

FÍSICA

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 16	17 - 28	29 - 39	40 - 50	51 - 59	60 - 70	71 - 100

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 15	16 - 26	27 - 37	38 - 48	49 - 57	58 - 68	69 - 100

Evaluación interna

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 27	28 - 31	32 - 37	38 - 48

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 27	28 - 31	32 - 37	38 - 48

Ámbito que cubre el trabajo entregado y medida en que fue apropiado

Tanto el rango como la idoneidad del trabajo presentado fueron muy apropiados. Los profesores tienen una sólida comprensión de lo que es esperable en los criterios de EI. Resulta claro que la mayoría de los colegios están ofreciendo programas prácticos comprensivos y variados, con investigaciones que abarcan los contenidos troncales del programa, los temas de ampliación de nivel superior y las opciones, así como otros contenidos fuera del programa. Tan sólo unos cuantos colegios hacen uso aún de guiones a rellenar o presentan investigaciones simplistas. Los proyectos del grupo 4 estuvieron en línea con la filosofía BI. Hay evidencia de que muchos estudiantes trabajan duramente y aprovechan sus estudios de física. Se evidencian las técnicas de las TIC y tan sólo en unos pocos colegios los estudiantes trazan los gráficos a mano.

Cuando el trabajo práctico no estaba en línea con los criterios de EI, era normal que correspondiera al criterio de planificación (a). Es necesario que las investigaciones de planificación sean de final abierto y que los estudiantes definan su propia pregunta de investigación. Las mejores investigaciones de planificación conciernen a la relación o función entre variables, no a la determinación de una constante conocida o a la confirmación de leyes conocidas.

Otras prácticas inapropiadas se refieren a la obtención de datos para el caso de una simulación radiactiva o a una simulación de la ley de Snell. No resulta apropiado (o al menos es difícil) aplicar el criterio de conclusión y evaluación cuando los profesores piden a los estudiantes que mejoren investigaciones estándar de los libros de texto, cuyos equipamientos y modos de proceder están bien probados.

En la mayoría de los casos, los colegios completaron correctamente el número de horas, los formularios 4/PSOW tenían las firmas requeridas de los candidatos y se completaron apropiadamente los restantes trámites burocráticos. En términos generales, la parte administrativa de la moderación de la EI transcurrió este año sin problemas.

Rendimiento alcanzado por los alumnos en cada uno de los criterios

Los resultados alcanzados por los estudiantes en los cinco criterios de evaluación fueron, en cierto modo, consistentes y en línea con los de años anteriores. En planificación (a), los estudiantes son muy competentes indicando preguntas de investigación. Proponer una hipótesis o predicción ha sido siempre difícil para los estudiantes, y los moderadores sólo esperan alguna idea inteligente (no necesariamente una sólida teoría científica). Así mismo, la selección de variables se hizo correctamente, pero ocasionalmente los estudiantes incluyeron constantes superfluas, como la gravedad.

Es necesario que los estudiantes definan cuidadosamente las variables. Cuando, por ejemplo, quieran medir la profundidad de un cráter formado por una bola que cae sobre una caja con arena, decir tan sólo la "profundidad del agujero" no es suficiente. ¿Cómo se mide y qué es exactamente lo que se denomina profundidad?

En planificación (b), los estudiantes mostraron una limitada pero aceptable variedad de enfoques para las propuestas del profesor. Eso era lo esperable. Normalmente, se dio una estimación sobre el ámbito y el alcance de los datos. En obtención de datos, los estudiantes mostraron consistentemente estar en buena forma científica y se dio claramente la estimación de la incertidumbre.

En procesado y presentación de datos muchos estudiantes mostraron un uso competente del software al trazar gráficas. Se recomienda el uso de las TIC y, en el nuevo currículo, es algo esperable. Los gradientes mínimo y máximo se utilizaron correctamente para determinar la incertidumbre del gradiente de una gráfica. Finalmente, como en años anteriores, escribir una buena conclusión y evaluación pareció ser una tarea difícil para los estudiantes. Raramente se abordó la evaluación del procedimiento, mientras que las limitaciones y debilidades se identificaron más fácilmente. La sugerencia de mejoras se hizo normalmente de manera pobre.

Lo que sigue proporciona detalles específicos sobre la moderación del trabajo de EI de los colegios.

A. Cuándo reducen las calificaciones los moderadores.

Planificación (a):

El moderador reducirá la calificación cuando el profesor indica la pregunta de investigación, la hipótesis y/o las variables independientes o las controladas. El moderador reducirá la calificación del aspecto respectivo hasta "n". Resulta aceptable un objetivo general si los estudiantes han modificado significativamente la propuesta o pregunta del profesor (e.g. haciéndola más precisa). El moderador reducirá la calificación cuando no se haya explicado la hipótesis o la explicación contradiga la teoría que se espera razonablemente conozca la media de los estudiantes de física del BI. El moderador concederá "p" al segundo aspecto.

Planificación (b):

El moderador reducirá la calificación cuando se da un guión que los estudiantes siguen sin modificarlo o cuando **todos** los estudiantes utilizan un método idéntico; en este caso, el moderador concederá n, n, n = 0. El moderador reducirá la calificación cuando el profesor otorga c, c, c pero resulta claro que los estudiantes han sido informados de los aparatos y materiales requeridos. El máximo que puede conceder el moderador es n, c, c = 2.

Obtención de datos:

El moderador reducirá la calificación cuando se entrega una tabla fotocopiada con encabezamiento y unidades que los estudiantes rellenan. La máxima que el moderador puede conceder es p, n = 0. Si el estudiante no ha registrado las incertidumbres de algún dato cuantitativo, el máximo que puede conceder el moderador en el primer aspecto es "p". Si el estudiante ha sido *repetidamente inconsistente* en el uso de cifras significativas, al registrar los datos, entonces lo máximo que puede conceder el moderador en el segundo aspecto es "p". En física, los datos son siempre cuantitativos. Dibujar las líneas de campo alrededor de un imán no forma parte de OD.

Procesamiento y presentación de datos:

El moderador reducirá la calificación cuando se haya proporcionado un gráfico con los ejes rotulados (o se ha informado a los estudiantes sobre las variables a representar), o los estudiantes han seguido un cuestionario estructurado para llevar a cabo el procesamiento de los datos. Lo máximo que el moderador puede conceder es c, n = 1. Si no hay evidencia de la propagación de errores (sólo NS) o del error aleatorio total estimado (NM), la calificación máxima moderada es c, p = 2. Debe recordarse que un gráfico de la línea de mejor ajuste es suficiente para determinar lo que se requiere respecto al error y la propagación de la incertidumbre.

Conclusión y Evaluación:

Si el profesor propone a los estudiantes preguntas estructuradas para provocar la discusión, conclusión y crítica, entonces, dependiendo de cómo estén enfocadas las preguntas del profesor y de la calidad de las respuestas de los estudiantes, el máximo alcanzable en cada aspecto que se haya guiado el estudiante es *parcial*. El moderador juzga simple y llanamente las aportaciones de los estudiantes. El moderador reducirá la calificación cuando el profesor otorgue c, c, c = 3 pero el estudiante haya indicado como única crítica que se le acabó el tiempo. Lo máximo que el moderador puede conceder es c, n, p = 1.

B. Cuándo no reducen las calificaciones los moderadores.

En los siguientes casos, el moderador mantiene la postura del profesor, pues es quien sabe qué puede esperar de sus estudiantes.

