

INDICE GENERAL

	Págs.
PRESENTACION.....	5
INDICE DE TECNICAS.....	21
MATERIAL BASICO DE LABORATORIO.....	24
PRIMERA PARTE.....	25
CUESTIONES INTRODUCTORIAS (ANEXOS).....	25
(A): SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.....	27
(B): CUADERNO DE LABORATORIO.....	33
(C): BALANZA.....	37
(D): EXACTITUD Y PRECISION.....	47
(E): MECHERO Y VIDRIO.....	53
SEGUNDA PARTE.....	63
EXPERIMENTOS.....	63
EXPERIMENTO 1: PREPARANDO DISOLUCIONES.....	65
— OBJETIVOS Y DURACION.....	65
— ESQUEMA.....	67
1. INTRODUCCION TEORICA.....	69
1.A. ¿Por qué aprender a preparar disoluciones? ..	69
1.B. Repasando conceptos básicos.....	70
1.C. ¿Qué disoluciones vamos a preparar y por qué?.....	71
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	71
3. TECNICAS UTILIZADAS EN ESTE EXPERIMENTO.....	72
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	73
4.A. Preparación de disoluciones a partir de pro- ductos en estado sólido.....	73
4.A.1. Preparación de una disolución 0,250 M de ácido oxálico.....	73
4.A.2. Preparación de una disolución 0,100 M de tiosulfato sódico.....	81

	Págs.
4.A.3. Preparación de una disolución aproximadamente 0,010 M de yodato potásico (KIO ₃).....	82
4.A.4. Preparación de una disolución 0,500 M de hidróxido sódico.....	84
4.B. Preparación de disoluciones por dilución.....	85
4.B.1. Preparación de una disolución $\approx 0,500$ M de ácido sulfúrico a partir de un ácido sulfúrico diluido comercial.....	85
4.B.2. Preparación de una disolución $\approx 0,100$ M de hidróxido sódico a partir de una disolución más concentrada de dicho producto.....	91
4.C. Cómo debe manejar las disoluciones de ácidos y bases.....	92
5. RESULTADOS Y CALCULOS.....	93
6. EJERCICIOS.....	95

EXPERIMENTO 2: CRISTALIZACION.....	97
— OBJETIVOS Y DURACION.....	97
— ESQUEMA.....	99
1. INTRODUCCION TEORICA.....	101
1.A. Características y utilidad de esta técnica.....	101
1.B. Elección de disolvente.....	102
1.B.1. Solubilidad.....	102
1.B.2. Relación estructura-solubilidad.....	103
1.C. Técnicas complementarias utilizadas en este experimento: filtración y secado.....	105
1.C.1. Filtración por gravedad.....	105
1.C.2. Filtración a presión reducida.....	107
1.C.3. Secado.....	108
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	109
3. TECNICAS UTILIZADAS.....	110
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	111
4.A. Cristalización de ácido benzoico.....	112
4.B. Determinación del punto de fusión del ácido benzoico cristalizado.....	114
4.C. Efecto que produce la velocidad de cristalización en el tamaño de los cristales.....	115
5. EJERCICIOS.....	115

	Págs.
EXPERIMENTO 3: SINTESIS Y PURIFICACION POR CRISTALIZACION	117
— OBJETIVOS Y DURACION	117
— ESQUEMA	119
1. INTRODUCCION TEORICA	121
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	122
3. TECNICAS UTILIZADAS	123
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	124
4.A. Síntesis del ácido acetilsalicílico	124
4.B. Cristalización del ácido acetilsalicílico	125
4.C. Ensayo con tricloruro de hierro	127
4.D. Determinación del punto de fusión del ácido acetilsalicílico	128
5. CALCULOS Y RESULTADOS	129
6. EJERCICIOS	129
EXPERIMENTO 4: EXTRACCION SIMPLE	131
— OBJETIVOS Y DURACION	131
— ESQUEMA	133
1. INTRODUCCION TEORICA	135
1.A. Definición y utilización de esta técnica	135
1.B. Fundamento	136
1.C. Equipo y procedimiento operatorio	137
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	142
3. TECNICAS UTILIZADAS	143
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	144
4.A. Elección de un disolvente para realizar la extracción de hidroquinona	144
4.B. Extracción de hidroquinona con éter dietílico	145
4.C. Separación de una mezcla de ácido benzoico y 1,3-dinitrobenceno	148
5. EJERCICIOS	149
EXPERIMENTO 5: EXTRACCION MULTIPLE	151
— OBJETIVOS Y DURACION	151
— ESQUEMA	153
1. INTRODUCCION TEORICA	155
1.A. ¿En qué consiste una extracción múltiple? ...	155
1.B. Efecto salino	158

