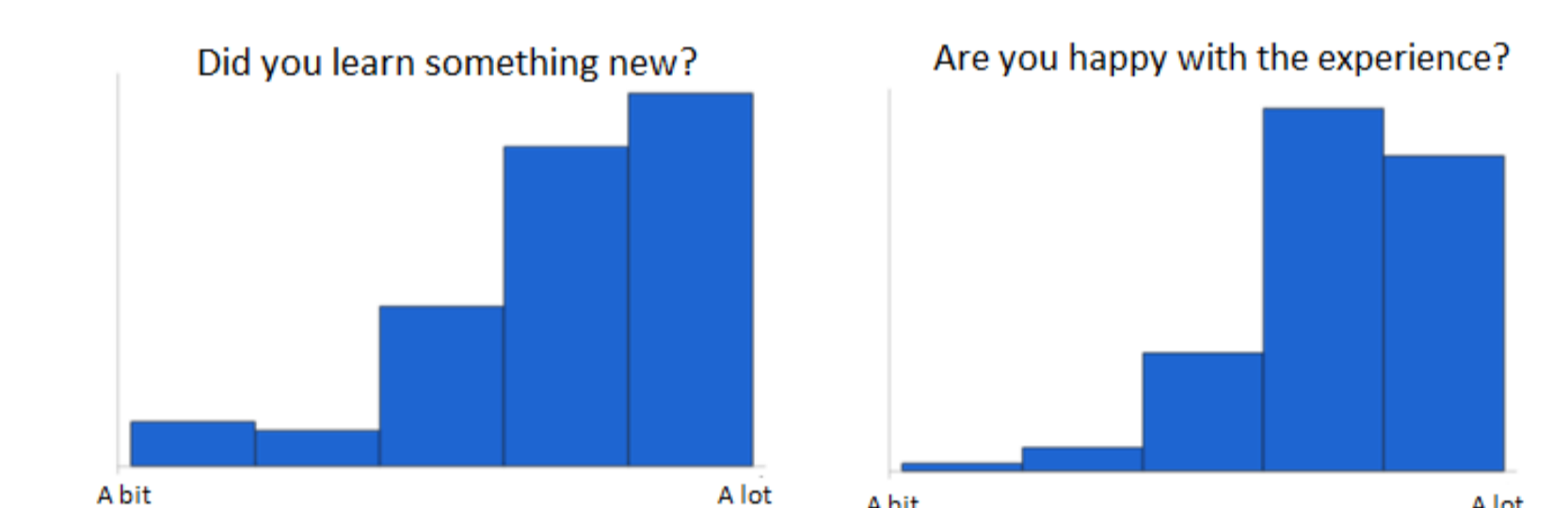
$$P = 3.9 \text{ V} \cdot 0.146 \text{ Ah} = \mathbf{0.57 \text{ W}}$$

Results

ⓘ Some small technical issues must be corrected in the setting-up phase, especially the alignment of the copper wire mother coils.

ⓘ The EVA foam material of this Eduballs did not resist many minutes of play. It must be replaced by other material more resistant.

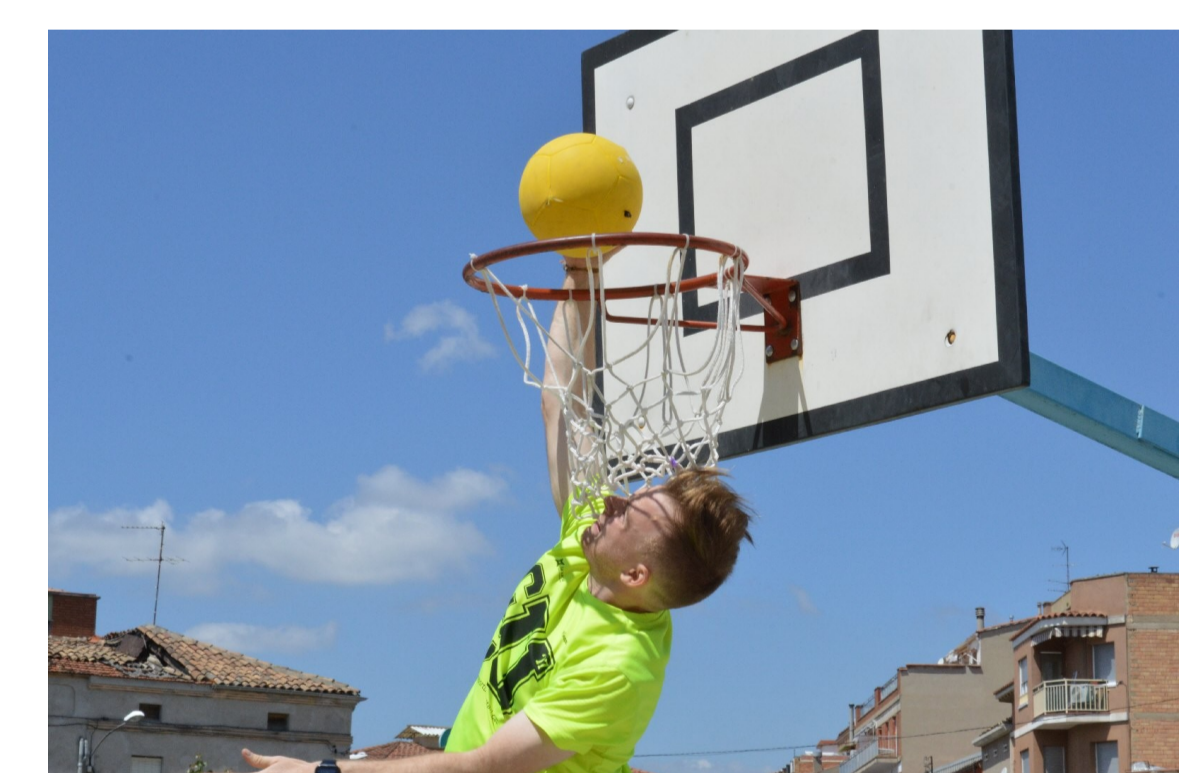
🕒 A post-event satisfaction survey showed that students had learnt a lot and were happy.



🕒 With 0.57 W of power we cannot charge a mobile phone, but ... the LED lamp (6 mA approx) can light about 24 h!

Thoughts and conclusions

- We can produce green energy through play.
- Generating energy can promote healthy habits.
- Generating energy costs an effort.



- Despite the small errors of this version, Eduball is an excellent pedagogical material.
- Eduball's many possibilities may bring a lot of challenges with them.

Acknowledgments

👏 Oms i de Prat, Fundació Catalunya-La Pedrera, ICFO, Giorgio and Federica, Science Bits ...

Los fantasmas de Pepper

Pol Buitrago Esteve
Escola Virolai de Barcelona

Introducción

El fantasma de Pepper es una de las técnicas de ilusionismo más usadas en teatros, museos, conciertos y parques temáticos. La ilusión consiste en la aparición de un objeto o persona que flota en el aire y que puede aparecer y desaparecer de manera fantasmagórica.

Los inicios de esta ilusión se remontan a tiempos anteriores al inicio del cine, hace más de 400 años. Se cree que fue Giovanni Battista della Porta quien creó esta ilusión, pero debido a su complicación no podía utilizarse sin antes remodelar los teatros. Sin embargo, años después (1862), un científico llamado John Henry Pepper, perfeccionó la técnica haciéndola más sencilla de realizar.

La primera y famosa representación de Pepper, fue durante una obra de teatro donde representó a un fantasma de Charles Dickens. Desde entonces, el fantasma de Pepper se ha usado en multitud de ocasiones, incluidas casas del terror, obras de teatro o incluso conciertos.

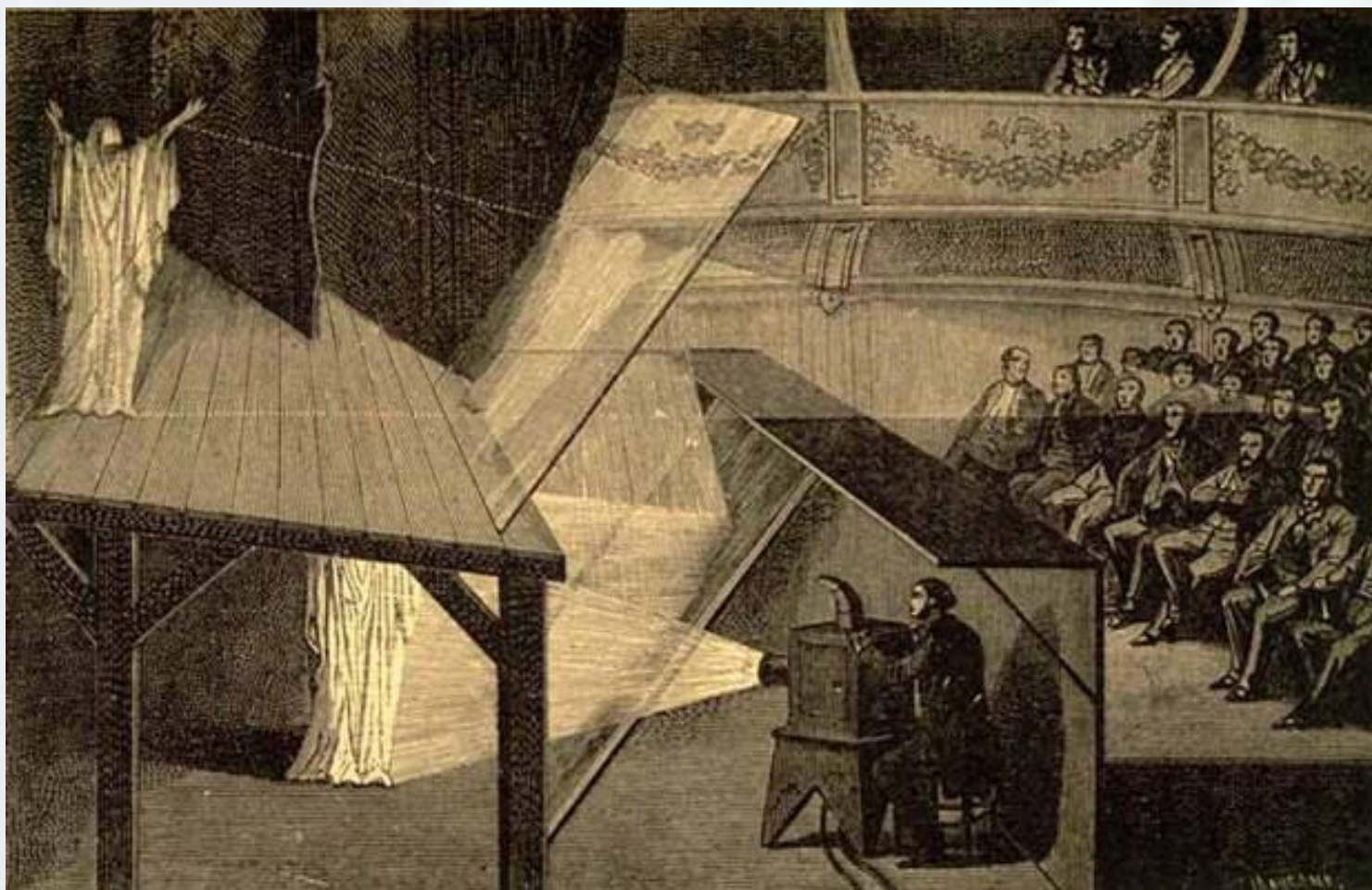


Fig 1: Representación del fantasma de Pepper sobre un escenario

Técnica original

Una de las maneras de crear el fantasma de Pepper era creando un escenario especial (Fig. 2.1) que consistía en dos partes, el escenario visible y una habitación escondida. La habitación escondida estaba pintada de negro y se llamaba "blueroom", y era donde estaba la persona vestida de fantasma.

Después había una pared de cristal colocada entre el escenario y la habitación, colocado en ángulo de 45° . Cuando la habitación estaba a oscuras, el escenario estaba iluminado y vacío, pero al iluminar solo la habitación y bajar la luz del escenario, el reflejo del fantasma se reflejaba en el cristal y parecía que hubiera un fantasma en el escenario (Fig 2.2).

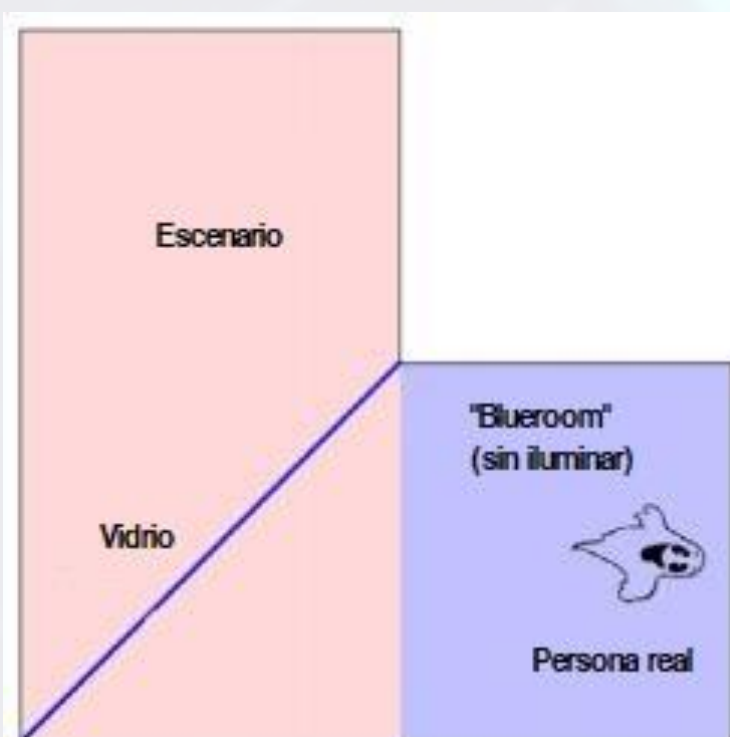


Fig 2.1: Instalación del fantasma de Pepper en un escenario

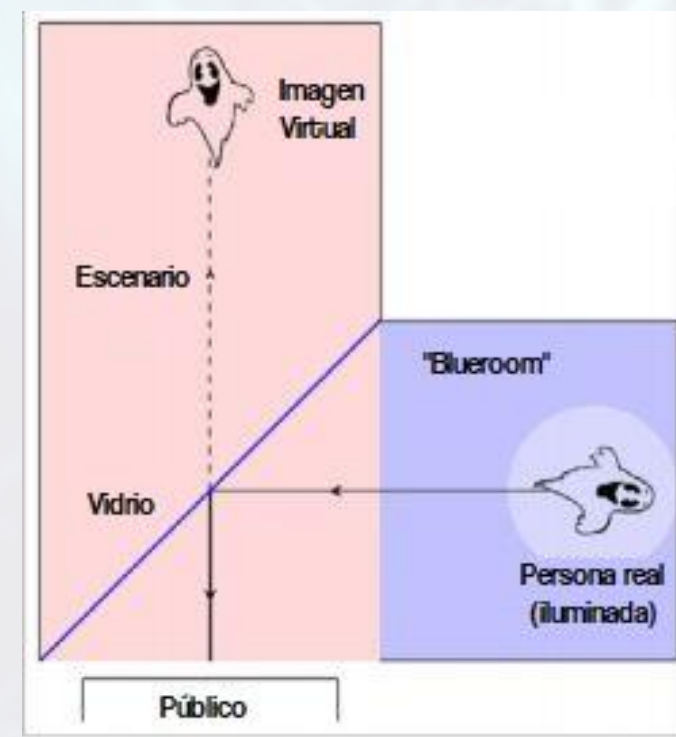


Fig 2.2: Efecto del fantasma de Pepper en un escenario

Técnica actual, Peppergram

Con un sencillo montaje, llamado Peppergram, podemos representar el fantasma de Pepper de manera simple. Cortando en una hoja de acrílico transparente y uniéndolos en forma de pirámide, logramos que cada una de las caras tenga un ángulo de 45° y se observe un efecto de fantasma de Pepper por los cuatro lados. Al reflejarse desde cuatro puntos de vista diferentes, se consigue crear el efecto del fantasma de Pepper y el espectador percibe un holograma.

Para el espectador, la imagen en el video parece flotar en el interior del PepperGram. Tu ojo espera que la luz siempre viaje en línea recta, y es engañado por hacerle pensar que el video se encuentra en frente, dentro del PepperGram. Por ello, la imagen virtual aparece en la misma distancia de la superficie reflectante de lo que lo está el objeto real.

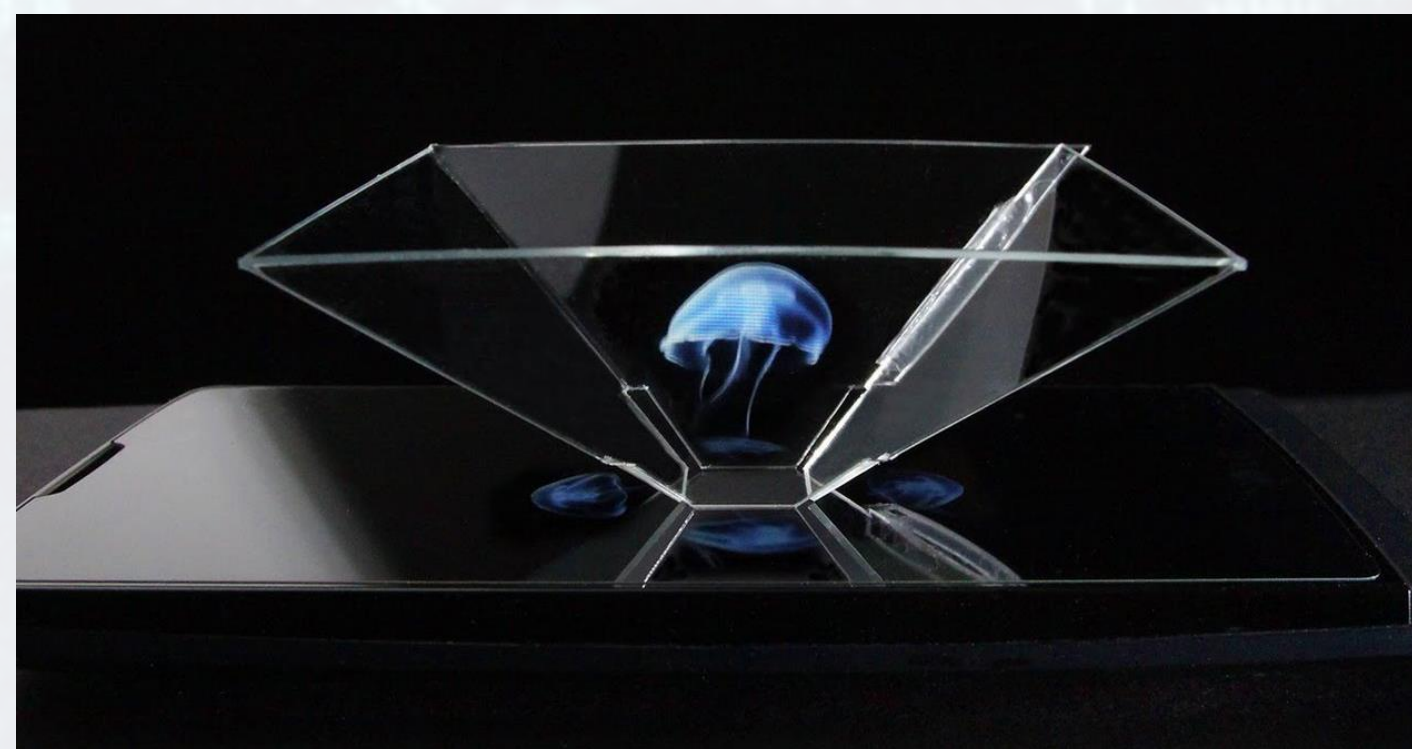


Fig 3: Montaje de un Peppergram sobre un móvil

Peppergram y hologramas

El realidad, la imagen del Peppergram no es ningún holograma. Con un Peppergram vemos únicamente la misma cara del objeto desde los cuatro lados.

Los hologramas, en cambio, son fotografías tridimensionales de objetos. En un impreso tridimensional. Al girar el objeto o la cabeza cambia la perspectiva de la imagen y podemos ver los diferentes ángulos.

Para crear un holograma, se ilumina el objeto con láseres desde ángulos diferentes y se graba su tamaño y forma en una película holográfica, que produce un impreso holográfico.

Un ejemplo claro, son los billetes, estos contienen unos hologramas de seguridad de una palabra o un dibujo, que cambia de color y forma al girar. Estos hologramas además se utilizan en pasaportes, carnets de identidad y tarjetas de crédito.

Su propósito es evitar la falsificación, ya que la creación o imitación de estos, supone un gasto caro y difícil, ya que vienen dadas de un holograma maestro.

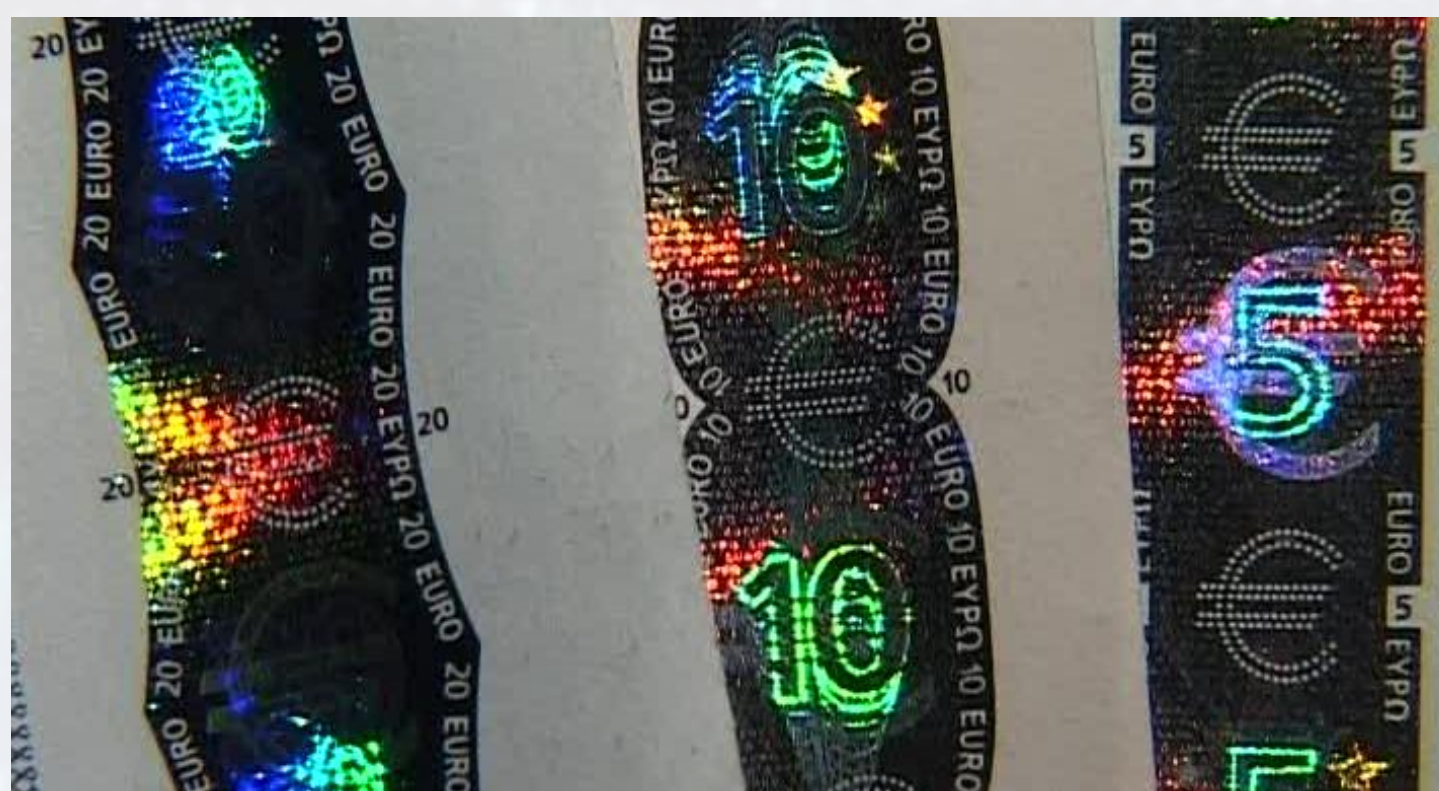


Fig 4: Ejemplo de hologramas de seguridad usados en billetes europeos

Aplicaciones actuales

Desde la primera representación de John Henry Pepper en 1862, se han hecho multitud de representaciones en diferentes ámbitos. La utilizada es en el ámbito teatral, principalmente en "Cuento De Navidad" de Charles Dickens.

En muchos parques temáticos también han hecho uso de esta ilusión, en la "Casa encantada" de Disneyland, hay uno de los más grandes ejemplos del fantasma de Pepper. En él, hay un salón de baile que se encuentra vacío pero que cuando los visitantes circulan por él se llena de fantasmas. Ocultos a la vista de los visitantes, unos robots "fantasmas" bailan y cenan en una recreación negra de la sala de baile. A medida que los robots son iluminados en la sala de baile falso, aparecen bailando en la sala de baile real, y desaparecen en la que se alejan de la luz.

Otro ejemplo del fantasma de Pepper es en los espectáculos musicales, se han hecho multitud de conciertos donde el cantante resultaba ser un video reflejado sobre un vidrio con el efecto del fantasma de Pepper. El ejemplo más conocido fue en 2014 con el concierto de Michael Jackson en los Billboard Music Awards (Fig. 5). El concierto en sí, no fue más que una sencilla representación del fantasma de Pepper para recrear un concierto del "Rey del Pop", pero tuvo mucha repercusión porque, al ser un evento popular, la gente no entendía como era posible crear un holograma tan exacto del cantante. Cuando en realidad, no era un holograma, pero al ser un escenario, el público solo veía una perspectiva y podían confundirlo.



Fig 5: Actuación de Michael Jackson en los Billboard Music Awards 2014

Ley de Reflexión

El fantasma de Pepper es una ilusión óptica que utiliza la ley de reflexión para crear una imagen fantasmal que parece realista. La Ley de la Reflexión dice que ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Para encontrar estos ángulos (Fig 6), se miden desde una recta imaginaria llamada normal, que básicamente es cualquier recta perpendicular (en ángulo de 90°) en la superficie reflectante.

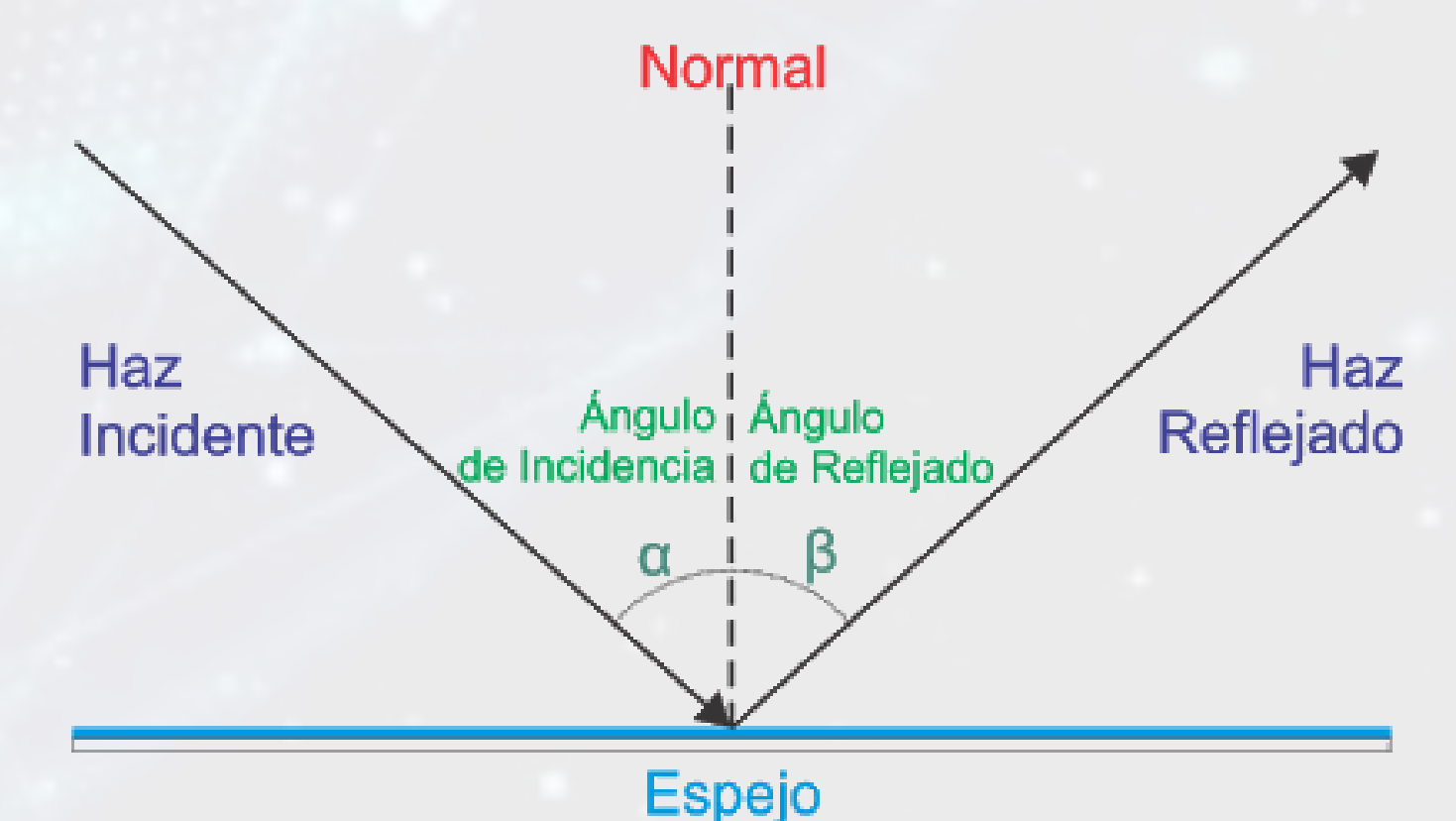


Fig 6: Representación de la ley de reflexión de la luz

Referencias

Para la elaboración del presente trabajo, se ha hecho mención o uso de las siguientes teorías:

- Steinmeyer, Jim (1999). The Science Behind the Ghost. London.

- Douglas William Ferguson (2010). "Help With Pepper on it". Phantasmmechanics.

- «John H. Pepper - Analyst and Rainmaker». Queensland Institute of Technology.

- Paul Burns (October 1999). "Chapter Ten: 1860-1869". The History of the Discovery of Cinematography.

- J. A. Secord (6 September 2002). "Quick and Magical Shaper of Science". Science.

Agradecimientos

Agradecer la ayuda prestada a mi padre Salva y a mi madre Cristina, por su ayuda y apoyo durante el desarrollo del proyecto.

Al profesor José Luís Tourón, por haberme proporcionado soporte y ayuda en el desarrollo de la investigación y en la creación de este trabajo de investigación.



