

Física

Bandas de calificación de la asignatura

Calificación final:	E	D	C	B	A
Puntuaciones:	0-7	8-15	16-22	23-28	29-36

Ámbito y adecuación del trabajo entregado

Los muy diversos temas elegidos por los alumnos abarcan muchos campos de la física: es popular la mecánica (movimiento en un campo gravitatorio, colisiones, dinámica, movimiento rotacional en un plano inclinado, intercambios de energía, propiedades mecánicas de los materiales, tensión de una cuerda, oscilaciones de todo tipo, aerodinámica e hidrodinámica). Estos son algunos otros ejemplos: interferencia de las ondas sonoras, ondas, música y sonido, propagación de las ondas de radio, efecto de la presión del aire sobre el rozamiento por rodadura y sobre la elasticidad de las pelotas, efecto de la temperatura sobre las propiedades físicas de los materiales, emisividad de un filamento incandescente de una lámpara, astrofísica, comportamiento de la luz en concentraciones salinas acuosas, física del deporte (tenis, *squash*, surf, saltos de trampolín), células fotovoltaicas, magnetismo, inducción electromagnética, molinos de agua y motores térmicos.

Deben reconocerse la iniciativa, la creatividad, el empeño, la dedicación y la perseverancia de un gran número de alumnos, cuyos trabajos muestran múltiples aspectos de la investigación científica.

Las puntuaciones van desde excelente hasta —muy rara vez— elemental. La mayoría de las monografías se sitúan en la zona media del rango de puntuaciones, y son pocos los trabajos excepcionales o deficientes. Por lo general, las monografías adoptan un enfoque experimental; también se presentaron algunos ejemplos de monografías basadas en datos, simulaciones y estudios.

Las monografías excelentes se distinguen por un buen análisis de errores, lo que demuestra un buen conocimiento de los conceptos físicos subyacentes y evita los comentarios poco o nada pertinentes. Incluyen una investigación específica, clara, muy centrada y detallada, que se caracteriza por su originalidad y el toque personal del autor. Las monografías muy buenas incorporan un resumen teórico o conceptual sucinto, combinado con una pregunta de investigación cuidadosamente diseñada y el estudio correspondiente.

En algunas monografías flojas, la fundamentación física está incompleta. En algunos casos, la física aplicada por los alumnos está tan alejada de la realidad, que le resta solidez al trabajo o lo invalida (p. ej., cuando no se reconoce la energía rotacional, los momentos inerciales o los casos de aceleración no uniforme). Aun cuando quizá no estén en el programa de estudios, estos conceptos físicos son sin duda accesibles y comprensibles para un alumno del IB que lleve a cabo un mínimo de investigación de contexto.

Las pruebas muy flojas son improvisadas, descuidadas, triviales, superficiales, carentes de originalidad, poco conectadas con los conceptos físicos y su texto no se ha revisado.

Un número significativo de monografías son de naturaleza puramente empírica. El alumno se centra en obtener datos sobre un fenómeno dado y en proporcionar los parámetros de ajuste óptimo sin relacionarlos con la teoría física o sin realizar investigación del contexto. No se efectúa ningún análisis físico, ni se evidencia comprensión del evento en el sentido conceptual o matemático de un modelo.

Algunas pruebas son originales (por ejemplo, el diseño de una flauta de bambú, que incluye aspectos como las posiciones de los dedos sobre los agujeros, o la predicción y el análisis de los sonidos producidos). En el caso de las monografías sobre música, el desafío consiste en centrarse en los conceptos físicos pertinentes y no en aspectos subjetivos o psicológicos de la música. En cuanto a las monografías sobre deportes, el desafío radica en obtener las mediciones físicas pertinentes y en realizar un estudio físico, no estadístico. La biomecánica del movimiento humano es sumamente compleja.

Existe una tendencia a centrar la atención fundamentalmente en el equipo, el *software* (TRF), la obtención de datos o la elaboración de gráficos, en lugar de analizar los resultados e incluir los conceptos físicos pertinentes (modelo).

