

# 01.- NATURALEZA, FÍSICA Y ÓPTICA

(Algunos buenos pensamientos)

- 01. 0 - Ciegos.
- 01. 1 - Naturaleza y Física.
- 01. 2 - Ciencia y Naturaleza, describir: El zodíaco.
- 01. 3 - Un viaje por el universo: de lo más grande a lo más pequeño, potencias de 10.
- 01. 4 - Las “Reglas de juego” de la Naturaleza.
- 01. 5 - Las apariencias engañan.  
El pensamiento científico: medida del radio de la Tierra.
- 01. 6 - El lenguaje de la Física. Los símbolos. Aprender a “ver”.
- 01. 7 - La Universidad como transmisora de una “larga” historia de cultura científica. El proceso de iniciación.
- 01. 8 - La Óptica, una parte de la naturaleza.
- 01. 9 - La Física de la Óptica: la luz, el ojo, las gafas.
- 01.10 - Imagen digital, píxel, resolución, unidad de información.
- 01.11 - La medida, números, precisión, medidas indirectas, la calculadora.

## 01.0 - Ciegos.

Las personas invidentes tienen dañado el sentido de la vista, tienen dañados los detectores de la luz o su conexión con el cerebro lo que les impide acceder a una parte de la Naturaleza. Los videntes tienen así mismo restringido el acceso a buena parte de la Naturaleza, únicamente una mínima parte de la Naturaleza es detectada por los ojos, **“todos somos ciegos”**, la Física nos brinda la posibilidad de descubrir nuevos arcos iris, de detectar nuevos mundos. Conocemos invidentes que tienen desarrollados los sentidos de una forma que los videntes no poseen y desarrollan facultades desconocidas para la mayoría de los videntes, la Física nos posibilita también el desarrollo de nuevas capacidades que nos permitirán “ver” otras partes de la Naturaleza. Existe un problema que en muchos casos no es trivial, las “*lentes*” que nos permitirán abrir estas nuevas ventanas a la Naturaleza son las Matemáticas. Las Matemáticas poseen un lenguaje especial y poseen unas reglas precisas, por lo tanto la entrada al “*Paraíso prometido*” requiere aprender un lenguaje y unas reglas de juego, tendremos que dedicar buena parte de nuestro esfuerzo a ello.

¿Le interesa al óptico la Física? Le interesa de modo prioritario una parte de la Física, concretamente la luz y su interacción con la materia ¿estudiaremos “sólo” la luz y su interacción con la materia? No pues para poder describir estos comportamientos necesitaremos conceptos previos que pueden parecer no tener relación directa con nuestros objetivos prioritarios como ópticos, es necesario por parte de los alumnos confianza en que lo que se va a exponer es útil para los intereses de un óptico, también será importante la parte formativa, en un mundo inmerso en tecnociencia no se debería ser analfabeto funcional en temas científicos y tecnológicos básicos. Las cuestiones que se desarrollarán en esta primera lección no se darán de forma secuencial en las clases sino que son en muchos casos aspectos que se irán desarrollando en los temas posteriores.

¿Le interesa a un alumno de primer curso de una carrera científico-técnica universitaria la Física? Si quiere “ver nuevas luces” la Física no sólo le abrirá nuevas ventanas sino que le llegará a emocionar, si desea continuar “ciego” y perderse espléndidos arcos iris límitese al conocido procedimiento de “estudiar para aprobar, no para aprender” y nosotros no seremos quienes les impidan llegar al mostrador de una óptica. Para aquellos que estén dispuestos a dedicar un poco más de esfuerzo, y sobre todo de interés, prepárense para un viaje fantástico.

## 01.1 - Naturaleza y Física.

¿Es difícil la Física? Para responder necesitamos saber en qué consiste la Física. ¿Qué podemos decir de la Física? Como casi todas las cuestiones básicas las definiciones suelen resultar una tontería en la mayor parte de los casos pero si podemos decir cosas razonables.

*La Física es una descripción de la Naturaleza que nos permite predecir su comportamiento, o al menos saber hasta qué punto podemos predecirlo, nos permite modificarla y manejarla, pero nunca podremos hacer algo “totalmente” nuevo.*

Esta descripción que hacemos de la Naturaleza la hacemos en términos de modelos. La Naturaleza es muy compleja como puede apreciarse en las fotos siguientes, necesitamos de un lenguaje que nos permita describir y predecir su comportamiento, estamos lejos de haber alcanzado un conocimiento de la Naturaleza que nos permita describir científicamente todos los procesos conocidos, los objetos más complejos que ha producido la Naturaleza son los seres vivos, en particular los humanos.