Planificación (a):

El profesor ha dado la variable dependiente o el estudiante no ha hecho mención de la variable dependiente (sorprendentemente, no figura en el descriptor del aspecto 3). El moderador no reducirá la calificación cuando discrepe de la hipótesis explicada, pero considere que es una aplicación razonable al nivel de conocimientos del BI. La física errónea no está penalizada. La explicación de la hipótesis es simplista, pero es la única posible dentro del contexto de la tarea. En este caso, el moderador apoyará al estudiante, pero proporcionará realimentación al profesor respecto a lo poco apropiado de la tarea para emitir hipótesis significativas. El moderador no reducirá la calificación cuando se han identificado claramente las variables independientes y controladas del proceso, pero no se han dado en lista aparte (se califica el informe como un todo y no hay obligación de redactarlo usando los aspectos como encabezamientos). Los moderadores no reducirán la calificación cuando haya una lista de variables y se advierta claramente en el procedimiento cuál es la independiente y cuáles están controladas.

Planificación (b):

El moderador no reducirá la calificación cuando para una tarea concreta se indican procedimientos similares, pero no idénticos palabra a palabra. El moderador hará un comentario en el impreso 4/IAF sobre lo inapropiado de la tarea. Los moderadores no califican solamente por la relación de materiales, sino que lo hacen también por su clara identificación en el procedimiento seguido.

Se recuerda que los moderadores consideran el informe como un todo. Los moderadores no insisten en que la precisión +/- de los aparatos se indique en la relación de aparatos. Ello nunca se ha especificado así a los profesores, aparte de que la idea de registrar las incertidumbres se considera en OD. Los moderadores nunca reducen la calificación de un profesor si no se relacionan los artículos habituales tales como gafas de seguridad o batas de laboratorio. Algunos profesores consideran vital enumerar cada uno de ellos, pero otros los consideran parte integral de todo trabajo de laboratorio y asumen su uso. En este punto, los moderadores apoyan la decisión de los profesores.

Obtención de Datos:

El estudiante ha sido inconsistente con las cifras significativas para el caso de un punto dato u omite las unidades en el encabezamiento de una columna, en un ejercicio completo de obtención de datos, posiblemente con varias tablas de datos. Si el moderador advierte que el estudiante ha demostrado que les ha prestado atención y ha cometido un error por descuido, entonces el moderador, aún así, puede respaldar la máxima calificación según la regla de que "completo no significa perfecto". Este es un principio importante puesto que a menudo los buenos estudiantes que responden completamente a una tarea extensa resultan injustamente penalizados, con más frecuencia que los estudiantes que abordan el ejercicio de manera simplista. El estudiante no verá reducida su calificación si no incluye alguna(s) observación(es) cualitativa(s) y el moderador considera que de ninguna forma podría haber sido obviamente relevante. El moderador no reducirá la calificación si no hay título en una tabla, cuando resulte obvio a qué se refieren los datos contenidos en ella. A menudo, los estudiantes llevan a cabo todo el trabajo duro de OD, pero no titulan las tablas, y el profesor

les reduce la calificación. Con la excepción de investigaciones extensas, resulta normalmente una evidencia a qué se refiere la tabla y la parte del encabezamiento "Datos Brutos" es suficiente. De nuevo, "c" no significa perfecto.

Procesamiento y Presentación de Datos:

Lo que se espera en el tratamiento de errores e incertidumbres en física se describe en la Guía y en el MAP 1. No se espera que los candidatos de nivel medio procesen las incertidumbres en los cálculos. Sin embargo, pueden proporcionar información sobre la incertidumbre mínima, basándose en la última cifra significativa de una medida, así como sobre la precisión que indica el fabricante. Pueden hacer estimaciones sobre las medidas compuestas (\pm la mitad del rango entre las mediciones final e inicial) y realizar conjeturas razonables sobre las incertidumbres en el método de medida. Si las incertidumbres son suficientemente pequeñas como para ser ignoradas, los candidatos deberán informar de ese hecho.

En PPD, los candidatos de nivel superior deberían ser capaces de expresar las incertidumbres como fracciones y como porcentajes. Así mismo, deberían poder llevar a cabo la propagación de incertidumbres a lo largo de un cálculo. Los gradientes mínimo y máximo deberían trazarse sobre los gráficos utilizando barras de incertidumbre (usando el primero y el último de los puntos-dato) únicamente en el caso de una variable.

Tanto en el caso de OD como en el de PPD, si los estudiantes han intentado claramente considerar o propagar las incertidumbres (según sea NM o NS), los moderadores apoyarán lo concedido por el profesor, aún si consideraran que el estudiante podría haber hecho un esfuerzo más complejo. Los moderadores no sancionan a un profesor o a un alumno si el procedimiento no coincide con el que se enseña i.e. las incertidumbres de una balanza de precisión de un solo platillo se han dado como $\pm 0,01g$, cuando se puede pensar que si se considera la tara del pesaje debería duplicarse. La moderación no es el momento ni el lugar adecuado para establecer el protocolo que resulte apoyado por el BI.

Conclusión y Evaluación:

A menudo, los moderadores aplican el principio de completo no significa perfecto. Por ejemplo, si el estudiante ha identificado las fuentes más relevantes de error sistemático, el moderador puede apoyar lo concedido por el profesor, aun si le es posible identificar alguna fuente adicional. Los moderadores son algo más críticos en relación con el tercer aspecto que con las modificaciones asociadas a las citadas fuentes de error. Si el moderador advierte que una tarea resultó demasiado sencilla como para representar verdaderamente el espíritu del criterio, hace el oportuno comentario en el 4/IAF respecto a lo inadecuado de la tarea, dando completa justificación de las medidas que deben tomarse al respecto, pero el moderador no necesariamente reduce la calificación del estudiante. En consecuencia, los estudiantes pueden obtener altas calificaciones en OD o PPD con un breve trabajo en base a datos limitados, pero si los estudiantes han cumplido con los requerimientos de los aspectos dentro de ese pequeño rango, el moderador mantendrá las calificaciones del profesor.

C. Moderación y TIC

El BI anima a que se utilicen programas de registro de datos en el trabajo evaluado. La clave a seguir es que hay que evaluar a los estudiantes por su contribución personal a la tarea evaluada. Para juzgarlo, los moderadores han de ser guiados por el profesor, quien conoce exactamente lo que los estudiantes son capaces de hacer. Para más detalles, véase "Uso de TIC" en la *Guía de Física*, páginas 30 a 33. El moderador aplica los estándares habituales

respecto a lo esperado en presentación de datos (unidades, incertidumbres, etc.) y gráficas (líneas de mejor ajuste, rotulado de ejes, escalas adecuadas, etc.).

Recomendaciones para la enseñanza de candidatos futuros

La recomendación más importante para los profesores es que pongan en práctica el nuevo programa para el primer examen de mayo de 2009 (o en noviembre de 2009). Se ha modificado el programa y el tratamiento de errores e incertidumbres se ha planteado en común para los estudiantes de ambos niveles, medio y superior. Ello significa que lo que se espera en EI a propósito del tratamiento de errores se aplicará tanto a los estudiantes de NM como a los de NS. El nuevo formato de EI es una simplificación del anterior sistema, reemplazando los cinco criterios por tres y eliminando el papel desempeñado por la hipótesis. Esto significa que los estudiantes pueden llevar a cabo verdaderamente investigaciones de final abierto. El proyecto del grupo 4 se ha revisado y se empleará solamente para la evaluación de las aptitudes personales. Las técnicas de manipulación se evaluarán sumativamente. Se recomienda a los profesores que visten el CPL y estudien las diez muestras de EI de estudiantes, evaluadas según los nuevos criterios de EI. Finalmente, se requiere utilizar las TIC en el nuevo currículo.

