

# GUÍA INICIÁTICA TÉCNICAS EXPERIMENTALES I v1.0

Zigor Marroquín Martínez

25 de febrero de 2024

## Resumen

La idea de este documento es compartir con los nuevos alumnos de la asignatura mis experiencias cursándola durante tres años [sig]. A mí al menos me surgieron muchísimas dudas al comenzar con el L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X o con la realización de las gráficas, por ejemplo, y creo que explicar cómo abordé yo el estudio de la asignatura y la realización de las prácticas y sus correspondientes memorias podrá seguro ayudar a alguien.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tengo 46 años y soy Ingeniero Industrial. Trabajo para una empresa del mundo de la construcción y estudio el Grado de Física por placer. Dudo que al ritmo que voy -un par de asignaturas al año de media- la consiga terminar, así que mi objetivo no es aprobar. Mi objetivo es aprender y disfrutar del estudio de todas las asignaturas que pueda cursar.

Quede constancia de que desde siempre me gustó programar y los ordenadores, por si sirve de dato a la hora de explicar las elecciones que tomé y expondré más adelante.

Estoy cursando la carrera en Madrid, Centro Asociado Las Tablas. Realicé las prácticas en el Centro de Las Rozas.

Aunque soy usuario principalmente de PC, me propuse realizar toda la carrera con un MacBook que acaba de adquirir, para coger soltura.

Al comenzar con el estudio de esta asignatura, me encontré con un montón de incógnitas. ¿Cómo me apunto al grupo de prácticas? ¿Qué llevo a las prácticas? ¿Hago los informes en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X o no me lío tanto? ¿Qué es L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X exactamente? ¿Cómo lo instalo? ¿Qué editor uso? ¿L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X o mejor LyX? ¿Y las gráficas, cómo las hago para que me queden chulas? Y muchas otras..

Así que pensé que tras aprobarla, y en la medida de mi disponibilidad, redactaría una pequeña guía de ayuda, compartiendo mis experiencias, por si podían ahorrar un tiempo precioso que yo ya perdí a otr@s alumn@s. Ya os digo que voy fatal y que no me va a dar la vida para hacer esta guía con la dedicación y pulcritud que me gustaría, pero viendo que el segundo cuatrimestre ya avanza, he pensado que es mejor poder tener algo para los alumnos que ya comienzan

con la asignatura, que por pasarme de perfeccionista, no terminarla hasta el curso que viene.

Así que aquí tenéis la versión v1.0 de esta guía, que espero mejorar para cursos próximos.

También os adjuntaré:

- Un ejemplo de una memoria completa realizada con  $\text{\LaTeX}$  y su compilación PDF, correspondientes a una de las prácticas que hice yo en su momento.
- Un archivo de script para poder realizar gráficas chulas, luego os lo cuento con más detalle.
- Documentación diversa que encontré por ahí y me fue muy útil. Nada de miles de ZIPs y carpetas con archivos, cuatro cosas que seguro os vendrán bien y usaréis. Ya he perdido tiempo yo seleccionando, ahorrémoslo a vosotros! :)

Sólo os pediría a cambio que no fusiláseis mi trabajo de arriba abajo, pensad que si lo hacéis más de uno os pueden cazar, y supongo que traería consecuencias :P

Por último, y lo más importante sobre todo: ésta es una guía de opinión pura y dura, es cómo afronté yo la asignatura y qué decisiones tomé, teniendo en cuenta cómo me gusta hacer a mí las cosas y qué quería aprender durante su realización. Por ejemplo, yo elegí  $\text{\LaTeX}$  frente a LyX, y habrá mucha gente que en cambio preferirá LyX. No es mi opinión mejor que la de nadie, es simplemente la mía, espero que te sirva al menos para tener un punto de vista y poder compararlos con otros :) Pero al menos no empiezas de cero, como me pasó a mí :P

Ánimos!

Por si a alguien le interesa, dediqué tres cursos a aprobar la asignatura, porque me encantaba y quería hacer todo -memorias, gráficas, examen, etc- lo mejor posible, aprendiendo y barajando todas las diferentes opciones de llevar a cabo cada tarea. Obtuve finalmente una nota de 9'5 en la asignatura (9'3 en las prácticas, 9'7 en el examen, la PEC no la hice ese último año, vaya hombre).