La Naturaleza se comporta como un buen maestro, hay fenómenos “relativamente” sencillos aunque a la humanidad le haya costado miles de años llegar a un conocimiento de los mismos que le permita modificar eficazmente la Naturaleza, como es la utilización de gafas y lentillas para la corrección de defectos en la visión. Podemos considerar la teoría del movimiento de Newton la primera gran teoría científica que fue desarrollada en la segunda mitad del siglo XVII.

Para “entender” la Física necesitaremos “esponjar” nuestras neuronas, con sólo observar la Naturaleza no conseguimos un conocimiento científico de ella que nos permita modificarla. Si reflexionamos sobre lo que entendemos por “entender” nos daremos cuenta que no hace falta “entender” la Física puesto que esta no es otra cosa que una “*descripción científica de la Naturaleza y a la Naturaleza no hay quién la entienda, simplemente es*”.

### *Tarea*

*¿Qué sentencia es la más adecuada?*

- a) La Física describe la Naturaleza de modo que puede predecir su comportamiento*
- b) La Física explica la Naturaleza de modo que puede predecir su comportamiento*
- c) La Física nos permite entender la Naturaleza*
- d) No hace falta la Física para entender la Naturaleza*

<sup>1</sup> Autor [John R. Southern](#) from Toronto, Ontario, Canada  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Krunkwerke\\_-\\_IMG\\_4515\\_%28by-sa%29.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Krunkwerke_-_IMG_4515_%28by-sa%29.jpg)

## 01.2 - Ciencia y Naturaleza, describir: El zodíaco.

¿Las predicciones basadas en el zodíaco son ciencia?

Un modo de poner de manifiesto alguna de las características de la Física es caricaturizar algo que no lo es, un estupendo ejemplo lo encontramos en el artículo de Inés Rodríguez Hidalgo “*Amores y zodíaco*” publicado en caosyciencia el 20 de agosto del 2003 y que os invito a leer o escuchar en:

<http://www.caosyciencia.com/ideas/articulo.php?id=200803>

Destacamos dos aspectos, necesitamos una descripción lo más fiable posible de lo que queremos estudiar y los modelos que proponamos deben ser capaces de predecir de la manera más precisa el comportamiento del sistema estudiado. La humanidad ha pasado la mayor parte de su existencia mirando el cielo estrellado en las noches despejadas, lógico ya que hasta bien entrado el siglo pasado no existía iluminación en las ciudades y por lo tanto lógico que la Astronomía se desarrollase en todas las civilizaciones antiguas. De las observaciones y medidas precisas que realizaron surge la primera gran teoría científica, la dinámica newtoniana y la gravitación universal.

## 01.3 - Un viaje por el universo: de lo más grande a lo más pequeño, potencias de 10.

Un modo de hacernos una idea visual del universo que conocemos es realizar un viaje desde una distancia de  $10^{25}$  m, o lo que es lo mismo, desde una distancia de mil millones de años luz, hasta el interior de las partículas, tamaños de  $10^{-17}$  m. Algunas de las imágenes son fotografías y otras recreaciones artísticas.

¿Qué distancia recorre la luz en mil millones de años?

$$300\,000\,000\text{ m/s} \times 1\,000\,000\,000\text{ años} \times 365\text{ días} \times 24\text{ h} \times 60' \times 60\text{ s} \\ = 946\,080 \times 10^{19} \approx 10^{25}\text{ m}$$

Se estima que el universo tiene una edad de unos 13,7 mil millones de años, de un diámetro de al menos  $2 \times 10^{26}$  m, formado, al menos la materia que conocemos que parece ser constituye únicamente el 5% de la materia del universo, de quarks y electrones que miden menos de  $10^{-16}$  m de diámetro.

