

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

GUIA DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE FISICOQUIMICA
CONCEPTOS BASICOS DE METODOLOGIA CIENTIFICA "

Trabajo de tesis que para obtener el título de :
MEDICO VETERINARIO ZOOTENISTA Presenta :

Maricela Ortega Villalobos

Asesores :

M.D.Z. M. Sc. Carlos J. Calderón F.

M.D.Z. Carlos M. Romero R.

Mayo de 1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL.

RESUMEN.	I
INTRODUCCIONII
DESARROLLO: MANUAL DE PRACTICAS:	
Indice del manual.	1
Introducción	3
Recomendaciones.	5
Contenido.	7
Objetivos de la Práctica 1	12
Práctica 1. La estructura de la materia:	
Un concepto cambiante. Observación	14
Objetivos de la Práctica 2	25
Práctica 2. Estado gaseoso. Leyes que rigen su comportamiento. Variables: In- dependientes, dependientes y parámetros.	27
Objetivos de la Práctica 3	36
Práctica 3. Estudio cualitativo y cuanti- tativo de la tensión superficial. Medi- ción y error	38
Objetivos de la Práctica 4	48
Práctica 4. Viscosidad. Manejo de los datos experimentales	50
Objetivos de la Práctica 5	61
Práctica 5. Difusión y ósmosis. Hipóte- sis, predicción, teoría y ley.	63
Objetivos de la Práctica 6	69
Práctica 6. Potencial de hidrogeniones. Diseño experimental.	71
Objetivos de la Práctica 7	82
Práctica 7. Estado coloidal. Presenta- ción escrita de un trabajo experimental.	84

Bibliografía del manual.	94
Índice alfabético de los conceptos de metodología científica experi- mental abordados en el manual.	97

APENDICE: "GUIA PARA EL INSTRUCTOR":

Introducción	1
Recomendaciones al instructor.	3
Práctica 1: Sugerencias de ejercicios	6
Práctica 2: Sugerencias de ejercicios.	13
Práctica 3: Sugerencias de ejercicios.	17
Práctica 4: Sugerencias de ejercicios.	21
Práctica 5: Sugerencias de ejercicios.	25
Práctica 6: Sugerencias de ejercicios.	28
Práctica 7: Sugerencias de ejercicios y de formas para hojas de reportes	32

BIBLIOGRAFIA	V
------------------------	---

RESUMEN.

Durante su estancia en las aulas, el estudiante de medicina veterinaria y zootecnia tiene que recibir una gran cantidad de información, pero generalmente obtiene una educación deficiente en el aspecto formativo, sobre todo en lo referente a la metodología de la ciencia.

El presente trabajo es un manual de prácticas que pretende contribuir a la solución del problema, tratando en forma simultánea temas propios de la materia de Fisicoquímica y los aspectos básicos de metodología científica experimental; así se presenta una práctica sobre la estructura de la materia donde se aborda al mismo tiempo la observación científica, otra sobre las leyes del estado gaseoso que estudia también los conceptos de variables independientes y dependientes, así como de parámetros. Otros temas tratados en forma conjunta son: Tensión superficial, medición y error; Viscosidad, manejo de datos experimentales; Difusión y ósmosis, hipótesis y predicción; Potencial de hidrogeniones, diseño experimental; Estado coloidal, reporte de un trabajo experimental.

En cada práctica se hace una breve revisión de los temas a tratar, se plantean los objetivos de estudio, se presentan ejercicios, se encomiendan tareas y se proporciona bibliografía, todo ello con el fin de reforzar el conocimiento ofrecido por el maestro en la clase técnica, pues el manual ha sido diseñado con base en el programa vigente de la materia de Fisicoquímica.

Se pretende facilitar la tarea de los instructores, por lo tanto se incluye al final del trabajo, la bibliografía del mismo, así como una guía que les ayudará a utilizar más eficientemente el manual, presentando sugerencias de ejercicios y tareas y proponiéndoles una forma de realizar cada práctica.

I N T R O D U C C I O N .

Se ha señalado públicamente que en las carreras de ciencias naturales, en México, se están generando alumnos con una visión parcial e incompleta de la realidad, además de existir un déficit a nivel nacional de recursos humanos que puedan atender la demanda de investigación en el país, sugiriéndose un replanteamiento de los modelos formativos actuales que no responden a las necesidades del mismo (20).

— El médico veterinario zootecnista no queda al margen de la situación expuesta, ya que su preparación es deficiente principalmente en el aspecto formativo; los egresados de la carrera se sienten inseguros en la aplicación de sus conocimientos, esto último es causado en la mayoría de los casos no por una falta de información en las clases que recibieron, sino por una deficiente orientación y formación metodológica.

Se ha reconocido el bajo nivel científico que muestran egresados (1), sin embargo, éste no es un problema únicamente nacional, y en 1973 la Organización Panamericana de la Salud, oficina regional de la Organización Mundial de la Salud, recomendó en el Segundo Seminario sobre la Educación en Medicina Veterinaria en América Latina que las escuelas preparen médicos veterinarios capaces de seguir aprendiendo por sí mismos y de resolver problemas derivados de las deficiencias tecnológicas del medio en que van a desenvolverse (34).