EL EXPERIMENTO DE YOUNG Y LA DUALIDAD ONDA - PARTÍCULA

Alejandro Corchón Franco
Escola Virolai de Barcelona

Introducción

Desde antes del Siglo IV a.C., ya se tienen registros de que los científicos y pensadores griegos, entre ellos Demócrito, hipotetizaban con que la luz estaba compuesta por partículas que se desplazaban de un punto A hacia un punto B, en línea recta y de forma instantánea. Sin embargo, no fue hasta el Siglo XVII con el advenimiento de la era industrial y los avances tecnológicos, se dieron las circunstancias para que los científicos estuvieran capacitados para investigar a fondo los misterios de la luz. Por aquel entonces, las dos teorías clásicas que predominaban, que no podían ser más opuestas, eran la teoría Corpuscular de Sir Isaac Newton y la teoría Ondulatoria de Huygens.

La teoría de Newton propugnaba que la luz estaba formada por pequeñas partículas. En contraste, Huygens defendía que la luz estaba en realidad formada por una onda.

Sin embargo, el desarrollo experimental para resolver el debate no llegó hasta el Siglo XIX, cuando el físico británico Thomas Young desarrolló un experimento, popularmente conocido como el "Experimento de la Doble Rendija", para determinar la naturaleza de la luz, y si se trataba de una partícula o una onda.

El experimento, que tiene como objetivo realizar el presente, capacitó a los científicos para obtener y determinar evidencias de la naturaleza ondulatoria de la luz, así como medir una serie de longitudes de onda correspondientes a la luz visible.

Metodología

Para llevar a cabo el experimento, hemos utilizado un láser y un pequeño fotograma, proporcionado por el ICFO, con las plantillas de rendija y no-rendija, en 3 modelos, cada uno de menor tamaño que el anterior.

El experimento ha consistido en realizar las distintas pruebas en un ambiente de total oscuridad, tomando registro fotográfico de los resultados, para observar la relación patente en la fórmula:

$$\frac{\lambda}{s} = \frac{x}{D}$$

Donde λ es la longitud de onda, s es la separación entre las rendijas, D la distancia de las rendijas a la pantalla, y x la anchura de las bandas de interferencia.

Referencias

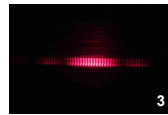
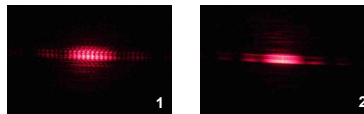
Para la elaboración del presente trabajo se han utilizado las siguientes fuentes:

- 1) A. A. Michelson y E.E. Morley, Philos. Mag. S.5
- 2) Huygens, Traité de la Lumiere
- 3) Thomas Young, Experimento de la Doble Rendija
- 4) Willis E. Lamb, The photoelectric effect without protons
- 5) Ciencia de Sofá, La Luz: ¿Onda o partícula?

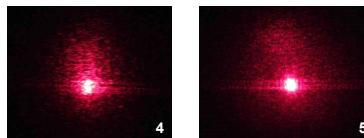
Resultados

Los resultados obtenidos a través de las múltiples pruebas para el desarrollo científico del experimento han sido las siguientes:

PRUEBAS CON RENDIJA



PRUEBAS SIN RENDIJA



Los resultados del experimento, que nos indican que en las pruebas 1, 2, y 3, en las que realizamos las pruebas sin un obstáculo en el punto focal, la luz se comporta como una partícula, dejando el patrón de un punto que puede ser observado nítidamente. Sin embargo, en las pruebas 3, 4 y 5, hemos observado que, en vez de aparecer dos líneas verticales luminosas, como debería ocurrir si la luz fuera una partícula, aparece proyectado un patrón de rendijas luminosas. Esto se debe a que, al comportarse la luz como una onda, dividiéndose en dos focos a causa de la difracción producida por el obstáculo presente, determinados puntos de las dos perturbaciones interaccionan de forma destructiva, generando interferencias que nos permiten ver un patrón de varias franjas verticales luminosas, siendo el central más grueso que el resto.

Conclusiones

Una vez realizado el experimento, llegamos a la conclusión de que la luz, dependiendo de la circunstancia, se comporta como una partícula o como una onda. Asimismo, determinamos que las ondas son capaces de comportarse generando patrones de interferencias, al igual que las partículas cuánticas como los electrones, neutrones o protones, debido a que los resultados obtenidos realizando el experimento de la doble rendija con electrones muestra los mismos patrones de acumulación.



Por otro lado, en experimentos realizados disparando electrones por las dos ranuras, se observó que en la pantalla únicamente había un impacto, lo que lleva a la conclusión de que, o ha pasado por una de las dos rendijas, o bien se ha comportado como una onda cruzando las rendijas, y ha vuelto a convertirse en partícula para colisionar contra la pantalla. A causa de esto, estamos obligados a considerar que ha pasado por las dos rendijas a la vez, ya que no podemos determinar la trayectoria que un electrón dado ha seguido. Sin embargo, cuando se aplicaron las teorías de la mecánica cuántica, se determinó que la naturaleza se negaba a decidirse entre ondas y partículas en caso de que se fuerce el experimento para saber la trayectoria concreta que ha seguido el electrón, perdiéndose el patrón si aparece "el factor humano".

Información adicional

En la teoría de Huygens, y para justificar la transmisión de la luz a través del espacio en forma de onda transversal, se creó un nuevo concepto denominado "éter".

A través del experimento de Michelson Morley, y una serie de teorías desarrolladas por eminentes científicos como James Clerk Maxwell, se demostró que la luz no requería de ningún medio para propagarse en el vacío.

Agradecimientos

Agradezco la ayuda prestada por mi madre Ruth, mi padre Gonzalo y mi hermana Sonia, por su asistencia constante en el desarrollo del proyecto.

Asimismo, agradezco al Profesor Jose Luis Tourón por su ayuda en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

INVESTIGANT EL COLOR AMB M&M's



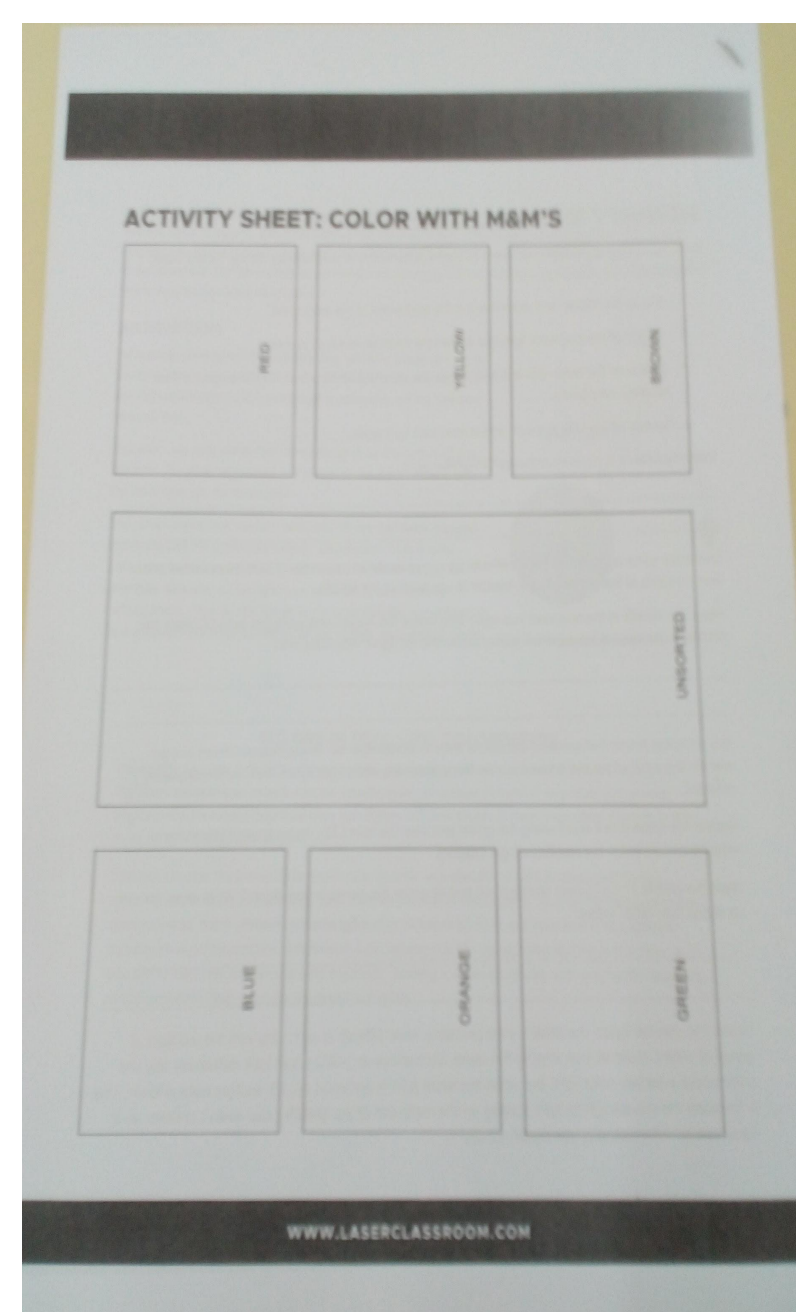
Ayllón Pavón D./ Ramos Rodríguez P./ Zou A. | Institut Salvador Dalí. | El Prat de Llobregat

Introducció

Aquesta investigació va començar gràcies a l'OSA, que va plantejar fer un experiment a base de M&M's i LEDs de colors que ens va semblar interessant, motiu pel qual el vàrem posar en pràctica.

Materials

- LEDs de color blanc, vermell, verd i blau
- M&M's de diferents colors
- Full de treball
- Cambra fosca



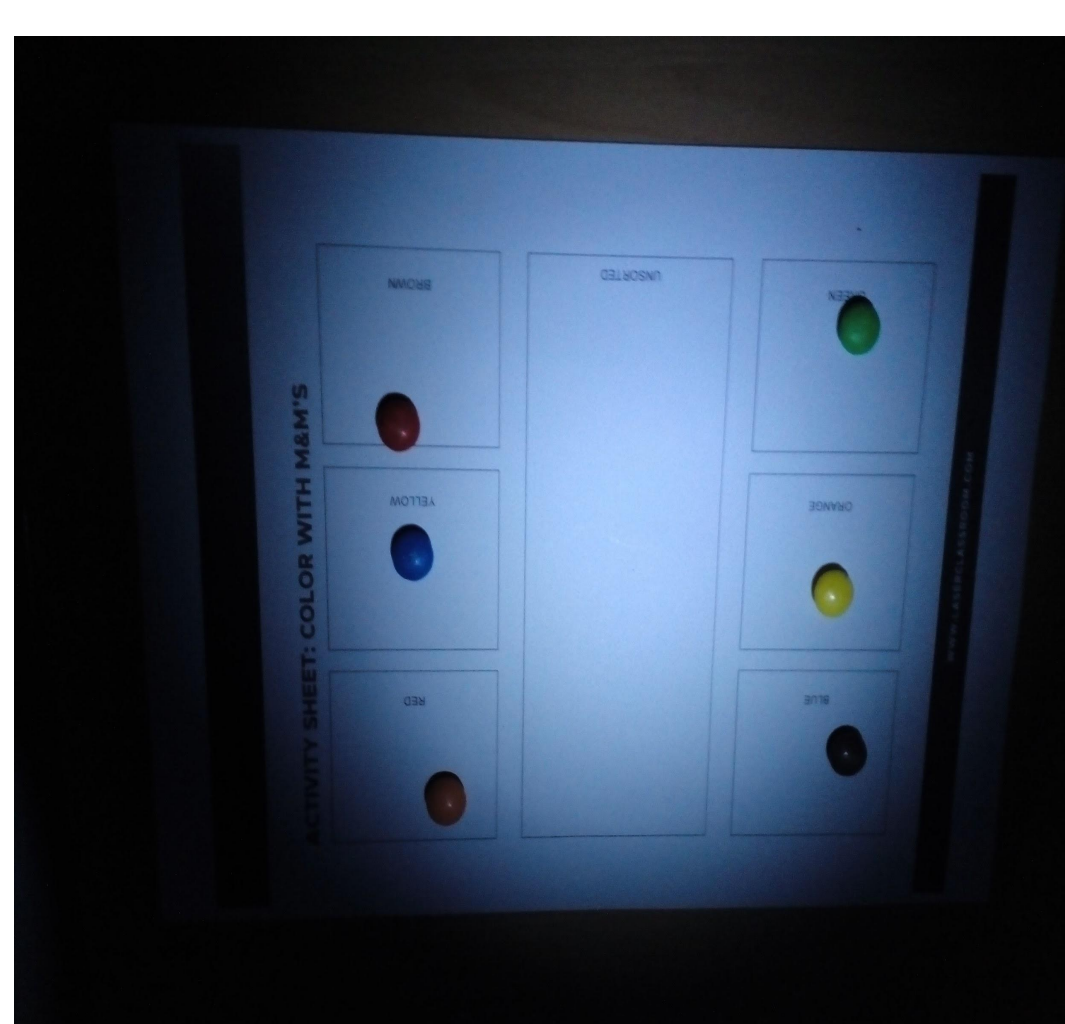
Procediments

1. En una sala fosca es disposa el full de treball damunt d'una taula.
2. Es col·loca els M&M's (un de cada color) al quadrat central.
3. S'enfoca els M&M's amb un LED.
4. S'intenta endevinar el color de la lluminadura i es col·loca a la casella correcta.
5. Es repeteix amb cada un dels LEDs.
6. S'anoten tots els errors comesos.

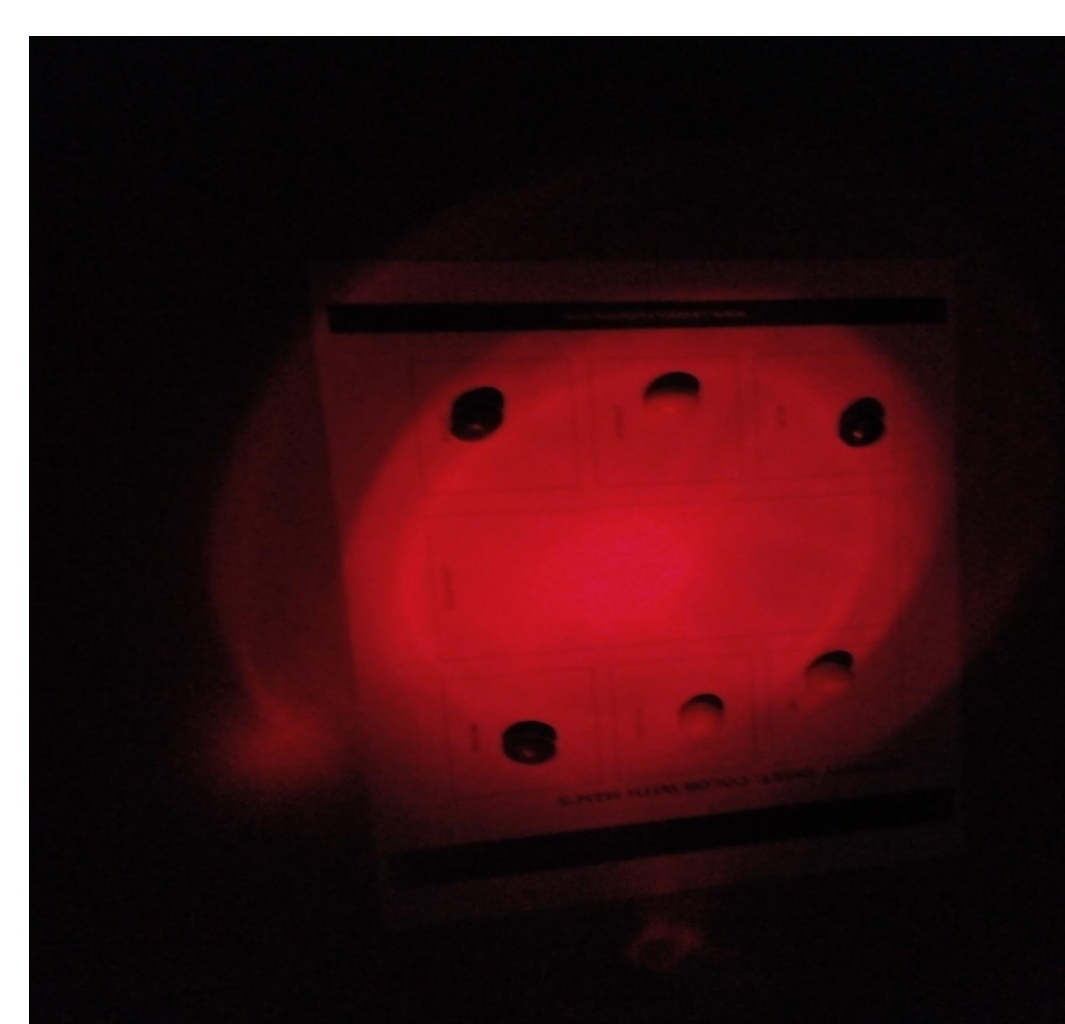
Resultats

La taula següent mostra els errors comesos en col·locar els M&M's sota la diferent il·luminació dels LEDs.

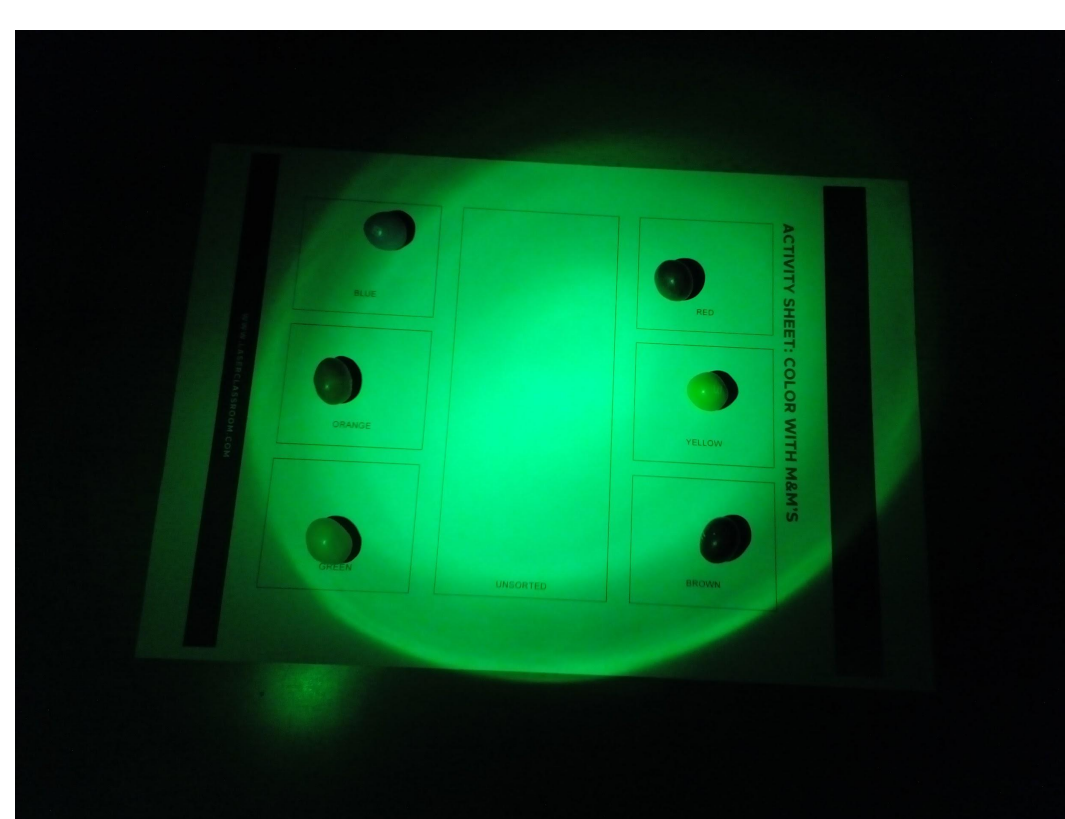
LED	Nombre d'errors
Blanc	Cap
Vermell	2 (blau i verd)
Verd	2 (vermell i taronja)
Blau	3 (verd, taronja i groc)



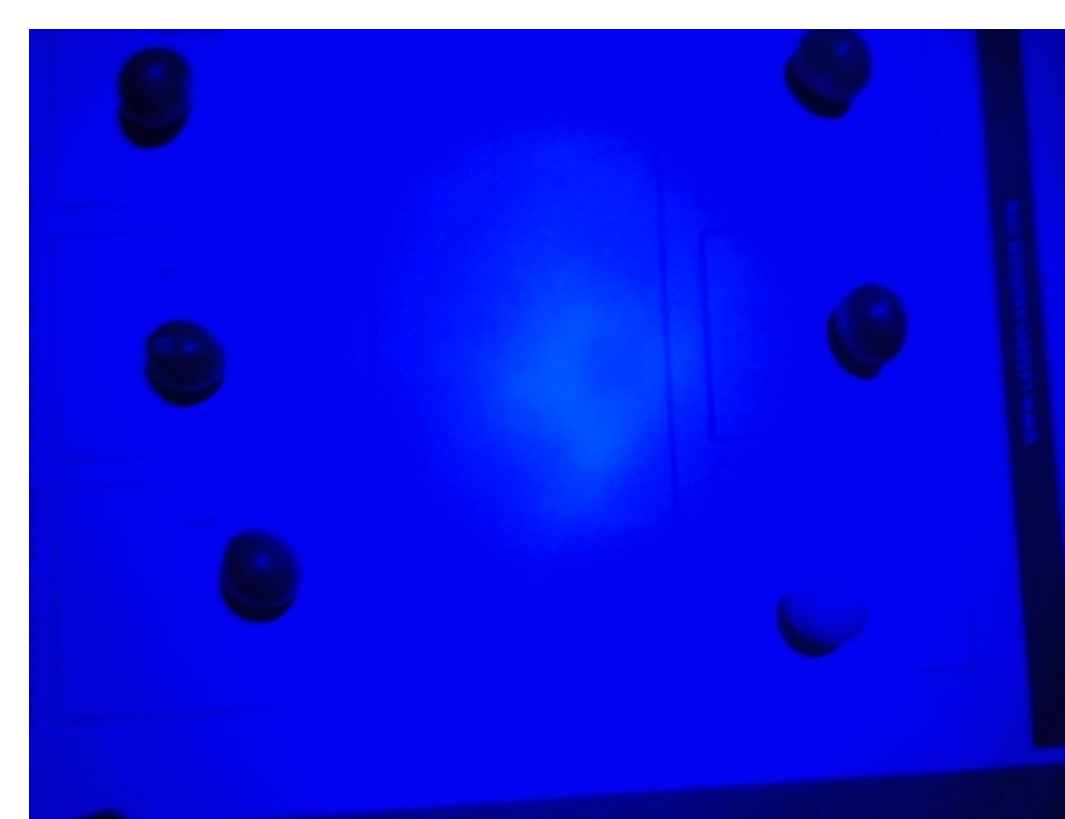
M&M's sota llum blanca



M&M's sota LED vermell



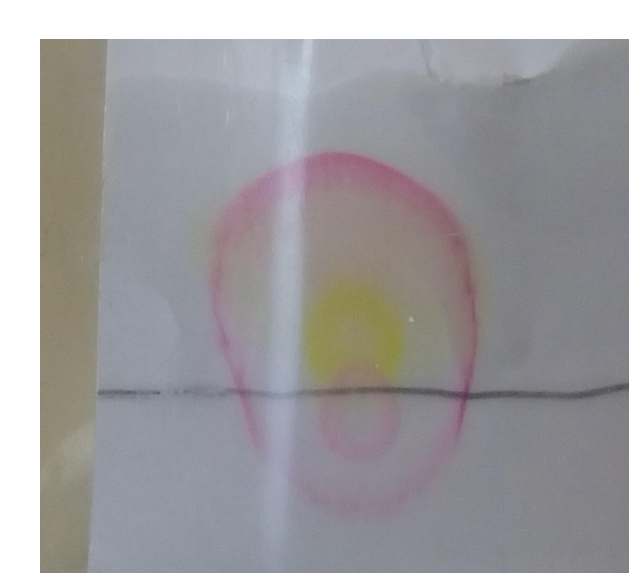
M&M's sota LED verd



M&M's sota LED blau

Conclusions

Els errors comesos s'expliquen pels colors-pigments dels M&M's. Aquests pigments no són colors purs, sinó que són mescles. Ho hem confirmat gràcies a una cromatografia de capa fina.

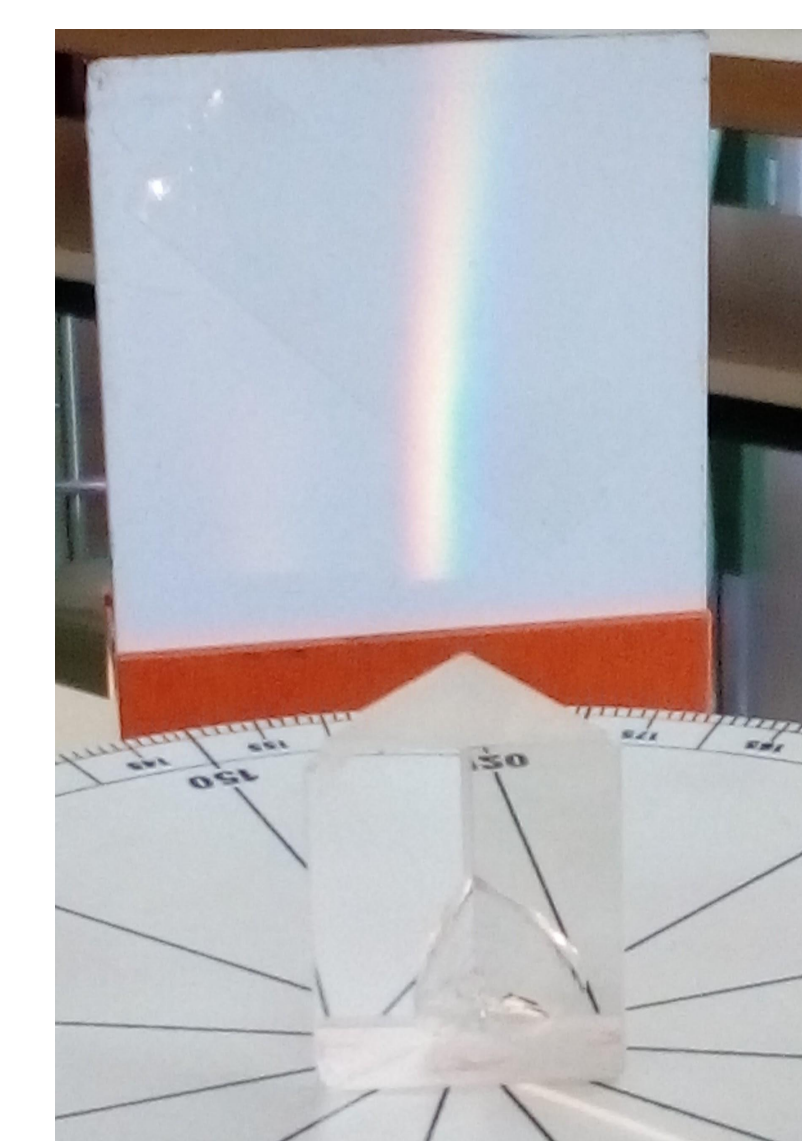


VOLS SABER MÉS
SOBRE LA
CROMATOGRAFIA
?

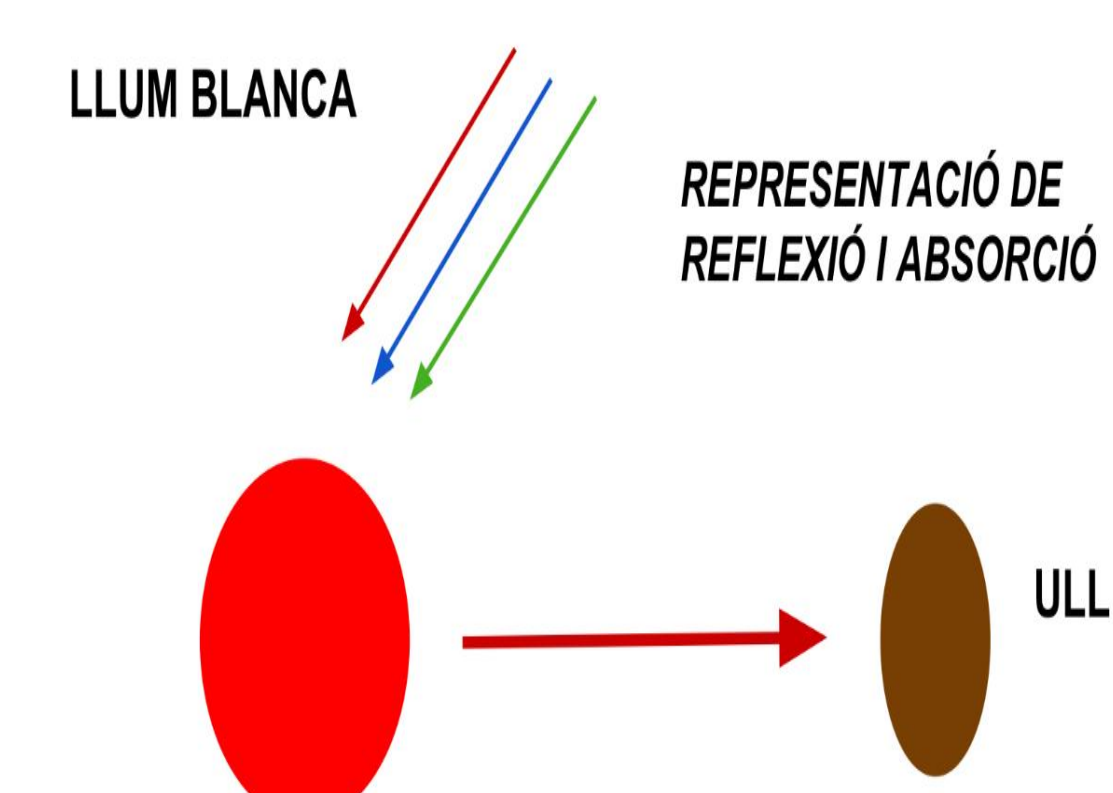


Base Teòrica

La llum blanca té tots els colors de l'Arc de Sant Martí. Quan s'observa un objecte vermell, el que es veu és la llum vermella que l'objecte rebota (reflexió). La resta de colors o radiacions de la llum blanca queden absorbits per l'objecte (absorció).