Las monografías basadas en estudios tienden a ofrecer un resumen de los últimos descubrimientos o teorías relacionados con un tema, con frecuencia de manera demasiado amplia o utilizando un lenguaje demasiado avanzado y sin aportes personales. El hecho de limitarse a informar no se corresponde con el propósito de la monografía, a la que el alumno debe aportar un toque personal y un valor añadido. La monografía debe presentar ideas que reflejen un pensamiento crítico, contraargumentos u otras opiniones.

Estos son algunos ejemplos de temas inadecuados que se presentaron en esta convocatoria: relatividad general, viajes en el tiempo, teoría de cuerdas, movimiento perpetuo, el dilema de la relatividad y la mecánica cuántica, implicaciones sociales de la física, percepción humana de la intensidad de la luz y un análisis demasiado complejo y muy general de los perfiles alares (aerodinámica).

Desempeño de los alumnos con relación a cada criterio

Criterio A: Pregunta de investigación

Por lo general, la pregunta de investigación es clara y apropiada. No obstante, un número significativo de preguntas de investigación son demasiado generales, no están suficientemente centradas y, en ocasiones, son simplistas. Existe una tendencia a elaborar monografías con poco margen para el desarrollo de una teoría o un modelo físico pertinente. En ocasiones, la pregunta de investigación parece cambiar entre el resumen, la introducción y la conclusión. Las buenas preguntas de investigación son muy específicas, accesibles y bien fundamentadas.

Criterio B: Introducción

Los alumnos aún tienen dificultades para expresar con objetividad la importancia o el interés; muchos dan su opinión personal sobre la importancia. Con demasiada frecuencia, se omite por completo un elemento clave de la introducción: los principios físicos relacionados con la pregunta de investigación. Tampoco se ofrece un resumen general de las ideas y los conceptos importantes, o la atención se centra en conceptos físicos secundarios más que en la propia pregunta de investigación. Rara vez el fenómeno se describe en función de esos principios. Este aspecto de la introducción debe diferenciarse del desarrollo teórico formal o del establecimiento de un modelo.

Criterio C: Investigación

La mayoría de los alumnos alcanzan el nivel de logro 3. Un buen número de monografías son investigaciones con una planificación buena o satisfactoria. Algunos alumnos consultan un número limitado de fuentes pertinentes u obtienen datos insuficientes, y de ahí que la monografía se confunda con un informe de la investigación para evaluación interna. Varios alumnos realizan su investigación sin la planificación ni los experimentos de control del caso. Como consecuencia, los problemas iniciales no se detectan a tiempo. Los inevitables fallos y problemas con los equipos son parte de la investigación. Los experimentos preliminares pueden ayudar a evitar problemas que, lamentablemente, solo se manifiestan en la fase de redacción. Es conveniente realizar algunos análisis a medida que se obtienen los datos para que el alumno pueda efectuar las mejoras necesarias en el equipo, la metodología y el conjunto de datos que deben recopilarse, de modo que llegue a un resultado mejor fundamentado. Por lo general, se tienen en cuenta las incertidumbres y las limitaciones, pero en un gran número de casos, no ocurre lo mismo con la teoría pertinente. Muchos alumnos describen de forma clara y completa el material, el montaje y el método, pero no siempre con suficiente detalle (p. ej., especificaciones de impedancia de los aparatos de medida, sondas o micrófonos para conectar a computadores, o el mecanismo de liberación en balística).

Un pequeño número de alumnos llevan a cabo sus trabajos experimentales en una universidad o en un laboratorio industrial. El uso de “cajas negras” que generan automáticamente tablas de datos y gráficos con análisis estadísticos puede hacer que sea

difícil para el supervisor y el lector juzgar el nivel de conocimientos y comprensión, originalidad y creatividad del alumno (criterio D: Conocimiento y comprensión del tema).

