
FÍSICA Y QUÍMICA

Agustín Candell
José Satoca
Juan Bautista Soler
Juan José Tent

Bachillerato

2

ANAYA

PRÓLOGO

Las numerosas reflexiones realizadas en torno a cuestiones como qué debe ser la enseñanza de la Ciencia, cómo debe realizarse o cuáles son sus objetivos, han supuesto la revisión prácticamente general de los proyectos desarrollados en la década de los 60. En la mayor parte de los casos se ha ido en busca de una nueva organización, planteando incluso una proyección de futuro.

En esta línea, se ha incidido en la necesidad del "saber hacer", en la importancia que tiene la actitud del alumno en clase, exigiendo de éste un dinamismo en el aula, un descubrimiento guiado, que no sea una recepción pasiva del "saber". Ante este planteamiento, el libro no puede ser un simple manual, sino que debe actuar como elemento integrador de la dinámica de la clase.

En este sentido, hemos intentado que el texto que sigue ofrezca una metodología y unas actividades que permitan utilizarlo como un libro clásico, en el que el profesor, y sobre todo el alumno, puedan encontrar la información que necesitan, procurando asimismo ofrecer un programa de actividades que permitan la reflexión del alumno.

El libro se ha estructurado en nueve unidades, que se corresponden con los campos en que tradicionalmente se organizan la física y la química (cinemática, electricidad, reacciones químicas...). Cada unidad ha sido conformada con los elementos siguientes:

1. Doble página inicial de presentación del tema.—En ella se incluye el índice de contenidos de la unidad y un texto en el que se ofrece una panorámica global de los temas que se van a desarrollar en la unidad. Al mismo tiempo se acompaña de una serie de ilustraciones que plantean situaciones relacionadas con la unidad y que pretenden estimular el interés del alumno.

2. Temas que se desarrollan en la unidad.—Cada apartado se inicia con una pregunta, que pretende ser una reflexión para el alumno, a la que se da respuesta en la información que se ofrece en el texto.

Se ha intentado exponer la información utilizando un discurso claro, en el que cabe destacar la utilización de un lenguaje habitual para el alumno. Ello se ha hecho intentando que no se produzca una merma en el rigor expositivo.

Los ejemplos, resuelve y ejercicios al final de cada epígrafe pretenden ser un reflejo de los conceptos que se han explicado, incidiendo al mismo tiempo en los aspectos tratados.

Al finalizar cada tema, se incluye una relación de cuestiones y ejercicios que permiten una pausada reflexión sobre los conceptos estudiados y su aplicación.

La doble página que cierra cada tema la hemos denominado "complementos", y pretendemos, como su nombre indica, ofrecer una visión complementaria y divulgativa, en la que se incluyen muchos de los aspectos relacionados con la asignatura y que habitualmente no tienen cabida en un libro de texto. Entre ellos podemos citar: comentarios de textos científicos, libros comentados, prácticas sencillas, pasatiempos, ejercicios de mayor nivel, etc.

3. Práctica de laboratorio.—Al finalizar el desarrollo de los temas que componen la unidad, hemos incluido una práctica, en cada caso la que hemos considerado más adecuada a los contenidos, al nivel del curso y a los medios de que suele disponer un centro escolar.

Cada una de estas prácticas la hemos estructurado en diversas etapas, que el alumno debe desarrollar, como es el planteamiento del problema, la emisión de hipótesis, el procedimiento a seguir, la representación de resultados y la elaboración de conclusiones.

El número de temas incluido en el texto es de 23; con ello se pretende desarrollar un tema por semana, utilizando el tiempo adicional para el desarrollo de los temas más extensos o especialmente conflictivos, bien por su dificultad, bien por ser fuente de numerosos errores conceptuales.

Por otra parte, ha sido necesario remodelar el contenido de algunos temas, con el fin de incidir en los aspectos más importantes. La selección de contenidos ha sido realizada teniendo en cuenta que la asignatura es obligatoria y por tanto deben predominar los aspectos generales. Al mismo tiempo hemos tenido en cuenta que una excesiva trivialización puede confundir a los alumnos respecto al nivel de dificultad de los estudios científicos.