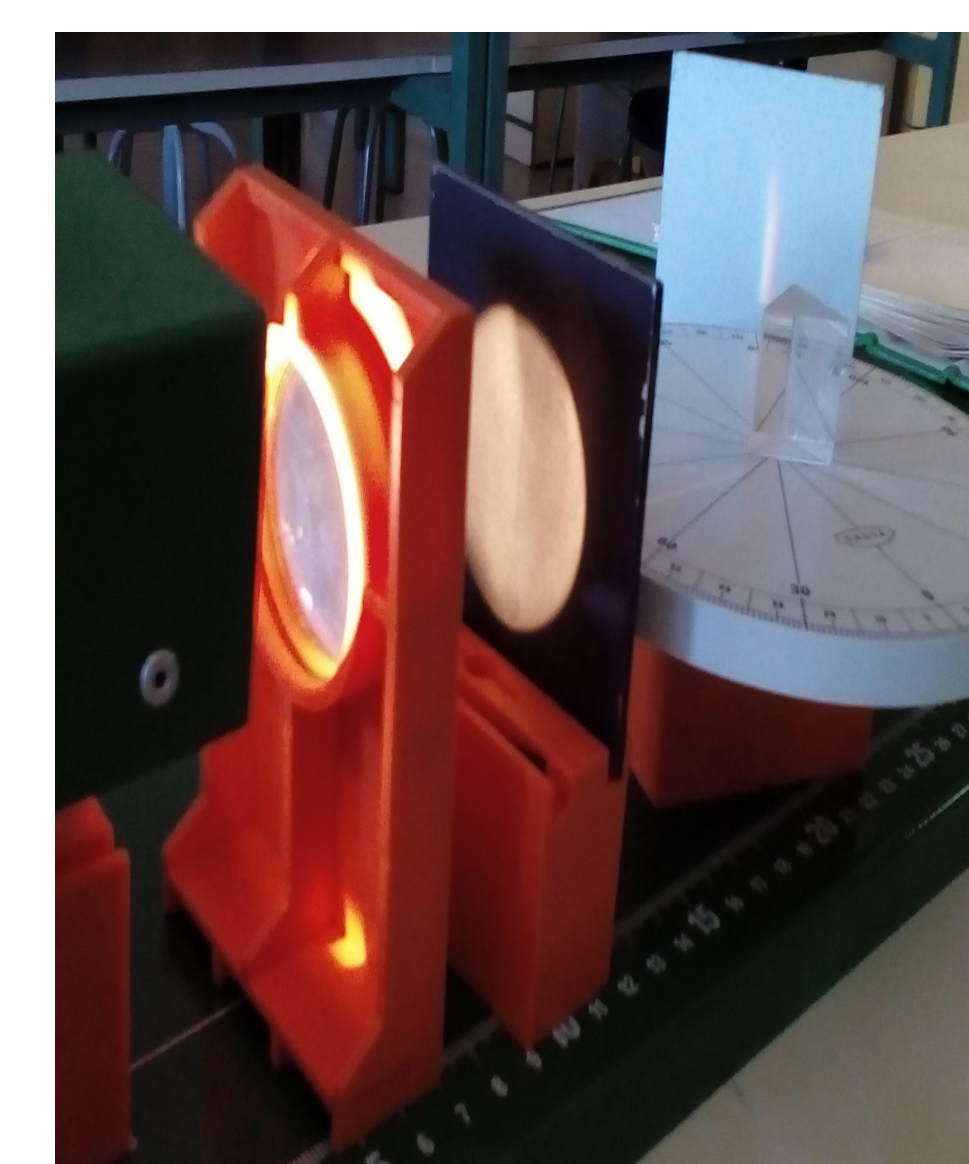


Comprovem que la llum blanca és composta.

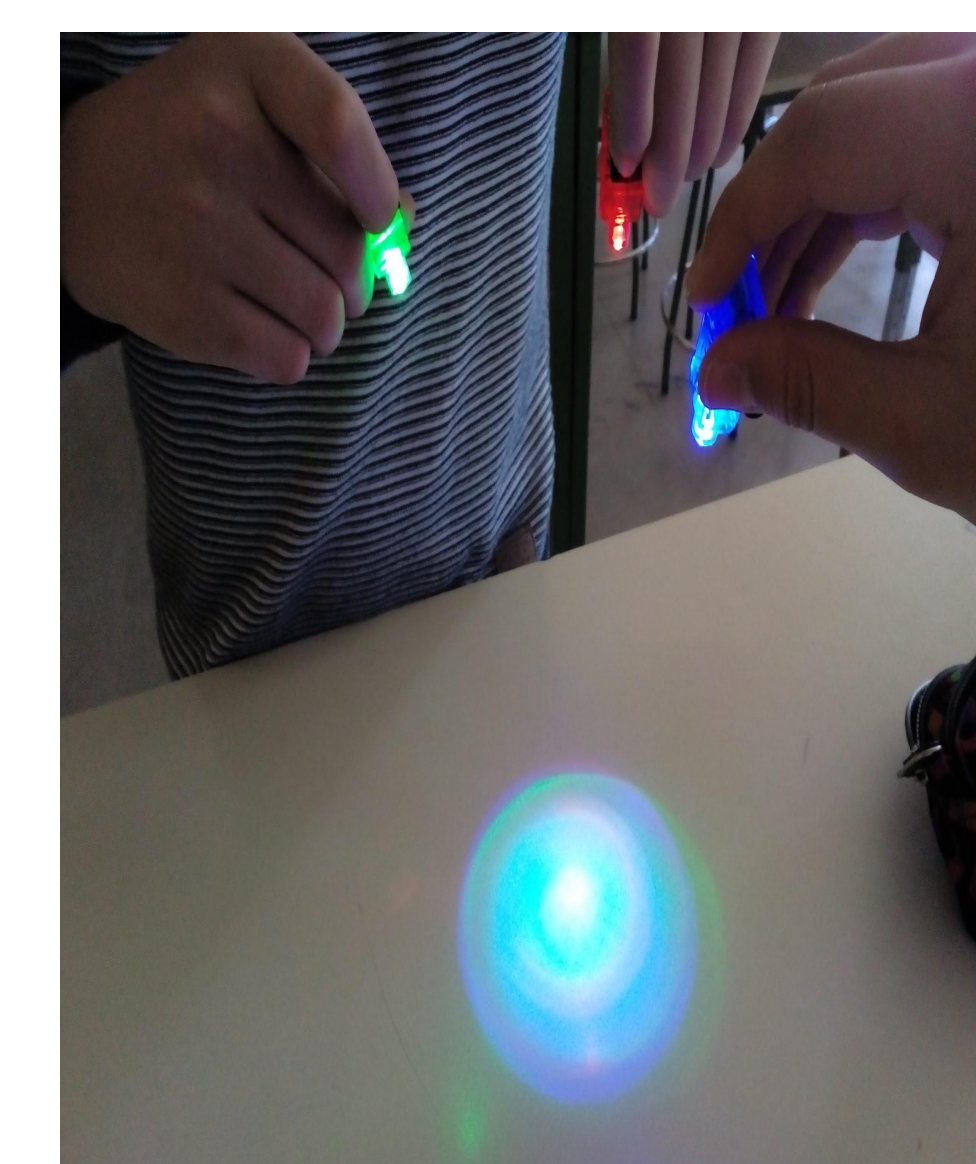


Bibliografia

Laser Classroom for OSA's 100 Celebration.(2018) Explore Optics Recuperat 3 Maig, des de www.osa.org/exploreoptics
Facilitat per ICFO (Federica Bedouini)
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Plain-M%26Ms-Pile.jpg/1200px-Plain-M%26Ms-Pile.jpg>



Experiment de la descomposició de la llum blanca.



Tres LEDs enfocant un punt comú. El veiem blanc.

JUGANT AMB LA POLARITZACIÓ...

Baró Etxebarria G. Casado Rodríguez A. Catalán Sánchez S. García Bairo R. Jiménez Báez N.

INTRODUCCIÓ

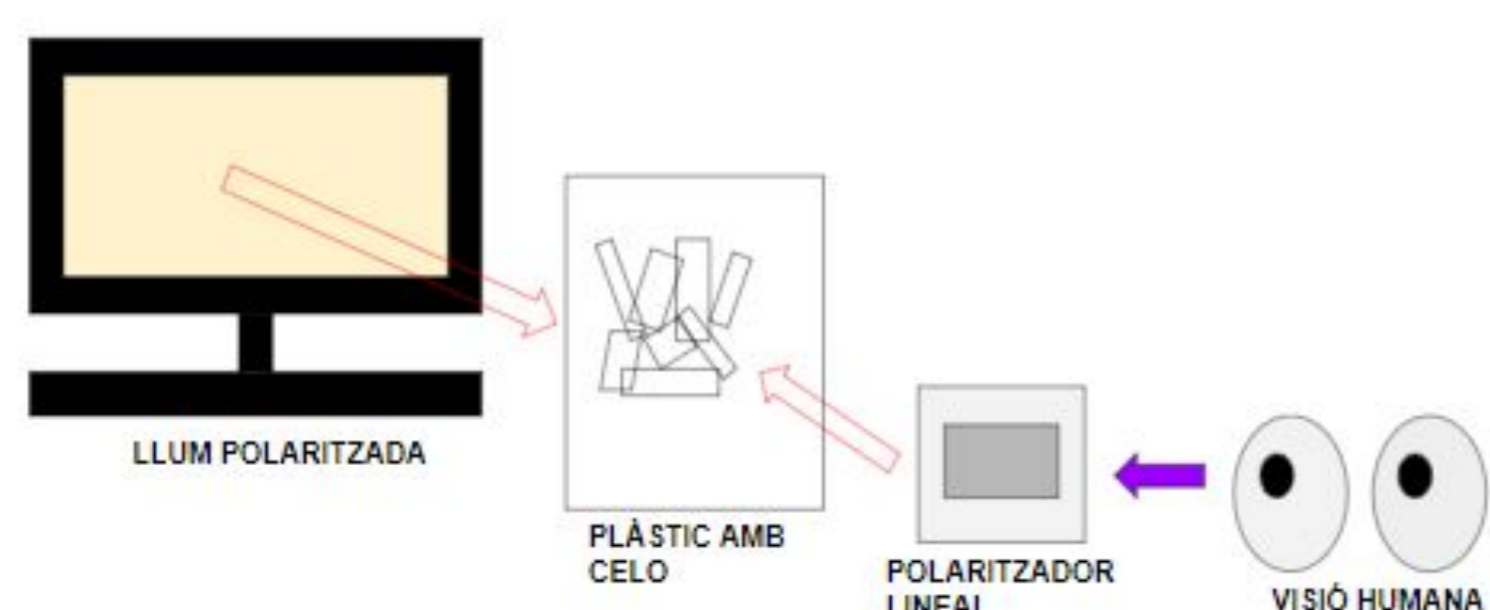
Tot va sorgir des d'un video de Physics Girl.
El nostre repte és trobar la manera de produir llum polaritzada amb estris qüotidians i de forma senzilla, apta per a tots.

MATERIALS I PROCEDIMENTS

MATERIALS:




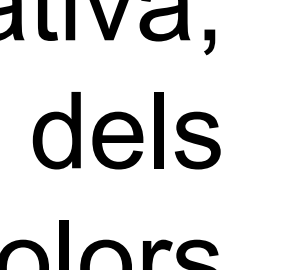
- Polaritzador lineal
- Cel·lofana
- Llum polaritzada (procedent d'un ordinador)
- Objectes de plàstic (opcional)

1. Agafem un folre (tros de plàstic) i fem una figura amb cel·lofana.
2. Coloquem el plàstic davant d'un ordinador (llum polaritzada).
3. Agafem un polaritzador i el posem entre el plàstic i els nostres ulls.



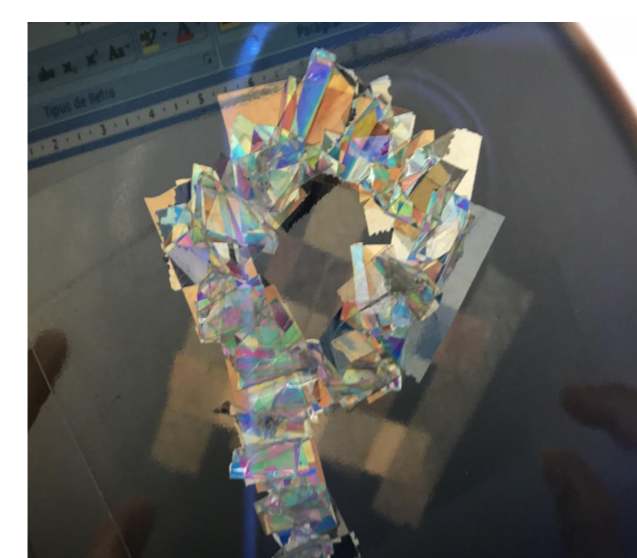
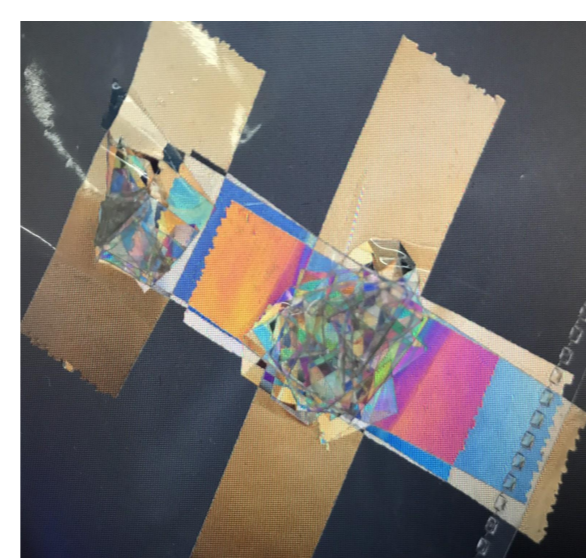
RESULTATS

Experimentació qualitativa dels efectes de la llum polaritzada.

Per obtenir colors diferents	fotos
Amuntament de cel·lo amb aire entre mig	
Superposició de cel·los formant diferents quadrats	
Efecte de la llum polaritzada sobre masses irregulars	
Síntesis dels efectes anteriors en una mateixa mostra	

Experimentació quantitativa; segons els graus dels polaritzadors s'obtenen colors diferents:

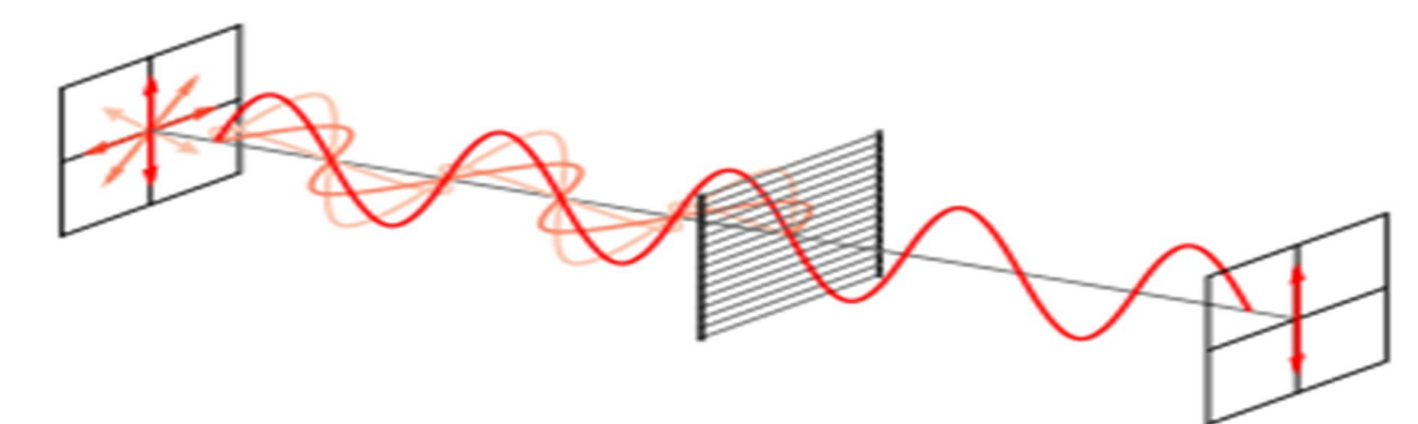
Angles	0°	45°	90°	120°	180°
Color dominant	groc	transparent/ blau	blau	fons negre, groc	taronja, blau clar



BASE TEÒRICA

*La llum polaritzada s'aconsegueix fent passar llum blanca o policromàtica a través de polaritzadors.

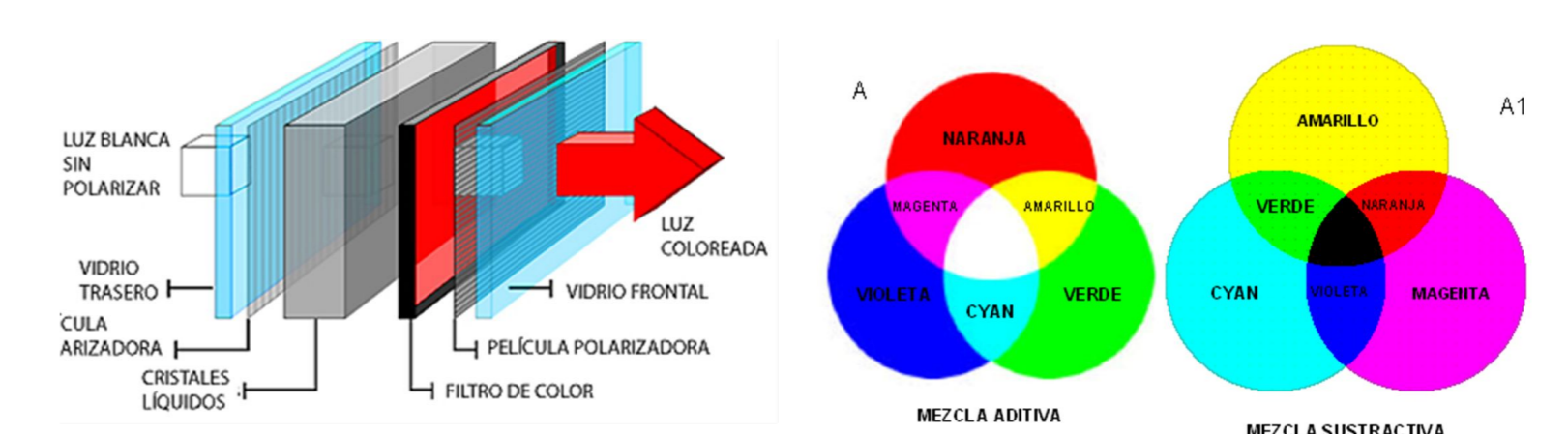
*Els polaritzadors es poden veure com selectors, unes 'reixes' que només deixen passar les ones que vibren en la direcció de les seves escletxes, semblant a la següent figura:



*Com que el polaritzador selecciona una vibració determinada, veiem colors diferents als originals

CONCLUSIONS

Hi ha moltes maneres de separar la llum, els polaritzadors és només un tipus. Ens serveix per descompondre els elements lluminosos i veure les seves característiques relacionades amb la llum. Quan apliquem aquesta tècnica, podem arribar a veure dos classes de colors diferents: Primaris (vermell, verd i blau) i Secundaris (groc, cyan o magenta)..



BIBLIO/WEB GRAFIA

VIDEO PHYSICS GRIL:
<https://youtu.be/CSu0cV3fqj8>
INFORMACIÓ ADICIONAL:
<http://www.carlostapia.es/fisica/polarimetria.html>
https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=ElherLc3FRw



CALIDOSCOPI

ERIKA ACHELL i LUCIA MANZANEQUE

2n d'ESO. Institut EL CAIRAT. Esparreguera.

QUÈ ÉS?

Un calidoscopi és un instrument òptic que conté tres miralls formant un prisma triangular en el qual introduïm petits objectes que en reflectir creen artístiques figures geomètriques.



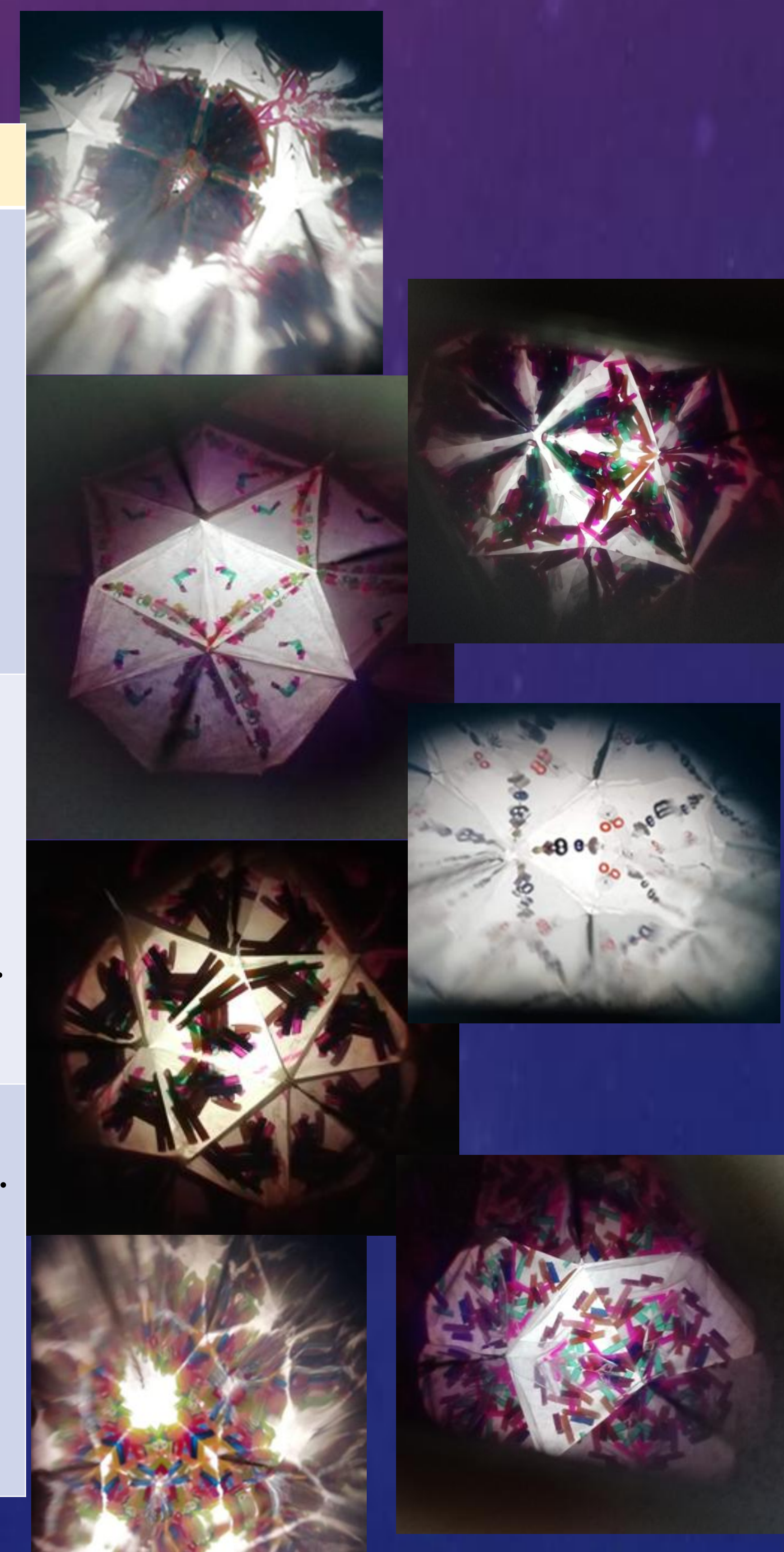
PROCEDIMENT

1. Marquem 3 rectangles iguals en un CD i els retallem amb unes tisores.
2. Amb aquests, formem un prisma amb les cares brillants cap a dins.
3. Introduïm el prisma dins d'un cilindre de cartó.
4. Posem un tap foradat en un dels extrems del cilindre de cartó.
5. A l'altre extrem posem un paper de cel·lofana.
6. Introduïm petits objectes damunt.
7. Els tapem amb paper vegetal.



RESULTATS

MIRALL	OBJECTES	QUANTITAT	OBSERVACIONS
CD	LLETRES	10	<ul style="list-style-type: none"> • Mostren poques imatges bones. • Es formen bones imatges. • No s'aprecien molt bé algunes formes.
		50	
		80	
PAPER REFLECTOR	LLETRES	10	<ul style="list-style-type: none"> • Es veu el començament d'una imatge. • Aconseguim poques imatges de qualitat. • No es veuen diferents imatges.
		50	
		80	
CD	BOLETES	10	<ul style="list-style-type: none"> • No es veu cap imatge interessant. • S'aprecien algunes imatges bones. • Aconseguim varietat de formes i imatges.
		50	
		80	
PAPER REFLECTOR	BOLETES	10	<ul style="list-style-type: none"> • No es veu res interessant. • A penes es comença a formar una imatge. • Es formen bones imatges.
		50	
		80	
CD	SCUBIDÚ (tubs de plàstics buits)	10	<ul style="list-style-type: none"> • No es mostra res interessant. • Es comença a formar alguna imatge bona. • No s'aprecia res interessant.
		50	
		80	
PAPER REFLECTOR	SCUBIDÚ (tubs de plàstics buits)	10	<ul style="list-style-type: none"> • No es veu res interessant. • Es veu alguna bona imatge. • No es veu res interessant.
		50	
		80	



BIBLIOGRAFIA

Fichas de experimentos CSIC Año Internacional de la luz

Curs 2018-19

POLARITZACIÓ + ART

Marina Acevedo, Elsa Díaz i Martina Ferrero

1r d'ESO. Curs 2018/19



INTRODUCCIÓ

La participació al taller *Art amb polarització* organitzat per l'ICFO juntament amb el *Fab Lab BCN* va despertar el nostre interès per la polarització.

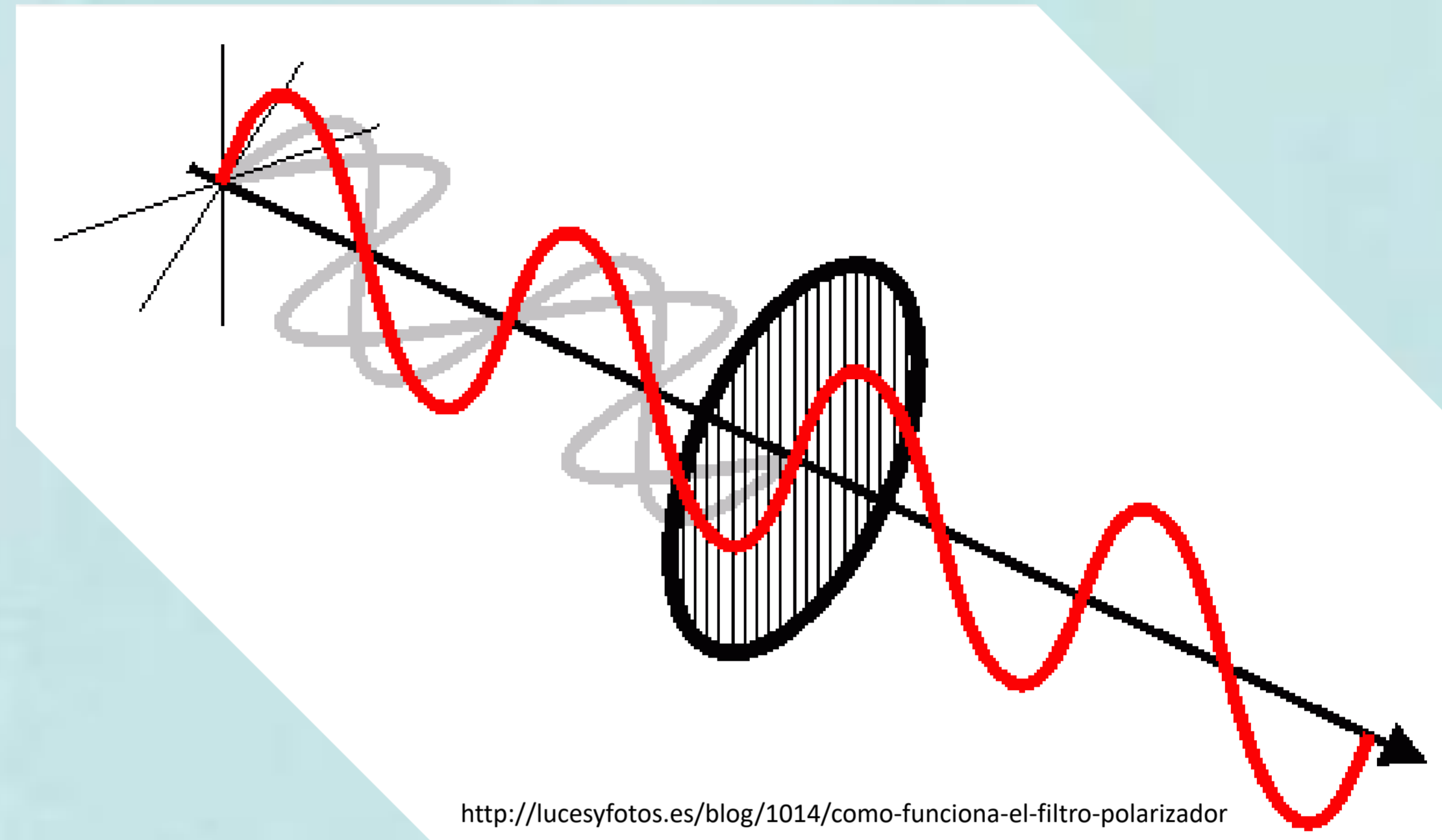
OBJECTIUS

- Saber què és la llum polaritzada.
- Saber explicar el fonament físic de l'aparell que vam construir al Fab Lab BCN.

➤ QUÈ ÉS LA LLUM POLARITZADA?

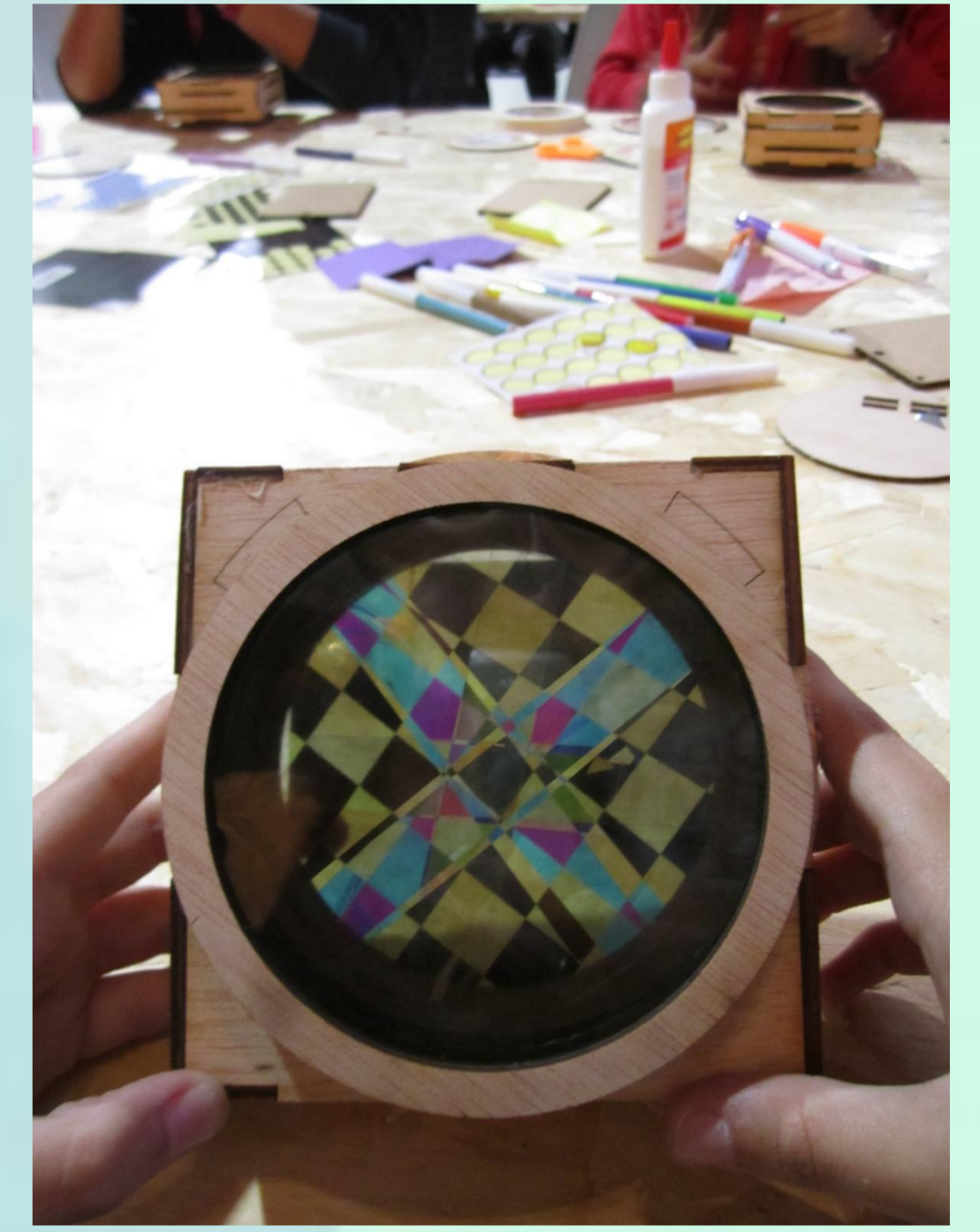
La llum polaritzada és un tipus de llum que es caracteritza perquè totes les seves ones lumíniques vibren en un sol pla de l'espai.