En el año de 1975, el Grupo de Estudio Asesor sobre la Enseñanza de la Fisiología en la Educación en Medicina Veterinaria en América Latina señaló la importancia que tienen las materias básicas para la comprensión de

que la producción animal depende de la relación ambiente-animal-hombre, agregando: "Además, la naturaleza del curso de Fisiología y su enseñanza familiarizan al alumno con el método científico, le brindan la oportunidad de poner en juego su talento de observación y análisis, su juicio crítico y su creatividad, despertando en él aquellas habilidades que le permitirán utilizar los recursos que tenga a mano para resolver los problemas que se le presenten en el futuro." (34). En forma similar se expresa Bernardo A. Houssay al señalar las funciones que debe realizar una universidad, añadiendo: "Con demasiada frecuencia transcurren a veces décadas antes de que los descubrimientos de la Fisiología lleguen a la práctica corriente; esto podrá evitarse desde los primeros pasos de la educación médica, con una buena educación en Fisiología y en el método científico." (19).

La materia de Fisiología en las carreras médico-biológicas ocupa generalmente un curso introductorio a la Fisiología, ya que muchos de los fenómenos que ocurren en los seres vivos están regidos por leyes fisiológicas, es necesario conocer estas leyes para dar una explicación de ellos.

De lo anterior se deduce la importancia de plantear los métodos y destinar los recursos que aseguren que en realidad el estudio de la Fisiología sea desarrollado conjuntamente con el del método científico, ya que definitivamente no es posible desligarlos.

Siendo la Fisiología la primera etapa de estudio de la Fisiología y generalmente una de las primeras materias que cursa el estudiante de Medicina Veterinaria, es conveniente iniciar la formación metodológica del educando en este nivel, si bien es necesario aclarar que algunos de ellos recibieron un curso previo de metodolo-

gla experimental, pero aún entre estos últimos es diferente el nivel de preparación alcanzado.

Las razones anteriormente expuestas llevan a pensar en una guía tendiente a uniformar y aumentar el grado de dominio del método científico en los estudiantes de primer ingreso, haciendo hincapié, como recomienda Medina Nicolau "en el proceso de búsqueda más que en la asimilación sistemática de conocimientos" (26), capacitándolos para el diseño y realización de sus trabajos experimentales en los siguientes cursos de Fisiología. Al mismo tiempo se busca que los cursos de esta materia contribuyan a la formación metodológica del egresado de Medicina Veterinaria.

MÁNUAL DE PRÁCTICAS.

Índice del manual.

	Página
Introducción	3
Recomendaciones.	5
Contenido	7
Objetivos correspondientes a la Práctica 1	12
Práctica 1. La estructura de la materia: Un concepto cambiante. Observación	14
Objetivos correspondientes a la Práctica 2	25
Práctica 2. Estado gaseoso. Leyes que rigen su comportamiento. Variables: Independientes, dependientes y parámetros	27
Objetivos correspondientes a la Práctica 3	36
Práctica 3. Estudio cualitativo y cuantitativo de la tensión superficial. Medición y error.	38
Objetivos correspondientes a la Práctica 4	48
Práctica 4. Viscosidad. Manejo de los datos experimentales.	50
Objetivos correspondientes a la Práctica 5	61
Práctica 5. Difusión y ósmosis. Hipótesis, predicción, teoría y ley	63
Objetivos correspondientes a la Práctica 6	69

<i>Práctica 6. Potencial de hidrogeniones.</i>	
<i>Diseño experimental.</i>	<i>71</i>
<i>Objetivos correspondientes a la Práctica 7</i>	<i>82</i>
<i>Práctica 7. Estado coloidal. Presentación escrita de un trabajo experimental</i>	<i>84</i>
<i>Bibliografía del manual.</i>	<i>94</i>
<i>Índice alfabético de los conceptos de me- tología científica experimental aborda- dos en el manual</i>	<i>97</i>

Introducción del manual.

Los problemas que la producción animal implica son muy variados y no existen patrones fijos para afrontarlos, sobre todo en un país como México, donde las condiciones climáticas tan diferentes que se encuentran en la extensión de su territorio diversifican aún más los factores que han de controlarse en las explotaciones animales.

El médico veterinario zootecnista debe estar preparado para analizar y resolver dichos conflictos, por lo cual en el transcurso de tu formación universitario deberás recibir una capacitación muy amplia.

La carrera que has elegido se cuenta entre las de mayor duración en nuestro país, lo cual se explica si se consideran las razones anteriormente expuestas, así como la variedad de especies animales, con sus respectivos problemas particulares, que han de estudiarse.

Sin embargo, a pesar del tiempo que permanecerás en las aulas, no pienses que obtendrás pasivamente en ellas la totalidad de la información que requierás para tu desarrollo como profesionista. Es necesario que tu capacitación incluya una orientación hacia el proceso de búsqueda del conocimiento, que te permita un mejor desempeño en las materias que curses.

Esa actitud de búsqueda del conocimiento, basada en la metodología científica te facilitará así mismo obtener en el futuro la información que tu campo específico de trabajo demande y el estar al día en los avances científicos y tecnológicos.

La Fisiología, como todas las ciencias físicas, se ha desarrollado en la medida que el método experimental lo ha hecho, sin embargo, junto con la Física y la Quími-

-ca, ha sido una de las disciplinas que mayormente lo ha retroalimentado.