	Págs.
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	158
3. TECNICAS UTILIZADAS.....	159
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	160
4.A. Extracción de yodo con tetracloruro de carbono.....	161
4.A.1. Extracción simple.....	161
4.A.2. Extracción múltiple.....	162
4.B. Comprobación del efecto salino.....	164
5. EJERCICIOS.....	165
EXPERIMENTO 6: DETERMINACION DEL PUNTO DE FUSION.....	167
— OBJETIVOS Y DURACION.....	167
— ESQUEMA.....	169
1. INTRODUCCION TEORICA.....	171
1.A. Fusión.....	171
1.B. Punto de fusión.....	171
1.B.1. Aplicaciones del punto de fusión.....	172
1.C. Descomposición, decoloración de sustancias..	173
1.D. Aparatos para determinar el punto de fusión.	174
1.D.1. Descripción.....	174
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	176
3. TECNICAS UTILIZADAS.....	177
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	177
4.A. Punto de fusión mixta.....	177
4.A.1. Llenado del capilar.....	177
4.A.2. Colocación del capilar.....	178
4.A.3. Modo de calentar.....	178
4.B. Punto de fusión del ácido benzoico y del ácido acetilsalicílico.....	179
5. RESULTADOS.....	179
6. EJERCICIOS.....	180
EXPERIMENTO 7: SUBLIMACION.....	181
— OBJETIVOS Y DURACION.....	181
— ESQUEMA.....	183
1. INTRODUCCION TEORICA.....	185
1.A. Fundamento.....	185
1.B. Utilización de esta técnica.....	188
1.C. Equipo y procedimiento operatorio.....	189
1.C.1. Sublimación a presión atmosférica.....	189
1.C.2. Sublimación a presión reducida.....	189

	Págs.
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	192
3. TECNICAS UTILIZADAS	193
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	194
4.A. Sublimación a presión atmosférica: purificación de 1,4-diclorobenceno	195
4.B. Sublimación a presión reducida	196
4.B.1. Purificación de naftaleno	196
4.B.2. Purificación de ácido benzoico.....	197
4.C. Determinación del punto de fusión de una sustan- cia que sublima: 1,4-diclorobenceno	198
5. RESULTADOS	199
6. EJERCICIOS	199
EXPERIMENTO 8: DESTILACION SENCILLA	201
— OBJETIVOS Y DURACION	201
— ESQUEMA	203
1. INTRODUCCION TEORICA	205
1.A. Destilación. Características	205
1.A.1. Destilación sencilla	205
1.A.2. Mezclas azeotrópicas	207
1.B. Equipo utilizado	208
1.C. Observaciones	210
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	211
3. TECNICAS UTILIZADAS	212
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	212
4.A. Separación de tetracloruro de carbono y anili- na	212
4.B. Separación de agua de una disolución de sul- fato de cobre	213
5. EJERCICIOS	214
EXPERIMENTO 9: SEPARACION POR ARRASTRE CON VA- POR	215
— OBJETIVOS Y DURACION	215
— ESQUEMA	216
1. INTRODUCCION TEORICA	219
1.A. Fundamento teórico	219
1.B. Equipo utilizado	220
1.C. Observaciones	222
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	222
3. TECNICAS UTILIZADAS	223
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	224