L'instrument utilitzat per a obtenir llum polaritzada s'anomena polaritzador.



<http://lucsfotos.es/blog/1014/como-funciona-el-filtro-polarizador>

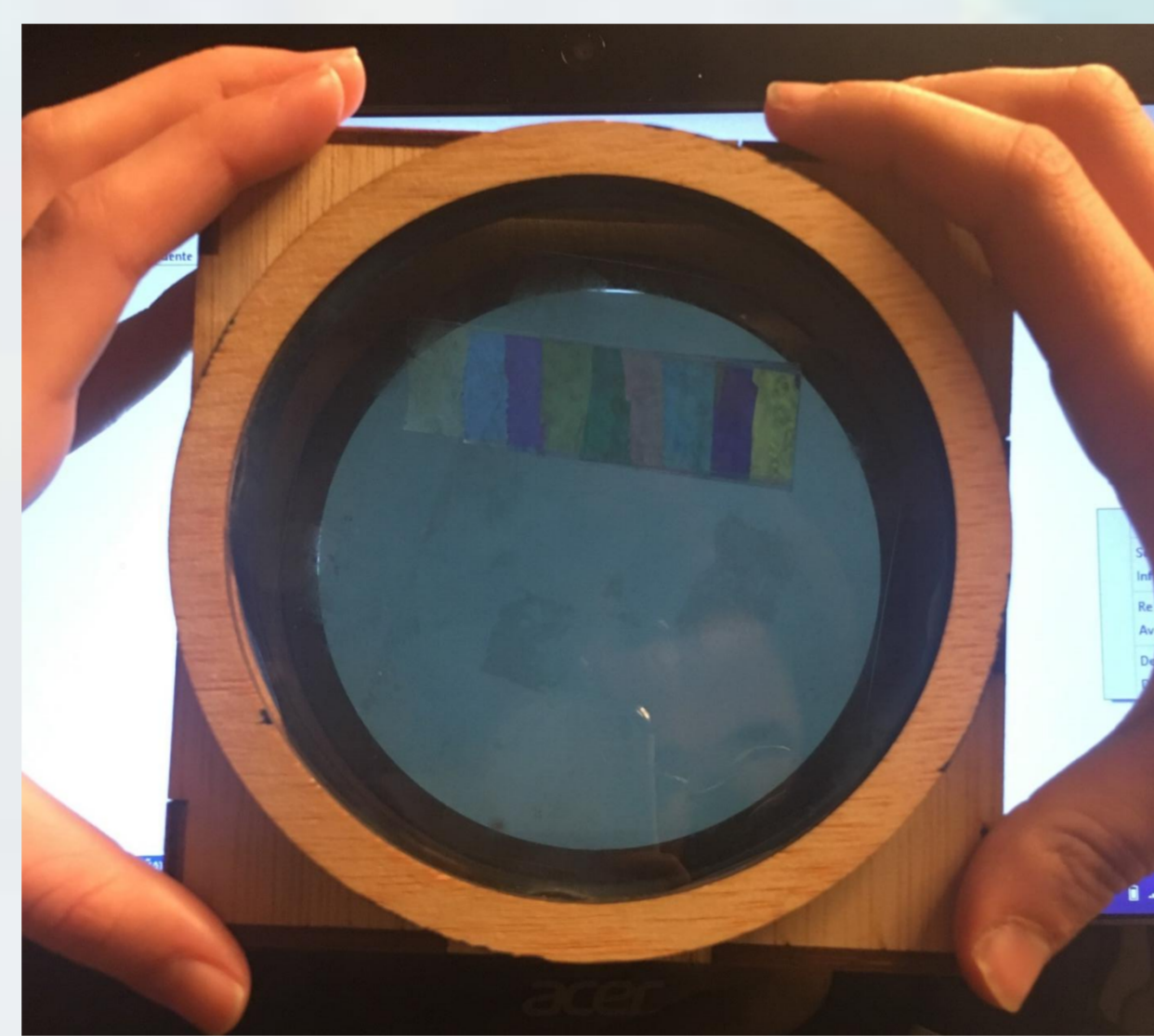
➤ TALLER: ART AMB POLARITZACIÓ (Fab Lab BCN)



➤ TREBALL A CASA: continuarem experimentant.



1. Sobre un plàstic col·loquem diferents capes de cel·lo.



2. Observació amb els polaritzadors de diferents capes de cel·lo superposades.



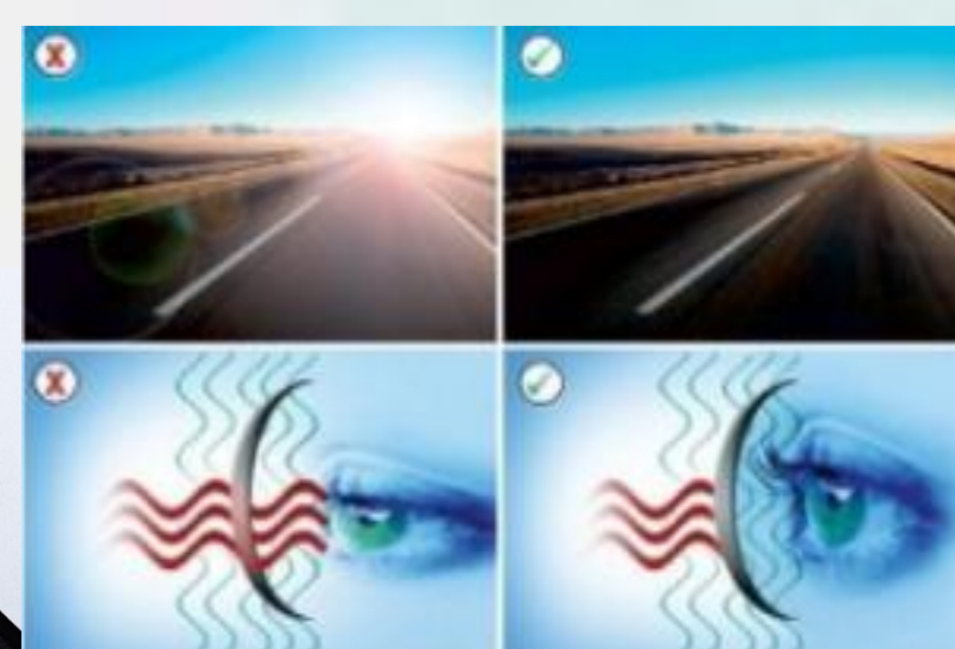
3. Observació amb polaritzadors de dues capes de cel·lo perpendiculars.

Observacions

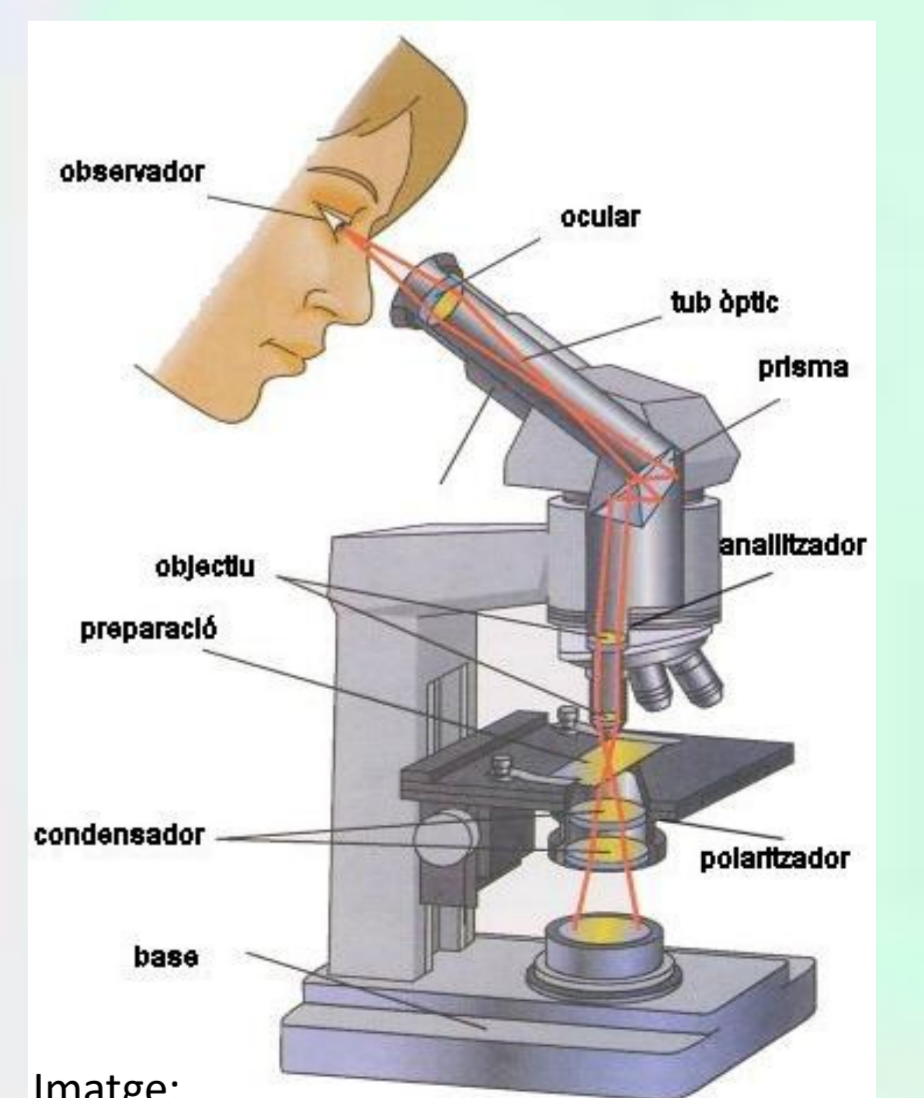
1. Sense el polaritzador, la tira de cel·lo es veu transparent.
- 2 i 3. Amb un polaritzador davant i un altre darrere la imatge pren color. El color és diferent segons el gruix de les capes de cel·lo.

➤ TROBEM POLARITZADORS

Ulleres de sol, filtre de càmera, pantalla d'ordinadors, pantalles de cristall líquid (LCD), microscopi petrogràfic.



Làmines de polaritzador d'una pantalla plana d'ordinador.



Imatge: <http://www.xtec.cat/~jsanfeli/polaritz/teoria/llum11.htm>

BIBLIOGRAFIA

- <https://www.ecasals.net>
- <https://fisica.upc.edu/ca/fisica-1/SF11-FIB/docencia/fisica-1/presentacions/Polaritzacio.pdf>
- <http://www.phablabs.eu/workshop/art-polarization>
- http://www.rrfisica.cat/rrfisica/experiments_iaia/polaritzacio_001/polaritzacio_guia_profe.htm

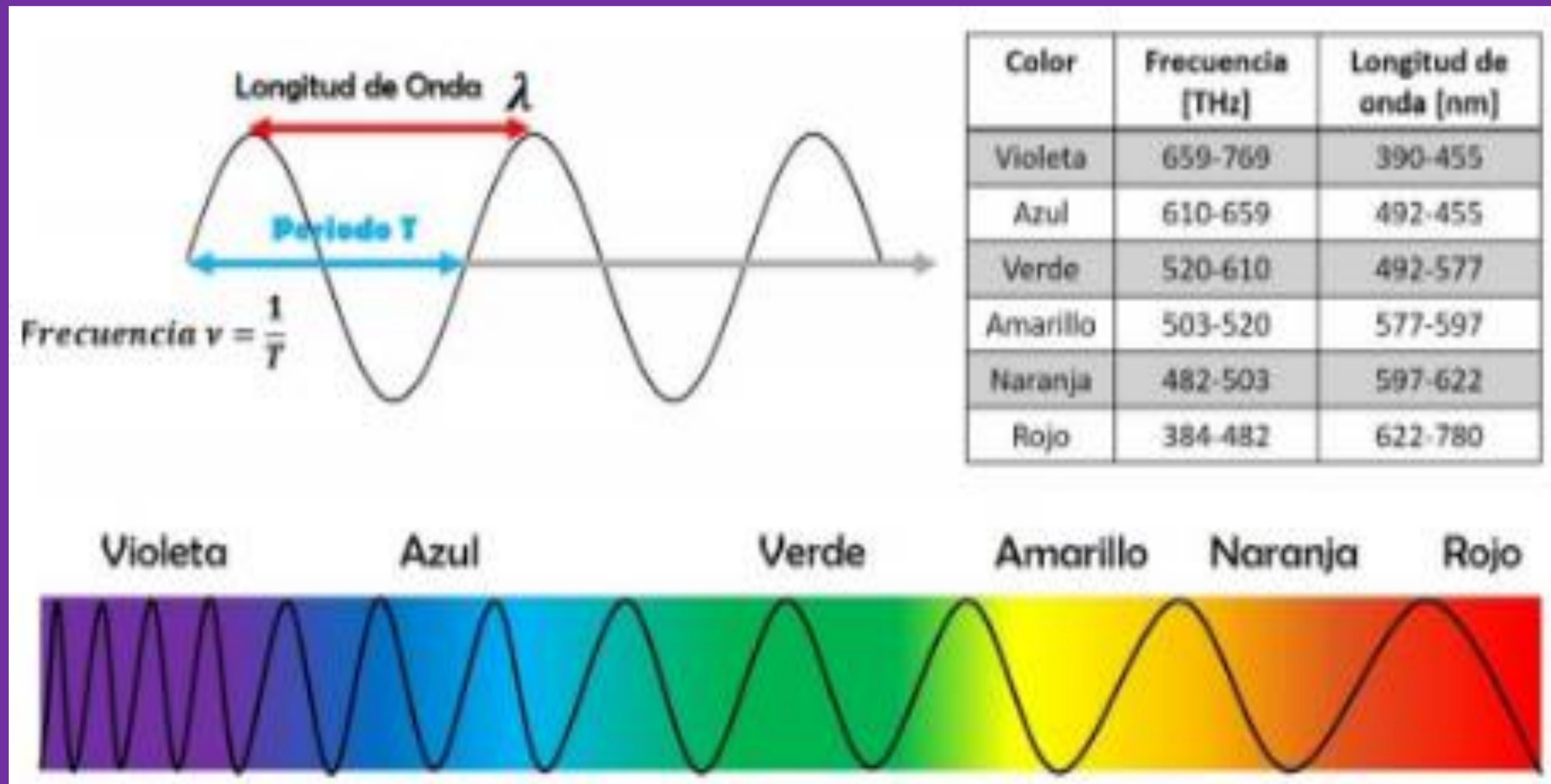
AGRAÏMENTS

Per aquesta oportunitat: a l'ICFO, al Fab Lab BCN i al seminari de Física i Química del nostre institut.

Març 2019

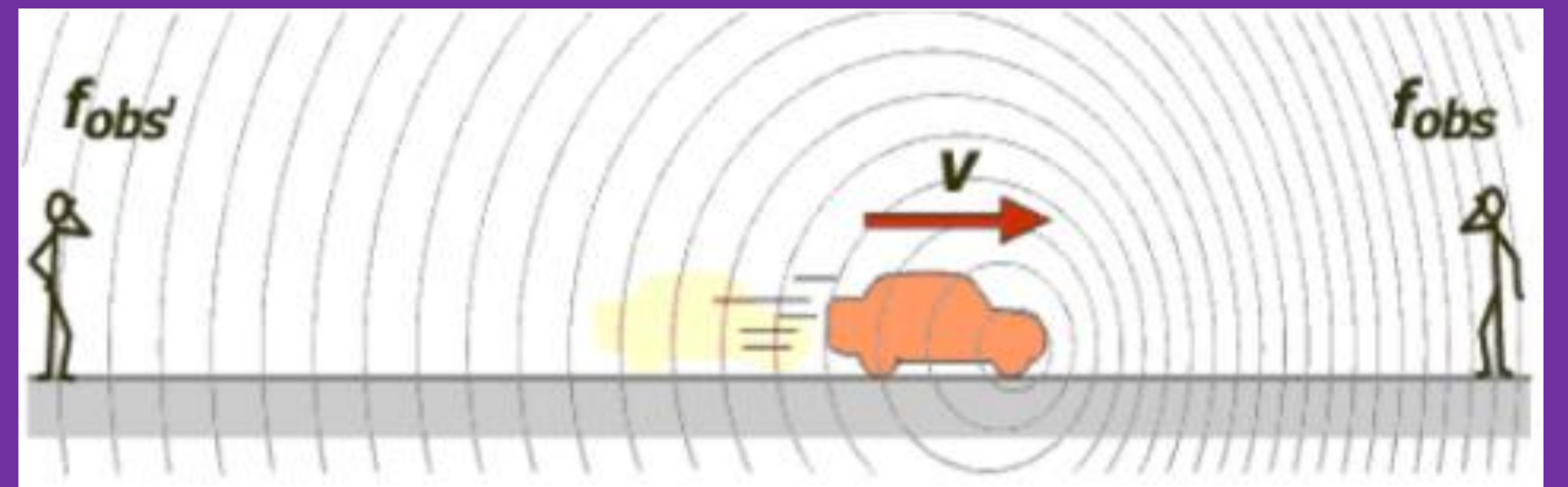
COM S'ESTRUCTURA UNA ONA?

La longitud d'ona. La freqüència. El període



L'EFECTE DOPPLER

És el canvi de freqüència aparent d'una ona produïda pel moviment relatiu de la font respecte a l'observador. S'aplica a qualsevol objecte que es mou en relació a un altre.



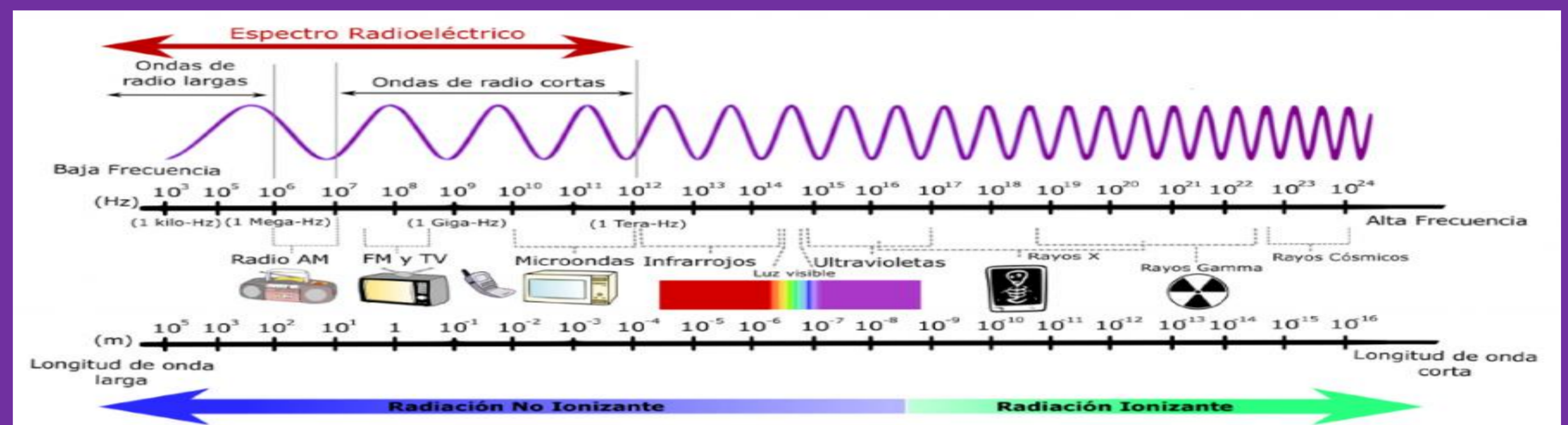
http://www.profesorenlinea.cl/fisica/sonido/Efecto_Doppler.htm

L'estudi de les ones lumíniques ens porta a una de les principals aplicacions de l'efecte Doppler:

EL MOVIMENT A L'ESPAI

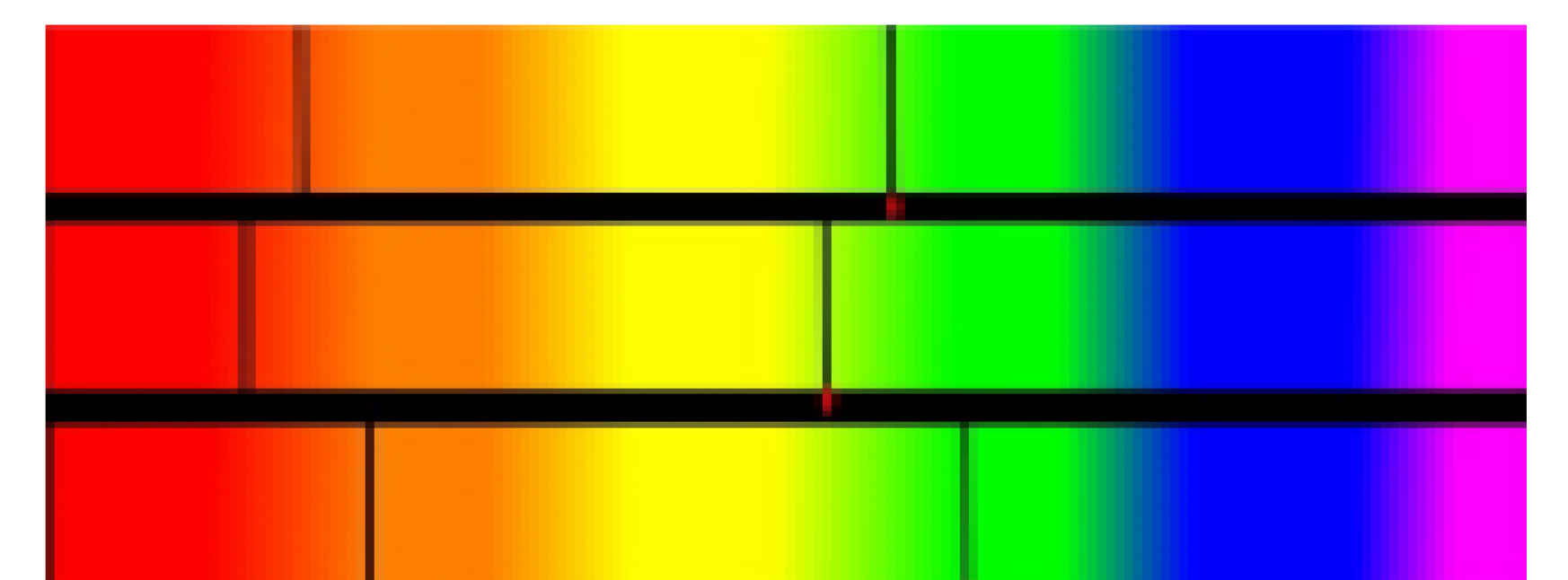
QUÈ ES POT OBSERVAR A PARTIR DE L'ESPECTRE ELECTROMAGNÈTIC?

Observem els diferents tipus de radiació i com l'ona varia en cadascun d'ells.

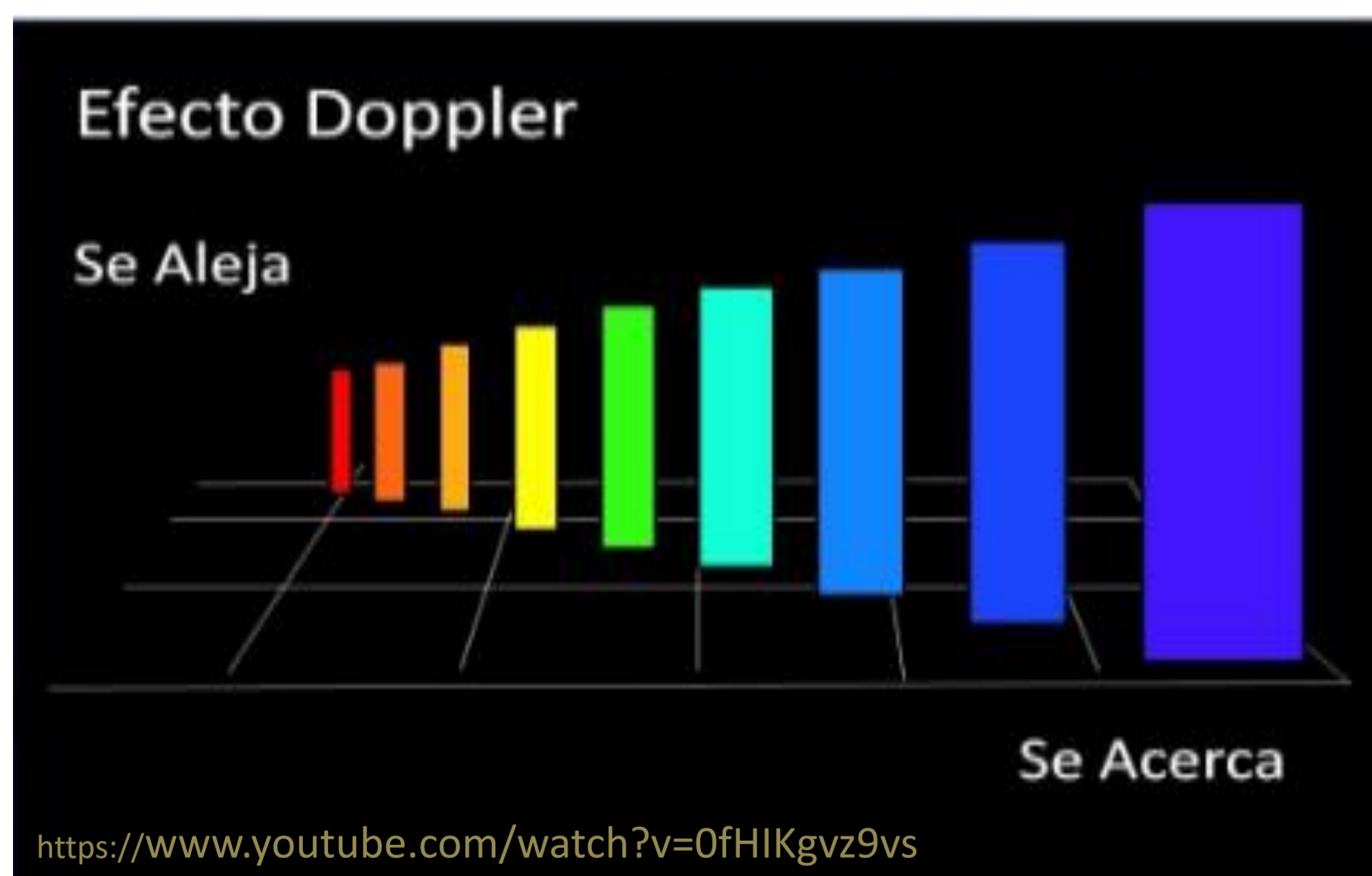


EL MOVIMENT A L'ESPAI

En astronomia, l'efecte Doppler subministra informació per a investigar el moviment i la composició química de les estrelles.



http://astroverada.com/_/Main/T_doppler.html



Podem saber quin és el moviment dels astres i determinar quina és la seva composició estudiant les línies espectrals i cap a quin color s'apropen.

Així, quan una estrella **s'allunya** de nosaltres, la seva llum es desplaça a freqüències més baixes, apropant-se al **vermell**. En canvi, si la estrella **s'apropa**, la seva llum es desplaça a majors freqüències i s'apropa al **blau**.

Però com s'identifiquen els planetes?

La massa del planeta, mitjançant accions gravitatòries, produeix una petita oscil·lació en l'estrella que es percep com a un canvi Doppler, de la mateixa manera que succeeix en la identificació d'estrelles per la seva llum.

WEBGRAFIA

http://astroverada.com/_/Main/T_doppler.html

<https://www.partesdel.com/onda.html>

<http://www.scienceclarified.com/everyday/Real-Life-Chemistry-Vol-4/Doppler-Effect.html>

CONSTRUCCIÓ DE CALIDOSCOPIIS AMB MATERIAL CASOLÀ

Marta Urbán , Ainara Castro i Jana Galvis
1r d'ESO. Curs 2017-18. Institut El Cairat

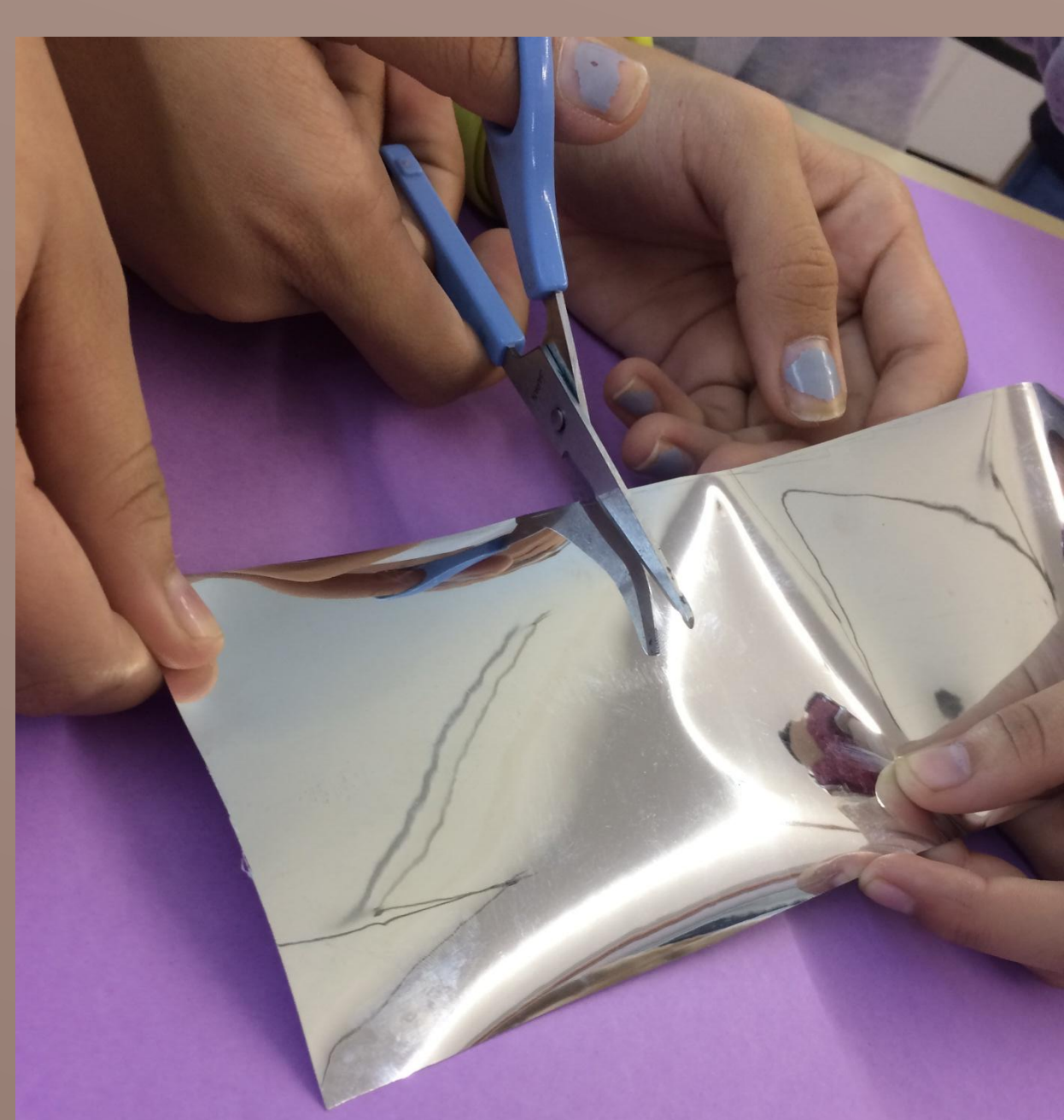


CALIDOSCOPI

tub que conté tres miralls que formen un prisma triangular amb la seva part reflectora cap a l'interior, a l'extrem del qual es troben dues làmines translúcides entre les quals hi ha objectes petits de diferent forma i color. En anar girant el tub, mentre es mira a l'interior per l'extrem oposat, s'observa multiplicades simètricament les imatges.