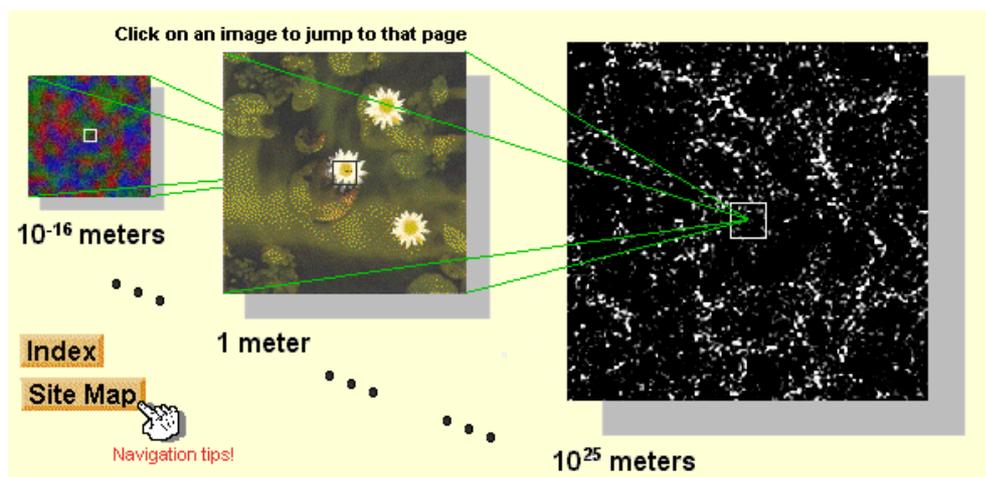


Imagen tomada de la página principal de: <http://www.wordwizz.com/pwrsof10.htm>

Otros enlaces que muestran el viaje.

*COSMIC VIEW: The Universe in 40 Jumps* by Kees Boeke (1957)

<http://www.vendian.org/mncharity/cosmicview/>

Basado en la película del arquitecto Charles y su mujer Ray Eames de 1968

<http://www.powersof10.com/>

*Molecular Expressions, galería de fotos hachas con microscopio. Applet que permite realizar el viaje de modo automático o manual.*

*<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/index.html>*

*Página del CERN sobre potencias de 10*

*<http://microcosm.web.cern.ch/Microcosm/P10/english/welcome.html>*

Como vemos la Naturaleza es extraordinariamente variada, nos encontramos en los principios de lo que podemos considerar como un conocimiento científico de la misma.

## 01.4 - Las “Reglas de juego” de la Naturaleza.

La Física es una *metáfora* de la Naturaleza. No tiene sentido dar una definición de Física pero si podemos decir cosas interesantes sobre lo que es y lo que no es. Hay un período en los niños en el que preguntan continuamente ¿Porqué? La mayor parte de las veces no se les contesta o se hace de forma poco seria, ahora es el momento de recuperar esta fase infantil, si así lo hacemos con cualquier fenómeno de la Naturaleza y a cada respuesta repetimos ¿porqué? Veremos que obtendremos siempre una serie limitada cuyo elemento final es siempre conocido: “No se”. ¿Porqué se orienta la brújula? ....

La Física busca describir la Naturaleza, cómo se producen los fenómenos y llegar a conocer sus “Reglas de juego”. La descripción que realiza la Física de la Naturaleza le permite modificarla, es lo que conocemos como *tecnología*. En el siglo XIX se descubren las reglas que siguen los campos eléctrico y magnético y se llega al conocimiento de las ondas electromagnéticas, este conocimiento, junto con el desarrollo de la mecánica cuántica, permitió desarrollar en el siglo XX toda la tecnología de las comunicaciones comenzando por la radio y terminando con uno de los elementos que mejor resume los conocimientos científicos y técnicos de ese siglo: el teléfono móvil.



<http://particleadventure.org/spanish/cartoon1s.html>

Si le preguntamos a un científico ¿qué es el campo electromagnético? Quizás se enfade pues solemos tener bastante mal genio pero si le preguntas *cómo es*, te escribirá libros y libros y no sólo eso sino que, sabiendo cómo funciona, te construirá un teléfono móvil, quizás el resumen más popular de toda la ciencia y tecnología desarrollada principalmente en el siglo XX.