Los resultados son variados. Por un lado, un número considerable de monografías incluyen física cuantitativa pertinente y adecuada (la cual cumple una función clave en el análisis), y en ellas se observa una buena comprensión de esta. Por otro lado, cada vez es mayor el número de monografías que no incorporan teoría física o apenas lo hacen, y en ellas se advierte una clara tendencia a utilizar una sola hipótesis. Una investigación puramente empírica limita seriamente el nivel de conocimientos y comprensión de la física pertinente. Algunas monografías incorporan ciertos conceptos físicos pertinentes pero incompletos, una comprensión mediocre o una teoría general subyacente sin centrarse en la pregunta de investigación. A veces, se recurre a contenidos típicos de libro de texto como “relleno”, sin una conexión evidente con los elementos esenciales de la investigación. Esto puede hacer que el trabajo se convierta en un resumen de lecturas carente de sentido crítico. En la mayoría de las monografías se evidencia un cierto grado de conocimientos, pero no siempre hay indicios de comprensión. Es relativamente raro que se elabore una teoría personal. No obstante, algunos alumnos alcanzan un excelente nivel en la investigación, superando con éxito el desafío que se han impuesto de realizar investigaciones bastante avanzadas que van más allá de los requisitos del programa de estudios del IB. Una hipótesis, a menudo innecesaria y sin base científica, no puede sustituir a una teoría física pertinente o a un modelo a partir de cual puedan hacerse predicciones.

Criterio E: Argumento razonado

Un número relativamente reducido de trabajos desarrollan un argumento razonado y convincente, que guarda buena correspondencia con la pregunta de investigación. En otros trabajos más flojos, hay una tendencia a utilizar la expresión “es evidente que...”, sin aportar pruebas o datos que respalden tal evidencia, o sin contar con una base suficiente por no haber consultado fuentes. En otros casos, la ausencia de una teoría física limita el argumento y le resta solidez. Las limitaciones en la cantidad de datos obtenidos impiden a algunos alumnos desarrollar un argumento razonado y convincente. Hay casos en los que los alumnos llegan a conclusiones injustificadas partiendo de la teoría utilizada, y no a partir de las pruebas de la investigación presentada. Por lo general, las monografías presentan las ideas de manera lógica y coherente en relación con la pregunta de investigación, pero con algunos vacíos o de una forma parcialmente satisfactoria. Algunos alumnos vacilan a la hora de adoptar una postura clara y firme.

Criterio F: Aplicación de habilidades de análisis y evaluación apropiadas para la asignatura

Bastantes monografías excelentes presentan un análisis que incluye predicciones a partir de una teoría o un modelo físico, una buena cantidad de datos e información pertinente provenientes de publicaciones así como un tratamiento metódico de las incertidumbres y de cómo se propagan. La evaluación tiene en cuenta las limitaciones de la metodología y su impacto en la validez de los resultados. Los alumnos menos aventajados omiten uno o más de estos elementos (el primero de ellos, la teoría física, a menudo es un factor clave). Se desaprovechan muchas oportunidades para mostrar el análisis, el pensamiento crítico y las reflexiones del alumno, lo que podría lograrse al relacionar una afirmación o un valor con un

cálculo simple o con una comparación (p. ej., “¿qué pasa si...”, o “dado que..., en las condiciones restrictivas de... una estimación de la cota superior sería...”), con una situación comparable (p. ej., “esto puede relacionarse con... donde encontramos que...”) o con un punto de vista alternativo (p. ej., el análisis de la dinámica de fuerzas frente al intercambio de energía). Este tipo de expresiones permitirían destacar los conocimientos del alumno: ese es, precisamente, el objeto de la monografía.