COM ES FA?

- ▶ **Material:** tubs de cartró, CD, paper mirall, tacs d'ampolla d'aigua foradats, diferents objectes petits de colors (boletes, lletres, cordó plàstic scubidú, retalls de plàstics, gometes...), cartró, cel·lo, tisores, regle, llapis, papers vegetal, transparent i de colors.
- ▶ **Procediment**



MILLORS RESULTATS

Prisma triangular construït amb paper de mirall

OBJECTES	QUANTITAT	OBSERVACIONS
a. BRILLANTETS	10	Es crea una imatge molt bonica.
b. GOMETES	10	Es veuen formes maques.
c. PLÀSTIC DAURAT	10	El color ressalta.

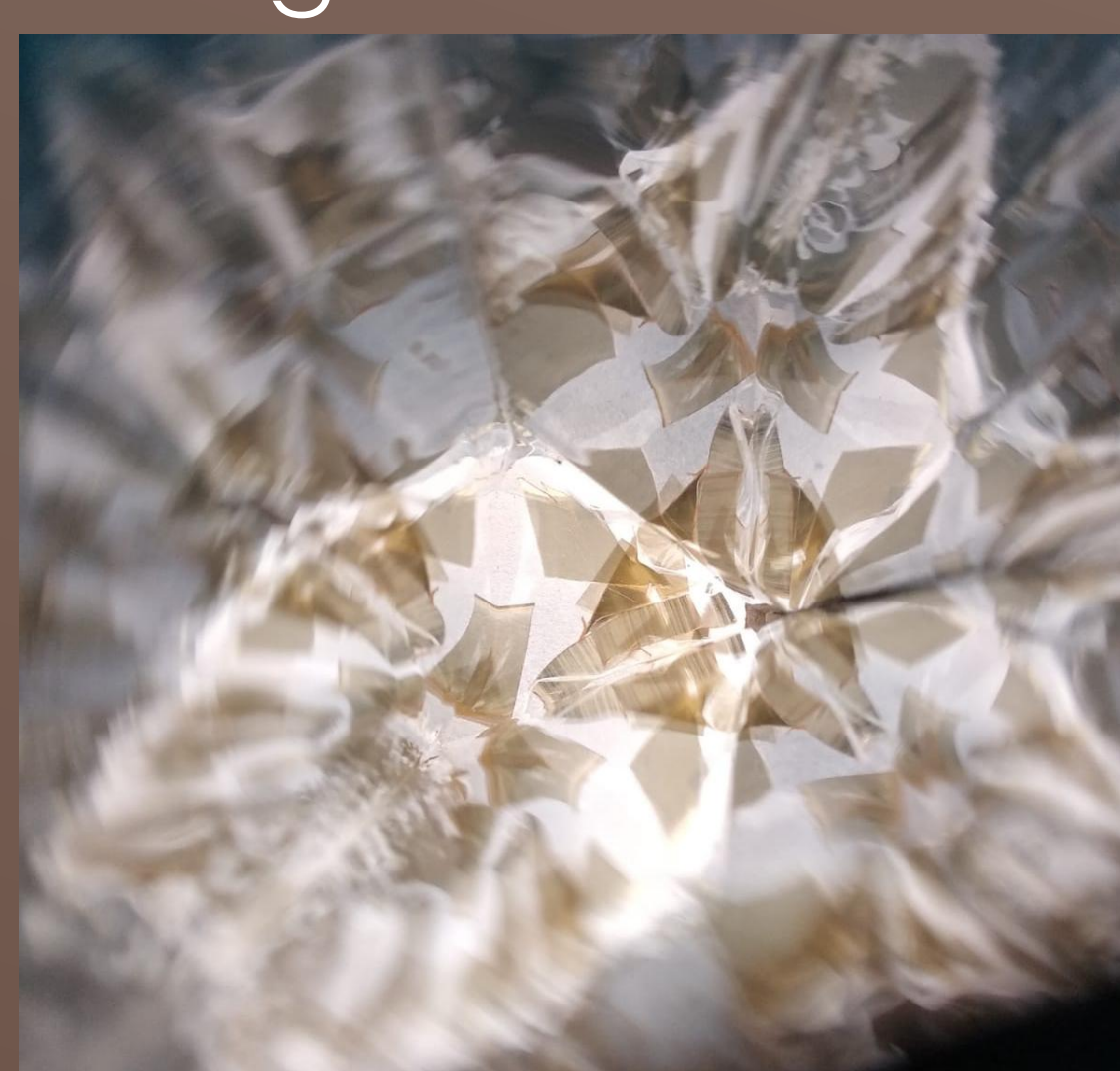
Prisma triangular construït amb CD

OBJECTES	QUANTITAT	OBSERVACIONS
d. LLETRES	10	La imatge tan bonica ens ha sorprès.
e. BOLETES	100	Menys de 100 boletes imatge sense interès.
f. SCUBIDOU	10	Imatge molt acolorida.

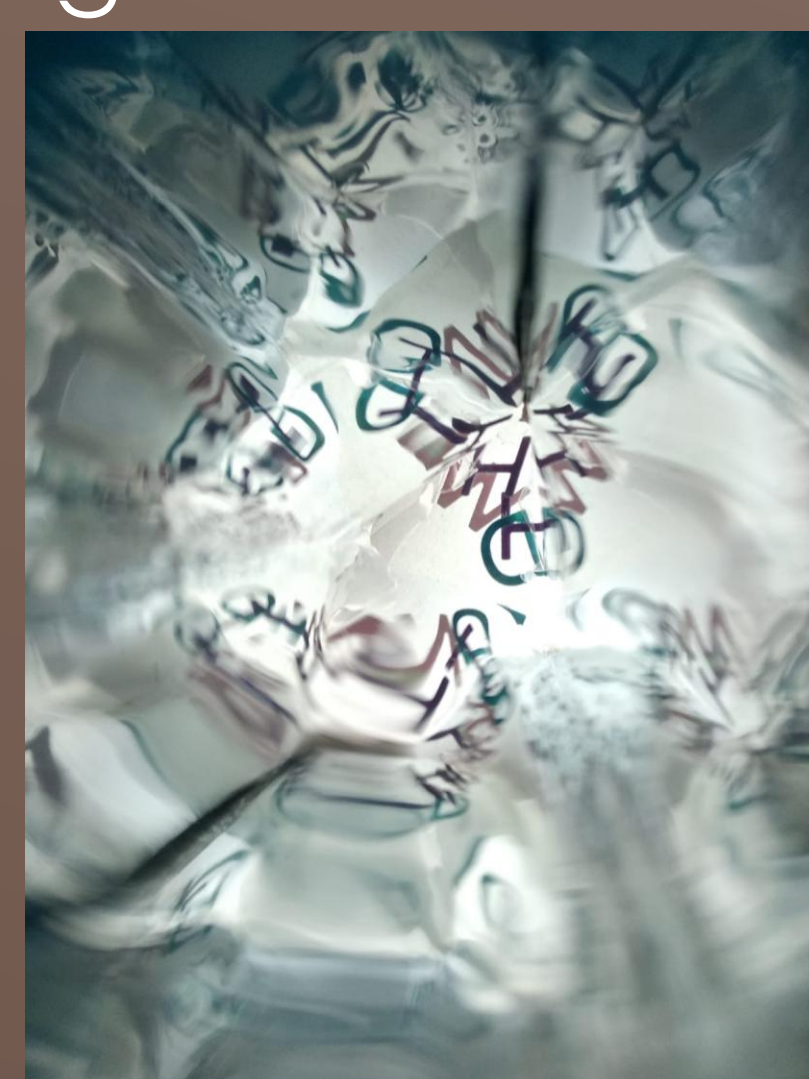


Per acabar decoram el tub de cartró exterior dels nostres calidoscopis.

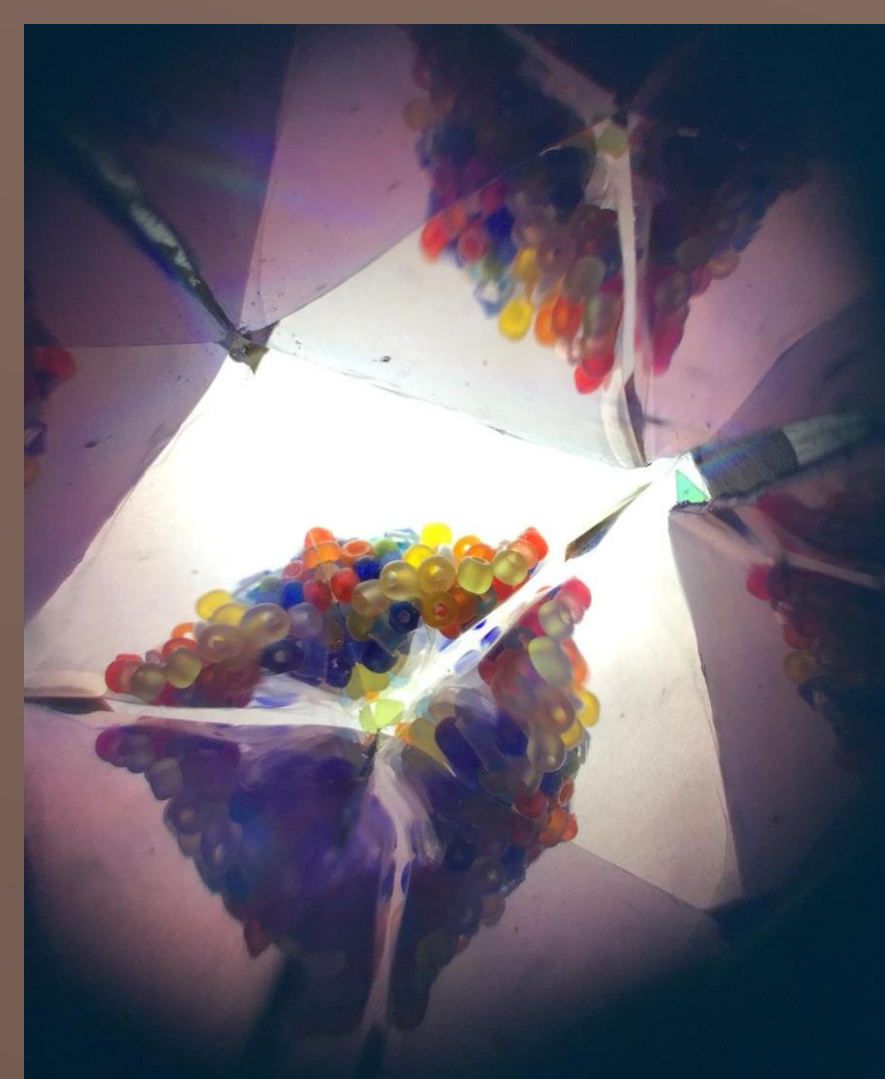
Fotografies de les imatges formades a l'interior dels calidoscopis que hem construït



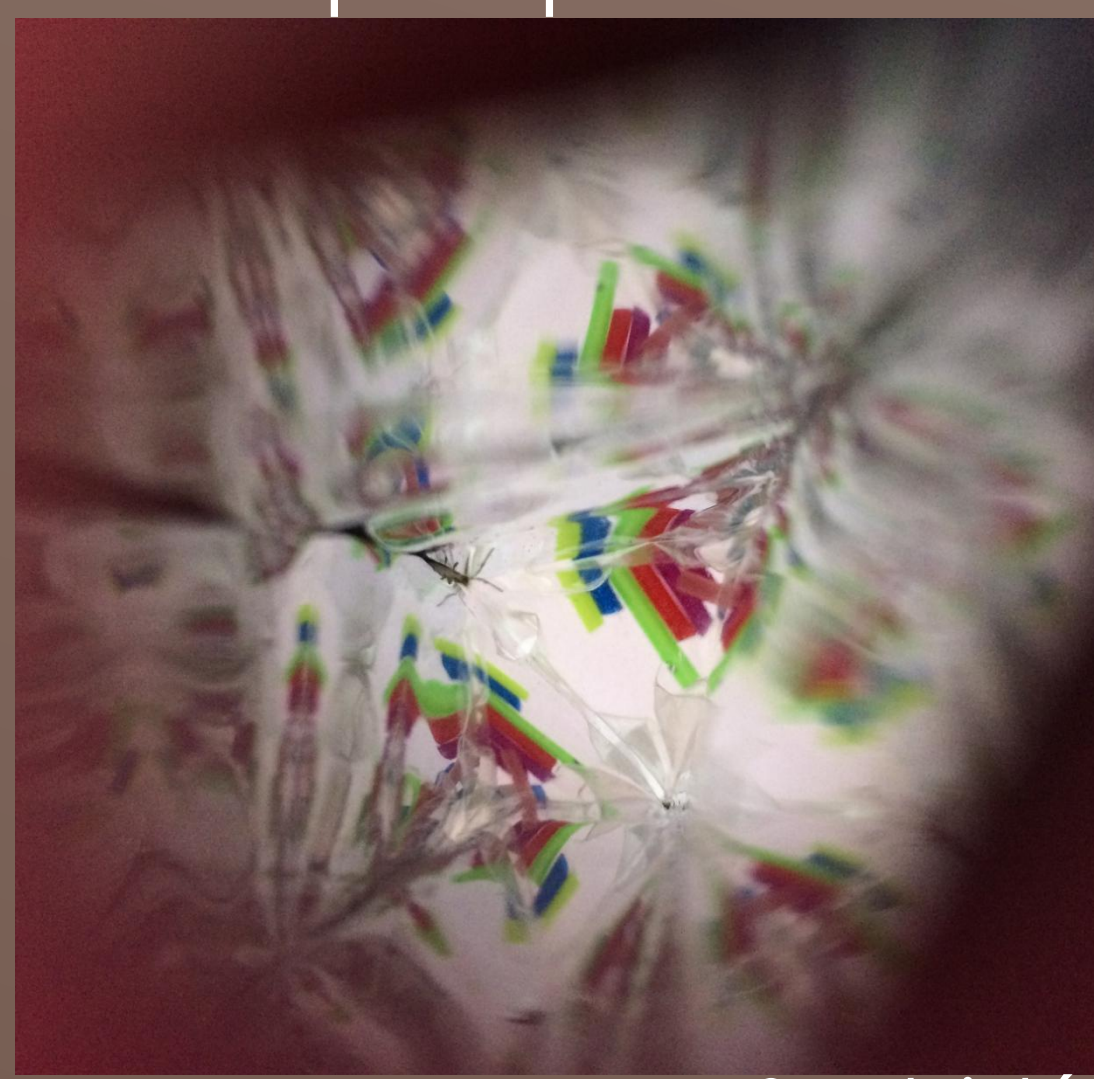
Gometes



Lletres



Boletes



Scubidú



Diversos objectes petits

Bibliografia

Fichas de experimentos CSIC
Año Internacional de la luz

SOBRE CÓMO SERÍA UN UNIVERSO CON MÁS DIMENSIONES Y LA POSIBILIDAD DE VIDA EN ÉL.

Autor: Marc Villalba Pérez. Institut d'Educació Secundària Salvador Dalí. El Prat de Llobregat. Barcelona.



Tutores: Prof. Roberto Emparan García Salazar. Facultad de Física. Universidad de Barcelona.
Marta Balletbó Coll. Profesora de Química. IES Salvador Dalí. El Prat de Llobregat. Barcelona.
Valentí Ferrer. Profesor de Física. IES Salvador Dalí. El Prat de Llobregat. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La existencia de vida depende de variables como la temperatura, un medio acuoso donde puedan tener lugar las reacciones químicas que la condicionan, o la presencia de moléculas simples que permitan estructurar organismos más complejos. Dichas condiciones requieren la existencia de órbitas cerradas, de átomos y de algún mecanismo que pueda mantener una temperatura elevada y constante (habitualmente una estrella).

PROCEDIMIENTO

Para averiguar cómo sería dicho universo hemos de repetir los razonamientos hechos para explicar cada característica que pretendamos conocer sin fijar el número de dimensiones. Las características más destacables que analizo en mi trabajo son:

- Interacción gravitatoria y órbitas: se toman las ecuaciones de campo de Einstein para el vacío y se toma el límite $c \rightarrow \infty$ y se impone simetría esférica. Se llega a una expresión para el potencial gravitatorio, de la cual se obtiene inmediatamente la Fuerza $F_r = \frac{GMm}{r^{D-2}}$. A dicho potencial se le puede sumar el potencial centrífugo para obtener el potencial efectivo a que está sometido un planeta en órbita. Este potencial es independiente de la dimensión; la conservación del momento angular impone que una órbita siempre será bidimensional, sea cual sea la dimensión del espacio considerado. Vemos que en más dimensiones la interacción aparece confinada: a cortas distancias es más intensa y a grandes distancias prácticamente se anula
- Electromagnetismo: Partiendo de la formulación covariante del electromagnetismo se llega al potencial eléctrico, al que sumamos el potencial centrífugo para obtener el efectivo. La expresión del campo eléctrico es $E = \frac{kQ}{r^{D-2}}$.
- Física nuclear: generalizo el modelo de la Gota Líquida, partiendo de la densidad constante del núcleo (que se considera una d-esfera). De ahí deduzco la relación del radio con el número másico para cualquier dimensión y lo inserto en la fórmula siguiendo la propuesta original. Queda $B_d = aA - bA^{\frac{d-1}{d}} - d \frac{Z^2}{A^{\frac{d-2}{d}}} - \frac{(A-2Z)^2}{A}$, donde B es la energía de enlace total.
- Termodinámica: deduzco de las conclusiones gravitatorias y del Teorema de la Equipartición la relación entre la temperatura de una estrella y su radio $T = G \frac{d}{d+2} \frac{1}{R^{d-2}} \frac{Mm_p}{k}$.

D representa la dimensión del espacio/tiempo y d la del espacio.

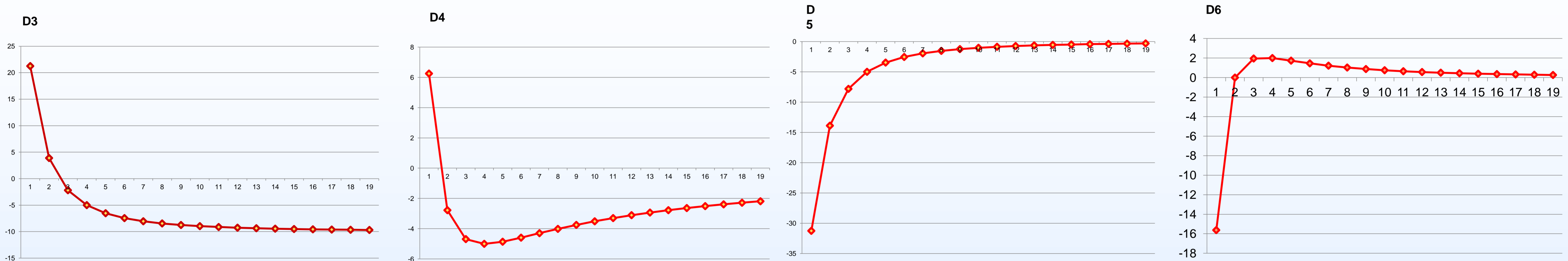
-Óptica: Aplico lo anterior a la propagación de la luz, y hallo que la deflexión de la luz sigue la fórmula $\delta\varphi \propto \frac{GM}{R^{D-3}c^2}$ y el efecto Doppler gravitatorio $\frac{\Delta v}{v_0} = \frac{GM}{R^{D-3}c^2}$. Vemos que se confirma el confinamiento de la interacción: cuando la luz pasa cerca apenas nota la interacción, pero al acercarse a la fuente nota de repente un gran cambio en su trayectoria y frecuencia.

RESULTADOS

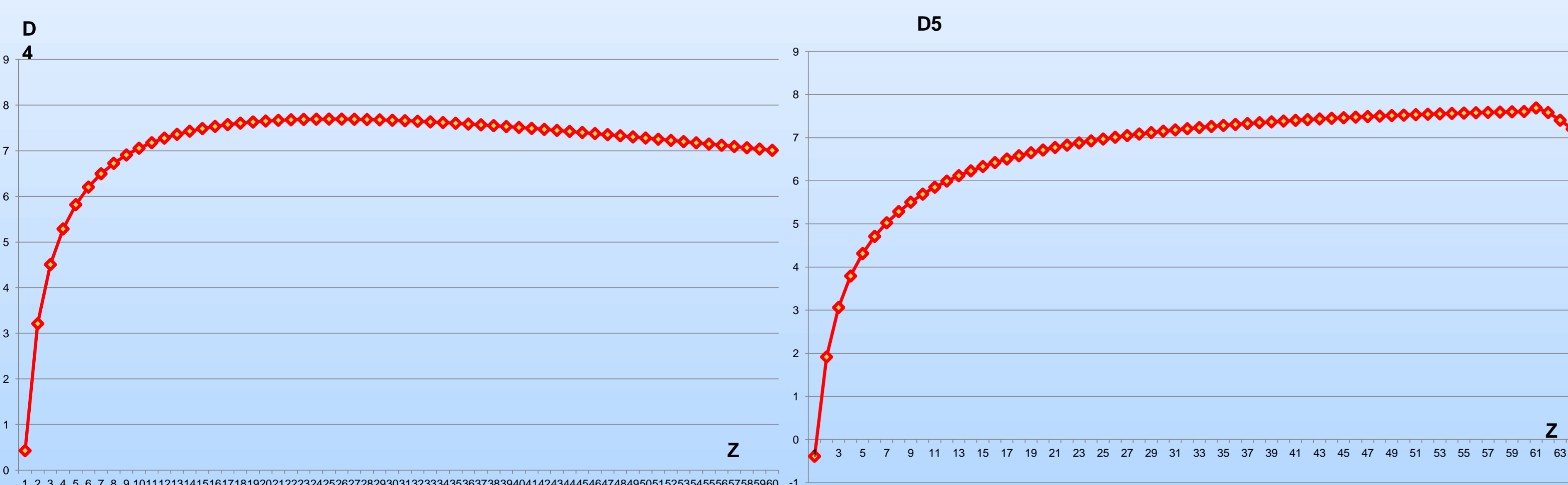
Vemos que el potencial efectivo (tanto gravitatorio como eléctrico) toma la forma que se aprecia en los gráficos I. No existen mínimos en dimensión mayor que 4, por lo que no existen órbitas gravitatorias estables y tampoco una función de onda físicamente aceptable para un electrón en un potencial eléctrico, y por ello tampoco átomos estables.

Se observa que el modelo de la Gota Líquida sigue siendo parecido, con el cambio del máximo de la función, que se desplaza a la derecha en más dimensiones, como se aprecia en los gráficos II. De la fórmula de la temperatura vemos que en mayores dimensiones se requeriría más masa para alcanzar la misma temperatura y, puesto que hay un mínimo para empezar las reacciones de fusión, habría menos estrellas. Sin embargo estas estrellas crearían más elementos ya que la fusión no terminaría (sin contar la fase supernova) en hierro sino en elementos más pesados. Se concluye que no existiría vida en dimensiones más altas.

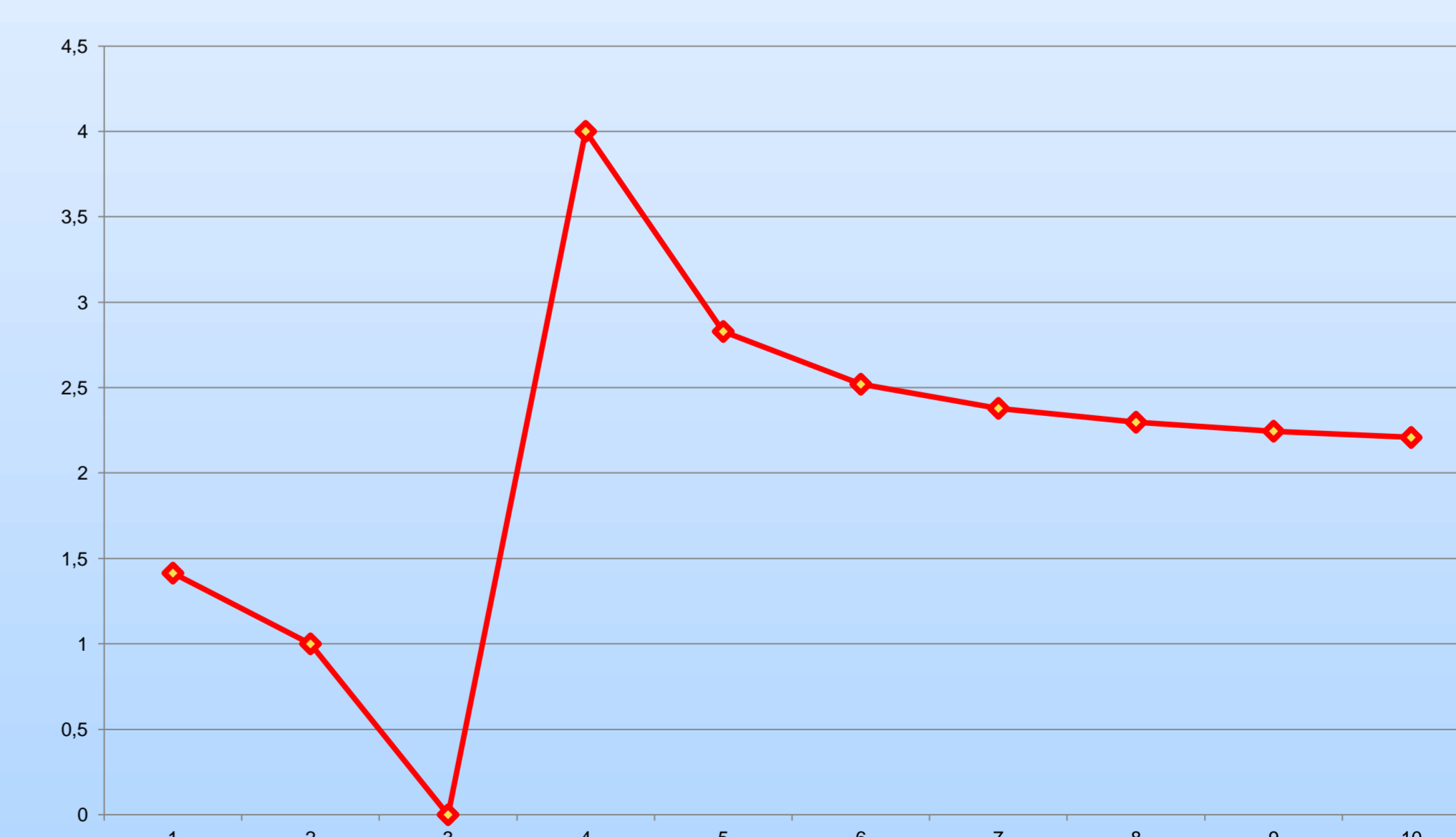
I: potencial efectivo respecto a la distancia



II: energía de enlace por nucleón en función del núcleo atómico, con A=2Z



III: entropía Berkenstein-Hawking de una misma masa en distinta dimensión



CONCLUSIONES

El universo tiene exactamente la cantidad de dimensiones que permiten la vida, cualquier otro valor la imposibilitaría. Ello requiere una explicación, ya que va en desacuerdo con el Principio de Mediocridad. Podría optarse por esgrimir el Principio Antrópico, pero creo que éste es una tautología y que ello sería camuflar nuestro desconocimiento. En mi trabajo he presentado una propuesta para explicar tal cosa. Puesto que se sabe por el Principio Holográfico que toda la información de una región está contenida en su área, utilizo la entropía de Berkenstein-Hawking basándome en la propuesta siguiente: sabiendo que el horizonte de Hubble del universo es idéntico al horizonte de sucesos de un agujero negro de la masa del universo, podemos aplicar las fórmulas de la termodinámica de agujeros negros al estudio de esta frontera. Se puede generalizar fácilmente la entropía de Berkenstein-Hawking y, graficándola como función de la dimensión del espacio/tiempo (gráfico III), vemos que alcanza un máximo en D=4, y por la segunda ley de la termodinámica el universo, según esto, debería tender a 4 dimensiones. De esta propuesta he obtenido también la relación entre temperatura y edad del universo.

Aplicaciones de la física cuántica

Miquel Àngel Arencón Llobet | Instituto Salvador Dalí | | El Prat de Llobregat | Trabajo de Búsqueda

El mundo cuántico, antaño misterioso e incomprensible, actualmente está en auge gracias a todos los avances tanto teóricos como prácticos que se han dado en este ámbito. Y no es en absoluto ninguna casualidad, ya que utilizar las propiedades cuánticas en aplicaciones ya existentes actualmente es un paso inevitable, puesto que la tecnología ya trabaja con sensores e instrumentos de tamaños diminutos, lo cual causa problemas en ciertos circuitos, ya que al ser tan pequeños las propiedades de la cuántica entran en juego y, por ejemplo, los electrones hacen efecto túnel y salen de su trayecto. Así pues, habiendo aplicaciones más avanzadas o importantes que otras, aquí hay reunidas cinco de las más importantes que se conocen, y es seguro que en un futuro no muy lejano tendrán grandes repercusiones en nuestro mundo, revolucionando cualquier instrumento que utilizemos actualmente.