	Págs.
4.A. Arrastre con vapor de Eugenol.....	224
4.B. Extracción y secado	225
5. EJERCICIOS.....	227
EXPERIMENTO 10. LEY DE LAS PROPORCIONES DEFINIDAS	229
— OBJETIVOS Y DURACION	229
— ESQUEMA	231
1. INTRODUCCION TEORICA	233
1.A. Síntesis del óxido de magnesio	233
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	234
3. TECNICAS UTILIZADAS	234
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	235
5. RESULTADOS	237
6. EJERCICIOS.....	238
EXPERIMENTO 11. PESO EQUIVALENTE DE UN METAL ...	239
— OBJETIVOS Y DURACION	239
— ESQUEMA	241
1. INTRODUCCION TEORICA	243
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	244
3. TECNICAS UTILIZADAS	244
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	245
5. RESULTADOS	248
6. EJERCICIOS.....	249
EXPERIMENTO 12. DETERMINACION DE UNA CONSTANTE DE EQUILIBRIO.....	251
— OBJETIVOS Y DURACION	251
— ESQUEMA	253
1. INTRODUCCION TEORICA	255
2. MATERIAL Y PRODUCTOS.....	258
3. TECNICAS UTILIZADAS	258
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	259
4.A. Soluciones que ha de preparar.....	259
4.B. Operaciones.....	260
4.B.1. Preparación de reactivos.....	260
4.B.2. Mezcla de reactivos	260
4.B.3. Medición de las concentraciones.....	261
5. CALCULOS	264
5.A. Concentraciones	264
5.B. Constante de equilibrio	265
6. EJERCICIOS.....	267

	Págs.
EXPERIMENTO 13. PODER REDUCTOR DE LOS METALES.	269
— OBJETIVOS Y DURACION	269
— ESQUEMA	271
1. INTRODUCCION TEORICA	273
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	277
3. TECNICAS UTILIZADAS	278
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	278
4.A. Parte primera	278
4.B. Parte segunda	281
5. EJERCICIOS	283
EXPERIMENTO 14. ESCALA ELECTROQUIMICA	285
— OBJETIVOS Y DURACION	285
— ESQUEMA	287
1. INTRODUCCION TEORICA	289
1.A. Pilas galvánicas	289
1.B. Potenciales de electrodo	292
— Puente salino	293
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	295
3. TECNICAS UTILIZADAS	296
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	296
4.A. Soluciones que ha de preparar	296
4.B. Operaciones	297
5. CALCULOS	301
6. EJERCICIOS	303
EXPERIMENTO 15. VELOCIDAD DE REACCION	305
— OBJETIVOS Y DURACION	305
— ESQUEMA	307
1. INTRODUCCION TEORICA	309
1.A. Velocidad de reacción	309
1.B. Reloj químico	311
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	313
3. TECNICAS UTILIZADAS	314
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	314
4.A. Soluciones que ha de preparar	314
4.B. Operaciones	315
5. CALCULOS	320
5.A. Concentraciones iniciales y velocidad de reac- ción	320
5.B. Ordenes de reacción	321
5.C. Constante de velocidad	322
6. EJERCICIOS	324