Algunos alumnos utilizaron curvas de ajuste óptimo generadas por *software* sin un sentido crítico, dejando de lado tendencias evidentes. Existe la creencia, bastante habitual, de que el valor estadístico R es más importante que las predicciones de un modelo del fenómeno. Por ejemplo, se “prueban” diferentes ecuaciones de ajuste, se determinan parámetros y se juzga la adecuación de la relación solo a partir del valor R. Esto quiere decir que, a juicio del alumno, un buen ajuste empírico, fundado en una relación sin base física ni explicación científica, es superior a una relación física significativa, ya que la estadística es una mejor herramienta.

Algunos afirmaron categóricamente, sin ninguna justificación, que una relación era cúbica o exponencial. El *software* elimina gran parte del tedioso trabajo mecánico que implica la representación gráfica, pero hace que con frecuencia se preste una atención *insuficiente* a los datos y a sus incertidumbres. Ejemplos de esto son las rectas de ajuste óptimo que pasan por el origen de manera forzada e innecesaria, los datos lejanos a la recta de ajuste óptimo que se pasan por alto, etc. Un factor de preocupación real es el hecho de que el *software* permite hacer ajustes y estimar parámetros para diversas funciones automáticamente (por lo general, polinomios de grado n o a veces exponenciales), por lo que los alumnos ajustan a ciegas una función sin tener una justificación que se base en el modelo o incluso en la intuición. Esto no es ciencia. Un número considerable de alumnos son conscientes de las incertidumbres y se esfuerzan por tomarlas en consideración. Un poco más de información y orientación les ayudará a lograr esto de forma más eficaz y satisfactoria. Se reconocen las habilidades de los alumnos a la hora de utilizar el *software*. Una mejor orientación sobre su uso en el marco de la física hará que dichas habilidades sean más productivas.

La mayoría de los alumnos intentan realizar una evaluación con cierto éxito.

Criterio G: Uso de un lenguaje apropiado para la asignatura

Un número limitado de alumnos alcanzan la máxima puntuación en este criterio que presenta muchas facetas. El nivel del lenguaje y, por consiguiente, de la comunicación y de uso de vocabulario de física es con frecuencia satisfactorio o bueno. Entre otros puntos débiles se cuenta la omisión de definiciones de símbolos o la falta de coherencia en su uso y la falta o el mal uso de unidades para gradientes y valores constantes, así como la falta de precisión en las explicaciones. Solo se aceptan las unidades del SI. A menudo no se respetan las normas al escribir valores numéricos junto a sus unidades e incertidumbres. Por ejemplo, la omisión del espacio entre el valor numérico y la unidad o de la barra entre las unidades en expresiones compuestas (como la velocidad en m/s^{-1} y no en ms^{-1} , pues ms serían milisegundos). Escribir $F = (6,54 \pm 0,03)^n$ o $F = 6,54^n \pm 0,03^n$ es correcto, en vez de $F = 6,54 \pm 0,03^n$. Se espera que se usen potencias de diez en lugar de números con largas secuencias de ceros.

Es difícil valorar el uso del lenguaje propio de la física cuando la monografía incluye pocos conceptos físicos, o no los incluye en absoluto. A veces se utiliza un lenguaje coloquial o muy personal, lo cual debe evitarse. El lenguaje coloquial es inaceptable en un informe científico formal.

En general, es raro que una monografía resulte difícil de leer por falta de coherencia debido al nivel del lenguaje empleado. Aun cuando existan barreras lingüísticas (que deberían pasarse por alto hasta cierto punto), lo esencial a la hora de evaluar este criterio es la claridad y corrección de los conceptos físicos.