La materia de Fisicoquímica en las carreras médico-biológicas ocupa generalmente un curso introductorio a la Fisiología, ya que los fenómenos que ocurren en los seres vivos están regidos por leyes fisicoquímicas y para explicarlos es necesario conocer esas leyes. Siendo la Fisicoquímica una materia que se presta para el estudio del método científico experimental y una de las primeras que cursarás en la carrera, es conveniente que obtengas tu formación metodológica en este nivel.

El laboratorio de materias como la Fisicoquímica o la Fisiología, de carácter teórico-práctico, tiene como objetivos: reforzar lo aprendido en teoría y contribuir al aspecto formativo del estudiante. En este caso, ambos objetivos podrán cumplirse de una manera satisfactoria si no solamente estudias los mecanismos de las funciones orgánicas, sino te enteras de cómo se llega a tales conocimientos, para lo cual es recomendable que te ejercites en el diseño de tus propios experimentos, basado en la metodología científica experimental.

El presente manual pretende, a la vez de ayudante a reafirmar el conocimiento de algunos aspectos clásicos de la Fisicoquímica aplicados a la Fisiología, servirte como aula del método experimental, de tal forma que tu participación en el proceso enseñanza - aprendizaje crezca en la medida de tu capacitación.

R e c o m e n d a c i o n e s .

Antes de acudir al laboratorio a realizar los experimentos que la práctica señala, es indispensable que hayas leído ésta en su totalidad, pues sólo así podrás tener una idea completa de cada aspecto de la experimentación que estés realizando.

La información contenida en las prácticas es sin duda muy reducida, por lo que deberás ampliarla a través de lecturas complementarias, una parte de ellas puede constituirse con la bibliografía indicada al final de cada práctica.

Previamente a la ejecución de los ejercicios el instructor brinda una pequeña introducción en la que orienta el trabajo, ofreciendo algunas indicaciones útiles para llevar a cabo los experimentos y disipando las dudas que surgieron durante la lectura. Es preciso aclarar todos aquellos aspectos que no hayas comprendido en su totalidad, pues el desconocimiento de algunos detalles o la premura por iniciar la experimentación conducen generalmente a errores.

La correcta organización del trabajo de equipo es un factor importante para que los ejercicios sean ejecutados correctamente en el tiempo que se destina a la práctica. No descuides este aspecto en tu equipo.

Realiza con esmero los experimentos y anota cuidadosamente los resultados que en ellos obtengas en los espacios destinados a este fin.

La obtención de resultados no es la última etapa de la práctica, ella consiste en el análisis y discusión de los datos obtenidos, lo cual deberá llevarse a cabo mediante la participación de todos los miembros del equipo, quienes deberán conjuntar los conocimientos obtenidos

antes y durante la práctica y la información recopilada con el fin de unificar criterios y ofrecer conclusiones al resto del grupo en la siguiente sesión.

C o n t e n i d o .

Práctica # 1

"La estructura de la materia: un concepto cambiante".

Observación.

a) Necesidad de observación de los organismos.

b) Concepto de observación.

c) Breve historia del átomo:

c.1) El átomo en la antigüedad.

c.2) La teoría atómica de Dalton.

c.3) El átomo de Thomson.

c.4) El átomo de Rutherford.

c.5) El átomo de Bohr.

c.6) El concepto actual de átomo.

d) Importancia de la observación en el desarrollo de las ciencias.

Práctica # 2

"Estado gaseoso. Leyes que rigen su comportamiento"

Variables: Independientes, dependientes y parámetros.

a) Generalidades del estado gaseoso.

b) Concepto de gas ideal.

c) Ejercicios con las principales leyes de los gases:

c.1) Ley de Boyle-Mariotte.

c.2) Ley de Gay Lussac.

c.3) Ley de Dalton.

d) Concepto de variable.

d.1) Variable independiente o libre. Concepto y ejercicios de identificación.

d.2) Variable dependiente y parámetro. Conceptos y ejercicios de identificación.

e) Control de variables.

Práctica # 3

"Estudio cualitativo y cuantitativo de la tensión superficial"

Medición y error.

- a) Origen de la tensión superficial.
- b) Efecto de las sustancias batótonas.
- c) Efecto de la temperatura.
- d) Medición de la tensión superficial de diferentes líquidos:
 - d.1) Por el método estalagmométrico.
 - d.2) Por el método de arrancamiento.
- e) El estudio cualitativo como primera forma de conocimiento.
- f) Necesidad de cuantificar los fenómenos.
- g) Medición.
 - g.1) Patrón de medición.
 - g.2) Factores de error en la medición:
 - Humano.
 - Limitaciones instrumentales.
 - Influencias extrañas durante la medición.
 - Muestras no significativas.
 - Tamaño de la muestra.
 - Perturbaciones causadas por el acto de la observación.

Práctica # 4

"Viscosidad".

Manejo de los datos experimentales.

- a) Concepto de viscosidad.
- b) Factores que modifican la viscosidad de los líquidos.
- c) Medición de la viscosidad.
 - c.1) Manejo del viscosímetro.
- d) Ordenamiento de los datos obtenidos.