	Págs.
EXPERIMENTO 16. ANALISIS DE IONES	325
— OBJETIVOS Y DURACION	325
— ESQUEMA	327
1. INTRODUCCION TEORICA	329
1.A. Análisis cualitativo	329
1.B. Grupo I de cationes: Pb^{2+} , Hg_2^{2+} y Ag^+	330
1.C. Aniones haluro: Cl^- , Br^- , I^-	332
1.D. Anión sulfuro	333
1.E. Normas generales en el análisis cualitativo ..	334
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	335
3. TECNICAS UTILIZADAS	336
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	337
4.A. Disoluciones a preparar	337
4.B. Reconocimiento de los iones Pb^{2+} , Hg_2^{2+} , Ag^+ ..	338
4.C. Reconocimiento de los iones Cl^- , Br^- , I^- ...	341
4.D. Reconocimiento del ion S^{2-}	344
5. RESULTADOS	346
6. EJERCICIOS	347
EXPERIMENTO 17. VALORACION DE DISOLUCIONES	349
— OBJETIVOS Y DURACION	349
— ESQUEMA	351
1. INTRODUCCION TEORICA	353
1.A. Algunos conceptos básicos	353
1.B. Determinación de las concentraciones «reales» ..	356
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	356
3. TECNICAS UTILIZADAS	357
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	357
4.A. Determinación del factor de corrección de la concentración de una solución de hidróxido só- dico	357
4.A.1. Introducción	357
4.A.2. ¿Qué hacer con una bureta para usarla correctamente?	359
4.A.3. Procedimiento operatorio	362
4.B. Determinación y factor de corrección de la concentración de una disolución de Tiosulfato sódico	364
4.B.1. Introducción	364
4.B.2. Procedimiento operatorio	368
5. RESULTADOS Y CALCULOS	369
6. EJERCICIOS	371

	<u>Págs.</u>
EXPERIMENTO 18. ANALISIS DE LA ACIDEZ DE UN VINA- GRE	373
— OBJETIVOS Y DURACION	373
— ESQUEMA	375
1. INTRODUCCION TEORICA	377
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	380
3. TECNICAS UTILIZADAS	381
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	381
4.A. Determinación de la acidez total de un vinagre	381
4.B. Determinación de la acidez fija	383
5. RESULTADOS Y CALCULOS	385
6. EJERCICIOS	387
EXPERIMENTO 19. ANALISIS DEL PODER OXIDANTE DE UN PRODUCTO DE LIMPIEZA	389
— OBJETIVOS Y DURACION	389
— ESQUEMA	391
1. INTRODUCCION TEORICA	393
2. MATERIAL Y PRODUCTOS	394
3. TECNICAS UTILIZADAS	395
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	395
5. RESULTADOS Y CALCULOS	397
6. EJERCICIOS	398

(A): SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

POR SOLEDAD ESTEBAN SANTOS

En un laboratorio químico, durante la realización del trabajo experimental se pueden producir numerosos accidentes de distintos orígenes. Por ello, es imprescindible conocer las causas de esos posibles accidentes y seguir unas normas de seguridad para evitarlos.

Los accidentes en un laboratorio obedecen, generalmente, a una de estas tres causas:

- Fuegos.
- Contacto con productos químicos peligrosos (tóxicos o que producen quemaduras).
- Daños de tipo mecánico (cortes por vidrio, quemaduras por contacto con material caliente, explosiones, etc.).

Fuegos

Tienen su origen principalmente en:

a) Líquidos inflamables. Pertenecen a éstos, entre otros, los compuestos líquidos orgánicos de bajo punto de ebullición, como son casi todos los disolventes orgánicos. Por ello, hay que mantener estos líquidos inflamables lejos de las llamas de los mecheros, de cigarrillos e, incluso, de superficies calientes (como son las placas de calefacción). Cuando se tengan que calentar se hará poniendo el matraz que los contiene dentro de un baño (de agua o de aceite de silicona, por ejemplo) y nunca se colocarán directamente sobre el foco de calefacción. Además, la salida de los vapores se

alejara de la llama del mechero por diversos metodos, que seran indicados oportunamente.

b) Ciertas reacciones quimicas. Por ejemplo, aquellas en las que se desprende hidrogeno, gas sumamente inflamable.

c) Una instalacion electrica deficiente (como puede ocurrir en cualquier otro sitio que no sea un laboratorio).

Los fuegos en un laboratorio de Quimica General son poco probables, ya que no se suelen manipular con mucha frecuencia liquidos inflamables (su causa mas comun). Sin embargo, debido a las graves consecuencias que podrian tener en caso de producirse, es imprescindible que los laboratorios esten dotados de *extintores de incendios*. Siempre, antes de comenzar el curso de laboratorio, se habra de conocer la *localizacion* de los extintores y aprender su manejo.