ÍNDICE

Unidad I. La ciencia y su método. El proceso de medida	4
Tema 1. La ciencia y su método	6
1.1 ¿Qué es la ciencia?	6
1.2 El método científico. La emisión de hipótesis	8
1.3 El método científico. Resultados de la experiencia	11
Tema 2. ¿Cómo se mide una magnitud?	16
2.1 Magnitudes físicas	16
2.2 Se necesita un patrón: el sistema internacional	18
2.3 El proceso de medida: errores	19
2.4 ¿Qué hacer con la información obtenida?	21
Práctica	26
Unidad II. La cinemática	28
Tema 3. Magnitudes de movimiento	30
3.1 ¿Qué es el movimiento?	30
3.2 Medimos la rapidez del movimiento: la velocidad	32
3.3 La velocidad en un instante y la velocidad media	33
3.4 Mejorando la presentación: gráficas v-t	35
3.5 Aceleración	36
Tema 4. Tipos de movimiento	42
4.1 El movimiento rectilíneo y uniforme	42
4.2 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	45
4.3 Cómo medir distancias en el M.R.U.A.	47
4.4 Caída libre: un ejemplo de M.R.U.A.	49
4.5 El movimiento circular uniforme	50
Práctica	56
Unidad III. La dinámica	58
Tema 5. Los cambios en el movimiento	60
5.1 Las causas del movimiento: la primera clave	60
5.2 Un incidente nada trivial: el rozamiento	62
5.3 Hay pequeños detalles que son muy importantes	63
5.4 Una clave que pasó inadvertida	64
5.5 Eliminando problemas: aprendamos a medir fuerzas	66
5.6 ¿Qué ocurre cuando actúan varias fuerzas?	67

Tema 6. Fuerzas y deformaciones	74
6.1 El efecto deformador de las fuerzas	74
6.2 Afinando un poco más: presión sobre un fluido	75
6.3 Una nueva magnitud: la densidad de los cuerpos	76
6.4 Ejerciendo presión sobre un líquido. Principio de Pascal	77
6.5 Fuerzas ejercidas por un fluido en equilibrio	78
6.6 Presión en el interior de un fluido en equilibrio	79
6.7 El fluido en el que vivimos: la atmósfera	81
6.8 Midiendo la presión: manómetros y barómetros	83
Tema 7. La fuerza como interacción	88
7.1 Una fuerza nunca actúa en solitario	88
7.2 ¿Cómo son las fuerzas que aparecen en la interacción?	89
7.3 ¿Dónde actúan las fuerzas de acción y reacción?	90
7.4 La interacción gravitatoria	91
7.5 Atados a la Tierra por el peso	92
7.6 Cuerpos apoyados sobre superficies horizontales	93
7.7 Cuerpos apoyados sobre superficies inclinadas	94
7.8 Cuerpos en movimiento circular: fuerza centrípeta	95
7.9 Fuerzas ascensionales: principio de Arquímedes	96
Práctica	102
Unidad IV. El trabajo y la energía	104
Tema 8. Trabajo y energía	106
8.1 Precizando conceptos: ¿a qué llamamos trabajo?	106
8.2 ¿Podemos relacionar energía y trabajo?	107
8.3 Aprendiendo a medir el trabajo. Unidades	108
8.4 Concepto de potencia	109
8.5 Energía potencial gravitatoria	111
8.6 Energía asociada al movimiento: energía cinética	113
8.7 Energía mecánica. Principio de conservación	114
8.8 Generalización del principio de conservación	116
Tema 9. Temperatura y calor	122
9.1 Diferencia entre temperatura y calor	122
9.2 Hacia una definición de calor	123
9.3 Midiendo el calor	124
9.4 Los cuerpos se dilatan al calentarlos	127
9.5 Ecuación de estado de los gases perfectos	129
9.6 Comportamiento de los gases	130
9.7 Cambios de estado	131
Tema 10. Fuentes de energía	138
10.1 El calor como intercambio de energía	138
10.2 Máquinas térmicas	139
10.3 Transformaciones entre calor y trabajo	140
10.4 Fuentes de energía	141
Práctica	146