- d.1) Tablas o cuadros.
- d.2) Gráficas.
- e) Importancia del método estadístico.
- f) Curva de distribución normal.
- g) Medidas de tendencia central:
 - g.1) Promedio.
 - g.2) Moda.
 - g.3) Mediana.
- h) Desviación típica de la muestra.

Práctica # 5

"Difusión y ósmosis".

Hipótesis, predicción, teoría y ley.

- a) Efecto de la concentración en la velocidad de difusión.
- b) Planteamiento de una hipótesis sobre un experimento realizado.
- c) Hipótesis:
 - c.1) Concepto.
 - c.2) Planteamiento.
 - c.3) Contrastación o prueba.
- d) Concepto de predicción.
- e) Relación entre la hipótesis y la predicción.
- f) Concepto de teoría.
- g) Concepto de ley.
- h) Elaboración de una predicción.

Práctica # 6

"Potencial de hidrogeniones"

Diseño experimental.

- a) Origen y concepto de pH.
- b) Teorías ácido-base de :

- b.1) Arrhenius.
- b.2) Bronsted y Lowry.
- b.3) Lewis.
- c) Medición del pH.
 - c.1) Escala de pH.
 - c.2) Métodos:
 - Colorimétrico.
 - Potenciométrico.
 - c.3) Medición del pH de diferentes líquidos.
- d) Efecto del pH sobre el trabajo enzimático.
- e) Importancia del diseño experimental y características del mismo.
- f) Modelo experimental.
- g) Proceso inductivo.
- h) Proceso deductivo.
- i) Ensayo y error.

Práctica # 7

"Estado coloidal".

Reporte de un trabajo científico.

- a) Importancia de la divulgación de los trabajos científicos.
- b) Componentes primarios del reporte de un trabajo científico.
 - b.1) Título.
 - b.2) Autor(es).
 - b.3) Resumen.
 - b.4) Introducción.
 - b.5) Material y métodos.
 - b.6) Resultados.
 - b.7) Discusión de resultados.
 - b.8) Conclusiones.
- c) Ejemplos de los componentes del reporte utilizando

bibliografía sobre el tema de Estado coloidal.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 1.

Al concluir el estudio de esta práctica el estudiante demostrará la adquisición de habilidades a través de su capacidad para :

- Definir el concepto de observación.*
- Explicar la necesidad que tienen los seres vivos de observar el medio que los rodea.*
- Describir las funciones que cumplen los sentidos de los animales superiores en la relación de éstos con el medio.*
- Destacar la importancia de los instrumentos de observación en el desarrollo científico.*
- Enunciar las principales limitaciones que tuvo el hombre prehistórico para estudiar el medio que le rodeaba.*
- Enumerar los cuatro elementos postulados por Empédocles.*
- Describir el modelo atómico de Demócrito, comparándolo con el concepto atómico actual.*
- Enumerar los elementos de la 'tría prima' de los alquimistas, indicando el carácter que representaba cada uno de ellos.*

- Señalar las bases que tuvo Dalton para elaborar su teoría atómica.
- Enunciar los principios fundamentales de la teoría atómica de Dalton.
- Señalar los hechos más importantes para la concepción de la materia eléctrica.
- Describir el modelo atómico de Thomson, indicando las limitantes que presentaba.
- Reseñar el experimento hecho por Geiger y Marsden, apuntando la importancia que tuvo en la elaboración del modelo atómico de Rutherford.
- Enumerar las principales características del modelo atómico de Bohr.
- Describir el modelo actual del átomo, señalando las diferencias con el modelo de Bohr.

P r á c t i c a # 1

"LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA, UN CONCEPTO CAMBIANTE" *Observación.*

La subsistencia de los seres vivos ha dependido siempre de su capacidad de observación y adaptación al medio ambiente. Esta adaptación ocurre cuando el individuo detecta oportunamente las variaciones del medio y se prepara para afrontarlas. La detección de los fenómenos que ocurren en el medio se conoce como OBSERVACION.

Los seres vivos han desarrollado evolutivamente una serie de estructuras y funciones que les permiten apreciar el medio que les rodea, las cuales en los animales superiores, incluyendo al hombre, reciben el nombre de "sentidos".

El desarrollo de los sentidos ha aumentado la capacidad de sobrevivir de muchas especies; en el caso del hombre, es manifiesto que cuando pudo extender sus sentidos, con el uso de aparatos, los avances científicos fueron mucho mayores; algunos de esos instrumentos amplificadores de los sentidos son de uso común en nuestra profesión, como el estetoscopio o el microscopio.

Aunque los sentidos nos permiten obtener mucha información, en algunos casos pueden resultar engañosos, sobre todo porque interpretamos la información que nos proporcionan con base en experiencias anteriores, para demostrar esto el instructor dirigirá algunos ejercicios.

- Haz las anotaciones que juzgues convenientes.

Como se ha demostrado, la información que nos brindan nuestros sentidos es cualitativa pero no cuantitativa, por lo tanto para hacer comparaciones objetivas entre dos categorías de una misma cualidad se hace necesario cuantificar, para lo cual se debe contar con instrumentos capaces de medir las características deseadas. La información recogida con instrumentos precisos permite tener mayores elementos de análisis, pudiendo así profundizar o cambiar los conceptos acerca de alguna rama del conocimiento, a la vez que nuevos datos facultan el diseño y construcción de aparatos más precisos retroalimentándose, de esta forma, el avance científico y tecnológico.

