

HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS	10
BLOQUE I. CAMPO GRAVITATORIO	18-81
1. Gravitación universal	20-51
Enfoques	21
1. El movimiento de los planetas	22
2. Traslación planetaria: momento angular	24
3. La ley de gravitación universal	30
4. Consecuencias de la ley de gravitación universal	32
5. Análisis de los factores que intervienen en la ley de gravitación universal	36
6. Las mareas: el poderoso influjo de la Luna	40
Estrategias de resolución de problemas	44
Actividades de consolidación	46
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Lentes gravitacionales: escrutando el universo oculto SA	48
Técnicas de trabajo y experimentación. Medición de la gravedad local mediante la máquina de Atwood	49
Conocimientos básicos. Evaluación	50-51
2. El concepto de campo en la gravitación	52-81
Enfoques	53
1. ¿Por qué el concepto de campo?	54
2. El campo gravitatorio: intensidad de campo	56
3. El campo gravitatorio desde un enfoque energético	64
4. Aspectos energéticos de los cuerpos en un campo gravitatorio	68
5. El universo: interrogantes cosmológicos	72
Estrategias de resolución de problemas	74
Actividades de consolidación	76
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Primera detección experimental de ondas gravitacionales SA	78
Técnicas de trabajo y experimentación. Ponemos a prueba nuestros conocimientos con un simulador orbital	79
Conocimientos básicos. Evaluación	80-81
BLOQUE II. CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	82-167
3. El campo eléctrico	84-111
Enfoques	85
1. La interacción electrostática: ley de Coulomb	86
2. Campo eléctrico: una forma de explicar la interacción	88
3. Intensidad del campo eléctrico	89
4. El campo eléctrico desde un enfoque energético	92
5. Movimiento de partículas cargadas en un campo eléctrico uniforme	98
6. Cálculo del campo eléctrico mediante el teorema de Gauss	100
Estrategias de resolución de problemas	104
Actividades de consolidación	106
Física, Tecnología y Sostenibilidad. ¿Qué es un acelerador lineal de partículas y cómo funciona? SA	108
Técnicas de trabajo y experimentación. La jaula de Faraday	109
Conocimientos básicos. Evaluación	110-111
4. Campo magnético y principios de electromagnetismo	112-141
Enfoques	113
1. De la magnetita al electromagnetismo	114
2. Estudio del campo magnético	116
3. Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos	122
4. Campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas	125
5. Teorema de Ampère	130
6. Magnetismo natural	132

Estrategias de resolución de problemas	134
Actividades de consolidación	136
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Superimanes para desvelar la estructura íntima de la materia SA	138
Técnicas de trabajo y experimentación. Estudio del efecto de un campo magnético sobre una corriente rectilínea y del campo magnético debido a dicha corriente	139
Conocimientos básicos. Evaluación	140-141
5. Inducción electromagnética	142-167
Enfoques	143
1. Inducción electromagnética	144
2. Flujo magnético: ley de Faraday y ley de Lenz	146
3. Formas de inducir corrientes eléctricas	149
4. El fenómeno de la autoinducción	154
5. Aplicaciones del fenómeno de la inducción	156
Estrategias de resolución de problemas	160
Actividades de consolidación	162
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Al final de los cables siempre hay una bobina que gira en un campo magnético SA	164
Técnicas de trabajo y experimentación. El anillo saltará	165
Conocimientos básicos. Evaluación	166-167
BLOQUE III. VIBRACIONES Y ONDAS	168-349
6. Estudio completo del movimiento armónico simple	170-195
Enfoques	171
1. Los movimientos oscilatorios	172
2. El movimiento armónico simple	173
3. Estudio dinámico del movimiento armónico simple	179
4. Estudio energético del movimiento armónico simple	180
5. Relación entre el movimiento armónico simple y el movimiento circular uniforme	182
6. Un ejemplo de oscilador: el péndulo simple	184
7. Oscilaciones forzadas y fenómenos de resonancia	186
Estrategias de resolución de problemas	188
Actividades de consolidación	190
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Las oscilaciones que marcan nuestro ritmo SA	192
Técnicas de trabajo y experimentación. Período de un oscilador armónico	193
Conocimientos básicos. Evaluación	194-195
7. Movimiento ondulatorio: ondas mecánicas	196-229
Enfoques	197
1. Concepto de onda	198
2. Propagación de ondas mecánicas	201
3. Ondas armónicas	204
4. Estudio cualitativo de algunas propiedades de las ondas	211
5. El principio de superposición en el movimiento ondulatorio	214
6. Ondas estacionarias	218
Estrategias de resolución de problemas	222
Actividades de consolidación	224
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Ondas sísmicas y terremotos SA	226
Técnicas de trabajo y experimentación. Ondas estacionarias transversales generadas en un hilo conductor	227
Conocimientos básicos. Evaluación	228-229
8. Ondas sonoras	230-255
Enfoques	231
1. Ondas sonoras: qué son, cómo se producen y cómo se propagan	232
2. Velocidad de propagación del sonido	234
3. Intensidad del sonido y sensación sonora	236
4. Fenómenos ondulatorios del sonido	239