## 01.5 - Las apariencias engañan.

**El pensamiento científico: medida del radio de la Tierra.**

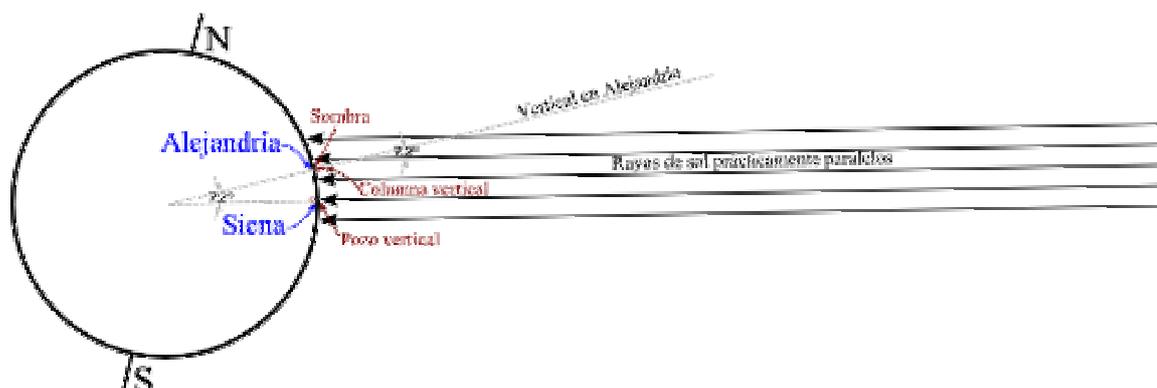
Se piensa que el homo sapiens sapiens tiene una existencia de unos 160 000 años, se tiene constancia de que el conocimiento científico comenzó hace unos 2500 años, habiendo permanecido estancado o retrocedido en muchos campos hasta el siglo XVII, Newton nace

en 1643, y sólo en el pasado siglo la tecnociencia alcanza un desarrollo significativo. ¿Porqué ha tardado tanto la humanidad en tener un conocimiento *razonable* de la Naturaleza? No vale sólo observar, hay que observar con espíritu crítico.

**El pensamiento científico: medida del radio de la tierra.**

*(Física Conceptual. Paul G. Hewitt. Cap. 1. Acerca de la Ciencia: El tamaño de la Tierra p.3)*

En Egipto fue donde Eratóstenes, geógrafo y matemático, midió por primera vez el radio de la Tierra aproximadamente en el año 235 a. C.



La calculó de la siguiente manera: sabía que el Sol está a la máxima altura del cielo a medio día del 22 de junio, el solsticio de verano. En ese momento, una estaca vertical arroja una sombra de longitud mínima. Si el Sol está directamente arriba, una estaca vertical no arroja sombra alguna, en Siena, los topógrafos midieron que se encontraba a unos 5000 estadios, unos 800 km, al sur de Alejandría, el Sol se refleja en el fondo de un pozo, el ángulo que forma una columna vertical y los rayos del Sol es de  $7.2^\circ$  que será el ángulo que forman los radios de la Tierra que pasen por ambas ciudades lo cual representa la cincuentava parte de la circunferencia por lo que ésta valdrá  $800 \times 50 = 40\,000$  km y por lo tanto el radio de la Tierra unos 6300 km, un resultado muy bueno, este es un buen ejemplo de pensamiento científico, de todos modos cualquier resultado debe contrastarse con varias experiencias dado que es muy usual hacer aproximaciones que no siempre serán buenas, en este caso la aproximación de que los rayos del Sol llegan prácticamente paralelos a la superficie de la Tierra ha resultado cierta confirmada por otras experiencias.

## 01.6 - El lenguaje de la Física. Los símbolos. Aprender a “ver”.

La piedra de Rosetta contiene un texto en tres tipos de escritura y su gran importancia radica en ser la clave para comenzar a descifrar los jeroglíficos, gracias a Thomas Young, Jean-François Champollion y otros estudiosos del antiguo Egipto.

Es una estela de granito negro, con una inscripción bilingüe de un decreto de Ptolomeo V, en tres formas de escritura: jeroglífica, demótica y griego uncial (es decir, escrita con letras mayúsculas).

Fue descubierta el 15 de julio de 1799 en el pueblo egipcio del delta del Nilo denominado Rashid, llamado por los franceses Rosetta, por el capitán francés Bouchard Pierre cuando las tropas capitaneadas por Napoleón Bonaparte se encontraban guerreando, contra las de Gran Bretaña, en las tierras de Egipto.



La piedra de Rosetta se exhibe en el Museo Británico, en Londres, desde 1802.

El texto escrito en griego comienza así: *Basileyontos toy neoy kai parabolontos tén basileian para toy patros kiryoy...* "El nuevo rey, habiendo recibido el reino de su padre..." Narra una sentencia de Ptolomeo V, describiendo varios impuestos que había revocado, ordenando además que la estela se erigiese y que el decreto fuese publicado en el lenguaje de los dioses (jeroglíficos), y en la escritura de la gente (demótica).