Contacto con productos quimicos peligrosos

a) El caso mas comun es el de quemaduras producidas por acidos o bases en su contacto con la piel. Si esto ocurriera, se lavara la zona afectada con agua abundante de tres a cinco minutos y despues los restos de acido o de base que pudieran quedar en la piel se neutralizaran, respectivamente, con una solucion diluida de bicarbonato sodico (o de amoniaco) o con una solucion diluida de acido acetico. Si la quemadura ha sido producida por un acido muy fuerte y concentrado, a veces es conveniente, despues del lavado con agua, tratar la herida con una pasta de bicarbonato sodico solido y agua. Por esto, como medida de proteccion de la piel y de la ropa, se debe utilizar bata de laboratorio y, ademais, no llevar sandalias.

Hay que tener especial cuidado con los ojos, pues pueden alcanzarles salpicaduras de acidos, bases o sustancias calientes. En el laboratorio hay que trabajar siempre con *gafas de seguridad* e, incluso, en algunos casos con pantallas protectoras. Las gafas graduadas, para aquellas personas que las utilicen, constituyen cierta defensa, aunque no completa.

Cuando un producto quimico cae en los ojos, hay que lavar estos inmediatamente con gran cantidad de agua durante al menos cinco minutos (cuidese, si se tocan, de que las manos esten limpias).

Después, si se juzga necesario, se acudirá a un médico. Por otra parte, el llevar lentes de contacto en el laboratorio no es recomendable, pues si hay vapores irritantes (como, por ejemplo, los de cloruro de hidrógeno) se pueden acumular entre la lente y el ojo, ocasionando lógicamente lesiones en éste.

b) También se producen accidentes por inhalación de vapores, por ingestión e, incluso, por absorción a través de la piel de sustancias tóxicas. A este respecto, se debe disponer en el laboratorio de un manual donde se recoja indicado el índice de toxicidad de los productos químicos y los límites de concentración aceptables por el organismo.

Cuando se trabaja con sustancias que desprenden vapores nocivos (tóxicos o irritantes) y cuando se realiza una reacción en la que se forman vapores o humos peligrosos, hay que trabajar en una *vitrina de laboratorio*. Esta es un lugar del laboratorio donde el aire se renueva por medio de un extractor. De esta forma los vapores nocivos se succionan hacia el exterior del edificio a través del tiro de la vitrina.

Por esto también, para percibir el olor de una sustancia nunca se colocará la nariz directamente sobre la boca del recipiente que la contiene, sino que se «abanicará» con la mano, dirigiendo el vapor suavemente hacia la nariz (Fig. A.1).



Fig. A.1. Abanique con la mano para percibir el olor.

Nunca se fumará en el laboratorio, ya que al aspirar el humo se introducen en los pulmones todos los vapores que haya en aquél. *Tampoco se debe comer ni beber* en el laboratorio para evitar la ingestión de sustancias tóxicas. Por la misma razón, tampoco se probará el sabor de ningún producto químico. Hay que evitar el contacto directo de las manos con sustancias venenosas, pues se absorben por la piel. En estos casos, se trabajará con guantes. Al abandonar el laboratorio, siempre se deben lavar bien las manos.

Daños mecánicos

a) Heridas por cortes con vidrio; las más frecuentes son las producidas al *cortar varillas* de vidrio o al introducirlas en corchos horadados. Para evitar estos accidentes, las varillas se cortarán siempre asiéndolas con un paño al hacer presión para partirlas (según indicaciones específicas en el Anexo E). Las varillas se introducirán en los orificios de los tapones lubricando con glicerina o grasa de silicona el orificio y la misma varilla, girando ésta lentamente al ir la introduciendo.

b) Quemaduras al tocar material de vidrio caliente. Por esto, hay que cerciorarse bien si se ha enfriado. Tampoco hay que tocar los mecheros «calados» (ver Anexo E), pues su tubo se calienta muchísimo. Asimismo, se debe tener precaución con la llama de los mecheros (en este sentido, a veces incluso se recomienda que las personas que tienen el cabello largo, se lo recojan).