Unidad V. Las ondas	148
Tema 11. Fenómenos ondulatorios	150
11.1 Los fenómenos ondulatorios: ¿qué son?	150
11.2 Los fenómenos ondulatorios: magnitudes	152
11.3 Tipos de ondas. Propiedades generales	154
Tema 12. Las ondas luminosas	160
12.1 A qué llamamos luz	160
12.2 ¿De qué naturaleza es la luz?	162
12.3 Con la luz llegó la óptica	163
12.4 Cómo se forman las imágenes. Espejos y lentes	165
Unidad VI. Electromagnetismo	172
Tema 13. Electrostática	174
13.1 Otro aspecto de la materia: la carga ..	174
13.2 El efecto que produce una carga sobre otra	176
13.3 Aspectos energéticos de la interacción eléctrica	178
Tema 14. Corriente eléctrica	186
14.1 Generalidades acerca de la corriente eléctrica	186
14.2 Intensidad de corriente	188
14.3 Asociación de resistencias	191
14.4 Energía eléctrica	194
Tema 15. Fenómenos magnéticos	200
15.1 Relaciones entre electricidad y magnetismo	200
15.2 La obtención de corriente eléctrica ..	203
15.3 Síntesis entre electricidad y magnetismo	205
Práctica	208
Unidad VII. La materia. El átomo. Los enlaces	210
Tema 16. La materia y su constitución	212
16.1 De que está formada la materia	212
16.2 Un primer intento de racionalización ..	213
16.3 Todo tiene un origen: los comienzos de la química	216
16.4 ¿Hasta dónde podemos dividir una sustancia?	218
16.5 ¿Hay que dividir lo indivisible?	219
16.6 Medida de masas atómicas	220
16.7 Ordenando los elementos: la tabla periódica	221
Tema 17. Modelos atómicos	226
17.1 La electricidad y el átomo	226
17.2 El modelo nuclear del átomo	227
17.3 El núcleo atómico	228
17.4 Más acerca del núcleo	229
17.5 La radiactividad	230
17.6 Hacia un nuevo modelo del átomo ..	232

Tema 18. La unión entre los átomos	236
18.1 Los electrones y el átomo	236
18.2 Cómo se unen los átomos	238
18.3 La energía del enlace químico	239
18.4 Enlace iónico	240
18.5 Enlace covalente	241
18.6 Enlace metálico	242
Práctica	246
Unidad VIII. La reacción química	248
Tema 19. Transformaciones químicas	250
19.1 Las reacciones químicas	250
19.2 Cómo ajustar una reacción química ..	251
19.3 Un nuevo concepto: el mol	252
19.4 Cálculos estequiométricos	254
19.5 Las soluciones	256
19.6 Presión osmótica	257
Tema 20. Equilibrio químico	262
20.1 La causa de las reacciones químicas ..	262
20.2 La rapidez con que se produce una reacción química	263
20.3 El equilibrio químico	265
20.4 Modificando la situación del equilibrio químico	266
20.5 La industria del ácido sulfúrico	268
Tema 21. Equilibrios de particular interés	272
21.1 Ácidos y bases	272
21.2 Medida de la acidez	274
21.3 Estequiometría de las reacciones ácido-base	275
21.4 Reacciones de oxidación-reducción ..	277
21.5 Cálculos estequiométricos en las reacciones redox	278
21.6 Electrólisis. Leyes de Faraday	279
21.7 Procesos metalúrgicos básicos	280
21.8 La industria del hierro	281
Práctica	286
Unidad IX. La química del carbono	288
Tema 22. La química orgánica	290
22.1 La química del carbono	290
22.2 Los enlaces que forma el carbono consigo mismo	291
22.3 Formulación de compuestos en la química del carbono	292
22.4 Clasificando los compuestos del carbono	293
22.5 Los hidrocarburos	294
22.6 Demos nombre a los hidrocarburos ..	295
22.7 Hay hidrocarburos que son aromáticos	296
Tema 23. Los grupos funcionales	300
23.1 ¿Qué es un grupo funcional?	300
23.2 El grupo hidróxilo	301
23.3 Aldehídos y cetonas	302
23.4 El grupo carboxilo: ácidos y derivados	303
23.5 El grupo amina: las aminas	304
23.6 La gran fuente de productos orgánicos	305
Complementos	308
Práctica	310
Apéndice: la formulación química	314

1

LA CIENCIA Y SU MÉTODO

Desde siempre, el hombre ha sentido curiosidad por el mundo que le rodea. Movidó por esa curiosidad, se esfuerza por comprender y poder explicar los fenómenos que a su alrededor acontecen. En definitiva, trata de hallar un orden lógico para todas las cosas. Esa búsqueda del orden ha adquirido formas diversas, como la religión, el arte o la ciencia. En esta lección vamos a examinar lo que es la ciencia y el método de que se vale para estudiar sistemáticamente la naturaleza.

1.1 ¿QUÉ ES LA CIENCIA?

Probablemente que ésta sea la pregunta más difícil de contestar de todas las que se formulan en este libro. No nos debemos impresionar por ello; de momento, nos bastará con dar una respuesta aproximada. Ya veremos durante el curso nuevos aspectos sobre la cuestión.

Si tengo que creer que los babilonios cocían los huevos volteándolos rápidamente con una honda, lo creeré.

¿Estás de acuerdo con la postura de Galileo?