NOTA: al final lo cuento con más detalle en un apartado específico, pero por si no llegas hasta allí y ya te han entrado ganas de agradecerme el esfuerzo invitándome a un trago, puedes hacerlo pulsando [AQUÍ](#). Muchas gracias! :)

## 2. PRÁCTICAS

### 2.1. GRUPO DE PRÁCTICAS

Como ya he contado, yo curso la carrera desde Madrid. Centro asociado, Las Tablas. Realización de las prácticas en Las Rozas. El procedimiento que yo he seguido para apuntarme al grupo de prácticas ha sido:

- Llamar al teléfono de contacto de mi centro asociado. Preguntar por la realización de las prácticas del Grado de Física.

- Ellos me han dado el teléfono de contacto al que debía llamar, si mal no recuerdo.
- En ese número de teléfono me informan de cuándo saldrán los grupos en la web, en el apartado de 'Prácticas' del curso virtual.
- Estás un poco pendiente y más o menos en las fechas que te han dicho, van apareciendo los diferentes grupos en los que apuntarse. Te apuntas en el que te venga mejor.
- OJO! Si mal no recuerdo, NO aparecen todos los grupos a la vez ni el primer día, por lo que si las fechas que te proponen no te convencen o te resultan incompatibles, pronto saldrán otras.

Mi consejo, o al menos lo que hice yo, fue apuntarme en las fechas más cercanas posible, ya que de esa manera te quitas las prácticas cuanto antes y te puedes centrar en el estudio de la asignatura.

Ojo, que el tiempo para presentar las memorias de las prácticas es igual para todos. UN MES (es muy poco) desde que terminas la última práctica en el laboratorio. Pero no nos engañemos, si se te junta al final del cuatrimestre la realización de las memorias con el estudio del examen, mala cosa.

## 2.2. PREPARACIÓN PRÁCTICAS

- **Leerse las prácticas antes de ir al laboratorio:** es indispensable leerse las prácticas con cierto detenimiento antes de proceder a su realización en el laboratorio. La explicación por parte de los profesores es alguna vez mejor y alguna vez peor.. también algunas de las prácticas son más largas y complicadas que otras, y al final el tiempo en el laboratorio (aproximadamente 4 h por práctica) pasa volando. Pensad que habrá 6-8 grupos de estudiantes a la vez, y que el profesor ha de ir uno por uno explicando la realización de cada práctica. Si sois el 6º-8º grupo en recibir la explicación y no habéis empezado aún con la práctica, igual ya habéis perdido 1 h entera.
- **Preparar tablas de toma de datos:** todos los datos y medidas tomados en el laboratorio se han de ir apuntando para después, en casa, aplicando las correspondientes fórmulas, obtener los resultados pedidos en los guiones de las prácticas. Si después de leerte -y entender- los guiones en casa te preparas unas tablas de toma de datos antes de ir al laboratorio (Excel o Google Sheets mucho mejor que escribir en un cuaderno / tablet), el trabajo in-situ será mucho más rápido y sencillo. Apuntar a mano en un cuaderno / tablet es de locos, tendrás que apuntar muchísimos datos y acabarás haciendo una chapuza. Tener tus tablas -a ser posible incluye LAS UNIDADES en los títulos de cada columna- preparadas te ahorrará el precioso tiempo de prepararlas allí mismo, y sobre todo evitará que se te olvide tomar algunos datos.

- **Incluir en las tablas el post-procesado de datos (cálculo de resultados):** todos los datos que se toman servirán para posteriormente calcular los resultados pedidos en los enunciados de las prácticas. Eso implicará transformar las tablas de tomas de datos de las que hemos hablado en el apartado anterior en tablas tipo Excel / Google Sheets y, añadiendo fórmulas y diferentes filas y columnas, procesar los resultados y obtener medias, magnitudes resultado, errores, etc. Creedme que es bastante el trabajo a hacer. Si ya tenemos esa capacidad de procesamiento implementada en las tablas de toma de datos antes de la realización de las prácticas (trabajo que igualmente habrá que hacer a posteriori), al ir apuntando los datos obtenidos en el laboratorio podemos ir viendo si los resultados tienen sentido y estamos realizando las medidas correctamente, o si algo está fallando. Si nos damos cuenta de que hemos tomado los datos mal un par de semanas después en casa, no podremos repetir la práctica y, por lo tanto, no podremos solucionarlo.