Otros comentarios

Los moderadores aumentan algunas calificaciones del profesor, reducen otras y mantienen la mayoría de ellas. La razón más importante por la que los moderadores redujeron puntos fue que el profesor había asignado a los estudiantes tareas inapropiadas, haciéndoles así imposible lograr el nivel de completo en los criterios de EI. La confirmación de la ley de Boyle no es una buena actividad práctica de diseño; proporcionar a los estudiantes una tabla de datos les indica qué anotar y cómo hacerlo. Bajo el nuevo criterio de Obtención y Procesamiento de Datos, se espera que los estudiantes construyan gráficas. Cuando la investigación proporcione simplemente un valor concreto, la evaluación de OPD será inapropiada.

Globalmente, la inmensa mayoría de los colegios está ofreciendo programas prácticos ricos y diversos. Los profesores siguen las reglas y normas administrativas, y claramente, y de manera competente, valoran el espíritu de los criterios de EI.

Comentarios generales sobre las pruebas escritas

Las pruebas de elección múltiple del BI se diseñan para proponer, esencialmente, preguntas que prueben el conocimiento de hechos, conceptos y terminología, y sus aplicaciones. Estos Objetivos de Evaluación se especifican en la Guía. Debe advertirse que las preguntas de elección múltiple permiten poner a prueba definiciones y leyes sin recordarlas totalmente, pero requieren comprensión de los conceptos subyacentes.

Aunque las preguntas puedan involucrar cálculos sencillos, los cálculos pueden evaluarse más apropiadamente en las preguntas de las Pruebas 2 y 3. Por ello, no se necesitan ni permiten calculadoras para la Prueba 1. Sin embargo, resulta esencial que los candidatos sean capaces de realizar cálculos sencillos y estimaciones de órdenes de magnitud, sin disponer de una calculadora.

A veces, en las Pruebas 2 y 3, se pide a los candidatos que escriban un corto párrafo para poder evaluar su comprensión de los temas. Basándose en múltiples respuestas, está claro que se ha preparado a los candidatos para dar definiciones y realizar cálculos, pero se

muestra poca comprensión de la física subyacente. Es esta falta de comprensión la que impide a los candidatos obtener grados mayores.

Debe animarse a los candidatos para que den definiciones precisas de las magnitudes físicas. No son aceptables las definiciones expresadas total o parcialmente en términos de unidades.

Algunas preguntas son comunes a las pruebas de NM y NS, y las preguntas adicionales en el NS permiten abarcar más a fondo el programa de estudios.

Prueba uno

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 10	11 - 15	16 - 21	22 - 25	26 - 28	29 - 32	33 - 40

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 7	8 - 10	11 - 14	15 - 17	18 - 20	21 - 23	24 - 30

Generalidades

Sólo un pequeño porcentaje de los Centros que participaron en el examen enviaron los impresos G2. No obstante, quienes sí lo hicieron indicaron que tanto la prueba de NM como la de NS fueron bien acogidas. Casi todos los centros consideraron que las pruebas fueron de un nivel similar a las de años precedentes y que el nivel de dificultad era el apropiado. La cobertura del programa, la claridad de la redacción y la presentación de las pruebas también se consideraron de un buen nivel.

Análisis estadístico

El rendimiento global de los candidatos y el correspondiente a las diferentes preguntas se pone de manifiesto en el análisis estadístico de las respuestas. Estos datos se recogen en las tablas que siguen a continuación.

NS prueba 1 análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	129	95	166	339 *	5	46.19	0.31
2	520 *	177	20	16	1	70.84	0.29
3	31	90	139	468 *	6	63.76	0.61
4	3	64	469 *	198		63.90	0.55
5	29	119	484 *	102		65.94	0.56
6	585 *	9	125	15		79.70	0.28
7	140	19	412 *	160	3	56.13	0.50
8	518 *	35	168	11	2	70.57	0.44
9	17	507 *	16	194		69.07	0.36
10	620 *	18	79	13	4	84.47	0.29
11	59	540 *	81	48	6	73.57	0.44
12	56	642 *	10	26		87.47	0.29
13	59	52	68	554 *	1	75.48	0.36
14	456 *	134	104	38	2	62.13	0.53
15	336 *	304	33	54	7	45.78	0.60
16	98	193	331 *	112		45.10	0.42
17	75	210	437 *	11	1	59.54	0.22
18	152	513 *	15	51	3	69.89	0.36
19	97	510 *	58	68	1	69.48	0.41
20	76	123	50	482 *	3	65.67	0.56
21	93	81	465 *	89	6	63.35	0.51
22	206	38	51	433 *	6	58.99	0.48
23	588 *	30	71	44	1	80.11	0.31
24	342	33	23	335 *	1	45.64	0.60
25	65	18	17	626 *	8	85.29	0.35
26	156	81	162	331 *	4	45.10	0.31
27	555 *	14	159	4	2	75.61	0.33
28	414 *	183	58	69	10	56.40	0.62
29	391 *	48	272	22	1	53.27	0.27
30	36	75	184	431 *	8	58.72	0.56
31	22	326 *	319	65	2	44.41	0.21
32	310 *	82	292 *	46	4	82.02	0.30
33	27	85	38	580 *	4	79.02	0.41
34	122	41	433 *	126	12	58.99	0.37
35	45	606 *	41	38	4	82.56	0.37
36	160	43	29	496 *	6	67.57	0.61
37	51	199	112	366 *	6	49.86	0.44
38	101	450 *	123	49	11	61.31	0.52
39	310 *	21	150	246	7	42.23	0.49
40	49	509 *	95	71	10	69.35	0.56

Número de candidatos: 734

NM prueba 1 análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	171	128	154	330 *	3	41.98	0.32
2	590 *	135	28	32	1	75.06	0.34
3	28	641 *	46	68	3	81.55	0.37
4	107	123	65	491 *		62.47	0.43
5	7	103	349 *	327		44.40	0.67
6	94	77	226	387 *	2	49.24	0.55
7	35	136	478 *	136	1	60.81	0.52
8	591 *	15	168	12		75.19	0.29
9	15	265	44	461 *	1	58.65	0.46
10	185	44	309 *	243	5	39.31	0.41
11	600 *	58	120	5	3	76.34	0.44
12	155	54	526 *	42	9	66.92	0.53
13	35	533 *	167	46	5	67.81	0.50
14	29	196	270	287 *	4	36.51	0.45
15	72	265	434 *	13	2	55.22	0.29
16	610 *	12	88	74	2	77.61	0.38
17	192	489 *	15	86	4	62.21	0.27
18	149	570 *	36	27	4	72.52	0.48
19	131	117	390 *	146	2	49.62	0.50
20	244	63	75	403 *	1	51.27	0.45
21	209	81	424 *	71	1	53.94	0.36
22	559 *	39	93	90	5	71.12	0.31
23	355 *	233	82	107	9	45.17	0.55
24	110	286	225 *	156	9	28.63	0.27
25	424 *	56	271	26	9	53.94	0.34
26	114	96	507 *	58	11	64.50	0.55
27	67	128	222	350 *	19	44.53	0.51
28	103	529 *	98	46	10	67.30	0.52
29	26	167	490 *	89	14	62.34	0.53
30	52	82	577 *	58	17	73.41	0.47

Número de candidatos: 786

Los números que aparecen en las columnas A-D y en Blanco representan el número de candidatos que eligieron esa opción o que dejaron la pregunta en blanco. La opción correcta está indicada por medio de un asterisco (*). El *índice de dificultad* (quizás mejor llamarlo índice de facilidad) es el porcentaje de candidatos que responden correctamente a la pregunta (la clave). Un índice alto indica, por tanto, que la pregunta es fácil. El *índice de discriminación* es una medida de lo bien que discrimina la pregunta entre candidatos de capacidades diferentes. En general, un índice de discriminación alto indica que una gran proporción de los candidatos mejores identifica correctamente la clave, en comparación con los candidatos peores. Sin embargo, este puede no ser el caso cuando dicho índice es o alto o bajo.