Criterio H: Conclusión

Un número limitado de monografías presentan una conclusión plenamente coherente con las pruebas, pertinente para la pregunta de investigación y en la que se tiene en cuenta el efecto de las incertidumbres y las limitaciones. Las conclusiones más sólidas sintetizaron con concisión los resultados y la discusión para responder con claridad a la pregunta de investigación. Además, en ellas se incluyen valores específicos (rango de las variables controladas, ajustes gráficos con parámetros, precisión y exactitud). Por lo general, algunas conclusiones no son claras porque el alumno expresa una conclusión contradictoria o incompleta en la que no se indican cómo influyen en los resultados el diseño experimental y la metodología (limitaciones e incertidumbres) o, posiblemente, la validez de las fuentes. A veces, la conclusión es incompleta debido al hecho de que se pasan por alto algunas partes esenciales del proceso de descubrimiento (no basta con escribir “se responde a la pregunta de investigación”) o no se mencionan, cuando corresponde, cuestiones no resueltas. Cuando un experimento arroja un resultado inesperado, la conclusión puede suponer un desafío aún mayor. Las conclusiones más flojas introdujeron nuevas ideas u observaciones en lugar de centrarse en los logros.

Criterio I: Presentación formal

La presentación es, en general, satisfactoria o buena, aunque fueron bastantes los alumnos que lograron una presentación de excelente calidad. En un buen número de monografías se notó un esfuerzo considerable, mientras que en algunos casos se evidenció muy poco.

Por lo general, se cumplen los requisitos relativos a los elementos formales (página de título, índice, numeración de páginas), aun cuando se penaliza seriamente a algunos alumnos que omitieron uno de ellos. Hay una clara tendencia a hacer un uso excesivo de los apéndices y, en menor medida, de las notas a pie de página. Las monografías excelentes no necesariamente tienen un apéndice. Los apéndices y las notas a pie de página no son una parte intrínseca de la monografía.

Material ilustrativo

Un buen número de monografías incluyen fotografías. Muchas veces, estas no tienen rótulos ni anotaciones, su composición es deficiente (en el fondo se ven equipos y objetos amontonados en desorden) y son oscuras y demasiado pequeñas (no muestran detalles suficientes), por lo que resultan más confusas que útiles. Es más eficaz utilizar un diagrama científico apropiado y con anotaciones (es decir, adecuado y detallado) de un montaje, en el

que se resalten algunas partes de ser necesario. Varios alumnos utilizan buenos diagramas científicos esquemáticos para ilustrar conceptos teóricos bien definidos; de este modo, se presenta la física de forma atractiva, se utilizan muchas menos palabras en el texto y se logra una mayor claridad. Las explicaciones resultan así más sencillas y concisas. Un buen número de alumnos numeraron y etiquetaron las tablas de datos y los gráficos, pero no siempre lo hicieron con todos ellos ni los citaron en el texto por su número.

Organización

Muchos alumnos presentan sus monografías como si fueran informes de evaluación interna, donde figuran instrucciones “al estilo de una receta de cocina” para el procedimiento y se incluye un gran número de pasos innecesarios. Basta con un diagrama con anotaciones, quizás acompañado de una foto, y unas pocas palabras que permitan al lector reconstruir el método. Las buenas monografías solo incluyen los elementos especiales pertinentes del material o del procedimiento. Además, algunas monografías dedican una o varias páginas a describir los montajes iniciales, cómo fallaron y qué ajustes se hicieron para el montaje final. Aun cuando esto a veces resulta interesante, no es necesario que se incluya en la monografía, que debe ser un “trabajo académico formal” revisado y corregido.

El cuerpo de la monografía debe ser comprensible por sí mismo, sin que sea necesario hacer referencia al apéndice (o a las notas a pie de página). Esto garantiza un flujo claro y continuo de las ideas. En las monografías bien presentadas, donde se requiere el uso de tablas de datos brutos y procesados múltiples y repetitivas junto con gráficos, los alumnos incluyen solo una *muestra* de estas en el cuerpo y ubican las otras en el apéndice. A veces, un cuadro sinóptico en el cuerpo de la monografía puede resultar muy útil. En raras ocasiones, los alumnos combinan múltiples gráficos en un único sistema de ejes, lo que permite condensar la presentación de los datos y resaltar de forma explícita las diferencias en los resultados y las relaciones.