A continuación resumiremos el concepto que sobre la estructura de la materia ha tenido el hombre desde la prehistoria hasta la actualidad, y cómo ha ido cambiando este concepto en la medida que los instrumentos de observación y el progreso científico han otorgado mayor información y los elementos de análisis han sido más objetivos.

El hombre ha querido siempre conocer la naturaleza de lo que le rodea, para ello ha ideado técnicas, construido aparatos y dispositivos para investigar; sin embargo, ha tenido que pasar mucho tiempo para contar con los instrumentos que tenemos hoy.

El hombre prehistórico disponía casi exclusivamente de sus sentidos para explorar el medio, y al tratar de determinar el origen y naturaleza de los fenómenos que presenciaba creó mitos y dioses para explicarlos. Este estado teológico de la ciencia se mantuvo casi inalterado hasta el siglo VI a.c., en que a raíz del fuerte movimiento intelectual griego algunos filósofos trataron de explicar la naturaleza de la materia; fue en esta

Época cuando Tales de Mileto desvinculó a los fenómenos naturales de los dioses y postuló al agua como origen de todo; poco tiempo después Anaxímenes y Heráclito propusieron como origen único de la materia al aire y al fuego respectivamente.

Poco tiempo después Empédocles retomando los elementos de sus antecesores, añadió uno más: la tierra. Los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego, servían de soporte para las cualidades de caliente, frío, húmedo y seco. (Fig. 1.1).

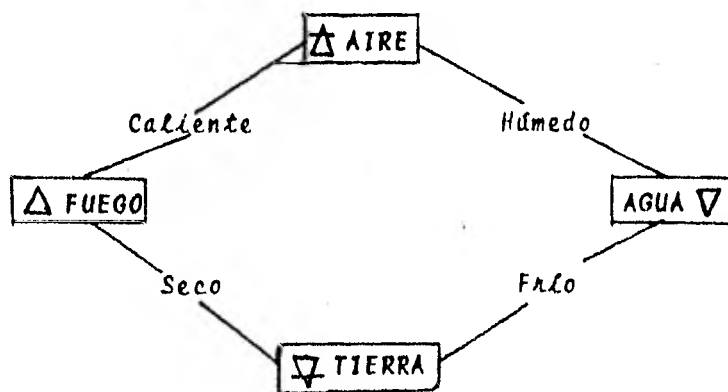
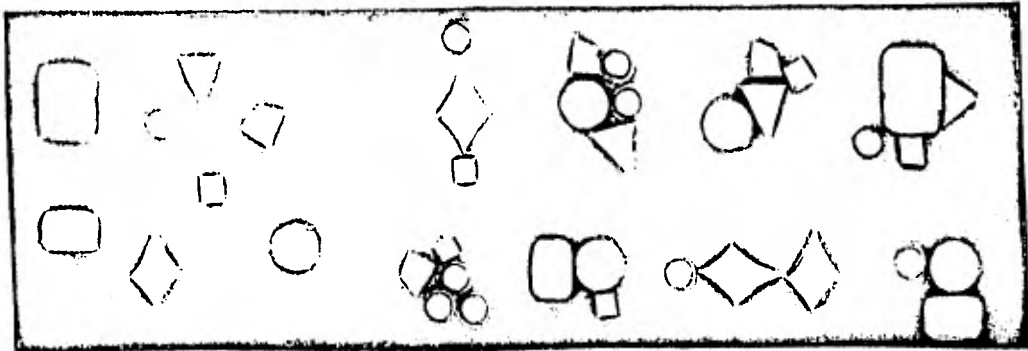


Figura 1.1

Algunos años después, Leucipo y su discípulo Demócrito sostenían que la materia era discontinua, formada por partículas indivisibles y postularon que estas se encontraban rodeadas por vacío lo cual les permitía movimiento. Epicuro, discípulo de Demócrito, fue quien llamó átomos a dichas partículas en virtud de su indivisibilidad. Demócrito sostenía que además de indivisibles, los átomos eran eternos y de la misma naturaleza pero diferentes en forma, tamaño y posición, (Fig. 1.2).



Átomos de diferentes formas y tamaños, no dados por vacío.

Distintas formas, disposición y número de átomos al integrar cada sustancia.

Figura 1.2

El modelo atómico que propuso Demócrito estaba basado en la intuición y la lógica, pero fue descartado en pocos años, ya que Aristóteles retomó la idea de los cuatro elementos y la materia de una sola pieza y su gran influencia la hizo perdurar casi dos mil años. Si las ideas de Demócrito hubieran sido sometidas a la experimentación habrían ganado un fuerte apoyo, pero en su época se consideraba que el conocimiento debía adquirirse por especulación y que la experimentación era innecesaria e indigna. (Fue hasta el siglo XVII de nuestra era, cuando los experimentos demostraron la inconsistencia de la teoría aristotélica de la materia continua.