Los símbolos representan conceptos, si no conocemos el símbolo no entenderemos nada aunque el concepto que representa sea muy sencillo.



¿Reconoce estos símbolos? ¿es capaz de leer la siguiente expresión?

$$\nabla^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \mu\epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, t)}{\partial t^2}$$

¿Qué aspecto físico representa la anterior ecuación? Esta es una expresión en la que tenemos que saber interpretar los símbolos matemáticos y además “ver” lo que representa como descripción de un fenómeno de la Naturaleza que la Física lo describe mediante un modelo. ¿Hay alguna diferencia entre lo que “lee” un matemático y lo que “lee” un físico? En la expresión anterior “leemos” básicamente variación espacial segunda del campo eléctrico igual a variación temporal segunda, esto es una onda, en esta expresión “vemos” la luz.

## 01.7 - La Universidad como transmisora de una “larga” historia de cultura científica. El proceso de iniciación.

Todo lo que se va a mostrar es el resultado de muchas experiencias y pruebas que la humanidad ha realizado desde los comienzos de la existencia de la raza humana que se cree tiene menos de 200 000 años, en este período el conocimiento científico y técnico se ha desarrollado de forma extraordinariamente rápida desde hace tres siglos, siendo en el siglo XX en el que el desarrollo tecnológico se funde con el científico produciendo una rapidez del cambio muy grande, paradójicamente la cultura científica y técnica en grandes sectores de la sociedad es muy baja y, lo más preocupante, esta cultura se ha deteriorado en los niveles formativos de enseñanzas medias a la misma velocidad a la que se producen los avances

científicos y técnicos, el número de analfabetos en este campo ha aumentado si bien el número de personas preparadas en estos campos también ha aumentado, el nivel medio, a la vista de los conocimientos de las personas que acceden a la universidad, ha descendido así como el interés y la capacidad de esfuerzo.

### 01.8 - La Óptica, una parte modificada de la Naturaleza.

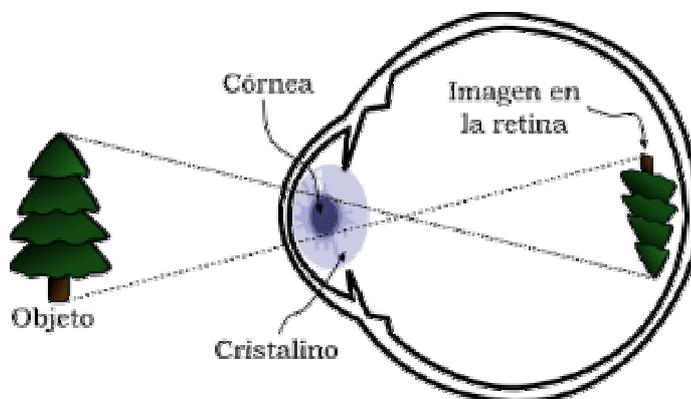
Si consultamos el diccionario de la Real Academia de la Lengua nos encontramos esta definición para la Óptica: *“Parte de la Física que estudia las leyes y los fenómenos de la luz”*, yo concretaría algo más, nos interesa la luz y su interacción con la materia que es transparente a la misma. La óptica aprovecha el conocimiento que tenemos de una parte de la naturaleza, la luz y su interacción con la materia, para modificarla en nuestro provecho y el de la ciencia. Óptico viene del griego *ὀπτικός*.



La información que recibimos de la Naturaleza se realiza a través de nuestros sentidos, el más potente de ellos es la vista, nuestros ojos detectan la luz y recibimos imágenes de la Naturaleza que nos rodea, conviene advertir que aunque este detector es muy eficaz solamente podemos percibir con el una pequeñísima parte de la misma, la mayor parte de la Naturaleza permanece oculta a nuestros ojos y a nuestros sentidos en general y aun la que percibimos con ellos nos pueden engañar, A la humanidad le ha costado miles de años admitir que la Tierra es de aspecto esférico y que forma parte de un sistema planetario.