## 2.3. REALIZACIÓN PRÁCTICAS

- Como ya os he comentado antes, lo ideal es apuntar las medidas directamente en un ordenador con Excel o Google Sheets. Uno del grupo realiza la práctica, y el otro le ayuda y va apuntando los resultados. Yo recomendaría que el más manitas realice la práctica, y que el más ordenado y escrupuloso apunte los resultados. Así los datos estarán mejor obtenidos y también más ordenados a la hora de posteriormente trabajar con ellos.
- **Tomar fotos!!!:** en los guiones de las prácticas aparecen ennumerados al principio los instrumentos y elementos que se necesitarán para hacer cada práctica. Una foto de cada uno de ellos deberá (o debería) incluirse en la memoria de la práctica realizada, así que antes de hacer cualquier otra cosa, yo recomiendo tomar una foto por separado de cada uno de los instrumentos / elementos indicados. Así mismo, una vez realizados los montajes necesarios, foto al canto. Y durante la realización de la práctica, alguna foto con el montaje funcionando y también fotos en las que se vean resultados conseguidos / prácticas correctamente realizadas.
- **Apuntar ERRORES** de los instrumentos de medida y de los elementos que los tengan (resistencias, condensadores, etc). Será necesario declararlos en la memoria, y los necesitaremos para el cálculo de las magnitudes pedidas (mediante propagación lineal de errores).
- **Repaso de todo al de pocos días de la realización de cada práctica:** con las prisas inherentes al trabajo en el laboratorio (al final, los días de prácticas se hacen largos y al de 6-7 horas hay ganas de terminar y largarse), veréis como al revisar las prácticas en casa habrá muchas cosas que se nos habrá olvidado apuntar. Si esta revisión la haces al día siguiente o un par de días después, podrás completar lo que te falte fácilmente porque te acordarás. Si no las miras hasta el mes siguiente, estás muerto XD

## 2.4. POST-PROCESADO PRÁCTICAS

Por supuesto, ha de hacerse en Excel o Google Sheets. Serán muchísimos cálculos y propagaciones de errores, regresiones lineales, etc..

Recomiendo antes de nada pasar todos los datos a unidades del Sistema Internacional, que es como funcionan las fórmulas y muchas constantes.

Yo nunca usé las fórmulas de regresión lineal que vienen integradas en Excel ni de Google Sheets; 'mejor ajuste a una recta' se llaman o algo así. Yo me programé el método que indica el libro de texto (tardas.. una hora, dos como mucho, no es más que hacer la misma tablita que te dan de ayuda en los exámenes), y después lo copiaba de un lado a otro para cada práctica o cada vez que lo necesitaba, y al menos a mí me gustó mucho más hacerlo así. Así sabes lo que haces, y que los valores de pendiente, ordenada en el origen, y sus errores, están bien calculados. Así te vale tanto para Excel como para Google Sheets, y para toda la vida oiga!

## 3. TEORÍA

### 3.1. PEC

La PEC, los dos años que yo la realicé, constaba de 9 preguntas tipo test relativamente sencillas (más teniendo en cuenta que se hace desde casa y se puede consultar el libro) y de un ejercicio en el que se dan una serie de medidas experimentales, y hay que calcular errores, medidas indirectas (con propagación lineal de errores) y la típica gráfica, barras de error incluidas.

Yo recomiendo fervientemente hacerla, ya que es muy similar al examen de final de la asignatura, y así te entrenas. Además de conseguir un poco de nota extra que podría ser muy útil a final de curso (yo me quedé sin matrícula de honor en la asignatura porque se me pasó la fecha de hacer la PEC, y no pude sumar ese medio puntito que me faltaba).

### 3.2. EXAMEN

El examen, si mal no recuerdo, es algo parecido pero con únicamente 5 cuestiones teóricas (respuestas con cuatro opciones tipo test), y el típico ejercicio de cálculo de medidas indirectas, ajuste cuadrático de los datos y representación gráfica con barras de error.

## 4. MEMORIAS

### 4.1. ÍNDICE

Es muy importante seguir el índice a rajatabla, ya que la presentación de los experimentos y sus resultados en la vida real se realiza así. Yo hice un mix entre el recomendado en los apuntes y el utilizado en la memoria ejemplo, más alguna aportación de mi propia cosecha.

Os dejo aquí los apartados que incluía yo en mis memorias. No obstante, como ya os he comentado, os comparto también, en el repositorio donde dejaré esta guía, una práctica completa para que la tengáis de ejemplo.

- **Resumen** (*abstract*, en castellano). Incluyendo *Palabras Clave*.
- **Introducción**: se indica el objetivo de la práctica, cómo se llevará a cabo y la base teórica.
- **Fundamento teórico**: se explica sucintamente la teoría que se ha utilizado para la realización de la práctica.
- **Dispositivo experimental**
  - Montajes experimentales
  - Material empleado
- **Procedimiento y resultados**: se incluye un apartado por cada una de las medidas que se pide realizar en el guión de la práctica. Se reflejan los datos obtenidos Y SUS ERRORES en tablas. Se calculan y ofrecen los resultados. Se explica cómo se ha realizado el cálculo de los errores.
- **Conclusiones**: cada uno las suyas, aunque la conclusión sea '*el experimento se ha realizado mal ya que no se han obtenido los resultados esperados*'.
- **Cuestiones**: las planteadas por los docentes en el guión de cada práctica.
- **Referencias**: la bibliografía en las memorias de prácticas no se denomina *Bibliografía*, sino *Referencias*.