Al iniciarse la edad media el interés por la ciencia se vio grandemente opacado por la preocupación teológica, pero en el siglo VI, primero los árabes y luego en Europa se volvió a reconocer la importancia del conocimiento, y la alquimia reinició los intentos por determinar la naturaleza de la materia. Los alquimistas consideraron a los metales como cuerpos formados por combinaciones de principios comunes: el mercurio, que simbolizaba el carácter metálico y la volatilidad; el azufre, que representaba la combustibilidad; la sal, que tenía las características de solubili-

dad y solidez. Estos tres elementos sustituyeron a los propuestos por Empédocles, constituyendo la "tríada prima" de los alquimistas.

Los intentos por convertir los metales como el plomo o el mercurio en oro y la búsqueda de un elixir para prolongar la vida permitieron a los alquimistas realizar importantes progresos en la preparación de sustancias y en el perfeccionamiento de técnicas y aparatos, pero indudablemente pudieron haber sido mayores de no ser porque al sentirse elegidos para ser depositarios de la verdad mantuvieron un núcleo muy cerrado.

Fue hasta el siglo XVII, en el auge de las ideas renacentistas, cuando Roberto Boyle se opuso a los conceptos alquimistas, rechazando que los elementos pudieran ser sólo los tres postulados por la alquimia o los cuatro aristotélicos y estableció el concepto moderno de elemento: "cuerpos primitivos y simples que no están formados de otros cuerpos, ni unos de otros, y que son los ingredientes de los que se componen inmediatamente y en que se resuelven en último término todos los cuerpos perfectamente mixtos"; sin embargo estos conceptos tampoco los comprobó experimentalmente.

A mediados del siglo XVIII, con base en la experimentación, se pudieron aislar algunos elementos, y a finales de ese mismo siglo Lavoisier presentó una lista de 23 elementos (Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Carbono, Azufre, Fósforo y 17 metales), lo cual le fue posible, en gran medida, por haber utilizado en forma sistemática la balanza, hecho que además fue determinante para destruir la 'teoría del flogisto' que postula 'a que cuando una sustancia arde se desprende de ella el flogisto (o materia del fuego) en forma de flama.

La hipótesis de la indivisibilidad atómica propuesta

en la antigüedad constituyó una doctrina filosófica aceptada durante muchos años por hombres como Galileo, Boyle o Newton, pero fue al iniciar el siglo XIX cuando Dalton la formuló como una verdadera teoría científica, basada en sus observaciones sobre las combinaciones químicas.

Dalton creyó que los átomos de diferentes elementos tienen pesos distintos, pero le era imposible pesar un átomo aislado. No obstante sabía que los elementos se combinan de acuerdo con relaciones fijas en peso, por ejemplo: 8 partes en peso de oxígeno se combinan con una parte en peso de hidrógeno, para formar agua, o, para obtener amoníaco se requiere combinar 3g de hidrógeno con 7g de nitrógeno. Consideró que las proporciones de estos pesos de combinación dependían de los pesos de los átomos de cada elemento, y que era posible determinar sus pesos relativos si se estudiaban las relaciones de peso con que se combinan.

Tomando como unidad el peso de un átomo de hidrógeno (el elemento más ligero) intentó determinar los pesos atómicos relativos de los demás, pero esto lo llevó a graves problemas experimentales, ya que sabía que un compuesto, por ejemplo, el agua tenía ocho partes en peso de oxígeno en relación al hidrógeno, pero ignoraba cuál sería el número de átomos de oxígeno; así, podría ser que cada átomo de oxígeno tuviera ocho veces el peso del hidrógeno, es decir, que la molécula de agua presentara un átomo de oxígeno por cada átomo de hidrógeno; sin embargo, también podría pensarse que la relación fuera de dos átomos de oxígeno por cada uno de hidrógeno, en este caso, el peso atómico relativo del oxígeno sería de 4. También pensó en la posibilidad de que existiesen dos átomos de hidrógeno por cada uno de oxígeno y que el peso atómico del oxígeno fuera 16.

Dalton no disponía de alguna prueba experimental para saber cual de las múltiples alternativas que se le presentaban podía ser la correcta, por lo que para elaborar las fórmulas de los compuestos se basó únicamente en suposiciones. A partir de los datos experimentales que había obtenido y de las fórmulas supuestas para los compuestos preparó la primera tabla de pesos atómicos y diseñó un modelo en el que presentaba al átomo como una esfera diminuta de peso fijo.

Las principales ideas de Dalton sobre la materia pueden resumirse en los siguientes postulados de lo que se conoce como la primera teoría atómica:

- 1.- Toda la materia está constituida por partículas extraordinariamente pequeñas llamadas átomos.
- 2.- Los átomos de un elemento son semejantes entre sí, particularmente en peso, pero diferentes de los átomos de los demás elementos.
- 3.- Los cambios químicos que experimenta la materia son el resultado de las modificaciones en la combinación de los átomos.
- 4.- Al combinarse químicamente los átomos no se dividen.

La teoría de Dalton, a pesar de la vigencia de sus postulados fundamentales, no pudo explicar el por qué algunos elementos son capaces de reaccionar entre sí y otros no, qué fuerzas mantienen unidos a los átomos en las moléculas o que es lo que determina el orden que tienen en ellas.