### 01.9 - La Física de la Óptica: la luz, el ojo, las gafas.

Las ondas electromagnéticas fueron descubiertas por Maxwell a mediados del siglo XIX, este descubrimiento tuvo una base teórica, Maxwell era un gran matemático, jugando con las leyes que en aquel momento se conocían de los campos eléctricos y magnéticos llegó a la conclusión de que podían existir ondas electromagnéticas y también dedujo que estas debían propagarse con la velocidad de la luz por lo que la propuesta de que la luz es una onda electromagnética acabó por establecer que la luz era una onda y además el tipo de onda.



En 1801 el científico británico Thomas Young realizó un experimento histórico que demostraba la naturaleza ondulatoria de la luz,

El ojo es nuestro receptor de información de la Naturaleza más importante, detecta la luz que es una pequeña parte del espectro electromagnético. El ojo es un instrumento óptico compuesto por varias lentes y medios.

El ojo como sistema óptico.

### 01.10 - Imagen digital, pixels, resolución, unidad de información.



La resolución de una imagen es el tamaño más pequeño que puede distinguirse.



Al aumentar x4 la primera imagen se aprecia que está formada por cuadrados cada uno de los cuales es de un color, a esta unidad de imagen se llama píxel (*picture element*), elemento con básico con el que se construye la imagen, cuanto mejor es la resolución de una imagen mayor información contiene.

Veamos cómo podemos medir la información digital. Información es variación. La información de cada píxel viene dada por un número, en el ordenador la información se almacena físicamente por el estado, si-no 0-1, de un elemento, a esta unidad de información se le llama bit y 8 bits forman un byte que es un trozo de memoria apreciable, es suficiente para dar un código numérico a cada tecla de un teclado incluidas las mayúsculas, los números y la puntuación. Fue John Tukey (1915-2000) quien le dio nombre de la contracción de "binary digit". La información en un computador se almacena en ficheros y la cantidad de información se mide en píxeles, toda la información se puede medir independientemente del contenido del fichero, gráfico, de sonido, de texto.