## 4.2. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X O NO L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X? O QUIZÁS LyX..

Hay que terminar el Grado de Física sabiendo presentar documentos en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Esto puede hacerse bien aprendiendo a escribir (programar) en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, bien utilizando el editor de texto LyX, que es una especie de 'procesador de texto' de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Ya que había que aprender L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X antes o después, y como además no tenía prisa alguna por aprobar la asignatura y me encantaba lo profesionales que quedaban los informes en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, decidí que yo presentaría mis memorias en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Tenía entonces que decidirme entre L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X o LyX. Investigué y pregunté antes de probar uno u otro. Hubo gente que me recomendó LyX, gente que estaba ya en 3° - 4° de carrera, y que había hecho todo lo que necesitaba ser presentado en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X con el software LyX.

Así que me decidí a probarlo. Lo instalé sin mucho problema en mi MacBook, y empecé con algún tutorial que conseguí por internet.

NOTA: esta guía no profundizará en la instalación de software, pero si mal no recuerdo, antes de trabajar con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X en local en cualquier ordenador, es

necesario instalarse una 'distribución' de  $\text{\LaTeX}$  para que el ordenador pueda trabajar con ese lenguaje. Creo que la más común para IOS era MacTex y para Windows, MikTex.

No me gustó LyX. A pesar de tener una interfaz tipo Microsoft Office, atajos para muchas cosas, un editor bastante chulo de ecuaciones, etc.. no conseguía hacer algunas cosas, me tenía que ir al visor de código muchas veces para insertar caracteres raros (acentos, letras griegas, cosas así), me daban problemas las tablas y las fotos.. no sé, yo al menos no le pillé el punto.

Como aficionado a los ordenadores y a la programación que soy, desde siempre me ha gustado el 'bajo nivel' y tener yo el control de las cosas. Mejor modo texto que interfaz de ventanas, mejor saber qué haces que no pulsar un botón y ver qué pasa.

Así que ese año ya me rendí, y espere a matricularme al año siguiente para volver a la carga, pero esta vez ya con  $\text{\LaTeX}$  directamente.

Pero.. dónde escribo en  $\text{\LaTeX}$ ? Pues hay un montón de editores, lo mejor es que busques en internet e investigues. Eso hice yo. Al final, me quedé con dos opciones:

- **Overleaf:** editor on-line. Puedes hacer un upgrade a cuenta de pago, pero yo he trabajado en todo momento con la cuenta gratis, sin restricción -de momento- alguna. No tienes que preocuparte de instalarte la 'distribución' de  $\text{\LaTeX}$ , ni de actualizar nada, y te da lo mismo usarlo desde un Mac que desde un PC o desde Linux. Tienes acceso a los documentos desde cualquier ordenador del mundo. La interfaz de trabajo es cómoda y limpia.
- **TexStudio:** similar a TexMaker, pero alguna cosa leí en algún sitio que me hizo decantarme finalmente por TexStudio. Miles de opciones, menús y ventanas, aunque realmente apenas hay que utilizar ninguna -para hacer cosas básicas como las que hacemos nosotros, me refiero-. Requiere instalar la 'distribución' correspondiente de  $\text{\LaTeX}$  dependiendo del sistema operativo que tengas.

Si no te quieres liar, y a estas alturas de la guía yo creo que ya vas viendo que la asignaturita de marras va a dar más guerra de la que pensabas, yo me decantaría por Overleaf.

Yo acabé usando Overleaf y he quedado encantado. Eso sí, he de decir, que las memorias finales las compilé desde TexStudio, por que ¡oh misterios de la vida!, las gráficas quedaban más 'finas' compiladas desde TexStudio que desde Overleaf. Supongo que el paquete preparado para realizar dicha función es mejor en TexStudio, y está claro que habiendo tantos editores, ha de ser por algo, y han de tener diferencias. En mi caso, ésta fue una (la única que encontré, por otro lado).