El principio de indivisibilidad atómica comenzó a decaer cuando a mediados del siglo pasado Hittonf descubrió los rayos catódicos. Poco tiempo después Becquerel notificaba la existencia de la radiactividad, que fue posteriormente estudiada por los esposos Curie y llevó a la concepción de que la materia es eléctrica y el átomo puede desintegrarse emitiendo partículas cargadas y energía.

Al finalizar el siglo pasado Thomson, trabajando con rayos catódicos, descubrió la existencia de partículas cargadas cuya masa era aproximadamente de $1/1837$ de la masa del átomo de hidrógeno y a las que denominó electrones, los cuales eran los constituyentes de los rayos catódicos y debían encontrarse en todos los átomos.

Thomson sugirió un modelo en el que el átomo consistía en una esfera eléctricamente positiva en cuyo interior se encontraban embebidos los electrones, "como las pasas en un budín". (Fig. 1.3).

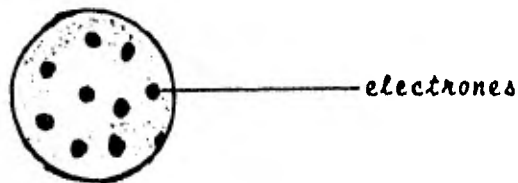
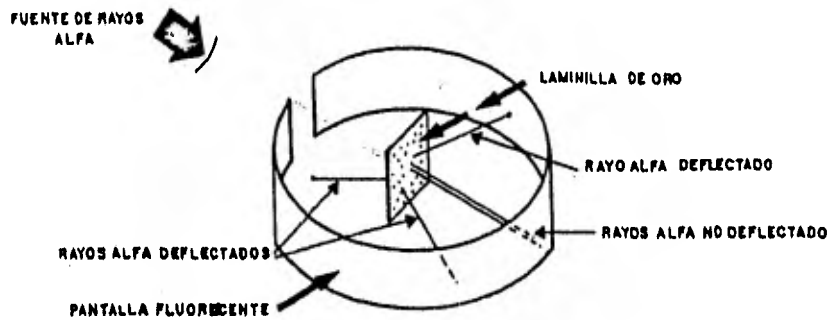


Figura 1.3

El modelo de Thomson no explicaba sin embargo, la relativa facilidad con que los electrones se desprenden del átomo.

A principios de siglo, Geiger y Marsden, experimentando bajo la asesoría de Rutherford bombardearon con partículas alfa una delgada placa metálica, la que de acuerdo con el modelo de Thomson debía permitir el paso de todas ellas, y para su sorpresa, desvió algunas partículas en ángulos de 90° o mayores. (Fig. 1.4).

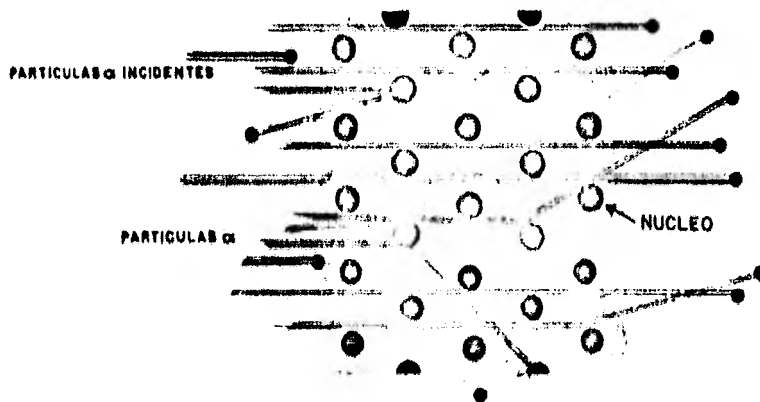
El hecho observado por sus discípulos causó en Rutherford una gran impresión y de inmediato se dio a la tarea de diseñar un modelo atómico que le permitiera explicar el fenómeno observado.



EXPERIMENTO DE DISPERSION DE RUTHERFORD

Figura 1.4

Rutherford llegó a la conclusión de que la carga positiva no podía estar en el átomo en la forma que sugería Thomson, sino que debía ocupar un volumen mucho menor y estar rodeada por espacios vacíos o con electrones, lo cual ocasionaba que sólo esporádicamente hubiera desviación de las partículas alfa, es decir, cuando la carga positiva de una de ellas llegaba a encontrarse con la carga positiva del átomo. (Fla. 1.5).



ATOMOS DE LA LAMINILLA DE ORO
(BOMBARDEADA POR PARTICULAS α)

Figura 1.5

Con el modelo de Rutherford se introduce el concepto de núcleo atómico.

Posteriormente Bohr, utilizando ecuaciones de la mecánica clásica, explicó el espectro de emisión del Hidrógeno y postuló que los electrones ocupan una órbita circular alrededor de un núcleo de carga positiva; introdujo además el concepto de cuantización energética, a fin de que las órbitas circulares pudieran ser estables y concordaran con los espectros de emisión.

Sommerfeld mejoró el modelo de Bohr, declarando la existencia de órbitas elípticas además de las circulares ya propuestas.

El desarrollo de las matemáticas y su aplicación a las ciencias experimentales en los años treinta de nuestro siglo, permitieron perfeccionar el modelo atómico.

Schroedinger, utilizando un procedimiento matemático trató de obtener las posibles distribuciones espacio-energéticas para el electrón y a través de sus ecuaciones desvaneció el concepto de órbita o trayectoria definida.