Criterio J: Resumen

La mayoría de los alumnos incluyen los tres elementos requeridos. Numerosos alumnos logran la máxima puntuación en este criterio, pero en general la puntuación media es 1/2. El segundo elemento, que hace referencia a “cómo se realizó la investigación”, a menudo es incompleto y confuso (por ejemplo, se ofrece información sobre lo que se va a hacer, pero no sobre cómo se va a hacer). En algunos casos, se proporciona información genérica de la investigación en lugar de información específica. La conclusión, a veces, es limitada y aporta poca información sobre lo que realmente se logró, ya que no contiene valores, ecuaciones ni comparaciones con los datos publicados. En algunos casos, falta un elemento completo.

Criterio K: Valoración global

Las monografías excelentes se caracterizan por la curiosidad intelectual, la acertada elección del tema y de la pregunta de investigación, y contenidos sobre la física que muestran una reflexión perspicaz y una comprensión profunda. Asimismo, reflejan entusiasmo, perseverancia, determinación, compromiso personal, aporte de un valor añadido y cierto grado de creatividad. En la mayoría de los casos, el entusiasmo es evidente. Los alumnos muestran iniciativa intelectual y una profundidad en la comprensión que a veces superan el

promedio; sin embargo, la reflexión perspicaz a menudo es lo que menos se evidencia. El diseño o adaptación de un nuevo aparato, o la elección de un tema, demuestran la creatividad de muchos alumnos. A su vez, los experimentos que requieren mucho tiempo muestran su determinación y perseverancia. Por lo general, es claro cuándo un alumno realiza esfuerzos encomiables.

Recomendaciones para la supervisión de futuros alumnos

La elección del tema y de la pregunta de investigación es una decisión crítica y trascendental, que constituye un paso importante para realizar un trabajo de investigación interesante, ameno y productivo, que arroje resultados satisfactorios. Es necesario que el supervisor de la monografía asuma una actitud proactiva en las fases iniciales de esta, para garantizar que los alumnos piensen en desarrollar una investigación realista y prometedora. Es esencial detectar a tiempo aquellos casos en los que una investigación no será viable, para permitir que el alumno cambie de rumbo. La orientación durante el trabajo preliminar resulta decisiva. Las investigaciones que incluyen experimentos exigen un trabajo preliminar en el que salgan a la luz errores, fallos en el equipo y dificultades inevitables. El tema y la pregunta de investigación deben:

- Estar al alcance del alumno, ser muy concretos y reflejar las sugerencias que aparecen en la sección de la *Guía de la Monografía* correspondiente a Física. A menudo, un tema inicialmente complejo puede convertirse en una valiosa investigación experimental tras analizar algunas ideas para simplificarlo.
- Tener un contenido o modelo cuantitativo relacionado con la física que se corresponda con la pregunta de investigación, quizás inspirado en alguna publicación. Las predicciones que se realicen a partir del modelo serán una parte importante del análisis.
- Tener en cuenta los diferentes planteamientos que figuran en la sección de la *Guía de la Monografía* correspondiente a Física.
- Ser una ampliación de Física del IB y, en cuanto a su profundidad, más exigentes que una actividad práctica de evaluación interna.
- Evitar ser demasiado obvios; demasiado similares a una actividad práctica rutinaria para evaluación; generales, vagos o imprecisos; de naturaleza puramente empírica; demasiado ambiciosos, pretenciosos o muy especializados, hasta el punto de que requieran la construcción de equipos o un montaje considerable o que exijan instrumentación no disponible; de una naturaleza tal que no tengan un respaldo teórico en la física, que no tengan una respuesta razonable posible o que su respuesta ya sea de sobras conocida, que requieran equipos inadecuados, que exijan demasiado tiempo, que no impliquen compromiso personal ni den pie a la creatividad, o que tengan una cantidad de datos o un alcance limitados.