Comentarios sobre el análisis

Dificultad. El índice de dificultad varió entre el 40% en NS y el 29% en NM (preguntas relativamente “difíciles”), y el 87% en NS y el 82% en NM (preguntas relativamente “fáciles”).

Se trata de una distribución más estrecha que lo habitual. Las pruebas dieron una amplia oportunidad a todos los candidatos para lograr algunos puntos y, al mismo tiempo, proporcionaron una buena distribución de las puntuaciones.

Discriminación. Todas las preguntas presentaron un valor positivo para el índice de discriminación. Idealmente, el índice debería ser, aproximadamente, mayor que 0,2. Esto se alcanzó en todas las preguntas de ambas pruebas. Sin embargo, un índice de discriminación bajo puede no ser el resultado de una pregunta poco fiable. Podría indicar un error conceptual compartido por los candidatos o ser una pregunta con un índice de dificultad alto.

Respuestas "en blanco". En ambas pruebas hubo un gran número de respuestas en blanco. En la prueba de NM hubo significativamente más huecos hacia el final de la prueba. Se debe recordar a los candidatos que las respuestas incorrectas no están penalizadas. Por lo tanto, si se desconoce la respuesta correcta, debería hacerse una conjetura razonable.

Comentarios sobre preguntas seleccionadas

El rendimiento de los candidatos en cada una de las preguntas se indica en las tablas estadísticas anteriores, junto con los valores de los índices. Para la mayoría de las preguntas, esta información proporciona suficiente realimentación cuando se considera una pregunta determinada. Por lo tanto, únicamente se harán comentarios sobre preguntas seleccionadas, i.e. aquellas que ilustran un tema particular o en las que se haya identificado un problema.

NM y NS Preguntas comunes

NM P5 y NS P4

D resultó ser un distractor muy popular y los candidatos cometieron este error al no darse cuenta de que el área debajo de la gráfica era $\frac{1}{2} \times \text{base} \times \text{altura}$.

NM P11 y NS P8

Muchos se despistaron con la idea errónea de que la bola incidente debe rebotar. Este es un caso en el que el momento de la bola incidente se transfiere a la segunda bola.

NM P15 y NS P17

Los candidatos se despistaron con la respuesta B, mostrando que no comprendían la verdadera naturaleza del equilibrio térmico. Bajo las condiciones especificadas en la pregunta, no se fundirá nada de hielo.

NM P17 y NS P18

Un error muy repetido fue imaginar que la presión del gas se divide por dos (respuesta A) al retirarse el tabique, quizás porque los candidatos suponían que había vacío en la otra mitad del recipiente, a pesar de que el enunciado indicaba claramente que ese no era el caso. Es necesario que los candidatos lean cuidadosamente toda la pregunta.

NM P20 y NS P22

Muchos fueron incapaces de manipular correctamente los signos de la desigualdad y optaron por A como respuesta a la pregunta, mostrando que habían invertido los signos.

NM P23 y NS P28

Las estadísticas muestran que este ítem fue respondido mucho mejor por los candidatos de NS, quienes fueron capaces de manipular los símbolos algebraicos con más facilidad que los candidatos de NM. En éste último nivel hubo un gran número de respuestas B, que eran incorrectas.

NM P27 y NS P30

Un distractor popular fue C, donde los candidatos introdujeron un molesto π en la ecuación.

NM Preguntas**P6**

Demasiados no definieron correctamente la velocidad instantánea, basando sus respuestas en un cociente en vez de en un ritmo de cambio.

P10

Muchos se basaron en un enunciado elemental e incompleto de la segunda ley de Newton ($F=ma$), en vez de en la definición formal en términos de ritmo de cambio del momento lineal.

P14

Los candidatos pensaron que el peso del coche proporcionaba la fuerza centrípeta, aunque se había indicado claramente que la carretera era horizontal. Es posible que hayan respondido suponiendo que la carretera estaba peraltada.

P24

Muchos candidatos eligieron B en vez de C (la respuesta correcta), tras haber multiplicado erróneamente la diferencia de potencial acelerador por la carga del electrón para calcular la energía cinética del electrón en julios. No leyeron cuidadosamente la pregunta.

P25

Como en años anteriores, muchos candidatos definieron la resistencia en términos del gradiente de una gráfica de V frente a I. Necesitan recordar que eso es siempre una cuestión de proporción.

NS Preguntas**P14**

Un Centro sugirió que la frase “efecto mínimo sobre la fuerza de rozamiento” resulta difícil para estudiantes cuya primera lengua no es el inglés. A partir de las estadísticas, no hubo evidencia alguna de que ese fuera el caso y la traducción española se consideró expresada apropiadamente.

P15

B fue un poderoso distractor, mostrando que los candidatos estaban aplicando a ciegas la ecuación para el momento, sin darse cuenta de que la fuerza gravitatoria subyace en la línea que une los centros de los dos cuerpos y, por tanto, tiene un momento nulo alrededor de cualquier eje que pase por el centro.

P24

Esta pregunta se respondió pobremente, eligiendo la mayoría la respuesta incorrecta A (probablemente, considerando cambios de amplitudes en la señal recibida) en vez de la D. Es importante que los candidatos se den cuenta de que deberían identificar la respuesta que se acerque más a la situación física correcta. La gráfica D está muy próxima a la situación física observada, pero sólo sería completamente correcta si el observador se situara directamente en la trayectoria del tren.

P31

Como en el pasado, los candidatos se confundieron a menudo al comparar sencillos circuitos eléctricos de corriente continua. Los candidatos no fueron capaces de analizar la situación en la que una bombilla de un circuito en paralelo se funde, aunque en la pregunta se indicaba claramente que la resistencia alcanzaba un valor infinito. Muchos estudiantes eligieron la opción C poniendo de manifiesto el frecuente error conceptual de que si no hay corriente en la bombilla fundida, ¡en las otras dos habrá más corriente! Ello ignora el hecho de que con la tercera bombilla fundida la resistencia cambia (aumenta) y ¡la corriente total disminuye!

P32

Una posible definición de intensidad de campo eléctrico involucra al gradiente del potencial frente a la distancia, en vez del cociente entre el potencial y la distancia (aunque en este caso eran numéricamente iguales). Por ello, las respuestas A y C fueron aceptadas como correctas.

P39

Aproximadamente la mitad de los candidatos no se dio cuenta de que para determinar la semivida de un isótopo de muy larga vida es necesario realizar medidas experimentales que no conlleven esperar a que la masa de una muestra activa se reduzca a la mitad. Se necesita tanto la actividad inicial como la masa inicial de una muestra de material puro.

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Los candidatos deberían abordar todos los ítems. Si no están seguros de cuál es la respuesta correcta, entonces siempre podrían elegir la opción que, para ellos, resulta ser la más probable. Debería recalcarse que una respuesta incorrecta no da lugar a la reducción de un punto.

El enunciado debe leerse cuidadosamente. Da la impresión de que algunos candidatos no leen el enunciado completo sino que, habiendo determinado el significado general, pasan a las opciones de respuesta. Todas las palabras de una pregunta son significativas e importantes. Los ítems incluyen pocas palabras superfluas, si es que incluyen alguna.

Tras decidir la respuesta correcta, los candidatos deberían comprobar que las demás opciones no son viables.