Comunicación cuántica

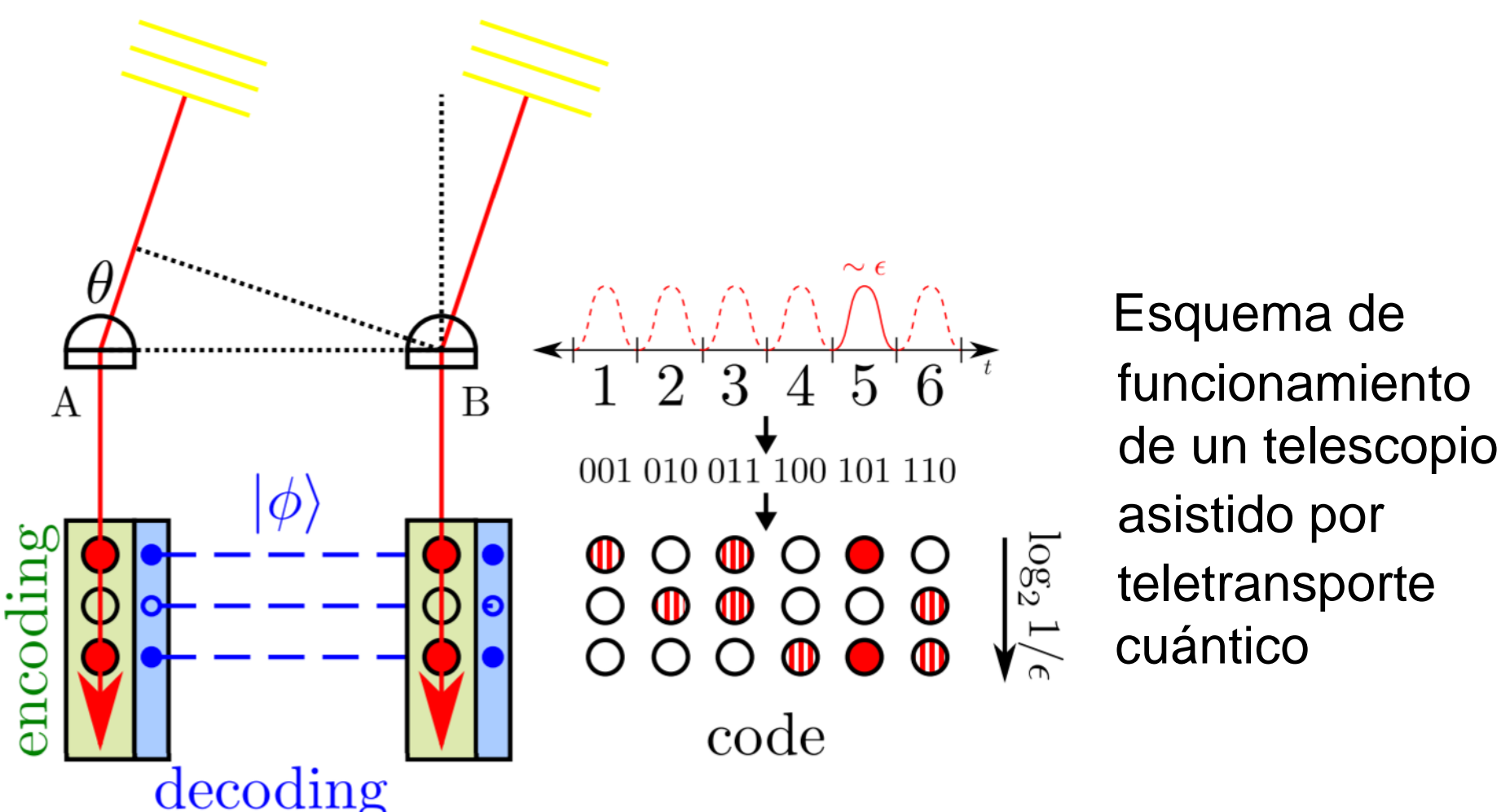
Utilizando una propiedad de las partículas cuánticas, el teletransporte, será posible en un futuro teleportar información de un lugar a otro a través de un canal clásico. Esto hará, a su vez, información interceptable.

Sensores cuánticos

El siguiente paso de los sensores actuales. Permitirán una mayor sensibilidad en los de movimiento y una mayor resolución en las imágenes. Además de aplicaciones cotidianas, también serán imprescindibles para otras aplicaciones cuánticas.

Telescopios cuánticos

Aunque no sea el más potente actualmente, el telescopio con más futuro es el que utiliza un interferómetro como receptor de la luz de un grupo de telescopios. El problema que desempeña este método es que se pierden fotones en el recorrido que hacen estos desde los telescopios hasta su receptor. Sin embargo, gracias a las propiedades del entrelazamiento y teletransporte cuántico, sería posible hacer pares de partículas conectadas, una de las cuales siempre estará en el interferómetro, y así la luz se teletransportaría a este sin ninguna pérdida.



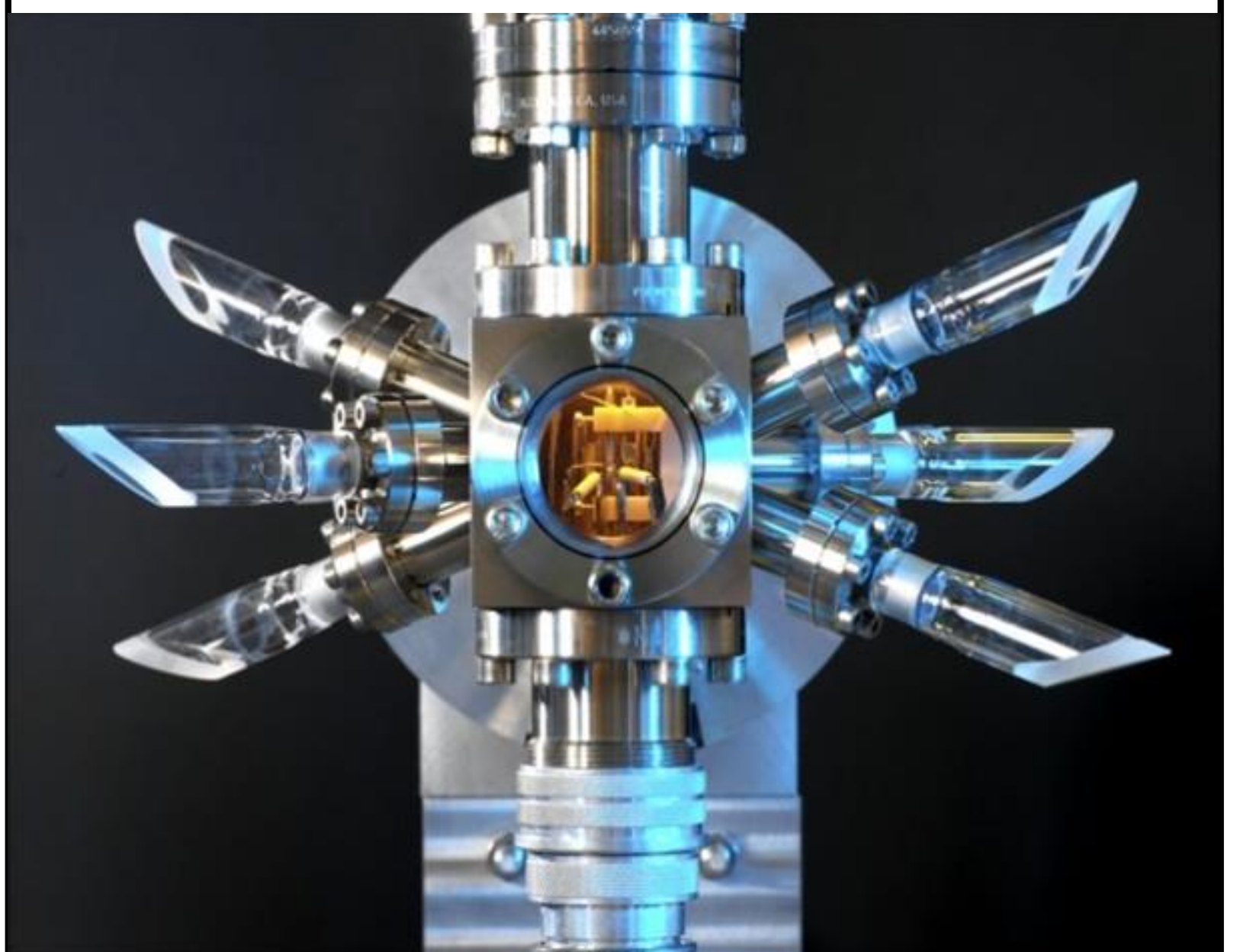
Computación cuántica

El siguiente paso a dar para un gran avance en los computadores es usando cúbits en vez de bits, los cuales permitirían aprovechar las propiedades cuánticas para todo tipo de aplicaciones. Algunas son:

- **Criptografía cuántica:** permitirá encriptar mensajes de forma totalmente segura gracias al teorema de la no clonación.
- **Dinero cuántico:** aplicando el mismo teorema, permitirá imprimir billetes que sean infalsificables.
- **Simulación cuántica:** dada la gran potencia del computador cuántico, será posible simular sistemas de cúbits.
- **Inteligencia artificial cuántica:** permitiría asemejar más una red neuronal artificial a una real, ya que podría realizar distintos procesos a la vez.

Relojes cuánticos

La utilización de relojes atómicos basados en microondas han logrado obtener una precisión de medida del segundo muy elevada, la cual es necesaria para la existencia del GPS o de Internet. Aun así, el futuro aguarda mayores avances para la humanidad, gracias al llamado reloj óptico.



Reloj óptico de estroncio, por cortesía del NPL

Literatura citada y recomendaciones

ARROYO, Eduardo: *Las tecnologías cuánticas*. España: RBA Coleccionables, S.A.U., 2017. (National Geographic).

ALVARELLOS, José Enrique: *Introducción al formalismo de la mecánica cuántica*. España, Madrid: UNED, 2000.

FERRER ANGLADA, Núria: *Física cuántica per a enginyers*. España, Barcelona: UPC, 2017.

PEREYRA, Pedro: *Fundamentos de física cuántica*. España, Barcelona: Editorial reverté UAM, 2011

DE LA PEÑA, Luís: *Introducción a la mecánica cuántica*. México: Compañía editorial continental, S.A., 1991

Referencias y fuentes

UK Quantum technology Landscape 2016 Stephen Till and Jonathan Pritchard
MIT Technology Review

ESTUDI CINÈTIC DE L'ENZIM TIROSINASA. DETERMINACIÓ EXPERIMENTAL DE LA SEVA ACTIVITAT UTILITZANT CATECOL COM A SUBSTRAT, I VALOR DE REFERÈNCIA PER L'APLICACIÓ EN LA DETECCIÓ DE POLIFENOLS.

Alejandro Céspedes - Escola Mare de Déu de la Salut

Necesitat

MÈTODES PER QUANTIFICAR CONCENTRACIONS DE POLIFENOLS EN ALIMENTS (desenvolupament de Biosensors basats en l'enzim tirosinasa)

Problema

La immobilització dels enzims provoquen una pèrdua de la seva activitat

Estratègia

Estudi de la cinètica de l'enzim mòbil (conèixer el valor de la seva activitat i pH de funcionament òptims)

Solució

Conèixer valors de referència de la activitat de l'enzim tirosinasa

Hipòtesis

La tirosinasa segueix la cinètica de Michaelis-Menten, per tant, les velocitats inicials seran directament proporcionals a la concentració de substrat per una concentració d'enzim constant, i també seran directament proporcionals a les concentracions d'enzim per a una concentració de substrat constant.

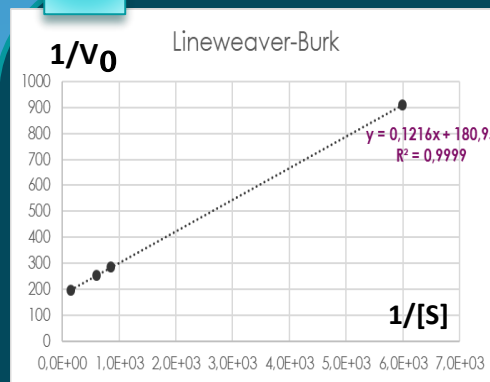
Cinètica Michaelis-Menten / Lineweaver burk, càlcul Km

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

$$\frac{1}{V_0} = \frac{K_m}{V_{\max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}$$

Resultats

1



$$\frac{1}{V_0} = \frac{K_m}{V_{\max}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}}$$

$$y = 0,1216 \cdot x + 180,95$$

$$\frac{K_m}{V_{\max}} = 0,1216 \quad \frac{1}{V_{\max}} = 180,95$$

$$V_{\max} = \frac{1}{180,95} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$K_m = 0,1216 \cdot V_{\max}$$

1/[S]	1/V ₀
5,99E+03	909,09091
/	/
8,55E+02	285,71429
5,99E+02	256,41026
1,50E+02	196,07843

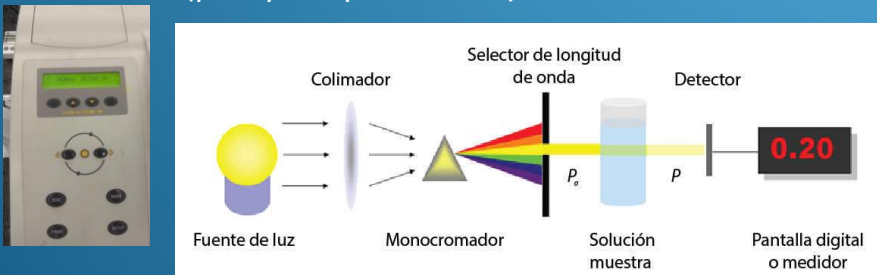
$$K_m = 6,72 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Valor baix, **MÉS AFINITAT** de l'enzim amb el substrat

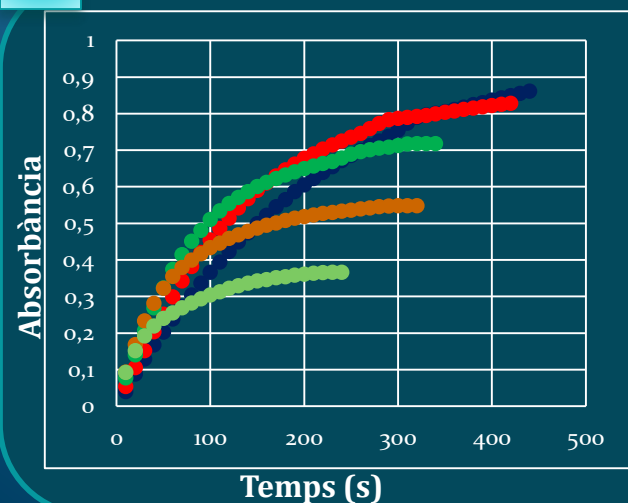
Experimentacions (enzim mòbil)

- 1- Comprovació del seguiments de la cinètica de Michaelis-Menten. Determinació de la velocitat de reacció a diferents concentracions de substrat mantenint l'enzim constant. Càlcul de la Km
- 2- Determinació de la velocitat de reacció a diferents concentracions d'enzim mantenint la concentració de substrat constant
- 3- Estudi de l'activitat de la tirosinasa a diferents pH mantenint la concentració de l'enzim i del substrat constant

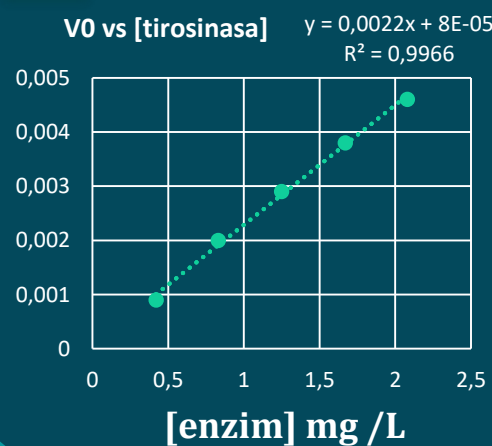
(pH òptim per l'enzim)



3



2



[enzim] mg/L	V ₀ s ⁻¹
2,08	0,0046
1,67	0,0038
1,25	0,0029
0,83	0,002
0,42	0,0009

Conclusió

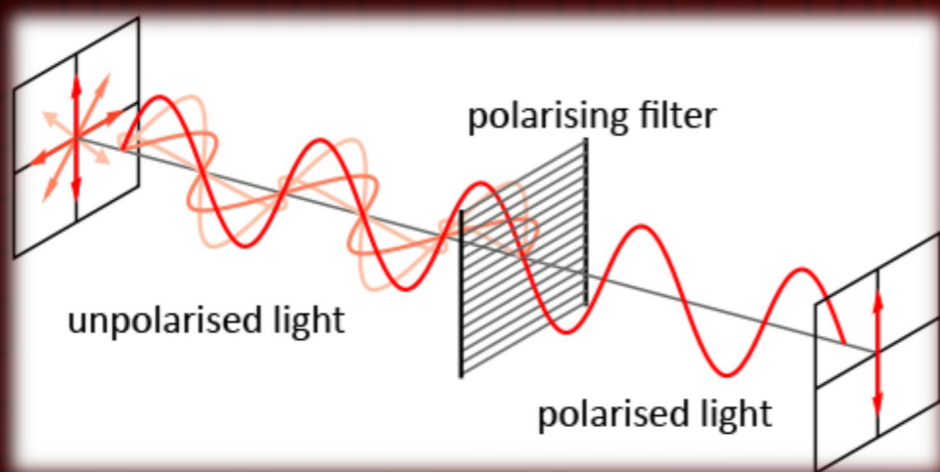
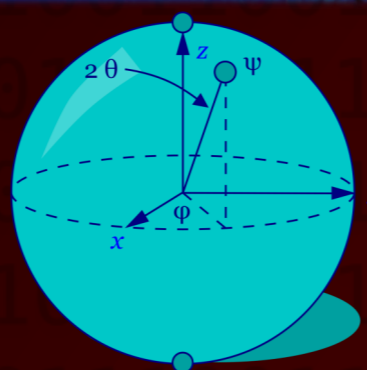
Es confirma la hipòtesi, el valor del treball podrà servir de referència per a futurs treballs en biosensors

QUANTUM CRYPTOGRAPHY AND THE PROTOCOL BB84

Àlex Pascual Galera

INTRODUCTION

- Cryptography is the study of security techniques.
- Modern cryptography uses the well known “bits” as a language to encrypt messages (as bits are the way to pack information on electronic devices).
- In order to improve encryption techniques, quantum physics has contributed to the field with the “qubits”. These ones can be expressed as a vector. The quantum particles are characterized with the uncertainty principle of Heisenberg.
- The first quantum cryptography protocol (BB84) uses the light polarization as a means of packing and communicating the qubits. This one enables users to know if someone is spying the conversations, what classic cryptography can't do, using the principles of quantum mechanics. Measuring the light with the intention of letting it be measured by other person, changes its properties. This fact is used to guarantee



OBJECTIVES

The objectives of this research project, were to reproduce the quantum cryptography protocol BB84 with “simple” resources (as a professional protocol would be done with complex mechanised systems).

Then, with the previous experience, it would be created a standard model of experimentation, in order to spare the slow calibration process (which normally lasts an hour

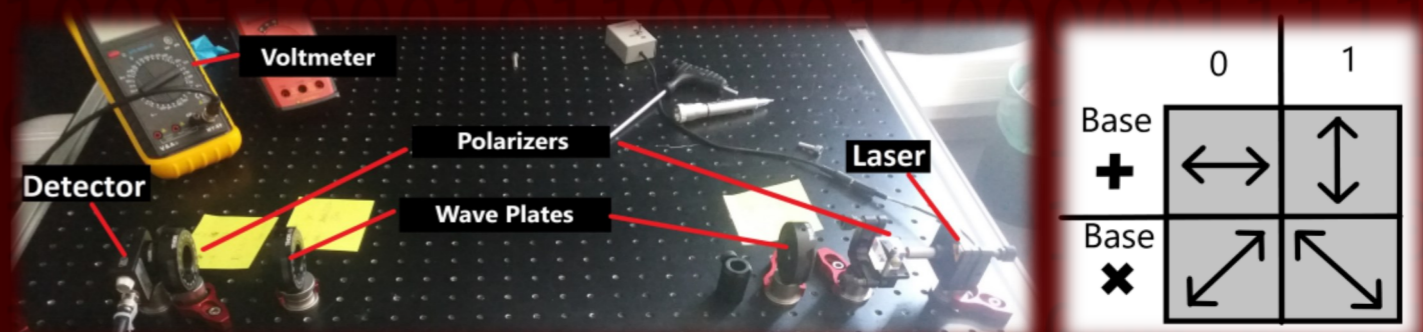
THE BB84 PROTOCOL

It consists in 4 steps:

1. The transmitter chooses 4 different bases and sends random polarized directions.
2. The receiver chooses random bases and measures the transmitter's light.
3. They communicate each other the bases they used and those that don't have in common are discarded.
4. They communicate each other the non-discarded bits to see if some of those are not the same one for both.

METHODOLOGY

The experiment consisted in sending a key made of 14 bits with the set materials. ICFO lend me their materials to reproduce the protocol. There were used two wave plates, two polarizers, a laser and a silicon detector. It was used previously a code of communication using different bases and directions of polarization to send and receive properly the bits.



After sending the key, an emulation of a hypothetical case of espionage of the key was made (in order to see how would the key look if there had been someone spying the communication). The purple bit is the one that doesn't coincide.

Bit sequence														
Sent bit	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
Received bit	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Transmitter base	↕↔	↕↔	↕↔	↗↘	↗↘	↕↔	↗↘	↕↔	↗↘	↗↘	↗↘	↕↔	↕↔	↗↘
Receiver base	↗↘	↕↔	↗↘	↗↘	↕↔	↕↔	↗↘	↗↘	↕↔	↕↔	↗↘	↗↘	↕↔	↕↔

CREATING A STANDARD CALIBRATION

On purpose of sparing the calibration duration, I have created a table which can be used to calibrate the settings of each wave plate and polarizer.

You only need to fill the letters in the first table and substitute

Parameters	Values
Maximum voltage	$I_{max} V$
Maximum intensity	P_i°
Minimum Intensity	$I_{min} V$

Parameters	Values
Transmitter plate	Base ↕↔
	Bit 0 0°
	Bit 1 45°
	Base ↗↘
	Bit 0 $22,5^\circ$
	Bit 1 $67,5^\circ$
Receiver plate	Base ↕↔ 0°
	Base ↗↘ $67,5^\circ$
Receiver polarizer	Bit 0 P_1°
	Bit 1 $P_1^\circ + 90^\circ$
Voltmeter	Maximum $I_{max} V$
	Minimum $I_{min} V$
	Medium $(I_{max} + I_{min})/2$

CONCLUSIONS

This simple experiment lets us know how security is improving. By observing how the first protocol works, we can imagine how complex and effective the future protocols will be. Improving cryptography is essential to guarantee our privacy, as the methods to break them are improving very quickly too.

Thanks to



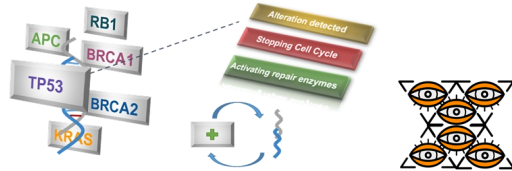
VANGUARD + X

Joel Romero Hernández

DNA duplication is not perfect: failures can happen, and if not repaired, the new DNA will carry erratic instructions. Under this condition, it is possible that cells start dividing without any control, compromising the entire organism, which is what we call cancer. Our body is equipped with different genes to control the process, but random mutations in their DNA can disable the shield effect by generating dysfunctional protection proteins.

Raman spectra (RS) allows analyzing chemical properties with high accuracy. In my experiment, I tested if it was possible to deduce mutations and to make an estimation of nucleotide proportion of a DNA string with RS. After that, I tried to approach a method to predict cancer by comparing and analyzing target genes; I worked in probabilistic network architectures to match mutations with previous knowledge and to identify a specific disease.

VANGUARD's goal is to make possible a system like that by allowing: data obtaining and organization (LIBRA), probabilistic mapping and clustering (ATLAS), and sample processing/identification (ARGOS).



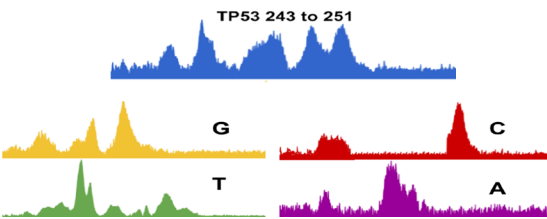
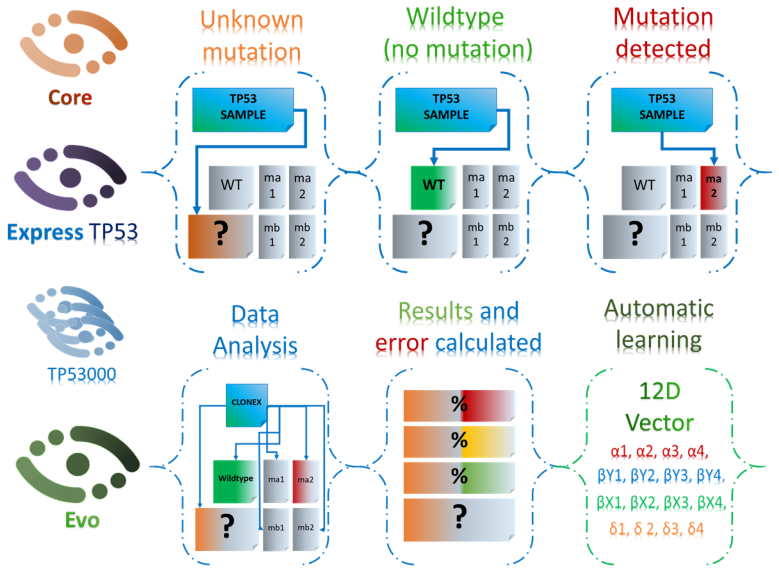
ARGOS



Retina software

The Automatic Recognition and Generation of Optical Samples Framework seeks for the creation of a low-cost open hardware and software platform oriented to simplify the sample obtaining and data processing. To do that, it focuses on a prototype of example-learning peak recognition software: RETINA.

Retina's ideal is a Universal Spectra Analyzer based in Machine-Learning. The first version had two buttons: one to generate a Reference file and the other one to check if a sample matched or not. From this early stage, I started working in more complex programs, until Retina EVO.



LIBRA



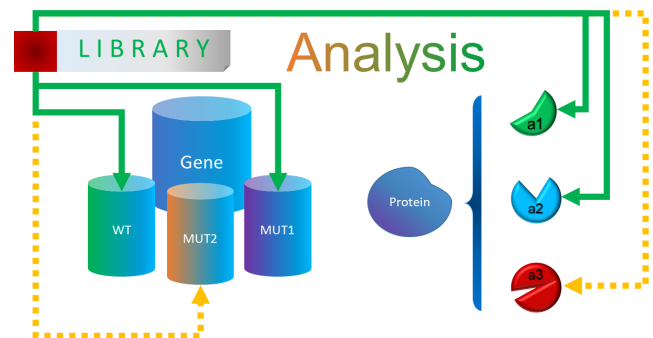
ATLAS

MD Alpha functional structure

The Learning and Indexation Base for Research and other systems Autonomy Framework seeks for an open-source protocol designated to feed ARGOS and ATLAS with new reliable data, ensuring that the entire VANGUARD is able to evolve and increase its original performance. Mining Drill is the manifestation of this concept. Designed as a social experiment to study collaborative data processing, this platform allows any user to become a Sentinel and participate in the evolution of VANGUARD by completing specific forms for target biomolecules.

TinyMatrix

The Algorithmic Transformation of Learned Alterations into Statistics Framework seeks for the generation of different utilities to understand genetic mutation consequences and pathway interactions by the use of a modular and scalable probabilistic computing approach. The idea of TinyMatrix is a simple experimental app or program to put in practice the ATLAS 2D calculation mechanism applying it to the three diseases I was focusing on: lung cancer, pancreatic cancer, and colorectal cancer.



FOTONES, ¿UN SISTEMA EFICAZ PARA COMUNICACIONES SECRETAS?



Lucas Rincón Murillo - IES F.X. Lluch i Rafecas - Vilanova i la Geltrú

MOTIVACIONES

La motivación que me ha llevado a hacer este trabajo se debe a varios factores.

Por un lado, los primos de mi padre trabajan con láseres y, alguna vez, han hecho algún experimento con el fin de estudiar la meteorología mediante fotones.

Por otra parte, mi padre me recordó que ellos habían hecho investigaciones y proyectos con láseres y que podría ser un buen tema de investigación. Además, a mí me gusta mucho la física.

En adición, estamos en la era de las codificaciones e incriptaciones, lo que lo convierte en un trabajo muy actual.

RESUMEN

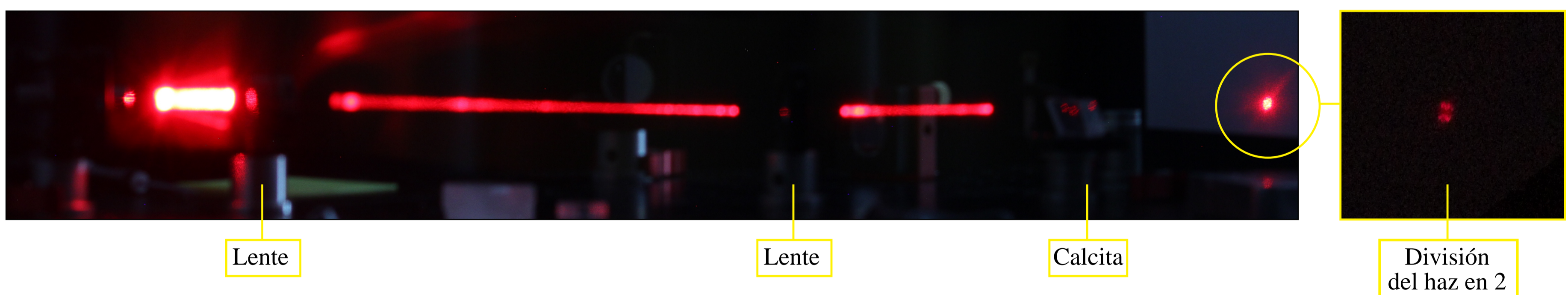
Mi trabajo trata sobre el uso del láser, mediante fotones, como sistema de comunicación indescifrable, seguro y rápido, ya que la información se transmite a la velocidad de la luz. Aunque hay sistemas que viajan a esta velocidad, este trabajo garantiza la posibilidad de hacerlo de manera infalible mediante dos codificaciones.

El sistema utiliza un cristal de calcita para dividir el haz en dos, momento en el que se codifica la información, y se vuelve a unir mediante otro cristal idéntico al primero.



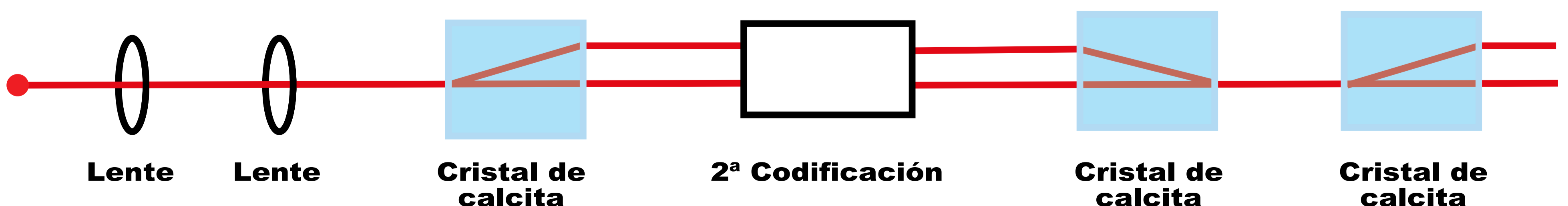
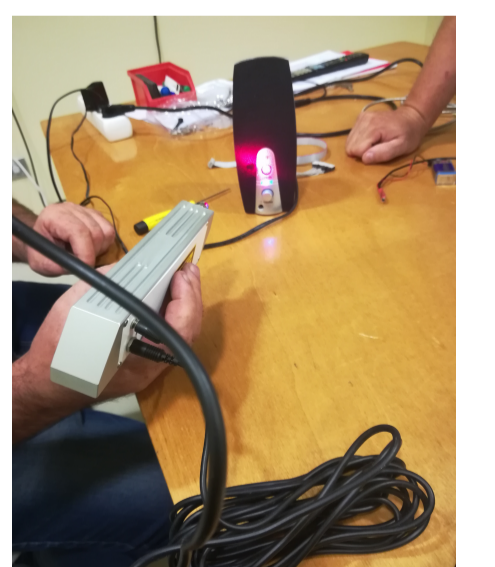
Primera codificación:

Trata de la división del láser en dos, donde intervienen la refracción cónica y la birrefringencia; para ello se emplean las dos simultáneamente. La refracción cónica es la propiedad que sufre el láser, en la dirección de un eje óptico, dentro del cristal de calcita que, tal como dice el nombre, forma un cono, una proyección. Hay que saber que en la refracción cónica los fotones actúan como ondas. Por otra parte, la birrefringencia es, simplemente, la doble refracción que sufre el láser. Además, hace falta un cristal especial; la calcita, ya que posee unas características únicas (como la de la birrefringencia). Sólo la persona que posea un cristal idéntico al que utilizamos podrá acceder a la información.