Cuando se produce una quemadura de este tipo, antes de poner cualquier pomada en la superficie dañada hay que tratarla con agua fría. Esta absorbe el calor de la quemadura y después se aplica la pomada adecuada.

c) Explosiones: a veces puede llegar a producirse una explosión provocada por una reacción química inesperada. Por esto, en las reacciones en que se producen vapores *no debe cerrarse* el recipiente herméticamente, pues el aumento de presión produce una explosión.

Volvemos a insistir en este punto en la conveniencia de utilizar gafas de seguridad.

Otras precauciones

— Cuando se tiene que diluir un ácido, nunca se añade el agua sobre el ácido, sino al contrario, *se añade el ácido sobre el agua*, poco a poco y con agitación. Si no se hiciera así, se produciría una gran cantidad de calor (debido a que la reacción del ácido con el agua es muy exotérmica) con lo cual podría proyectarse el ácido hacia el exterior o incluso romperse el recipiente, vertiéndose su contenido. Esto es especialmente importante con ácidos muy concentrados y fuertes y, sobre todo, con el sulfúrico.

— Cuando se calienta un líquido en un tubo de ensayo, se tomará éste con unas pinzas de tubo de ensayo y se calentará por la parte más alta adonde llegue el líquido, inclinando el tubo, y nunca por el fondo del mismo (Fig. A.2). El líquido, de no hacerlo así, podría proyectarse violentamente. Además, se tendrá mucho cuidado de no «apuntar» la boca del tubo de ensayo hacia nuestra cara ni hacia la de nuestros compañeros de laboratorio.



Fig. A.2. Cómo calentar el contenido de un tubo de ensayo.

— Nunca se pipeteará con la boca, sino con una pera de goma (según indicaciones dadas en el Experimento 1).

— No se devolverá un reactivo sobrante en un ensayo al frasco general. Se contaminaría éste y además podría tener lugar una reacción no deseada, con consecuencias tal vez peligrosas.

— No se calentarán líquidos en recipientes de vidrio no resistente al calor (como probetas, matraces aforados, frascos, etc.), pues se rompen.

— Nunca se trabajará solo en el laboratorio.

— Antes de realizar una experiencia, habrá de leerse antes, detenidamente, el procedimiento operatorio para conocer las precauciones a tener en cuenta.

— Además, nunca se realizarán experimentos no autorizados.

— En el caso de sufrir una herida, quemadura o cualquier otro accidente deberá darse cuenta de ello inmediatamente al Profesor de Laboratorio.

— Es conveniente que todo laboratorio esté provisto de un botiquín, con el material necesario para realizar unos primeros auxilios, así como de una lista con direcciones y teléfonos de centros hospitalarios donde pudieran ser asistidos los casos de lesiones de carácter grave que acaso se produjeran.

A lo largo del desarrollo de los Experimentos se indicarán expresamente las precauciones especiales a tener en cuenta.

Las normas expuestas aquí no son todas las que existen, sólo las más importantes. Algunas de ellas son, incluso, algo excesivas para un curso como éste, en el que los autores hemos procurado buscar para los experimentos reactivos que no son peligrosos cuando se utilizan debidamente. Sin embargo, habrán de tenerse en cuenta siempre que se trabaje en un laboratorio químico.