Los candidatos deben recordar que en esta componente se pueden comprobar definiciones estándar (e.g. la segunda ley de Newton, la intensidad de campo, etc.). Para la componente P1, los candidatos necesitan estar familiarizados con estas partes del temario tanto como con las otras.

Prueba dos

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 11	12 - 22	23 - 32	33 - 42	43 - 53	54 - 63	64 - 95

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 6	7 - 12	13 - 16	17 - 21	22 - 26	27 - 31	32 - 50

Generalidades

Hubo exámenes excelentes. Sin embargo, a muchos candidatos de los dos niveles les resultó difícil obtener una buena calificación, a pesar de que había muchos puntos asequibles hasta para los candidatos menos capaces. Como ya ocurrió el año pasado, a menudo los candidatos pierden puntos debido a definiciones que o carecen de precisión o se expresan en lenguaje no científico.

Con frecuencia, los candidatos carecían de destreza en la manipulación algebraica, así como de la capacidad de dar explicaciones científicas coherentes de fenómenos concretos. Algunas partes del programa parecían haber sido pobremente entendidas por los candidatos. Entre ellas estaba la inducción electromagnética (en el Nivel Superior) y, sorprendentemente, lo más básico de las ondas (en Nivel Medio). Muchos candidatos tuvieron dificultades al aplicar las leyes de la mecánica a los cohetes. Las preguntas de física térmica (calorimetría) y de radiactividad se hicieron bien.

Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los estudiantes

El equipo de examinadores detectó las siguientes áreas, en las que muchos candidatos presentaron dificultades:

- Deducción de la ecuación de la línea recta de mejor ajuste.
- Trazado de una línea de mejor ajuste que sea curva.
- Aplicación de las leyes de la mecánica a un cohete.
- Definición de gas ideal y trabajo con el concepto de energía interna de un gas ideal.

- Utilización de gráficas al trabajar con ondas viajeras.
- Explicación del concepto de velocidad de onda para ondas estacionarias.
- Determinación de la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre una corriente.
- Inducción electromagnética.
- Efecto Doppler.
- Trabajo con gravitación.
- Definición de f.e.m.

Áreas del programa o del examen en que los estudiantes demostraron estar bien preparados

En general, los candidatos demostraron un buen conocimiento promedio en las siguientes áreas:

- Resolución de problemas básicos de mecánica, tales como problemas cinemáticos y aplicaciones sencillas de la segunda ley de Newton.
- Resolución de problemas de física térmica (calorimetría).
- Termodinámica.
- Sustituciones matemáticas en una ecuación dada.
- Propiedades básicas de las ondas viajeras y de las ondas estacionarias.
- Radiactividad.
- Trabajo con el número adecuado de cifras significativas y unidades correctas.

Puntos fuertes y débiles de los estudiantes al abordar las distintas preguntas

Hubo muchas preguntas comunes para NM y NS. Los comentarios que siguen están ordenados según aparecen las preguntas en el NS.

Sección A

A1 [(a)-(e) NS y NM(a) – (d)] – Pregunta sobre análisis de datos

Generalmente se respondió bien como un todo y muchos candidatos obtuvieron la mayor parte de sus puntos en esta pregunta. Al mismo tiempo, resultó sorprendente ver que un gran número de candidatos eran incapaces de obtener muchos puntos en esta pregunta.

- a) La mayoría respondió bien.
- b) Muchos estudiantes trataron de explicar la relación lineal y muchos tuvieron dificultades al deducir la ecuación de una línea recta. Muchos utilizaron variables incorrectas, en vez de las esperadas R y M .
- c) Bastantes la hicieron correctamente.
- d) Resultó decepcionante ver que muchos candidatos intentaban ajustar una línea recta a los nuevos datos, cuando ello parecía obviamente imposible.

- e) [sólo NS] Fue agradable ver que muchos estudiantes discurrían correctamente para responder este apartado.

A2 NS, A3 NM Cohete

Los estudiantes no fueron capaces de obtener muchos puntos en esta pregunta. La aplicación de las leyes de la mecánica a esta situación se mostró difícil para la mayoría de los candidatos más capaces. La pregunta no era completamente “fácil”, ya que la velocidad de los gases estaba dada con relación al cohete.

Para aplicar correctamente la conservación del momento lineal, las velocidades tenían que estar referidas a un sistema inercial de referencia. Aunque así no se hiciera el resultado numérico era, en este caso, el mismo, y no se penalizó en el esquema de corrección.

A3 NS, A2 NM Gas ideal

- a) La mayoría de los candidatos se refirió vagamente a las “leyes de los gases”, sin mencionar específicamente $pV = nRT$ o cualquiera de las hipótesis de la teoría cinética.
- b) La mayoría de los candidatos hizo referencia a la energía potencial, olvidando que la pregunta se aplicaba a un gas ideal. A pesar del hecho de que muchos pudieron recordar la conexión entre temperatura y energía cinética aleatoria promedio de las moléculas, pocos pudieron, en realidad, relacionar las dos para constatar que la energía interna debía ser proporcional a la temperatura absoluta.
- c) [solo NS] Este apartado fue bien respondido por la mayoría de los candidatos.

[solo NM] A posteriori, el término “isotérmico” debería haber sido reemplazado por “a temperatura constante”, pero los estudiantes no tuvieron dificultad en obtener la nueva presión. Muy pocos salieron exitosos con la curva que conectaba los dos estados y la mayoría eligió una línea recta.

Sección B

B1 [Parte 1 NS y NM] Movimiento ondulatorio

Esta fue una pregunta muy respondida en el nivel medio.

- a) Se respondió bien, con las pocas excepciones de aquellos candidatos que tomaron 0,20 s como el periodo de la onda, ¡a pesar de haberse dicho que ese no era el caso!
- b) Los candidatos describieron también correctamente la diferencia entre ondas viajeras y estacionarias.
- c) Sin embargo, la mayoría tuvo dificultades en proporcionar explicaciones correctas, especialmente en el caso de ondas estacionarias. Pocos pudieron relacionar la velocidad de la onda estacionaria con la velocidad de una de sus ondas viajeras componentes.
- d) La explicación de cómo se crea una onda sonora por una cuerda vibrante se mostró, sorprendentemente, difícil para la mayoría. Por otro lado, muchos pudieron calcular la longitud de onda de la onda en el aire, lo que constituye una gran mejora en relación con preguntas similares en el pasado.

B1 Parte 2 [solo NS] Inducción electromagnética

- La inducción electromagnética sigue siendo un área problemática para muchos estudiantes. Muy pocos pudieron indicar adecuadamente la ley de inducción de Faraday.
- Hubo respuestas muy imprecisas en cuanto al por qué la espira está disminuyendo la rapidez. La mayoría hizo referencia a una fuerza opuesta al movimiento, pero, en realidad, muy pocos lo demostraron utilizando la ley de Lenz y una regla que proporcionara la dirección y sentido de la fuerza magnética de algún modo convincente. La deducción de $V = BLv$ fue un poco mejor, pero al calcular la f.e.m. inducida en $t = 0,18$ s, muy pocos se dieron cuenta de que por entonces la espira estaba completamente dentro de la región de campo magnético y, por tanto, el flujo magnético era constante.
- Hubo unas pocas respuestas buenas, pero no todos mostraron que el modo más fácil de resolver el problema era centrándose en la energía cinética de la espira.
- Fue decepcionante ver muy pocas respuestas buenas. La mayoría hizo que la velocidad de la espira retomara su valor original de antes de entrar en la región de campo magnético.