Segunda codificación:

Se utiliza el código binario; los pulsos actúan como 0 y 1. Primero, el transformador convierte varias frecuencias entre 36 y 40000Hz en un haz de luz y, al llegar al fotodiodo, estas se escuchan con el altavoz. Además de emplear frecuencias, he realizado pruebas con música.



Ionizing sources and radiation barriers

My research work is about subatomic particles. Thanks to a TimePix detector that has been given to me and four other students of my promotion, I've been able to study different aspects about radiation. The main objectives in this research were study different radiation sources and the different kind of radiation that they can emit as well as the properties and capacities of some radiation barriers.

The TimePix detector



-The TimePix detector that has been used is capable of representing the radiation tracks of the radiation that resort its plate surface

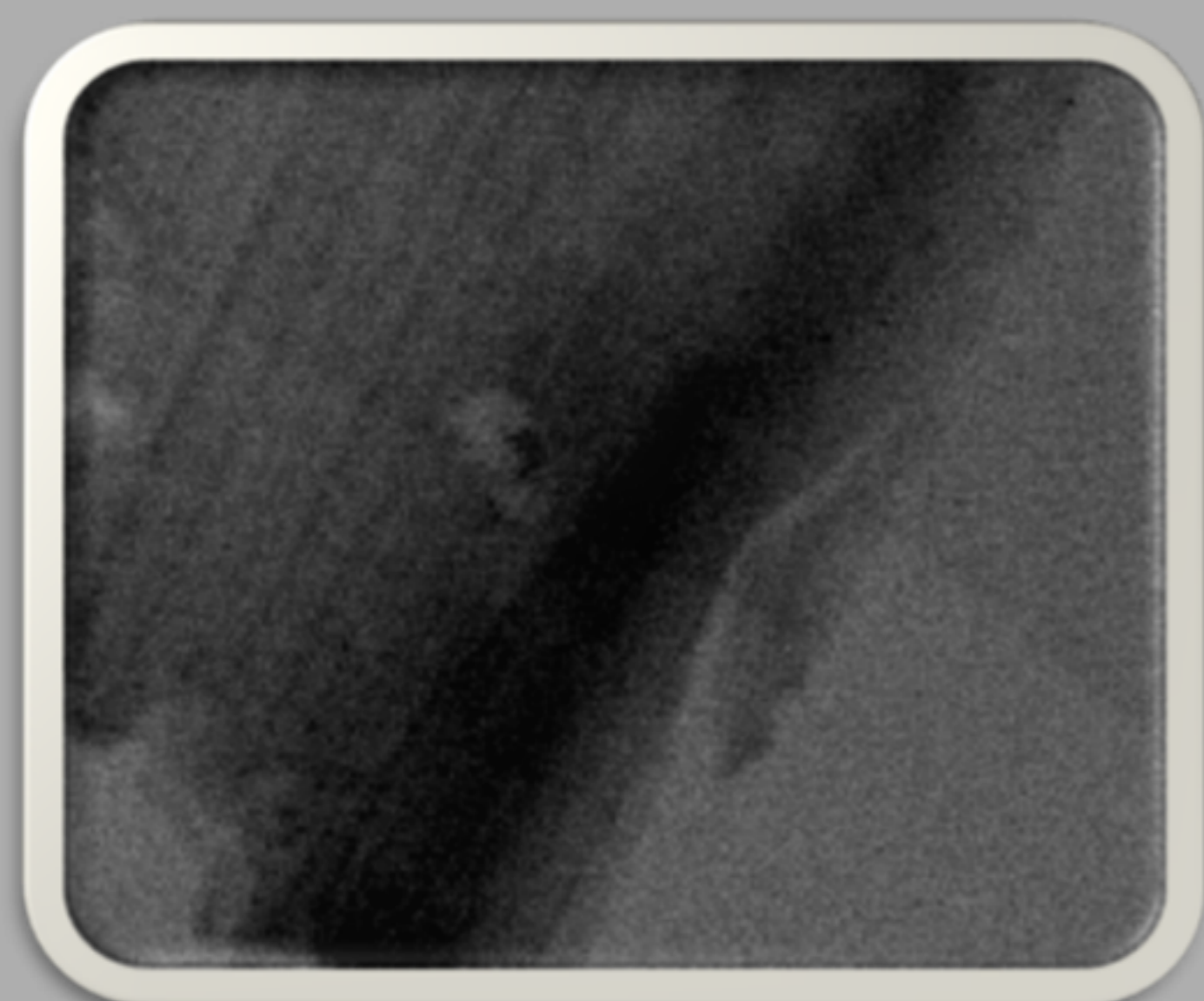
-Using an application, we can configure minimal and maximal radiation that a particle track must have to get represented on screen, so as counting the number of radiation particle that impact and see their energy (works as spectrometer)

"Radiography" experiment

-In the University of Barcelona, I was able to use an X-Ray machine to make a radiography of a little wood trunk.

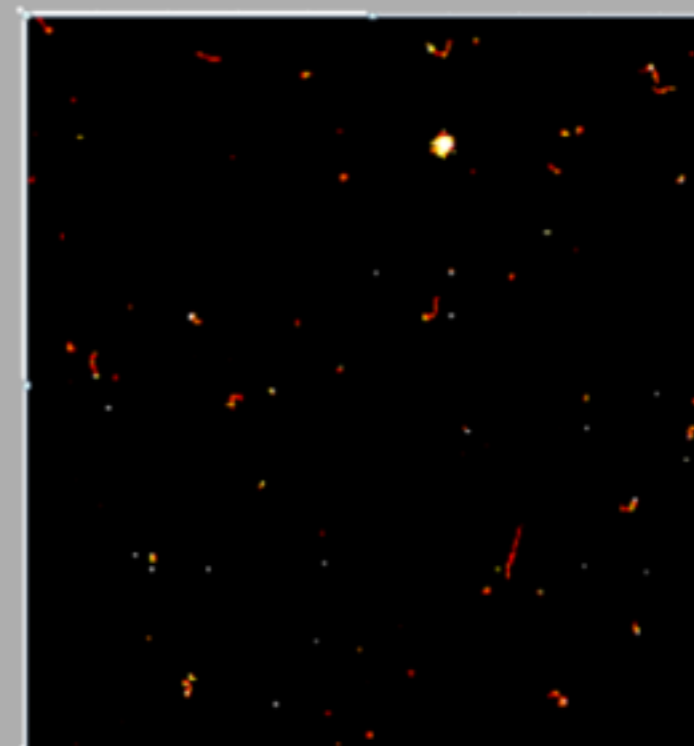
-The method to do it was to put the trunk between a polarized X-Ray source and the TimePix detector.

-As the trunk absorbs part of the X-Ray, the detector caught more or less energy on the beam depending on the part of the trunk.



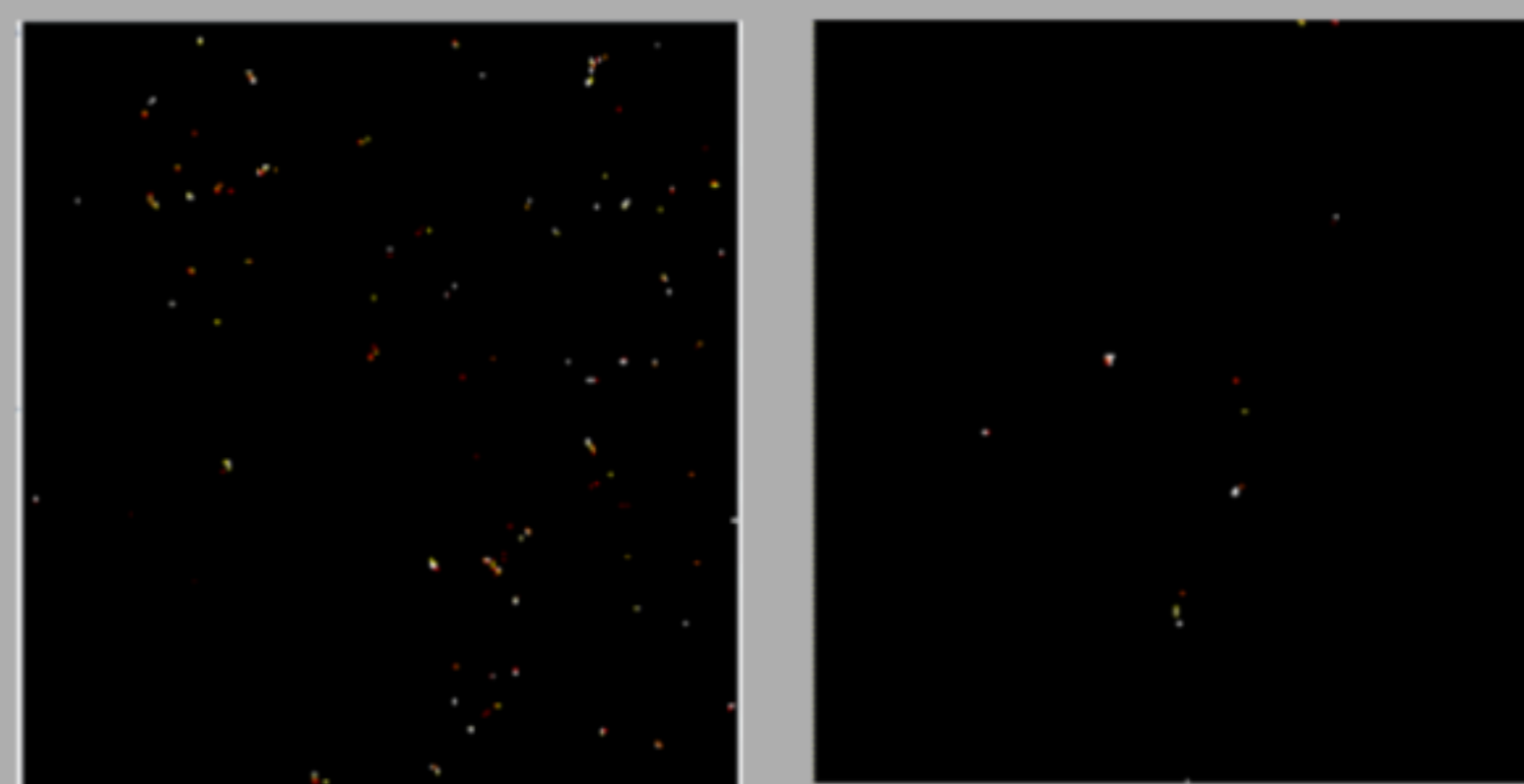
Radioactive materials and radiation barriers

-Using the TimePix detector, I could observe the radiation emitted by several substances so as tungsten, uranium and potassium



potassium radiation

- I also could prove the effectiveness against radioactivity of some radiation barriers like foil and porous paper



radiation blocked by aluminium

References

KREJCI, FRANTISEK. (2010), Series of Laboratory Exercises in the Physics of the Microworld.

VÍCHA, Vladimír. School experiments for elementary and high schools with jablotron MX-10 particle camera.

MERCADÉ, Joan et al. (2009). Física 2 Batxillerat. (Primera Edició). Madrid: Mc Grau Hill.

Aknowledgements

I would like to thank my project tutor, Daniel Parcerisas, for giving me all the resources that i required during the project. I also thank Mario Agustíño, my project partner, for all the help he has given to me. Finally, I thank and my parents and sister for their support during the whole work.

Carles Vallès Muñoz
Escola Sagrada Família de Gavà



RADIATION, STRUCTURE AND INTERACTIONS OF THE MATTER

Author: Mario Agustino Batet: 2018-2019

My research project is about particles physics, in that I will explain and analyze most of the physical theories that exist nowadays, orienting my research in the atomic structures and in the different experimental processes that are used to deal with these theories.

Objectives:

- Learn how to use a Timepix particle detector
- Know the characteristics of particles contained in Standard Model
- Study the quantum theories of gravity

Methodology:

Five different practices:

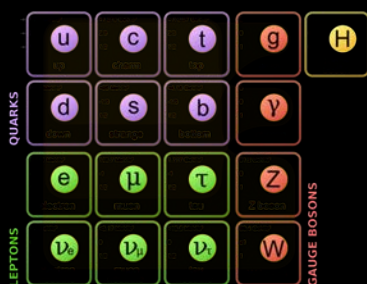
University of Barcelona (X rays machine)



Timepix particles detector



More theoretical content (matter structure)



References

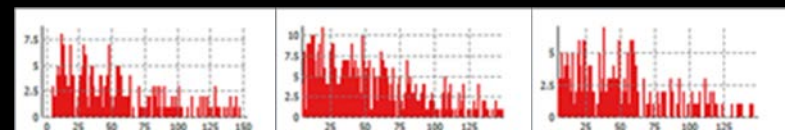
Física 2 Batxillerat (Primera edició).
Madrid: Mc Graw Hill

WIDEPIX MiniPix Quick Start Guide

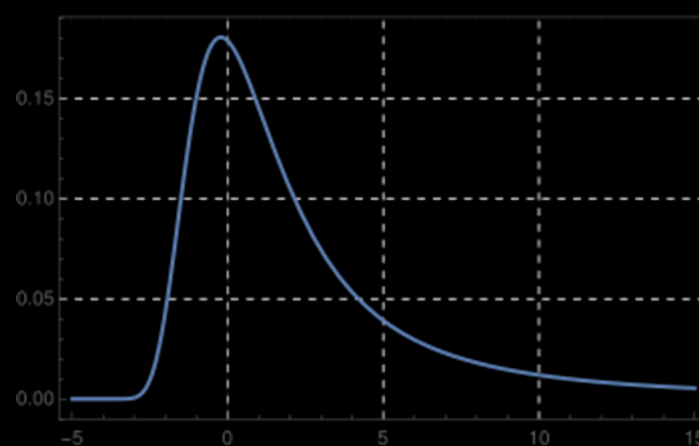
ADVACAM Pixet Pro User's Manual

Results of the practical part:

- It is observed a descend on the size of registered particles by the detector at the moment to increase its voltage



- When it is created an histogram from the detection of muons by the detector it is observed the named Landau distribution



Conclusions:

- I am satisfied with my work, since I have got comply mostly of my objectives
- After of have done this project I have confirmed my wish of dedicate myself professionally to the physics someday

Aknowledgements

I would like to thank my project tutor Daniel Parcerisas for guide me in some aspects of my work and to my project partner Carles Vallès for help me at the moment to realize this project.



 View PDF

CRIPTOGRAFIA QUÀNTICA

Visió cap el futur de la criptografia implementant fenòmens quàntics

Ada Barrantes Cepas | Escola IPSE, Barcelona | ada.bc.h23@gmail.com

INTRODUCCIÓ

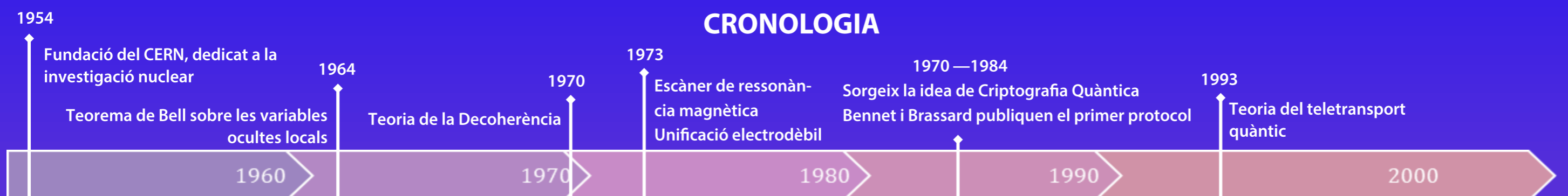
L'evolució de la capacitat informàtica dels ordinadors replanteja els sistema criptogràfic emprat fins ara. La criptografia és una disciplina científica que permet enviar missatges de manera encoberta per tal que només els interlocutors siguin capaços de llegir-los i entendre'ls. Donat que l'era digital està interpellant la seguretat del sistema criptogràfic actual (RSA), s'estan investigant mètodes innovadors i diferents en el camp de la criptografia.

Aquest treball de recerca exposa una de les possibles solucions, com és la Criptografia Quàntica. **Si apliquem principis quàntics a un sistema de comunicació encriptat podem enviar un missatge a un destinatari sense que cap tercera persona pugui descriptar-lo.**

Es divideix en dues parts, una primera teòrica en la qual repasso els sistemes criptogràfics més rellevants, així com els principis de la física quàntica relacionats i analitzo els protocols actuals. La segona part, és la realització d'una **simulació experimental** de sistema criptogràfic quàntic a l'ICFO, per posar en pràctica els conceptes explicats.

Els protagonistes són l'**Alice**, en **Bob** i l'**Eva**. Ells són els personatges que comunament es consideren per explicar termes de criptografia, l'Alice envia el missatge i en Bob és qui el rep. L'Eva és una espia: la seva missió és interposar-se entre la comunicació establerta pels dos primers i extreure'n la informació.

CRONOLOGIA



TEORIA DE LA INFORMACIÓ QUÀNTICA

Segons el **Teorema de Shannon** ens assurem que un sistema de xifratge digital simètric és perfectament secret si respon a dos requisits:

- 1- La clau de xifratge és aleatòria i tant llarga com el missatge
- 2- La clau és d'un sol ús (one-time-path)

El principal obstacle d'ordre pràctic és el fet de compartir la clau, degut a que si aquesta recau en mans de tercers el secret es perdria. En aquest instant és quan la mecànica quàntica contribueix aportant mètodes segurs en la distribució de claus, conegut com a "Quantum Key Distribution".

QUANTUM KEY DISTRIBUTION

PROTOCOL BB84 (Bennett i Brassard)

Considerarem la implementació que utilitza fotons polaritzats. Els fotons es preparen seguint quatre estats de polarització, a partir de dues bases ortogonals:

$$\begin{aligned} \text{Base } \oplus (Z): & |0_z\rangle = |H\rangle \\ & |1_z\rangle = |V\rangle \\ \text{Base } \otimes (X): & |0_x\rangle = |+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|H\rangle + |V\rangle) \\ & |1_x\rangle = |-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|H\rangle - |V\rangle) \end{aligned}$$

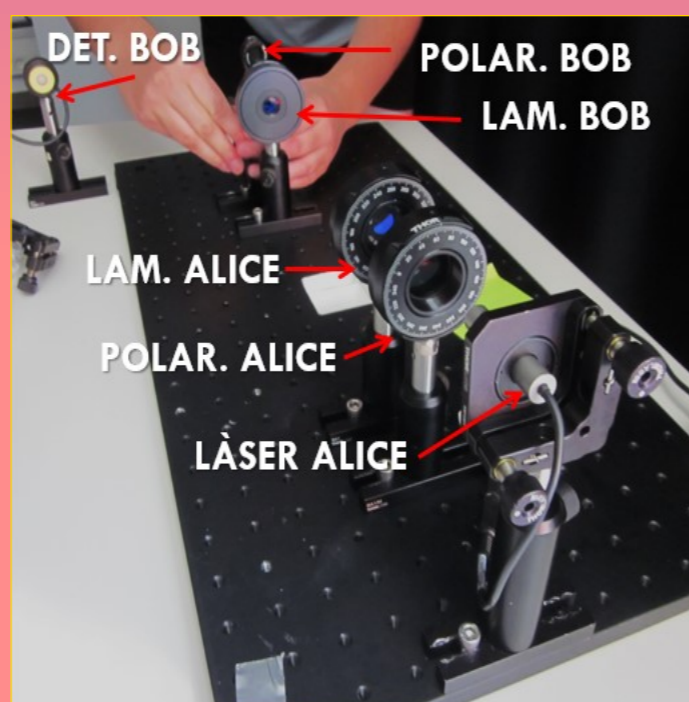
A partir de la combinació d'aquestes bases, l'Alice i en Bob construiran una clau quàntica amb fotons unitaris.

CONCLUSIONS i AGRAÏMENTS

Satisfactòriament vam aconseguir enviar 40 bits òptims. Valoro la responsabilitat de innovació i creació de tant els científics com les persones tècniques que s'encarreguen de formar nous sistemes.

M'agradaria concloure que, per ara, la criptografia quàntica és el sistema més a prova d'espies. Avui dia sabem que les comunicacions no estan en perill, però potser demà ja no, per això crec que cal començar a potenciar la recerca científica en les aplicacions quàntiques. A mi m'encantaria poder formar part de la tripulació d'aquest vaixell d'insígnia quàntica ("Quantum Flagship").

Agraeixo francament la col·laboració de l'ICFO, el meu tutor de treball de recerca i la meua companya Júlia.



PRÀCTICA EXPERIMENTAL A L'ICFO

Gràcies a les activitats programades per l'ICFO vaig poder fer una simulació per construir una clau quàntica lliure d'intermediaris.

OBJECTIU:

Generació de claus quàntiques amb un feix de fotons. L'Alice i en Bob disposaran d'uns aparells per poder enviar i rebre la informació, aquests formaran el canal quàntic.

MATERIAL:

- **Làser:** Dispositiu que permet generar un feix de llum coherent a través de l'emissió induïda o estimulada, llum làser.
- **Filtres Polaritzadors:** Confinament de l'ona electromagnètica.
- **Làmina d'ona:** Aparell òptic que altera l'estat de polarització de l'ona electromagnètica.
- **Detector de llum:** Sensor digital.

PROCEDIMENT:

1.- Calibratge: rotació angular de la làmina d'ona i polaritzador

ALICE	BASE +	BASE +	BASE x	BASE x
BIT 0	$ \rightarrow\rangle$	140°	$ \nearrow\rangle$	116°
BIT 1	$ \uparrow\rangle$	96°	$ \nwarrow\rangle$	160°

BOB	LÀM.	POLAR.	POLAR
BASE +	284°	0	325°
BASE x	306°	1	60°

2.- Emissió de bits aleatoris per crear la clau quàntica.

Seq. Alice	0	1	1	1	0	1	0	0	1
A Bases	x	+	+	x	+	+	+	x	+
B Bases	+	x	+	x	x	x	+	x	x
Bits útils	-	-	1	1	-	-	0	0	-

3.- Clau Quàntica que després s'emprarà per escollir les bases:

x	x	+	+	x	+	x	x	+	+	x	x	x	+	x	+
1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0

Aquesta clau permetrà un missatge codificat amb setze bits, els quals només es podran utilitzar un sol com i si l'espia intervé en el canal ambdós interlocutors rebran algun bit erroni que els permetrà saber que hi és.

BIBLIOGRAFIA:

SCARANI, Valerio. LYNN, Chua. SHI YANG, Liu. *Six Quantum Pieces. A First Course in Quantum Physics*. Londres, Regne Unit: World Scientific, 2010.

ADITYA I SHANKAR RAO. *Quantum Cryptography India: Andhra University, Dept of CSE, 2008*

EXPERIMENTA AMB L'ÒPTICA: INTERFERÒMETRE DE MICHELSON I CÀMERA SCHLIEREN



À. García, A. Jorba.
INS Pompeu Fabra (Martorell) - ICFO



INTRODUCCIÓ

L'interferòmetre de *Michelson* i la càmera *Schlieren* són dos experiments que utilitzen la llum com a element bàsic per al seu funcionament. Amb l'interferòmetre de *Michelson* es vol obtenir un patró d'interferències. Amb petites vibracions externes i variacions de la temperatura es pot observar com aquest canvia. La càmera *Schlieren* ens permet veure fenòmens "invisibles" que no podem percebre amb els nostres ulls.

INTERFERÒMETRE DE MICHELSON



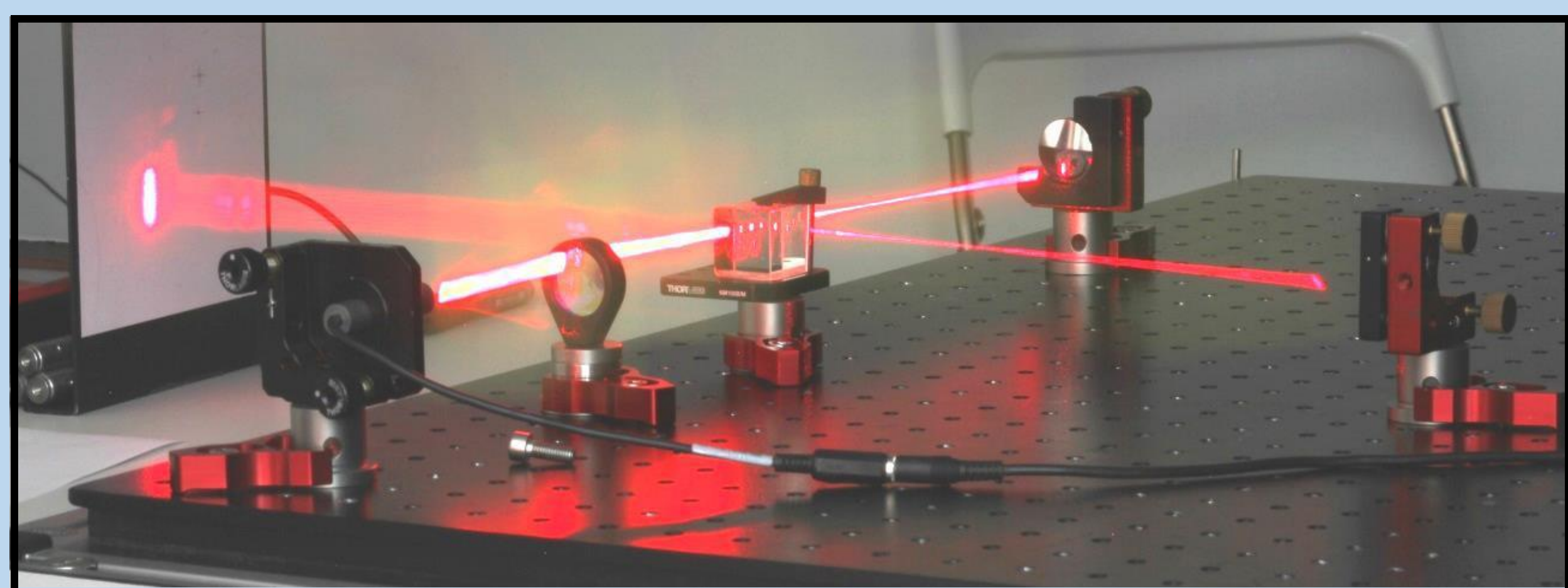
CÀMERA DE SCHLIEREN



MATERIALS

PROCEDIMENT

1. Situem sobre la taula òptica el díode làser, aquest propagarà el feix de llum cap a una lent convergent que permetrà augmentar la intensitat del raig.
2. Col·loquem el cub òptic que dividirà el feix de llum en dues direccions, un en la direcció de la incidència i l'altre es desviarà amb un angle de 90° cap a la dreta.
3. Fixem dos miralls plans per tal que s'interposin en la trajectòria dels raigs i el seu reflex torni cap al cub.
4. Disposem una pantalla blanca en la trajectòria del raig resultant que ens permetrà observar un patró d'interferència

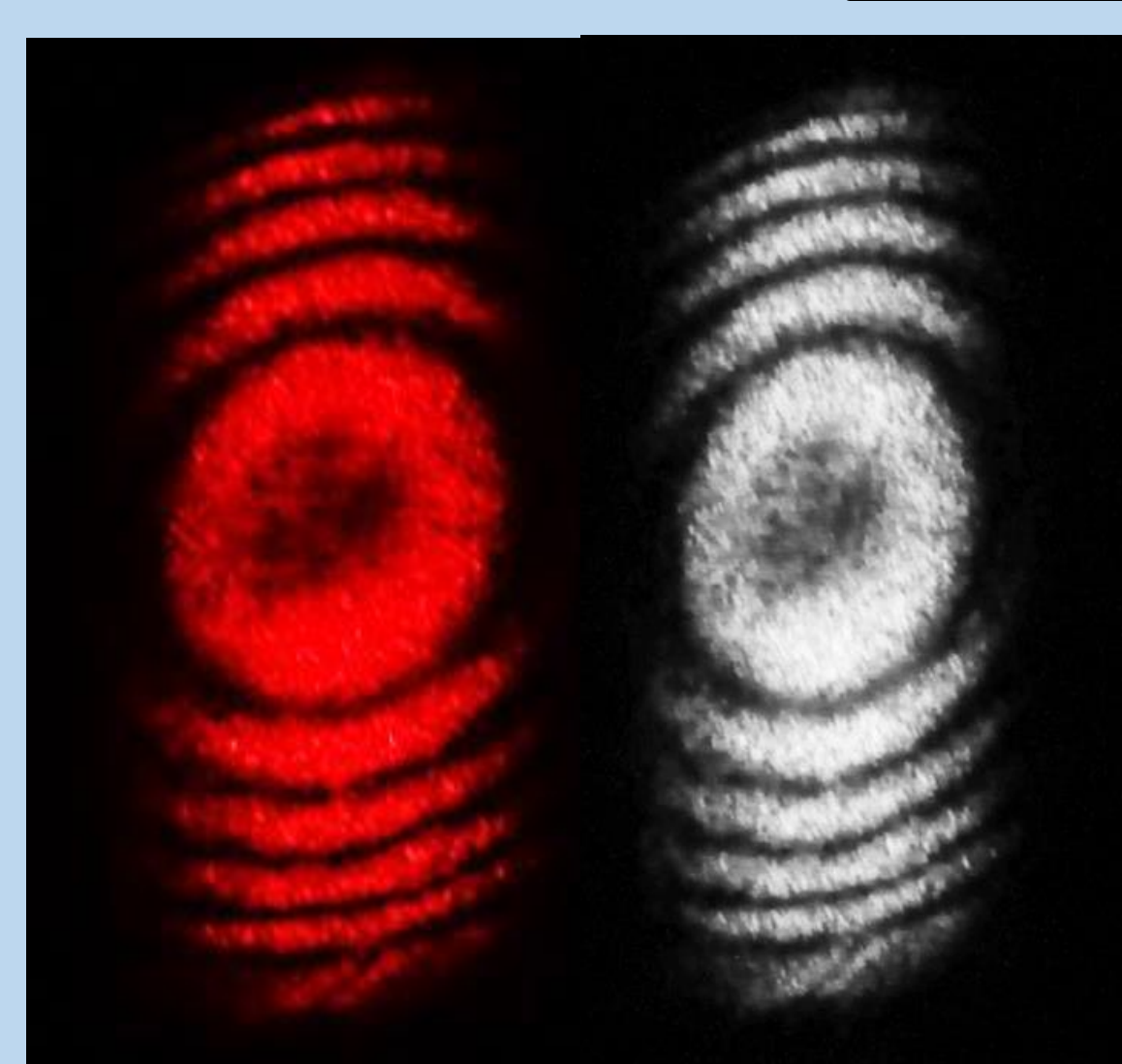


PROCEDIMENT

1. Situem una bombeta en la taula òptica darrera d'una lent convergent, la qual haurem de situar uns centímetres més endavant.
2. Col·loquem una escletxa que s'interposi en la trajectòria de la llum només deixant passar una certa quantitat del feix de llum.
3. Disposem un mirall còncau a una distància corresponent a dues vegades la distància focal ($2f$) que farà retornar la imatge cap a la càmera posicionada al costat de la font lluminosa.
4. Fixem una "barrera" just al punt focal (f) per tal de tancar la majoria de raigs reflectits i ajustem la càmera.