(B): CUADERNO DE LABORATORIO

POR RAQUEL NAVARRO DELGADO

La Ciencia avanza, entre otras razones, porque los científicos comunican sus descubrimientos y éstos pueden ser reproducidos, bien por el investigador autor del descubrimiento en un período de tiempo posterior, si es necesario, bien por cualquier otro miembro de la comunidad científica, sin necesidad de más información que la que aparece en la publicación. La transmisión completa y precisa de cómo llevar a cabo un experimento es posible porque durante el desarrollo de éste, el científico ha dejado constancia de todas las actividades que realiza, desde las previas al experimento propiamente dicho, hasta las conclusiones de éste, así como de sus dificultades, dudas y razonamientos. Por ello, como parte importante de su aprendizaje científico, debe aprender a llevar un cuaderno de laboratorio, en el que anote cuidadosamente su trabajo experimental. A continuación le exponemos una serie de puntos a tener en cuenta en el desarrollo de esta tarea.

Es conveniente que en su Cuaderno de Laboratorio:

- 1) Indique sus datos de identificación personal.
- 2) Numere las páginas.
- 3) Anote la fecha en que realiza cada experimento y el título de éste.
- 4) Antes de iniciar un experimento, haga una breve descripción teórica del mismo, que incluya los objetivos que se pretenden, el fundamento teórico de la experiencia, un esquema del procedimiento a seguir, los tipos de datos que se han de recoger, cómo han de ser tratados posteriormente, etc. Debe

anotar igualmente las dudas que le hayan surgido y las respuestas que haya encontrado para solucionarlas. A primera vista, este apartado puede parecerle una pérdida de tiempo. ¿Para qué entretenerse en exponer lo que ya tratan los manuales? El leer detenidamente cómo llevar a cabo un experimento antes de realizarlo, y el obligarse a tomar notas y pensar acerca de él ahorra muchas horas de trabajo inútil en el laboratorio. Para llegar bien y pronto a un encuentro deseado en una ciudad compleja y populosa, ¿prefiere conducir sin tener conocimiento de su infraestructura vial, o prefiere consultar previamente un plano de la ciudad y diseñar un camino?

- 5) Durante el desarrollo del experimento anote todo lo que haga y descubra: los materiales y productos que utiliza, las condiciones (presión, temperatura, pH, etc.) en las que realiza el experimento, las dificultades que ha encontrado en su desarrollo, las medidas que ha adoptado para resolverlas, el valor de las variables medidas, los datos obtenidos, etc. Para que la recogida de datos resulte más fácil es conveniente que antes de iniciar el experimento construya una tabla que permita en cada caso que esta tarea sea sencilla y que por otra parte presente los datos de forma ordenada. ¡No confíe a su memoria la retención de un dato u observación, ni escriba éstos en hojas de papel sueltas! Anote todos los datos y observaciones, en tinta o bolígrafo, en su cuaderno. Si tiene que rectificar algún dato, no lo borre, táchelo con una sola línea cruzada, y escriba en el espacio inmediato superior (si el de la derecha estuviera ya ocupado) el nuevo dato. Datos considerados incorrectos o erróneos pueden ser muchas veces interesantes, algunas han conducido a descubrimientos no previstos, y en cualquier caso pueden ser motivo de discusión. De ahí la indicación de que no los «destruya» totalmente, sino que conserve la posibilidad de leerlos.

Las anotaciones que realice deben ser inteligibles no sólo en el momento en que las toma, sino que deben permitirle repetir el trabajo realizado en cualquier otro período de tiempo y a cualquier otro compañero, sin más información que la que anotó en el cuaderno.

- 6) Detalle los cálculos que realice hasta determinar, a partir de los datos, los resultados finales. Tanto aquéllos como éstos deben escribirse con sus cifras significativas correctas, e in-

dicando, asimismo, las unidades de las variables que representan.

- 7) Conteste a todas las preguntas o cuestiones planteadas.

Una última reflexión: es muy fácil cometer errores, y de éstos se sacan muchas veces consecuencias positivas. Por eso, anote siempre lo que ocurra y no lo que sabe que «debería» ocurrir. Si lo que observa, y los datos que obtiene no coinciden con lo previsto, busque una explicación, pero no falsee nunca ni sus conclusiones ni sus datos.