B1 Parte 2 [sólo NM] Mecánica

- La mayoría de los candidatos respondió bien.
- De nuevo, aquellos que abordaron esta pregunta hicieron correctamente este apartado.
- Hubo resultados dispares. El apartado (i) se hizo bastante bien, pero, en (ii), muchos estudiantes calcularon la aceleración media en vez de la instantánea.
- La gráfica debería haber sido una simple línea recta, pero la mayoría de los candidatos respondió en términos de una curva.

B2 [solo Parte 1 NS] Física Nuclear

- En general, esta pregunta se hizo bien y muchos candidatos respondieron bien en términos de la energía requerida para separar los nucleones, o bien de la energía liberada cuando los núcleos se ensamblan.
- También fue una pregunta bien respondida.
- De nuevo, la mayoría de los estudiantes respondió bien, pero algunos no se dieron cuenta de que era necesario convertir la energía de enlace por nucleón a energía de enlace total, recibiendo sólo algunos puntos.
- Los estudiantes empezaron a tener dificultades en este apartado. Muchos utilizaron métodos incorrectos tales como igualar a $2E_K$ el trabajo hecho por la fuerza eléctrica (no constante) $Fd = (kq^2 / d^2) = kq^2 / d$.
- Las preguntas a (i), (ii) e (iii) fueron razonablemente correctas. En (iv), muchos no recalcaron la importancia del corto alcance de la fuerza nuclear.

B2 [sólo Parte 2 NS] El efecto Doppler

Hubo respuestas razonables a los apartados (a) y (b), pero la demostración de que la longitud de onda permanece sin cambio se mostró difícil aún para aquellos que respondieron

correctamente el apartado (b). En el apartado (d), muchos utilizaron sólo una vez el efecto Doppler y lograron puntos parciales.

B3 [Parte 1 NS], B2 [Parte 1 NM] Chica cayendo sobre una cama elástica

Como con la pregunta del cohete, los estudiantes se enfrentaron con la mecánica en un contexto ligeramente inusual. La mayoría lo hizo bien, excepto el apartado (b), en el que las respuestas fueron generalmente pobres.

B2 [solo Parte 2 NM] Radiactividad

Todos los apartados de esta pregunta fueron, en general, bien respondidos y resultaron muy sencillos. Se suponía conocido que los dinosaurios murieron hace muchos millones de años. ¡No se requería de ninguna otra información sobre los dinosaurios en esta pregunta!

B3 [sólo Parte 2 NS] Propiedades ondulatorias del electrón

- a) Debe recalarse, de nuevo, que cuando se da una fórmula en lugar de una definición, deben definirse los símbolos que aparecen en dicha fórmula.
- b) Aunque la mayoría pudo calcular la longitud de onda de la pelota de tenis, pocos argumentaron que era pequeña en comparación con la anchura del hueco y, por tanto, las propiedades ondulatorias serían inobservables.
- c) La mayoría respondió bien.
- d) También, otro apartado bien respondido.
- e) En el apartado (i), pocos pudieron identificar la diferencia de camino y en (ii) aún menos explicaron por qué la condición dada implica una interferencia constructiva sobre la onda electrónica.
- f) Se hicieron bien los cálculos, pero muchos omitieron la conexión crucial que guardaba la longitud de onda calculada con la calculada en (d), ambas en total acuerdo, lo que apoyaba la idea de De Broglie.
- g) Se respondió pobremente, presentándose todo tipo de respuestas irrelevantes.

B4 [sólo Parte 1 NS] Gravitación

Los estudiantes pasaron apuros con la deducción de (a). La mayoría no estaba muy segura sobre el valor del radio en la fórmula de la fuerza gravitatoria y en el de la fuerza centrípeta. El apartado (b) fue, en general, bien respondido. Las respuestas al apartado (c) carecieron de claridad y muchos estudiantes no pudieron explicar por qué una disminución de la energía implica una disminución del radio orbital y, por tanto, del periodo.

B3 [solo Parte 1 NM] Calorimetría

Una pregunta muy bien respondida por quienes la abordaron. La mayoría pudo dar una fuente de error en el experimento descrito, pero no dos.

B4 [Parte 2 NS], B3 [Parte 2 NM] Electricidad

- a) Como siempre, la definición de f.e.m. resultó problemática.
- b) En general se respondió bien, con algunos problemas al despreciarse la resistencia interna. Sin embargo, casi nadie respondió correctamente al apartado (iv).

- c) Hubo respuestas más que confusas en este apartado. Pocos indicaron claramente que con un voltímetro ideal no fluiría corriente entre X e Y. Con un voltímetro real, de resistencia finita, eso debería cambiar.
- d) **[solo NM]** Este apartado, que involucraba la parte de magnetismo del programa, se respondió más que pobremente. Pocos pudieron explicar la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre la varilla (otro problema perenne que aparece en los exámenes). En el apartado (iii), la mayoría omitió la idea de la pregunta. Pocos se dieron cuenta de que tenían que considerar si el campo magnético del imán permanente y el creado por la corriente eran paralelos o antiparalelos. (Se aplicó el error arrastrado en aquellos casos en que estaba equivocada la dirección y sentido del campo magnético en (i).)

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Un número significativo de candidatos (en ambos niveles) parecía estar poco preparado para este examen. Para estos candidatos, la experiencia no puede haber sido gratificante o esperanzadora. Como en años anteriores, se puso de manifiesto la falta de precisión en las respuestas escritas y definiciones asociadas. Por ejemplo, los candidatos deben dar definiciones precisas y no ambiguas de las magnitudes físicas y enunciados de las leyes físicas.

Es importante que los candidatos se familiaricen con los verbos de acción. Por ejemplo, cuando el verbo de acción es “explicar”, el número de puntos y el número de líneas disponibles para la respuesta debería alertar a los candidatos de que se necesita algo más que el recordatorio de hechos para obtener una puntuación alta. De manera similar, el verbo de acción “deducir” implica que los candidatos deben partir de los principios básicos y alcanzar un cierto resultado.

Como se ha sugerido en años anteriores, el equipo de examinadores recomienda trabajar con pruebas de años anteriores (y con los esquemas de corrección asociados) para tener una buena preparación. Ello no sólo hará que los candidatos se familiaricen con el formato de los exámenes, sino también les hará posible desarrollar una apreciación de los niveles de detalle requerido y de las destrezas que se evalúan. Finalmente, los candidatos deben practicar con preguntas variadas y con preguntas que traten de temas habituales en contextos no familiares (la pregunta de la cama elástica en este examen, por ejemplo).

Prueba tres

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 6	7 - 13	14 - 18	19 - 23	24 - 29	30 - 34	35 - 60

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 3	4 - 7	8 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 24	25 - 40

Generalidades

Muchos candidatos encontraron difícil rendir bien en estas pruebas, aunque había puntos accesibles para aquellos que pudieran tratar con los aspectos más conceptuales de la materia. Al igual que en años anteriores, con frecuencia los candidatos perdieron puntos, como resultado de definiciones que carecían de precisión o que se exponían en términos no científicos.

Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los estudiantes

En cada Opción hubo áreas que presentaban dificultades. En muchos casos, esas dificultades derivaban de una carencia de conocimiento de la física subyacente. Son ejemplos:

- El efecto de rotación de una fuerza.
- La comprensión de la cuantización de la energía en los átomos.
- La teoría de Bohr.
- El determinismo.
- La comprensión de las causas de la pérdida de discriminación del habla.
- La definición de brillo aparente.
- La paralaje espectroscópica.
- La aplicación de la relación relativista entre energía y momento.
- La capacidad de dibujar diagramas de rayos precisos.
- El efecto de la difracción en la interferencia de la doble rendija.