RESULTATS



PATRÓ D'INTERFERÈNCIES FORMAT PER LES ONES EN FASE DELS DOS RAIGS DE LLUM DEL LÀSER

RESULTATS

CALOR EMESA PER UNA MÀ CALOR EMESA PER UNA ESPELMA ALCOHOL ABOCAT EN AIGUA



BIBLIOGRAFIA

Department of Physics and Astronomy of the Georgia State University. Michelson Interferometer: <<http://bit.do/ewmhZ>>
Merce, Carolyn. Optical Metrology for Fluids, Combustion and Solids. Edited by Springer, 19th February 2010. ISBN: 978-1402074073

AGRAÏMENTS

A l'ICFO i a la Federica Beduini per donar-nos l'oportunitat de realitzar la part pràctica del nostre treball a les seves instal·lacions.
Al Carles Morera, tutor del nostre treball de recerca, i a la Verònica Santamaria pel seu suport.

SALTO CUÁNTICO EN LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

Raquel Panadero Palenzuela

Tutor: M. Sclafani. Col·legi Badalonès, C/Arbres 17, 08912, Badalona (Barcelona).

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, más de 4.000 millones de personas utilizan Internet. Hay una gran cantidad de información y datos personales circulando por la nube.

¿PODEMOS CONFIAR PLENAMENTE EN QUE NUESTROS DATOS ESTÉN A SALVO?

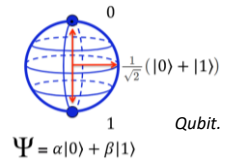


La **criptografía cuántica** es capaz de garantizar, **teóricamente**, comunicaciones seguras al 100%.

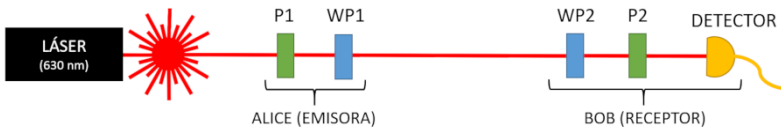
OBJETIVO: Estudiar la potencialidad de la criptografía cuántica respecto a la clásica. Para ello, se ha analizado uno de los protocolos cuánticos más relevantes, el protocolo BB84. Posteriormente, se ha puesto a la práctica en versión clásica.

PROTOCOLO BB84: El protocolo BB84 es un método QKD que hace posible la generación de una **clave secreta compartida** entre dos partes (Alice y Bob) que les permita cifrar y descifrar mensajes, sin que terceros (Eve) puedan obtener la clave, aún en el caso en que espíen la comunicación.

En este protocolo Alice utiliza una fuente generadora de *single photons*, en los que cada fotón representará un *qubit*. Alice y Bob, emisor y receptor respectivamente, están conectados a través de un canal cuántico, por ejemplo, una fibra óptica, y un canal clásico, público y de dos vías, como una línea de teléfono o una conexión a Internet.

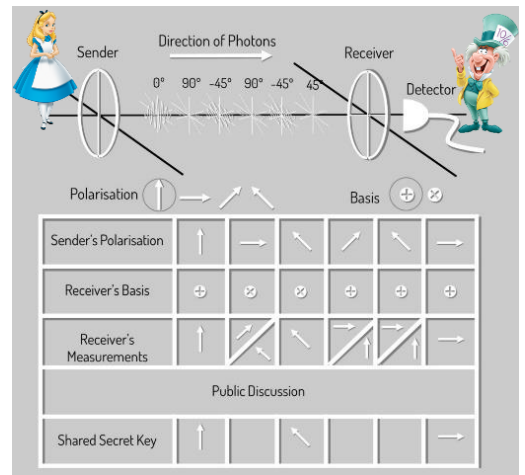


MATERIALES Y MÉTODOS: PROTOCOLO BB84



■ POLARIZADOR
■ LÁMINA DE ONDA λ/2

- Alice (emisora) prepara cuatro posibles estados de polarización (H, V, +45°, -45°) con la lámina de onda WP1.
- Bob (receptor) usa la lámina de onda WP2 para escoger en qué base medir (H/V o +45°/-45°).
- Si el multímetro indica la intensidad máxima, Bob obtiene como resultado 1. Si no detecta luz, el resultado es 0. Si pasa mitad de la luz, Bob escoge al azar entre 0 y 1.
- Alice y Bob se comunican públicamente las bases que han utilizado y quedan con una clave idéntica.
- Si quieren averiguar que no hay ninguna espía, pueden comunicarse también algunos de los resultados y controlar que obtienen los mismos resultados en los casos en que hayan escogido la misma base.



Valor del fotón según su estado de polarización, acordado entre Alice y Bob.

	1	0
×	↖	↗
+	↑	→

RESULTADOS

SIN ESPÍA										
ALICE	bits aleatorios	1	0	1	1	0	0	1	1	
	bases aleatorias	×	+	+	+	×	×	+	×	
	polarización fotón	↖	→	↑	↑	↗	↗	↑	↖	
BOB	base aleatoria	+	×	+	×	×	×	+	+	
	polarización fotón	→	↖	↑	↖	↗	↗	↑	→	
	DATA	0	1	1	1	0	0	1	0	
RESOLUCIÓN DEL SISTEMA	bases Alice	×	+	+	+	×	×	+	×	
	bases Bob	+	×	+	×	×	×	+	+	
	CORRELACIÓN BASES	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	
	clave Alice			1		0	0	1		
	clave Bob			1		0	0	1		
	VERIFICACIÓN	VERIFICADO								
	CLAVE			1		0	0	1		

Según la mecánica cuántica, ninguna medida puede distinguir entre diferentes estados de polarización si no son ortogonales entre sí.

Ejemplo: Si el fotón creado tenía una polarización de +45° o -45° y se mide con la base horizontal-vertical, este fotón cambia de polarización a horizontal o vertical de forma **aleatoria**, y pierde la información inicial.

$$\uparrow + \text{diagonal} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\nearrow\rangle + |\nwarrow\rangle)$$

$$\nwarrow + \text{vertical} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\rightarrow\rangle + |\uparrow\rangle)$$

$$\rightarrow + \text{diagonal} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\nearrow\rangle + |\nwarrow\rangle)$$

$$\nearrow + \text{vertical} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\rightarrow\rangle + |\uparrow\rangle)$$

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que hay una alta probabilidad de establecer comunicaciones con un grado de seguridad superior a las actuales, una vez que los protocolos cuánticos se hayan desarrollado de **forma íntegra**.

La gran ventaja de la implementación de los protocolos cuánticos es la imposibilidad que tiene el espía de clonar un estado cuántico y el hecho de que el mero acto de medir un determinado estado provoca una modificación en este. Estos dos fenómenos son los que permiten detectar espías en la comunicación, que es el **gran avance** dado por la criptografía cuántica.

BIBLIOGRAFIA

- GHIRARDI, GianCarlo: *Sneaking a Look at God's Cards*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press
- SCARANI, Valerio: *The security of practical quantum key distribution*. Rev. Mod. Phys. 81 no. 3, 1301

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al tutor de mi trabajo de investigación, Dr. Michele Sclafani, por su orientación y apoyo.

Agradecer también al Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) y en particular, a la Dra. Federica Beduini, por hacer disponibles los recursos del ICFO y por su dedicación y amabilidad.

PHOTONICS, A UNIVERSE IN CONTINUOUS EXPANSION

INTRODUCTION

During these last years, photonics' use in our day to day has increased considerably due to his portability and inexhaustible source: the sun.

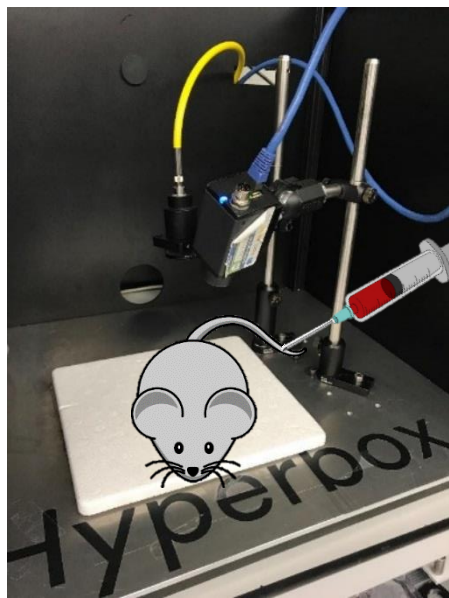
It is expected that in the not too distant future, this field of physics have an important role in the cure and detection of illnesses like cancer among others.

OBJECTIVES

- Investigate about the possibility of a photothermic therapy which combines light (photons) and gold nanoparticles (NPOs), as a cure for cancer.
- Study which the impact of the photonics will be in our society.

MATERIAL AND METHODOLOGY

In the first experiment, a NPOs solution was intravenous injected to a **paper mouse**. Straightaway it was irradiated with laser light.

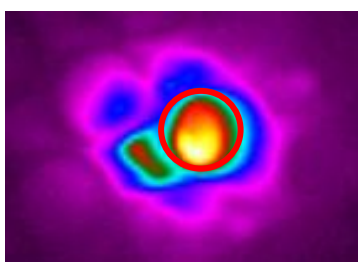


In the second experiment, three different solutions were used. To know on which wavelength (λ) each one produces the maximum heat, an equipment was used. This equipment analyzed the samples and gave, as a result, a spectrometric graphic.

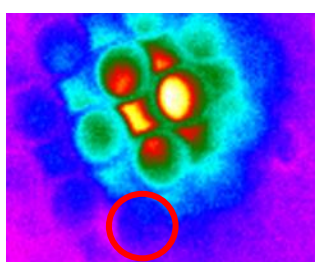


RESULTS

- The increase in temperature (T), and as a consequence the carcinogenic cell death, is given by the presence of NPOs which have peculiar characteristics. So, the laser, meaning the light, and the NPOs on their own don't have any effect but in combining both of them, the effectiveness is assured.



Heat point in a sample with NPOs irradiated with laser



H₂O sample irradiated with laser where no T increase is appreciated

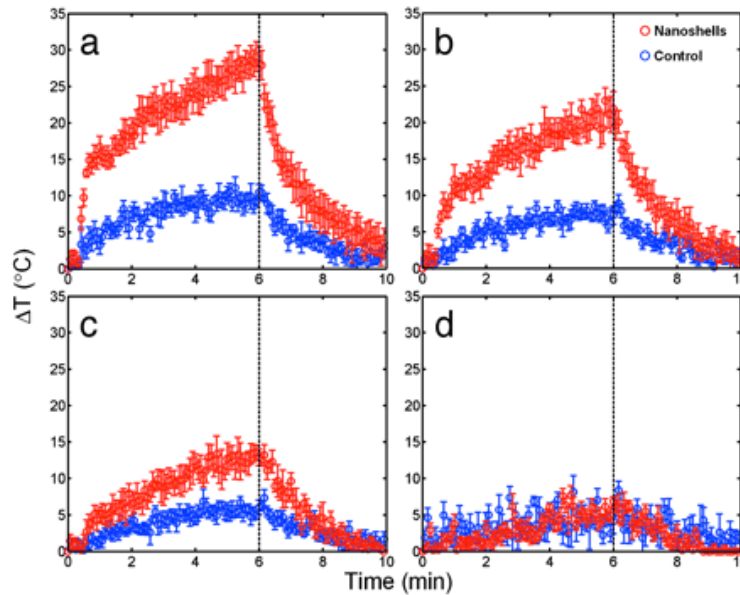
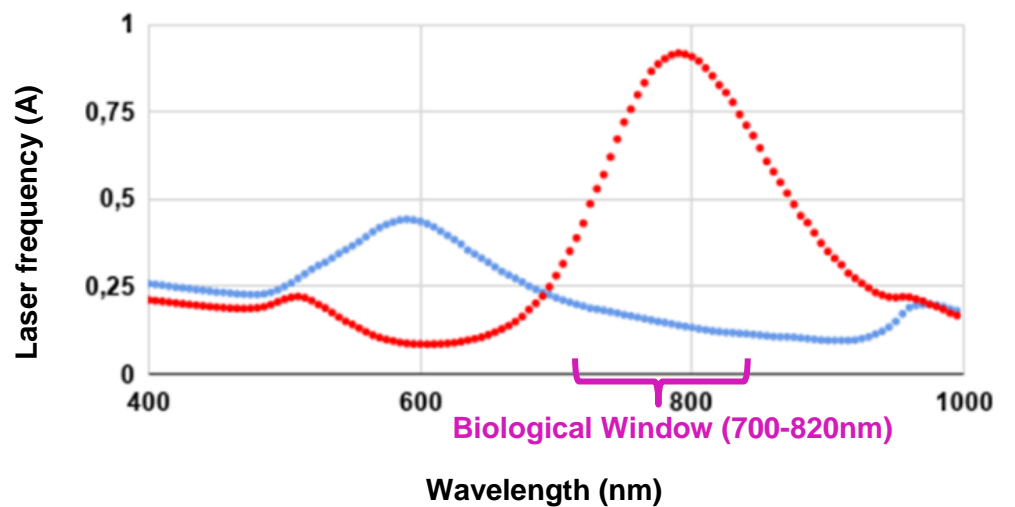


Image that shows the difference temperature increase when **gold nanoparticles are present** and **when they are not**.

- Depending on the measurement and shape of the NPO, it will have a specific optical property for example the wavelength (nm) that the NPO has to be irradiated with to reach the maximum heat production and also the color of the H₂O and NPOs solution.



- NPOs have a peculiar property called LSPR (Localized Surface Plasmon Resonance) thanks to which, the light that nanoparticles absorb can become heat.

CONCLUSIONS

There is the possibility that in a future, **small cancerous tumors** may be eliminated with photothermic therapies because the heat that would have to be applied would be high enough to eliminate tumors and, at the same time, low enough so that our body could bear it. However, **big tumors** cannot be eliminated with just these sorts of therapy because too high temperatures would be needed.

There is also one more thing studied: the possibility of photonics as a detection of the illness before it develops and, even, before it appears.

Lastly, photonics is expected to prevail in our lives during the next years because it will allow us, among other things, to bring and transport information in a comfortable and simple way.

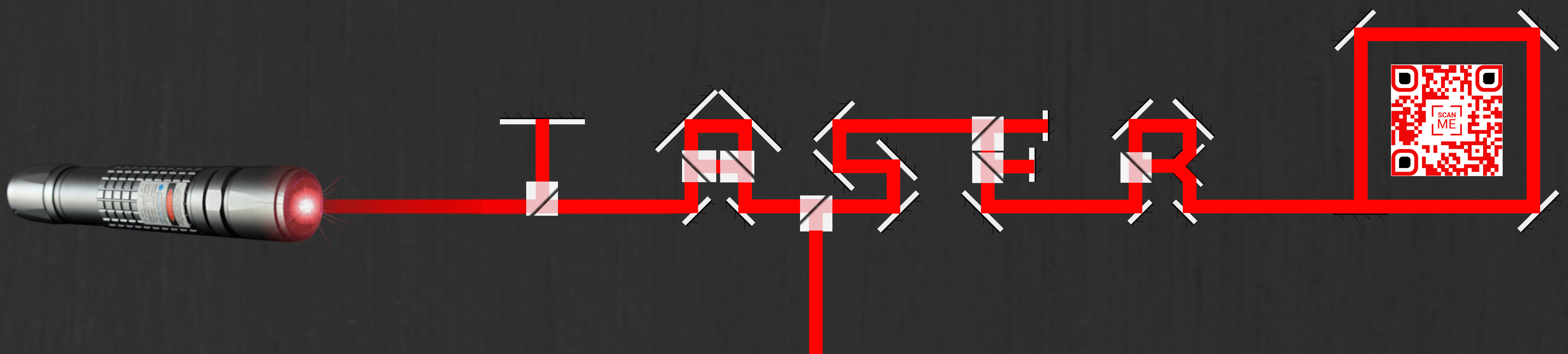
BIBLIOGRAPHY

For the elaboration of my project I have used the following sources:

- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)
- UNED Documentos
- NIH (Instituto Nacional de Cáncer)
- Teràpia Fototèrmica en Càncer mediante Nanopartícules de Oro (TFM d'Irene Aizpirarte, graduada en Biotecnologia Sanitària)
- Nanoshell-mediated near-infrared thermal therapy of tumors under magnetic resonance guidance, PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)
- Zapping Tumors with Gold Nanoshells and Light (Naomi Halas i Jennifer West)

APPRECIATION

Sonia Tarancón, Clara Vilches, Ana Belén González, ICFO.



INTRODUCTION

The aim of this project is to make a deep research about the laser. To start we are going to study the evolution of the laser in order to know how it has changed throughout history.

Also, we are going to learn about the physic theories that make the laser possible. Once we are able to understand the bases of the phenomena that occur inside a laser, we are going to start learning about this process and how are the phenomena related between each other to end up with a light beam. Furthermore, we are going to study the structure of the laser and his components. In addition, parallel to this research, another research will be done related to the most common types of laser that exist and the application of all of them.

In the experimental part we are going to demonstrate the main and most characteristic property of the laser light, the coherence of the laser beam, using the Michelson's interferometer.

ADRIÀ HERNÁNDEZ

Tutor: Andreu Arbó Trabado
2n BATX B
Col·legi Maristes Montserrat Lleida

THEORY PART

LASER APPLICATIONS

ANALYSIS OF LASER

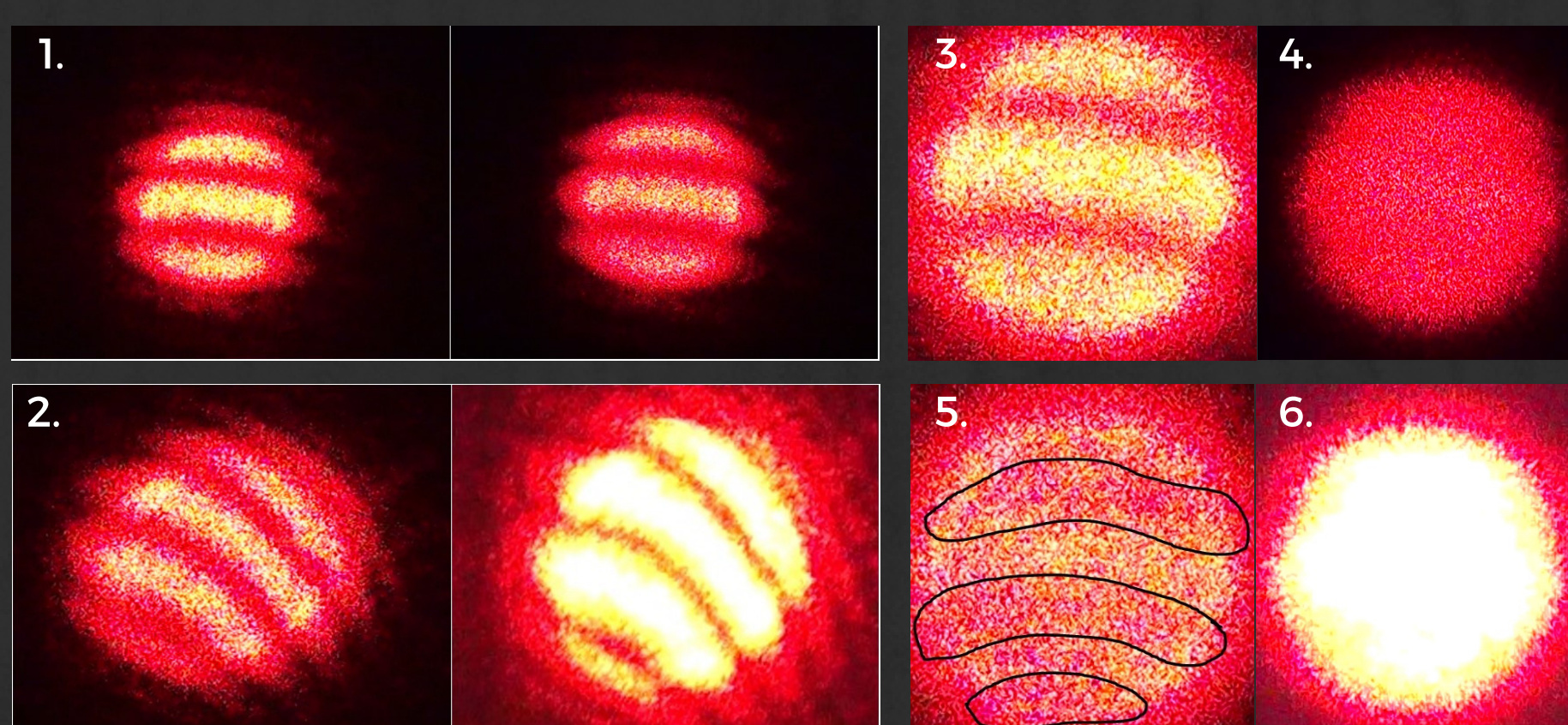
THEORY OF THE LASER PHENOMENA AND FUNCTION

MAIN CHARACTERISTICS OF LASER

LASER CLASSIFICATION

RESULTS

1. Interference without any variable.
2. Interference with a candle.
3. Interference with vertically polarized light.
4. Interference between a vertically polarized laser beam and a horizontally polarized laser beam.
5. Interference between non-polarized laser beam and vertically polarized laser beam.
6. Interference between non-polarized laser beam and nullified laser beam as an effect of both polarization being present at same time.



EXPERIMENTAL PART

METHODS

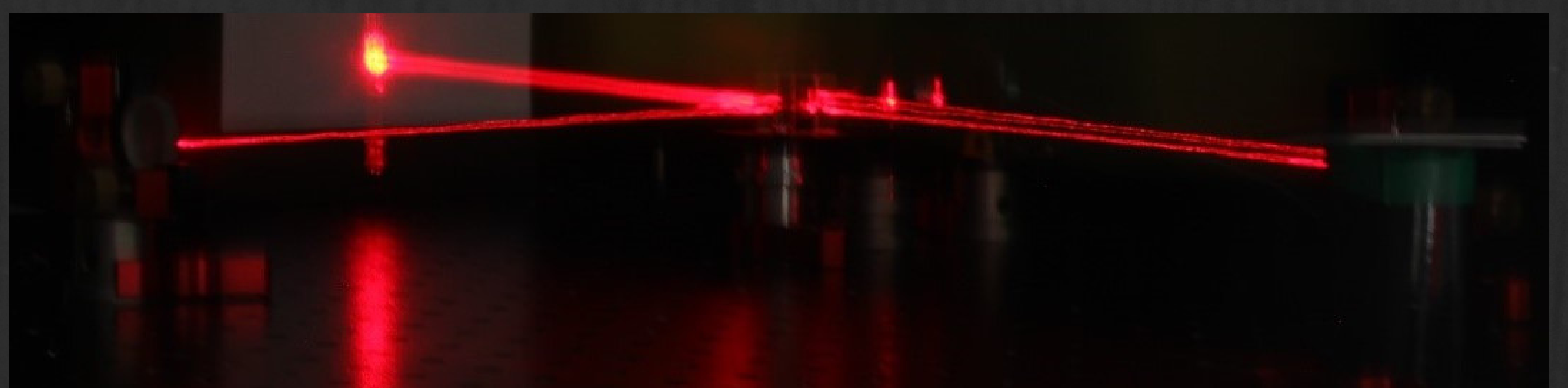
In the first instance the beam is split by the beam splitter in two, each one perpendicular to the other. Both go straight into a mirror where they reflect themselves, and then they return to the beam splitter. Once there, the beam splitter gathers together both beams and guide them to the detector. The detector receives two different beams that have a delay (or not) between the phases of their photons.

Depending on this possible difference, it can be produced a destructive interference or a constructive interference. In order to see the interference in a wall, a lens that increases the thickness of the resulting beam are used.

CONCLUSIONS

As we can see in the resultant pictures of the montage and the interferences, the experience has been completed satisfactorily and without any kind of difficulties or mistakes. The montage of the interferometer is relatively easy and has given great results, using the lens to augment the thickness of the beam and so, enhancing the quality of the interference. In addition, the results given by the interferences have also been satisfactory.

With this experience we have been able to see by our own hand two of the three most important properties of the laser beam and the light. The first one is coherence. It says that the emitted photons are "in step" and have a definite phase relation to each other. The second one is the polarization of laser's light.



Què és?

La refracció és un fenomen característic de les ones quan canvien d'un medi a un altre, on la llum canvia la seva velocitat i per tant també la direcció de propagació. Dit d'una altra manera, aquest fenomen succeirà quan hi hagi una diferència d'índex de refracció. Aquests es defineixen com la raó de la velocitat de la llum en el buit entre la velocitat de la llum en aquell medi.



Casos interessants

La refracció es troba en molts fenòmens naturals. Uns exemples són en l'arc de Sant Martí i els miratges. Per altra banda, l'ésser humà també ha utilitzat la refracció per a fer possible les lents, la fibra òptica, les Fonts Màgiques de Montjuïc...

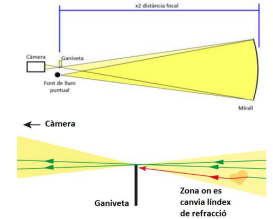


La càmera Schlieren

Funcionament

Un Schlieren permet veure tot tipus de canvis en l'aire o altres fluids que a ull un serien imperceptibles. És a dir, ens permet veure l'invisible. El sistema s'aprofita de que la llum canviarà lleugerament la seva direcció de propagació quan hi hagi qualsevol canvi de medi, és a dir, diferència d'índex de refracció. Per exemple, en el cas de l'aire escalfat per una espelma, aquest aire tindrà menor densitat que l'aire ambient i per tant diferent índex de refracció.

Llavors, a partir d'un esquema meticulosament preparat, es taparan justament els rajos que s'hagin desviat lleugerament per crear les ombres que ens permetran observar el fenomen.



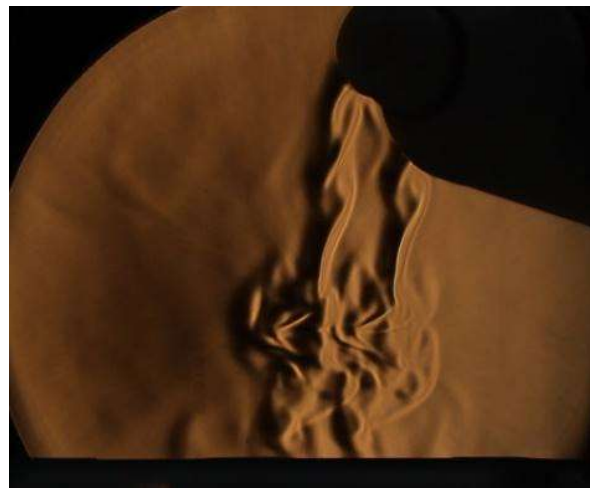
Dos muntatges diferents

Vaig decidir construir la càmera Schlieren primer a partir de materials professionals de l'ICFO i després pel meu propi compte a l'Institut, aprofitant els coneixements adquirits.

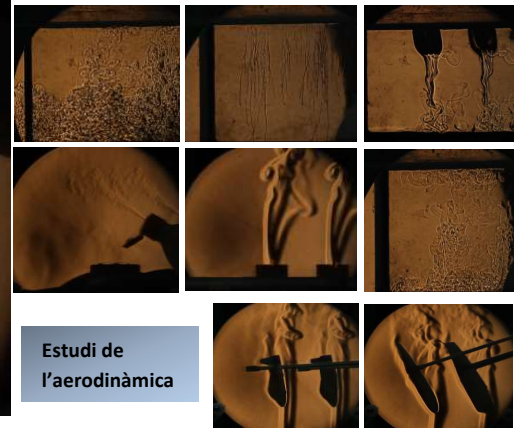
INSTITUT



ICFO



Resultats a l'ICFO



Estudi de l'aerodinàmica

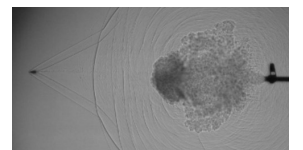
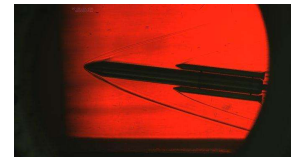
Aplicacions

L'aplicació més directa que avui en dia se li segueix donant a la càmera Schlieren és la d'estudiar l'aerodinàmica. S'utilitza per això un muntatge de doble mirall, ja que d'aquesta manera, es pot col·locar un túnel de vent entre els dos miralls i estudiar l'aerodinàmica de models construïts a escala reduïda. Un exemple n'és la NASA, que va utilitzar la càmera Schlieren per estudiar l'aerodinàmica del coet Ares V.

Per altra banda, gràcies a l'avançada tecnologia del segle XXI, ha sigut possible observar fins i tot les ones sonores. Això es deu a que les ones mecàniques i longitudinals del so causaran canvis de pressió en determinades zones de l'aire, i per tant serà possible l'observació dels seus fronts d'ona. Amb una càmera de gran qualitat, es poden arribar a apreciar, per exemple, les ones de xoc d'un cop de mans o d'un llibre caure sobre una taula.

Aquí trobem que en balística té moltes aplicacions, ja que es pot fer una fotografia de com una bala supersònica supera la barrera del so. La bala crearà un cert angle en la distorsió de l'aire i, a través d'uns càlculs, es podrà saber a quina velocitat exacta va la bala supersònica.

NOTA: Tots els resultats es poden trobar en format de vídeo a través del següent enllaç: <https://sites.google.com/view/refraccio>

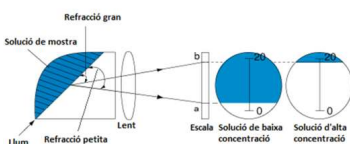


Refractometria

Funcionament

En aquest apartat ens centrarem a estudiar la concentració en sucre de diferents begudes refrescants.

En una solució d'aigua, quant més sucre (per exemple) hi hagi dissolt, major serà l'índex de refracció de la solució i per tant un raig de llum es refractarà en un angle major.



Refractòmetre manual

Primer vaig analitzar la concentració de 6 begudes refrescants a partir d'un instrument professional. El vaig trobar fàcil d'utilitzar, i un cop vaig obtenir les mesures de les sis begudes, les vaig comparar amb les mesures oficials. El marge d'error relatiu mitjà va ser del 4,3 %.

Dos muntatges diferents

Refractòmetre casolà

Posteriorment, vaig repetir l'experiment amb un refractòmetre construït per mi mateix. Per això vaig fabricar un prisma de refracció i vaig idear un sistema de mesures propi. Això ho vaig fer apuntant amb un raig làser al prisma, i anotant en un paper mil·límetrat l'altura a la que arribava el raig projectat després de passar per solucions d'aigua amb diferents concentracions de sucre conegudes. Posteriorment, vaig anotar les mesures de les 6 mateixes begudes refrescants. Vaig prosseguir a analitzar la concentració en sucre de les mateixes 6 begudes, i aquest cop em va donar un error relatiu mitjà del 10,6%.