Bits and bytes									
One byte stores 256 alternatives									
8 bits = 1 byte		4 bits		2 bits		1 bit	Decimal value	Number of alternatives	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	2	$2^1=2$
0	0	0	0	0	1	1	1	3	
0	0	0	0	1	0	0	0	4	$2^2=4$
0	0	0	0	1	1	0	1	5	
0	0	0	0	1	1	1	0	6	
0	0	0	0	1	1	1	1	7	
0	0	0	1	0	0	0	0	8	$2^3=8$
0	0	0	1	0	0	0	1	9	
0	0	0	1	0	0	1	0	10	
0	0	0	1	0	0	1	1	11	
0	0	0	1	1	0	0	0	12	
0	0	0	1	1	0	0	1	13	
0	0	0	1	1	1	0	0	14	
0	0	0	1	1	1	1	1	15	
0	0	1	0	0	0	0	0	16	$2^4=16$
0	0	1	0	0	0	0	1	17	
0	0	1	0	0	0	1	0	18	
0	0	1	0	0	0	1	1	19	
0	0	1	0	1	0	0	0	20	
0	0	1	0	1	0	0	1	21	
0	0	1	0	1	1	0	0	22	
0	0	1	0	1	1	0	1	23	
0	0	1	0	1	1	1	0	24	
0	0	1	0	1	1	1	1	25	
0	1	0	0	0	0	0	0	26	$2^5=32$
0	1	0	0	0	0	0	1	27	
0	1	0	0	0	0	1	0	28	
0	1	0	0	0	0	1	1	29	
0	1	0	0	0	1	0	0	30	
0	1	0	0	0	1	0	1	31	
0	1	0	0	0	1	1	0	32	$2^6=64$
0	1	0	0	0	1	1	1	33	
0	1	0	0	1	0	0	0	34	
0	1	0	0	1	0	0	1	35	
0	1	0	0	1	0	1	0	36	
0	1	0	0	1	0	1	1	37	
0	1	0	0	1	1	0	0	38	
0	1	0	0	1	1	0	1	39	
0	1	0	0	1	1	1	0	40	
0	1	0	0	1	1	1	1	41	
0	1	0	1	0	0	0	0	42	
0	1	0	1	0	0	0	1	43	
0	1	0	1	0	0	1	0	44	
0	1	0	1	0	0	1	1	45	
0	1	0	1	0	1	0	0	46	
0	1	0	1	0	1	0	1	47	
0	1	0	1	0	1	1	0	48	
0	1	0	1	0	1	1	1	49	
0	1	0	1	1	0	0	0	50	
0	1	0	1	1	0	0	1	51	
0	1	0	1	1	0	1	0	52	
0	1	0	1	1	0	1	1	53	
0	1	0	1	1	1	0	0	54	
0	1	0	1	1	1	0	1	55	
0	1	0	1	1	1	1	0	56	
0	1	0	1	1	1	1	1	57	
1	0	0	0	0	0	0	0	58	
1	0	0	0	0	0	0	1	59	
1	0	0	0	0	0	1	0	60	
1	0	0	0	0	0	1	1	61	
1	0	0	0	0	1	0	0	62	
1	0	0	0	0	1	0	1	63	
1	0	0	0	0	1	1	0	64	
1	0	0	0	0	1	1	1	65	
1	0	0	0	1	0	0	0	66	
1	0	0	0	1	0	0	1	67	
1	0	0	0	1	0	1	0	68	
1	0	0	0	1	0	1	1	69	
1	0	0	0	1	1	0	0	70	
1	0	0	0	1	1	0	1	71	
1	0	0	0	1	1	1	0	72	
1	0	0	0	1	1	1	1	73	
1	0	0	1	0	0	0	0	74	
1	0	0	1	0	0	0	1	75	
1	0	0	1	0	0	1	0	76	
1	0	0	1	0	0	1	1	77	
1	0	0	1	0	1	0	0	78	
1	0	0	1	0	1	0	1	79	
1	0	0	1	0	1	1	0	80	
1	0	0	1	0	1	1	1	81	
1	0	0	1	1	0	0	0	82	
1	0	0	1	1	0	0	1	83	
1	0	0	1	1	0	1	0	84	
1	0	0	1	1	0	1	1	85	
1	0	0	1	1	1	0	0	86	
1	0	0	1	1	1	0	1	87	
1	0	0	1	1	1	1	0	88	
1	0	0	1	1	1	1	1	89	
1	0	1	0	0	0	0	0	90	
1	0	1	0	0	0	0	1	91	
1	0	1	0	0	0	1	0	92	
1	0	1	0	0	0	1	1	93	
1	0	1	0	0	1	0	0	94	
1	0	1	0	0	1	0	1	95	
1	0	1	0	0	1	1	0	96	
1	0	1	0	0	1	1	1	97	
1	0	1	0	1	0	0	0	98	
1	0	1	0	1	0	0	1	99	
1	0	1	0	1	0	1	0	100	
1	0	1	0	1	0	1	1	101	
1	0	1	0	1	1	0	0	102	
1	0	1	0	1	1	0	1	103	
1	0	1	0	1	1	1	0	104	
1	0	1	0	1	1	1	1	105	
1	0	1	1	0	0	0	0	106	
1	0	1	1	0	0	0	1	107	
1	0	1	1	0	0	1	0	108	
1	0	1	1	0	0	1	1	109	
1	0	1	1	0	1	0	0	110	
1	0	1	1	0	1	0	1	111	
1	0	1	1	0	1	1	0	112	
1	0	1	1	0	1	1	1	113	
1	0	1	1	1	0	0	0	114	
1	0	1	1	1	0	0	1	115	
1	0	1	1	1	0	1	0	116	
1	0	1	1	1	0	1	1	117	
1	0	1	1	1	1	0	0	118	
1	0	1	1	1	1	0	1	119	
1	0	1	1	1	1	1	0	120	
1	0	1	1	1	1	1	1	121	
1	1	0	0	0	0	0	0	122	
1	1	0	0	0	0	0	1	123	
1	1	0	0	0	0	1	0	124	
1	1	0	0	0	0	1	1	125	
1	1	0	0	0	1	0	0	126	
1	1	0	0	0	1	0	1	127	
1	1	0	0	0	1	1	0	128	
1	1	0	0	0	1	1	1	129	
1	1	0	0	1	0	0	0	130	
1	1	0	0	1	0	0	1	131	
1	1	0	0	1	0	1	0	132	
1	1	0	0	1	0	1	1	133	
1	1	0	0	1	1	0	0	134	
1	1	0	0	1	1	0	1	135	
1	1	0	0	1	1	1	0	136	
1	1	0	0	1	1	1	1	137	
1	1	0	1	0	0	0	0	138	
1	1	0	1	0	0	0	1	139	
1	1	0	1	0	0	1	0	140	
1	1	0	1	0	0	1	1	141	
1	1	0	1	0	1	0	0	142	
1	1	0	1	0	1	0	1	143	
1	1	0	1	0	1	1	0	144	
1	1	0	1	0	1	1	1	145	
1	1	0	1	1	0	0	0	146	
1	1	0	1	1	0	0	1	147	
1	1	0	1	1	0	1	0	148	
1	1	0	1	1	0	1	1	149	
1	1	0	1	1	1	0	0	150	
1	1	0	1	1	1	0	1	151	
1	1	0	1	1	1	1	0	152	
1	1	0	1	1	1	1	1	153	
1	1	1	0	0	0	0	0	154	
1	1	1	0	0	0	0	1	155	
1	1	1	0	0	0	1	0	156	
1	1	1	0	0	0	1	1	157	
1	1	1	0	0	1	0	0	158	
1	1	1	0	0	1	0	1	159	
1	1	1	0	0	1	1	0	160	
1	1	1	0	0	1	1	1	161	
1	1	1	0	1	0	0	0	162	
1	1	1	0	1	0	0	1	163	
1	1	1	0	1	0	1	0	164	
1	1	1	0	1	0	1	1	165	
1	1	1	0	1	1	0	0	166	
1	1	1	0	1	1	0	1	167	
1	1	1	0	1	1	1	0	168	
1	1	1	0	1	1	1	1	169	
1	1	1	1	0	0	0	0	170	
1	1	1	1	0	0	0	1	171	
1	1	1	1	0	0	1	0	172	
1	1	1	1	0	0	1	1	173	
1	1	1	1	0	1	0	0	174	
1	1	1	1	0	1	0	1	175	
1	1	1	1	0	1	1	0	176	
1	1	1	1	0	1	1	1	177	
1	1	1	1	1	0	0	0	178	
1	1	1	1	1	0	0	1	179	
1	1	1	1	1	0	1	0	180	
1	1	1	1	1	0	1	1	181	
1	1	1	1	1	1	0	0	182	
1	1	1	1	1	1	0	1	183	
1	1	1	1	1	1	1	0	184	
1	1	1	1	1	1	1	1	185	
1	1	1	1	1	1	1	1	186	
1	1	1	1						