Para responder a esta cuestión, podemos emprender diversas acciones. Lo más lógico es



Galileo mostrando su anteojo. Fragmento del cuadro de Luigi Sabatelli.

realizar la experiencia y comprobar si se cumple o no.

Esto que nos parece ahora tan normal, no siempre ha sido así. Hasta el siglo XVII, en que vivió Galileo, el camino de la experiencia no era el más utilizado para comprobar la realidad. Podían pasarse horas discutiendo sobre una cuestión como la anterior ¡sin recurrir a la experiencia!

Veamos cómo Galileo resuelve el problema de una manera irónica:

- Si intentamos repetir un efecto que en otro momento les ha ocurrido a otros y no lo conseguimos, será porque en nuestro experimento falta algo que causó el éxito en los intentos anteriores.
- Si sólo nos falta una única cosa, ella será la causa verdadera del éxito del experimento.
- En nuestro caso, no nos han faltado ni el huevo, ni la honda, ni un forzudo que la voltease. Sin embargo, el huevo no se ha cocido.
- Como lo único que nos ha faltado para reproducir exactamente el experimento es ser babilonio, se deduce que es el hecho de ser babilonio, y no la fricción con el aire, lo que determina que los huevos se cuezan.

Como ves, razonando "adecuadamente", podemos rechazar falsos planteamientos. Procederemos de esta forma siempre que queramos actuar como científicos.

Este ejemplo no nos da una idea sobre qué es la ciencia, pero ayuda a iniciar el camino.

Requisitos de todo trabajo científico

El trabajo científico es una forma de acercarnos a la realidad, forma en la que es necesario cumplir ciertos requisitos, algunos de los cuales podemos extraer del pasaje anterior de Galileo:

1. La experimentación es fundamental para poder realizar afirmaciones acerca de la realidad.
2. Para que los resultados de un experimento sean aceptados como válidos, éste ha de poder ser reproducido en cualquier otro momento y lugar.
3. La experimentación puede ayudarnos a distinguir las causas reales por las que se producen los fenómenos.

EJEMPLO

Ignaz Semmelweis, médico húngaro que trabajaba en el hospital de Viena, observó que:

- a) Una proporción alta de mujeres que daban a luz en su sección (alrededor del 10%), contraían una enfermedad fatal denominada fiebre de postparto.
- b) En la otra sección de partos del mismo hospital, el porcentaje de mujeres que contraían la enfermedad era tan sólo del 1%.

¿Cómo explicar la diferencia?

Primeramente recogió las opiniones existentes sobre el problema y fue contrastándolas.

Así, una comisión investigadora atribuyó la gran mortalidad en la sección primera a las lesiones producidas por los reconocimientos poco cuidadosos a que eran sometidas las pacientes por parte de los estudiantes de medicina, los cuales realizaban sus prácticas en esa sección.

Para contrastar esta opinión, se redujo a la mitad el número de estudiantes y se restringió al mínimo el número de mujeres que ellos reconocían. La mortalidad no disminuyó. Había que rechazar esa conjetura.

Siguiendo este proceso, a los tres años de investigar el problema, tuvo una idea: tanto él como su equipo y los estudiantes solían llegar a la sección primera después de realizar disecciones en la sala de autopsias, y reconocían a las parturientas después de haberse lavado las



manos sólo de un modo superficial con agua y jabón.

Pensó que "la materia cadavérica" podría ser la causa de la mortalidad observada.

Para poner a prueba esta posibilidad dictó una orden por la que se obligaba a todos a lavarse las manos con una solución de cal clorurada antes de reconocer a ninguna enferma. La mortalidad comenzó a decrecer y llegó a ser incluso inferior a la de la otra sección.

Esta última idea, o hipótesis, como le llamaremos a partir de ahora, fue aceptada.

Conclusiones sobre el método seguido en todo trabajo científico

Aunque la historia completa es mucho más fascinante, con lo visto hasta ahora podemos extraer algunas conclusiones acerca del trabajo científico y que nos ayudarán a entenderlo:

1. Frecuentemente toda investigación comienza con el planteamiento preciso de un determinado problema. En nuestro ejemplo, la diferencia de mortalidad observada.
2. A continuación se procede a la recogida de datos referentes al problema a investigar. En este caso, los hechos que se producen en una sección y no en la otra.
3. Se formulan las hipótesis que puedan explicar los hechos observados. En el ejemplo han sido dos, la incidencia de las prácticas de los estudiantes y la transmisión de materia cadavérica desde la sala de autopsias.