La comprensión de los conceptos origina grandes dificultades a un número significativo de candidatos. Las respuestas podían incluir algunas palabras clave, pero esos términos se citaban fuera de contexto. Ello fue particularmente cierto en relación con la Opción G.

Puntos fuertes y débiles de los estudiantes al abordar las distintas preguntas

Opción A [NM]

A1 Intensidad de campo gravitatorio y velocidad de escape

- a) A menudo, las definiciones fueron incompletas, en el sentido de no mencionar que se trata de la fuerza por unidad de masa sobre una masa puntual de pequeño valor.
- b) Ya que el verbo de acción es “deducir”, los candidatos no deberían haberse limitado a escribir ecuaciones, sino que deberían haber explicado también su razonamiento. Hubo demasiados ejemplos en los que los candidatos perdieron puntos por falta de claridad al intentar “cocinar” un método.
- c) Muchos candidatos utilizaron la energía potencial gravitatoria en vez de la expresión dada en (b).
- d) (i) De nuevo, los candidatos no expresaron claramente su razonamiento. Para obtener la totalidad de los puntos, se requería un enunciado relativo a la relación entre E_C y E_P .
(ii) Normalmente se respondió correctamente.

A2 Rozamiento y equilibrio de rotación

- a) La mayoría de los candidatos dio 15 N como fuerza de rozamiento máxima, pero pocos proporcionaron la explicación correcta, en términos del valor de las dos fuerzas actuantes.
- b) Sólo se alcanzaba la puntuación máxima si también se daba una explicación correcta, y muchos candidatos lo lograron.
- c) En general, el problema no se respondió bien. Muchos candidatos fueron capaces de calcular la fuerza resultante, pero consideraron que esa era la fuerza de rozamiento.
- d) (i) Raramente se constató el aspecto rotacional del problema.
(ii) A menudo se dio el valor correcto.

Opción B [NM]

B1 Cuantización de la energía en los átomos

- a) Pocos candidatos fueron capaces de dar una respuesta reflexiva respecto a la cuantización.
- b) A menudo, los diagramas se hicieron pobremente. Raramente se rotuló la región vacía y, a menudo, hubo confusión con el efecto fotoeléctrico.
- c) Frecuentemente se identificó de modo correcto el espectro característico, pero las explicaciones fueron, a menudo, pobres.
- d) Con muy pocas excepciones, se respondió pobremente. Los candidatos parecieron no darse cuenta de que la energía calculada del fotón correspondía a la diferencia entre dos niveles de energía.

B2 Desintegración beta +

- a) Hubo algunas respuestas ocurrentes y, a menudo, leves intentos de identificar el número másico y el número atómico.
- b) De nuevo, muchas ocurrencias.
- c) A menudo se omitieron las unidades en la respuesta.
- d) Tanto (i) como (ii), a menudo se respondieron bien,

Opción C [NM]

C1 Termodinámica de un gas ideal

- a) Con frecuencia, no se dieron explicaciones o eran completamente incorrectas, tanto en (i) como en (ii).
- b) De nuevo, a menudo no se dieron explicaciones.
- c) Muchos candidatos identificaron correctamente el área como la energía transferida en un ciclo.
- d) Las respuestas fueron, a menudo, correctas.

C2 La generación de energía eléctrica.

- a) La identificación y explicación de las fuentes renovables y no renovables fueron, a menudo, correctas.
- b) Pocos exámenes presentaron una discusión apropiada de las principales transformaciones de energía y raramente se hizo referencia a la disipación de energía.
- c) Normalmente, se respondió correctamente.
- d) Normalmente, se respondió correctamente.

Opción D [D1 – D3, NM y NS]

D1 Escalamiento

- a) Muchos candidatos respondieron correctamente a (i), aunque otros tantos no se dieron cuenta o no pudieron plantear la suposición utilizada en (ii).
- b) Muchos candidatos constataron correctamente la dependencia con la inversa de la longitud, pero no establecieron la conexión con el ritmo de disminución de la temperatura.

D2 Audición

- a) Muchos candidatos identificaron correctamente a Frank como el que tenía mayor umbral de audición y otros, a juzgar por sus explicaciones, a menudo sólo hicieron conjeturas.
- b) Pocos candidatos fueron capaces de hacer correctamente el cálculo, pero no se dieron cuenta de la naturaleza logarítmica de la escala decibélica.
- c) Con frecuencia se respondió correctamente.

- d) Las respuestas fueron, a menudo, confusas, y pocos candidatos se dieron cuenta de que es la pérdida de sensibilidad a ciertas frecuencias presentes en el habla lo que da lugar a que el cerebro no sea capaz de distinguir sonidos diferentes.

D3 Imágenes de rayos X

- a) A menudo se respondió bien, pero frecuentemente se omitió la idea de lecturas múltiples.
- b) Muchos candidatos consideraron que el bario ¡era radiactivo o emitía rayos X!

D4 [NS] Conversión y gasto de energía

- a) En general, los candidatos dieron una respuesta correcta, pero algunos omitieron la idea de ritmo.
- b) Generalmente, bien respondida.
- c) Las explicaciones sobre la evaporación, en (i), a menudo no hacían referencia al sudor y, con frecuencia, en (ii) no se constató el papel similar que jugaba la espiración.

D5 [NS] Semividas física y biológica

A menudo se respondió correctamente.

Opción E [E1 – E3 NM y NS]

E1 El movimiento de estrellas y planetas.

- a) Se respondió bien en la mayoría de los casos. Se presentaron algunos diagramas muy bien dibujados. Otros dibujos fueron tan pobres que no fue posible juzgar las características esenciales.
- b) Raramente se respondió con algo de precisión y, a veces, sólo se hacía referencia a uno de los modelos.

E2 Teoría del calórico

Las respuestas a esta pregunta fueron, en general, pobres. La mayoría de los candidatos parecían tener un conocimiento mínimo de la teoría del calórico y lo reflejaron por escrito, sin tener en cuenta que los hechos fueran relevantes. La única cosa que conocía con certeza la mayoría de los candidatos era que Rumford tenía relación con la perforación de cañones.

E3 Carga eléctrica

- a) La mayoría de los candidatos hizo intento, en (i), de explicar el modelo de enfoque de Du Fay, pero en (ii) fue rara alguna referencia a los electrones y a la separación de carga.

E4 [NS] Bohr y Rydberg

- a) (a) y (b) Hubo pocos intentos exitosos en ambos apartados.

E5 [NS] Determinismo

De Nuevo, como en E4, las respuestas fueron pobres y, a menudo, inexistentes. Sólo muy pocos candidatos fueron capaces de responder con alguna confianza.

Opción F [F1 – F2, NM y NS]

F1 Distancias estelares

- (a) (i) La energía se planteó con frecuencia como opuesta a la potencia y, a menudo, no se hizo referencia a la Tierra.
- (ii) Muchos candidatos confundieron brillo aparente con luminosidad.
- (iii) A menudo se consideró la distancia de 10 pc.
- (b) Con frecuencia, se respondió correctamente.
- (c) Muchos candidatos se dieron cuenta de que Ross 128 está a menos de 10 pc de la Tierra.
- (d) Muchos candidatos no conocían bien el método de la paralaje espectroscópica. Otros tantos pensaron que una vez conocida la temperatura, se podría determinar la luminosidad a partir de la ley de Stefan-Boltzmann. Raramente se mencionó el diagrama H-R o la clase espectral de una estrella.
- e) Los cálculos fueron, a menudo, correctos, pero muchos candidatos creyeron que la respuesta en metros era la respuesta en parsec. Está claro que los candidatos deben practicar mucho más con las preguntas que involucren cocientes y distinguir aquellos problemas en los que la sustitución de números en una fórmula requiere el uso del SI de unidades.