### 01.11 - La medida, números, precisión, medidas indirectas, la calculadora.

Medir es comparar, precisión, como hemos visto, es la menor medida que podemos hacer con un medidor, al escribir la medida se suele indicar la precisión poniendo el símbolo  $\pm$  la precisión, por ejemplo si medimos con una regla que aprecie milímetros podríamos dar una medida como

$$12,3 \pm 0.1 \text{ cm o } 123 \pm 1 \text{ mm}$$

¿tendría sentido que en esta situación se diera una medida de 12,32 cm?

Actualmente poca gente mide distancias con una regla o la masa mediante una balanza con pesas, los aparatos de medida suelen tener una ventana en la que nos aparecen una serie de dígitos, la precisión en estos casos viene dada por el último dígito.

En muchos casos obtenemos resultados realizando operaciones matemáticas, por ejemplo medimos un espacio,  $12,3 \pm 0.1 \text{ cm}$  y un tiempo,  $5.2 \pm 0.1 \text{ s}$  ¿cuál sería la velocidad?. Actualmente las medidas obtenidas indirectamente mediante cálculos se realizan con la ayuda de una calculadora que nos dará un número de cifras dependiendo de los dígitos que tenga su pantalla ¿serán significativas todas estas cifras?

### Nuestros objetivos

Objetivo prioritario: Conocer lo mejor posible LA LUZ

Efectos colaterales

- Aprobar la asignatura.

... persistentes

- Recuperar la capacidad de sorpresa.
  - Recuperar la fase infantil del ¿Porqué? La curiosidad.
  - Aprender a pensar científicamente.
  - Leer matemáticas.
  - Aprenderemos a “ver” la Naturaleza y nuestro entorno.
- .... y, probablemente, nos ayudará a ser más felices.

### Cuestiones

¿Qué parte de la Física le interesa de modo especial al óptico?

¿Qué palabras se ajustan mejor al concepto de Física?

¿Cuál es el fenómeno de la Naturaleza que ha resultado “más sencillo” de describir bajo el punto de vista científico, y el más complicado?

¿Qué lenguaje utiliza la Física y porqué?

¿En qué se parecen y en qué se diferencian la luz y el laser?

¿Cómo se mide la información digital?

¿Cómo se expresa una medida?