5. Ondas sonoras estacionarias en tubos: instrumentos de viento	242
6. El efecto Doppler	244
Estrategias de resolución de problemas	248
Actividades de consolidación	250
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Mas allá del sonido: ultrasonidos SA	252
Técnicas de trabajo y experimentación. Estudio y análisis de la interferencia entre ondas sonoras mediante la construcción de un tubo de Quincke casero	253
Conocimientos básicos. Evaluación	254-255
9. Ondas electromagnéticas: la naturaleza de la luz	256-289
Enfoques	257
1. La controvertida naturaleza de la luz	258
2. Velocidad de propagación de la luz	260
3. La luz y las ondas electromagnéticas	262
4. Fenómenos ondulatorios de la luz	266
5. Aspectos relativos a la interacción luz-materia	277
Estrategias de resolución de problemas	282
Actividades de consolidación	284
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Imágenes en tres dimensiones: la holografía SA	286
Técnicas de trabajo y experimentación. Medida de la separación entre pistas en un CD y un DVD por difracción	287
Conocimientos básicos. Evaluación	288-289
10. Fundamentos de óptica geométrica	290-329
Enfoques	291
1. Introducción a la óptica geométrica	292
2. Óptica de la reflexión. Espejos planos y esféricos	294
3. Óptica de la refracción. Lentes delgadas	304
4. Sistemas de dos lentes	318
Estrategias de resolución de problemas	320
Actividades de consolidación	324
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Estrellas artificiales y óptica adaptativa SA	326
Técnicas de trabajo y experimentación. Estudio óptico del catadióptrico o retrorreflector y sus aplicaciones	327
Conocimientos básicos. Evaluación	328-329
11. El ojo humano y los instrumentos ópticos	330-349
Enfoques	331
1. El ojo humano	332
2. El ojo y la percepción del color	334
3. Observación de lo diminuto: la microscopía	336
4. Observación de lo lejano: los telescopios	338
5. La cámara fotográfica	342
Estrategias de resolución de problemas	344
Actividades de consolidación	345
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Del carrete de película a los sensores CCD y CMOS SA	346
Técnicas de trabajo y experimentación. Construcción de una cámara oscura o estenopeica	347
Conocimientos básicos. Evaluación	348-349
BLOQUE IV. FÍSICA RELATIVISTA, CUÁNTICA, NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS	350-467
12. Principios de la relatividad especial	352-385
Enfoques	353
1. El conflicto entre la electrodinámica de Maxwell y la mecánica de Newton	354
2. Antecedentes de la relatividad especial	356
3. Postulados de la relatividad especial de Einstein	363

4. Consecuencias de los postulados de Einstein	366
5. Transformaciones de Lorentz	370
6. Principios de la dinámica a la luz de la relatividad	373
7. Evidencias experimentales de la teoría de la relatividad	376
Estrategias de resolución de problemas	378
Actividades de consolidación	380
Física, Tecnología y Sostenibilidad. El navegador GPS y la relatividad SA	382
Técnicas de trabajo y experimentación. Simulación de geolocalización usando el sistema de satélites Galileo	383
Conocimientos básicos. Evaluación	384-385
13. Fundamentos de la mecánica cuántica	386-413
Enfoques	387
1. La crisis de la física clásica en el micromundo	388
2. Antecedentes de la mecánica cuántica	389
3. Nacimiento y principios de la mecánica cuántica	400
4. Consecuencias de la mecánica cuántica	405
Estrategias de resolución de problemas	406
Actividades de consolidación	408
Física, Tecnología y Sostenibilidad. La cuántica, la lotería y la caja del supermercado SA	410
Técnicas de trabajo y experimentación. Construcción de un espectroscopio casero	411
Conocimientos básicos. Evaluación	412-413
14. Física nuclear	414-443
Enfoques	415
1. El camino hacia el núcleo atómico	416
2. El descubrimiento del núcleo	417
3. Tamaño y densidad de los núcleos	419
4. Estabilidad del núcleo	421
5. Núcleos inestables: la radiactividad natural	424
6. Reacciones nucleares	432
Estrategias de resolución de problemas	436
Actividades de consolidación	438
Física, Tecnología y Sostenibilidad. Medicina nuclear SA	440
Técnicas de trabajo y experimentación. Simulación de la ley del decaimiento radiactivo	441
Conocimientos básicos. Evaluación	442-443
15. Interacciones fundamentales y física de partículas	444-467
Enfoques	445
1. Un mundo de partículas...	446
2. Y de antipartículas	448
3. El modelo estándar de partículas	450
4. Las interacciones fundamentales	451
5. El campo de Higgs y el bosón de Higgs	457
6. Los elusivos neutrinos	458
7. Una física llena de interrogantes	460
Estrategias de resolución de problemas	462
Actividades de consolidación	463
Física, Tecnología y Sostenibilidad. LHC: grandes herramientas para grandes interrogantes SA	464
Técnicas de trabajo y experimentación. Construcción de una cámara de niebla con utensilios de cocina	465
Conocimientos básicos. Evaluación	466-467
ANEXOS	468-472
TABLA DE DATOS	468
TABLA DE NÚCLIDOS	470