Fuentes posibles de ayuda además del supervisor de la monografía y los profesores de Física

- Profesores de matemáticas e inglés.
- Bibliotecario (quien proporciona acceso a fuentes fiables en la web y brinda orientación en cuanto a la presentación de referencias, citas bibliográficas y bibliografías, así como sobre la gestión de la información).
- Artículos de revistas científicas tales como *Physics Education* y *The Physics Teacher*. Esta es una forma rápida y *eficiente* de averiguar hasta qué punto el autor concreta el tema, cómo hace referencia a las tablas, diagramas o gráficos, y cómo estos, así como las ecuaciones, se organizan y presentan.
- *Guía de la Monografía* (sección general y la específica de Física).
- Informes generales de la Monografía (Física), tanto de la última como de anteriores convocatorias.

Lengua y comunicación

- Presentación y uso de Excel y otros programas informáticos. El análisis gráfico exige gráficos bien presentados. Excel puede resultar de gran utilidad si el alumno aprende cómo aprovecharlo al máximo y utilizarlo de manera apropiada en consonancia con las variables *físicas* pertinentes y los datos obtenidos:
 - Los ejes deben identificarse utilizando los símbolos físicos, o bien las variables empleadas en la monografía, con sus respectivas unidades. Evítese el uso de los símbolos x e y .
 - Se debe incluir un número suficiente de divisiones en ambos ejes, así como trazar líneas horizontales y verticales (las cuales se omiten a menudo) que permitan una fácil lectura de los datos.
 - En las ecuaciones generadas automáticamente en Excel se deben respetar las cifras significativas, mostrar los símbolos físicos empleados en la monografía y evitar cualquier elemento adicional que no se mencione en el análisis.
 - Se deben emplear gráficos de buena calidad y con un tamaño que facilite su lectura. Los datos deben distribuirse por todo el gráfico, en lugar de amontonarse en una esquina.
 - Evítese agregar elementos que no sean pertinentes (p. ej., valores negativos en los ejes que no tengan sentido).

- Normas

Parte del lenguaje científico consiste en escribir los valores numéricos con las unidades e incertidumbres apropiadas, al igual que con el espacio adecuado entre el valor numérico y las unidades. Es aconsejable y útil familiarizarse con las normas del SI.

- Las definiciones de los símbolos y términos deben proporcionarse en el pasaje del cuerpo de la monografía donde se introducen, *no* en un glosario de símbolos y términos ubicado junto al índice.
- No es necesario agregar listas de ecuaciones, diagramas, tablas y gráficos.
- Pauta general

Los alumnos tratan de comunicar su comprensión de un fenómeno, no solo una serie de mediciones y cálculos. La monografía debe redactarse teniendo en mente a otros alumnos como público posible.

Presentación formal

- Es conveniente utilizar el mismo tipo de letra y un estilo uniforme en toda la monografía.
- Gráficos generados mediante *software* (p. ej., gráficos TRF): es conveniente introducir los gráficos e identificar los ejes y demás elementos pertinentes que aparezcan en la pantalla o imagen. La imagen debe ser de buen tamaño, para facilitar su lectura. Lo mismo se aplica a los diagramas tomados de una fuente. En tal caso, la referencia a las fuentes debe aparecer junto al diagrama o gráfico, así como en la bibliografía.

Investigaciones realizadas en una universidad o un laboratorio industrial

- Las monografías basadas en este tipo de investigaciones realizadas por los alumnos, con la orientación de un supervisor externo, **deben** ir acompañadas de una carta de presentación donde se describa la naturaleza de la supervisión y el grado de orientación proporcionado (véase la sección correspondiente a Física en la *Guía de la Monografía*). Se espera que el alumno reconozca dicha ayuda.

Informes del supervisor

- Actualmente se redactan más informes con comentarios pertinentes en consonancia con el criterio K. Muchos hacen referencia a la entrevista final. Los examinadores leen con atención, tienen en cuenta y valoran mucho estos informes. Se espera que siga aumentando la producción de estos útiles informes.