Para aprender  $\text{\LaTeX}$  (yo venía de cero, no sabía absolutamente nada), me compré un curso en la plataforma educativa [Udemy](#), focalizado justamente en la realización de informes científicos, y fue maravilloso. Supongo que me costaría 10-20€, pero abarcaba todo lo que se necesitaba. Alguna cosa extra después la busqué por mi cuenta en foros o webs (aún no teníamos a CHATgpt), pero poco

más. Os dejo el link al curso, por si os interesa, en apartado correspondiente un poco más abajo.

### 4.3. GRÁFICAS

No me gustaban nada las que se obtenían con Excel o Google Sheets. No se podían personalizar muchas cosas, y sobre todo, me parecía muy 'guarro' pegarlas como imágenes en las memorias, con tamaños y tipos de fuente muy diferentes a las que usaba el propio documento de  $\text{\LaTeX}$ .

Así que me puse a investigar, y aquí también me recomendaron varias opciones (no las recuerdo, me suenan -puedo equivocarme- Python y MatLab).

Yo me quedé con GNUplot. Las gráficas se realizan con comandos y puede tirar para atrás de primeras, pero una vez tienes el 'script' (un 'script' es un archivo de texto que tiene un listado de órdenes todas juntas que después el programa ejecutará en orden cuando dicho 'script' sea llamado, para evitar tener que escribirlas todas una y otra vez), vas como un tiro y la verdad las gráficas quedan maravillosas.

Lo buscáis en internet, os lo instaláis, tenéis que ejecutarlo desde un terminal (si no sabéis cómo, preguntad a CHATgpt XD pero no es difícil, creedme), y probáis a ejecutar el script (creo que en la primera línea del mismo, comentado, aparece el comando que se ha de lanzar desde la línea de comandos para cargarlo).

Os dejo como os comentaba en el repositorio un script con una gráfica completa, un pequeño archivo de texto con todas las órdenes que yo usé y que se necesitan para hacer las gráficas de las memorias, y también un poco más abajo en este documento un link a un par de cursos de YouTube con los que aprendí yo (creo que con el que está en castellano y mis archivos tendréis suficiente).

## 5. LINKS - INFORMACIÓN INTERESANTE

- Curso Udemmy maravilloso (de pago, bastante barato) de informes científicos en  $\text{\LaTeX}$ :  [\$\text{\LaTeX}\$ desde Cero para Redacción de Artículos Científicos](#).
- Vídeo bastante completo en español de gráficas con GNUplot en YouTube: [GNUplot tutorial](#).
- Curso gráficas con GNUplot en YouTube: [GNUplot curso](#).

## 6. DESPEDIDA Y ¿NEGRONIS?

Ya es 25 de febrero de 2024 y o publico pronto esta guía, o no servirá ya de mucho para este curso. Así que paro aquí, y dejo para el año que viene mejorar y revisar muchas cosas.

Espero que estas páginas te hayan servido de ayuda para entender un poco mejor de qué va esta asignatura, qué opciones hay, y cómo afronté yo su estudio.



Espero también que el ejemplo de la memoria en  $\text{\LaTeX}$  y el script de GNUpot te faciliten la entrada en este mundo sin tener que pegarte horas y horas contra webs, foros, vídeos, etc.. como me tocó hacer a mí.

Espero por último que sirva de ejemplo, y tú también compartas cuando alguien te pida :) El conocimiento no debería ser propiedad de nadie.

Si tienes alguna duda, puedes buscarme en Telegram por el usuario @zigoreto. No prometo responder rápidamente, ni tener respuesta para todas tus preguntas, pero oye, si quieres intentarlo..

Quiero aprovechar también para disculparme por todos los errores que puedas encontrar en la guía. No dudes en comentármelo por Telegram y así los corregiré para la siguiente versión :)

Dejo por último de todo un link para que, si quieres, puedes, y sobre todo si esta guía te ha servido de ayuda y me quieres agradecer el tiempo y el trabajo dedicado y compartido, me invites a uno o dos o hasta cinco negronis! :) Sin compromiso alguno, esta guía y sus archivos de apoyo seguirán siendo gratis y públicos para siempre.

Puedes hacerlo pulsando [AQUÍ](#). Muchas gracias! :)

Eso sí, si te tiras al río y me invitas a cinco negronis o más, avísame por Telegram (@zigoreto) y te regalo un par de fórmulas de Excel programadas por mí que calculan el error con sus cifras significativas correspondientes (una, o dos en el caso de que la primera sea un 1), y trasladan el número de cifras significativas a la magnitud! :)

Ejemplo (en azul datos de entrada, en verde de salida):

Magnitud	Error	Magnitud*	Error*
211,4	57,25	210	60
Magnitud	Error	Magnitud*	Error*
98276	1751	98300	1800

Figura 1: Ajuste automático de cifras significativas magnitud-error.