F2 Desplazamiento Doppler

- a) Normalmente bien respondida.
- b) A menudo, las respuestas eran confusas y raramente se relacionaba con el universo primitivo.
- c) Normalmente, bien respondida.

[NS]

- a) A menudo, los cálculos se hicieron bien, pero abundaron los errores con las cifras significativas.

[NS]

- a) (i) Bastante a menudo, la unidad se omitió y fueron habituales los errores con las potencias de diez.
- (ii) Normalmente, se respondió bien.

F3 [NS] Evolución estelar

Con frecuencia, tanto (a) como (b) se respondieron bien.

Opción G [G1 – G2, NM y NS]

G1 Relatividad especial

- a) A menudo, respondida correctamente.
- b) Las explicaciones para (i) e (ii) fueron, a menudo, pobres y confusas. Fue raro que se constatará que, para Bob, la bombilla X se mueve hacia la señal.

- c) A menudo, los candidatos no respondieron correctamente a la pregunta, al omitir la referencia al camino seguido por las ondas y/o refiriéndolo al interruptor.
- d) Basándose en las respuestas a (i) e (ii), resulta evidente que muchos candidatos no tengan claro aquello que se refiere a la correcta definición de tiempo propio. Un intervalo de tiempo propio hace referencia al tiempo entre sucesos que tienen lugar en un mismo punto del espacio. Es esencial darse cuenta de que la sencilla fórmula que relaciona los dos intervalos de tiempo con el factor gama sólo se aplica cuando uno de los intervalos es un intervalo de tiempo propio.
- e) Con frecuencia, ambos apartados fueron respondidos bien.

G2. Velocidad relativista y masa

Sería justo decir que los candidatos o sabían cómo abordar ambos apartados, o no.

Sin embargo, hubo algunas respuestas incompletas al apartado (b), donde algunos candidatos no lograron encontrar la función gama para la partícula Q, en el sistema de referencia del laboratorio.

G3 [solo NS] Energía y momento

- a) La deducción del momento del pión fue pobre. La mayoría de los candidatos fueron incapaces de vislumbrar un camino claro de solución a partir de los datos proporcionados, aunque los cálculos eran sencillos. Es claro que los candidatos necesitan mucha más práctica con problemas de mecánica relativista.
- b) Los cálculos subsiguientes de la velocidad del pión fueron bastante mejor y muchos candidatos llegaron a una solución correcta empleando un procedimiento que involucraba el cálculo de γ .

G4 [sólo NS] Espacio-tiempo y agujeros negros

- a) Muchos fueron capaces de describir apropiadamente el espacio-tiempo como una magnitud tetra-dimensional, con un número un tanto pequeño de candidatos capaces de relacionar la trayectoria de un objeto con la geodésica o el desplazamiento más corto en el espacio-tiempo.
- b) A menudo, la descripción se hizo bien y muchos candidatos identificaron el agujero negro con un objeto que provoca una curvatura extrema. Afirmaciones de que la luz no puede escapar de la superficie fueron raras y poco convincentes.

Opción H [NM y NS]

H1 Dispersión

- a) La mayoría de los candidatos se dio cuenta de que la luz blanca se dispersaba en sus colores componentes, pero en ocasiones hubo dudas respecto a qué color se refractaba más. La dirección en la que ocurría la refracción cuando entraba y salía del prisma, a menudo se malinterpretó, de modo que algunos rayos seguían trayectorias completamente poco realistas.
- b) La mayoría constató que la luz sobre la pantalla era fundamentalmente blanca, pero muy pocos fueron capaces de describir las franjas de color con precisión.

H2 Reflexión y refracción

- a) Con frecuencia se definió correctamente el índice de refracción, pero algunas respuestas eran demasiado imprecisas o no ponían de relieve el cociente involucrado.
- b) A menudo el diagrama estaba bien dibujado, pero demasiados candidatos no leyeron la pregunta y no rotularon correctamente el diagrama. En algunos casos, el rayo refractado se desviaba en dirección equivocada. En los cálculos, demasiados utilizaron el ángulo de 80° (citado en la pregunta dentro de otro contexto), en vez de 90° , para determinar el ángulo crítico. Por lo demás, los candidatos controlaron bien su descripción cualitativa del rayo refractado.

H3 Telescopio astronómico

- a) En muchos casos, la finalización del diagrama de rayos del telescopio astronómico fue pobre. Los candidatos parecían no entender nada de la mecánica del trazado o de la teoría subyacente y fue raro encontrar un diagrama convincente bien dibujado. Hubo un error de concepto generalizado sobre la posición que se pedía del ojo—algunos candidatos lo situaron incluso entre las lentes. Los candidatos se encontraron igualmente perdidos cuando escribieron sobre el instrumento: pocos fueron capaces de indicar la localización de la imagen final.
- b) Los candidatos hicieron comentarios imprecisos sobre el aumento del telescopio y no se expresaron cualitativamente ni sobre los cambios angulares en el tamaño de la imagen y el ángulo de rayo subtendido, ni sobre la ecuación del aumento.

H4 [solo NS] Difracción por rendija doble y múltiple

- a) Sólo unos cuantos exámenes mostraron una comprensión del hecho de que las franjas estén ausentes cuando el mínimo de la rendija difractora suprime el máximo de interferencia. Consecuentemente, el cálculo de la anchura de la rendija fue pobre y raras las soluciones correctas.
- b) Los candidatos deberían darse cuenta de que una asignación de 3 puntos significa tres puntos a obtener en la respuesta. Hubo algún reconocimiento de que las franjas son más brillantes (más energía), pero, a menudo, eso fue todo. Raramente se vieron consideraciones sobre la agudeza de las franjas.

H5 [solo NS] Interferencia en películas delgadas

- a) Muchos candidatos presentaron un esquema satisfactorio, mostrando los caminos seguidos por los rayos que interfieren.
- b) Alrededor del 50% de los candidatos marcaron correctamente la posición de los cambios de fase de π . Sin embargo, la explicación subsiguiente fue pobre y, a menudo, de carácter arbitrario.

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

El número de candidatos que se muestran pobremente preparados para los exámenes no muestra ninguna disminución. Se debería animar a los candidatos a aprender los ejercicios de los libros de texto de modo que puedan desarrollar una comprensión de los conceptos subyacentes.

Debería advertirse a los candidatos del significado de los verbos de acción que se indican en una pregunta: “explicar” requiere una respuesta más detallada que “indicar”. Para el caso de “deducir”, deberían darse cuenta, también, de que se requiere alguna explicación somera de cómo enfocan la solución.

Como ya se ha sugerido en el pasado, el equipo de examinadores recomienda practicar con exámenes anteriores (y con los esquemas de corrección asociados) para lograr una buena preparación de cara a los exámenes. No sólo hará que los candidatos se familiaricen con el formato del examen, sino que también permitirá que muchos obtengan una buena comprensión del nivel de detalle requerido, así como de las destrezas que se están evaluando.

Algunos candidatos respondieron a todas las preguntas en hojas separadas y no escribieron nada en el cuadernillo de examen. Ello incluyó el copiado de gráficos, lo que puede haber llevado mucho tiempo a los candidatos. Estas situaciones podrían haberse evitado si los candidatos hubieran practicado con pruebas anteriores. Se debería animar a los candidatos a escribir clara y legiblemente.

Resulta prudente no dejar la enseñanza de las Opciones para el final del curso y tampoco es recomendable dejar que los alumnos estudien una opción sin supervisarla.