Casi simultáneamente a Schroedinger, pero a través de un procedimiento matemático diferente, Heisenberg establece el "principio de incertidumbre", el cual postula que no se puede conocer la trayectoria exacta de un electrón y solamente se tendrá una idea de la Región Espacio Energética de Manifestación Probabilística Electrónica (REEMPE).

También en esa época, Chadwick, en Inglaterra, al bombardear Berilio con partículas alfa dedujo que la energía liberada por la reacción no correspondía a radiaciones gamma (como lo habían propuesto meses antes Joliot e Irene Curie), ya que no producía ionización, y como tampoco se observó que se desviaban en un campo magnético, declaró que se trataba de la emisión de partículas sin

carga y con una masa similar a la del protón, a las que llamé neutrones.

La investigación sobre la estructura y características del átomo continúa, siendo las técnicas de investigación cada vez más complejas, pues a pesar de los progresos obtenidos, el concepto atómico moderno no deja de estar representado por un modelo cuya existencia no ha sido totalmente demostrada.

Bibliografía:

3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 23, 24, 26.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 2.

Al terminar esta práctica el estudiante será capaz de:

- Definir el concepto de gas ideal.*
- Señalar la relación existente entre la presión y el volumen de una masa gaseosa a temperatura constante.*
- Correlacionar el efecto de la temperatura sobre el volumen de una masa gaseosa cuando permanece invariable la presión.*
- Explicar la participación de las variaciones de la presión del aire en el fenómeno de ventilación pulmonar.*
- Señalar la participación de los componentes de una mezcla gaseosa en la presión total de ésta.*
- Enunciar con sus propias palabras el concepto de variable.*
- Definir los conceptos de variable independiente, variable dependiente y parámetro.*
- Mencionar las variables presentes en un fenómeno.*
- Distinguir las variables independientes de las de los otros tipos, en un experimento.*

- Identificar las variables dependientes en un experimento.
- Reconocer los parametros utilizados en un experimento.

P r á c t i c a # 2

"ESTADO GASEOSO. LEYES QUE RIGEN SU COMPORTAMIENTO".

Variables: Independientes, Dependientes y Parámetros.

Los gases son cuerpos formados por moléculas dotadas de una gran energía cinética, por lo que sus partículas se encuentran en movimiento constante, el cual desarrollan a grandes velocidades. Las partículas chocan entre sí y contra las paredes del recipiente que las contiene, produciendo un movimiento errático, que aunado a la gran velocidad provoca la separación entre las partículas.

Las grandes distancias entre las partículas de un gas, hacen que el tamaño y masa de éstas sean "despreciables" y se les considere como puntos en el espacio. De esta manera, podemos decir que un gas se comportará como una masa perfectamente elástica, lo que significa que su volumen puede modificarse infinitamente por efecto de cambios en la presión; el gas que cumple estrictamente estos requisitos (el cual no existe) es llamado "gas ideal". Sin embargo, la mayoría de los gases a bajas concentraciones se comporta de una forma muy similar a un gas ideal.

Roberto Boyle en el siglo XVII demostró que el producto de la presión y el volumen ocupado por una misma cantidad de gas es constante, siempre y cuando no varíe la temperatura.

Si tenemos una masa de gas dentro de un recipiente cerrado y calentamos gradualmente, podemos esperar que al aumentar los choques de las partículas del gas sobre las paredes del recipiente, la presión sobre éstas aumente (llegando tal vez a hacerlo estallar).

La relación anterior es un ejemplo sencillo de cómo un factor puede influir en otros, dentro de un fenómeno. En todo fenómeno hay cualidades que están variando y otras

que permanecen constantes (hasta cierto punto); las cualidades que cambian en un fenómeno reciben el nombre de -
VARIABLES.

Al estar desarrollando un experimento podemos notar que algunos factores se modifican y otros permanecen constantes; en el trabajo de Boyle y Mariotte, es evidente que la cantidad de moléculas del gas no es modificada por el calentamiento, por lo tanto esta característica es una constante. Sin embargo, la presión aumentó como resultado de la elevación de la temperatura, es decir, la presión se mostró como una variable dependiente de otra característica que se modificó en forma libre, esta fue la temperatura, la cual constituyó una variable libre o independiente.

Resumiendo :

Una VARIABLE INDEPENDIENTE es aquella que afecta a un fenómeno y que puede modificarse libremente de éste. Una variable independiente en un fenómeno dado puede ser a su vez, dependiente de otro fenómeno.

Una VARIABLE DEPENDIENTE es aquella que varía como resultado del efecto que tiene sobre el fenómeno la modificación de la variable independiente.

Boyle y Mariotte realizaron experimentos como los siguientes :

Experimento # 1

- a) No modificaban el número de moléculas.
- b) Modificaban gradualmente la presión.
- c) No modificaban la temperatura.
- d) Observaban las variaciones del volumen.

Experimento # 2

- a) No modificaban el número de moléculas.
- b) Modificaban gradualmente el volumen.
- c) No modificaban la temperatura.
- d) Observaban las variaciones de la presión.

- Señala lo que se te pide en cada caso :

	Experimento 1	Experimento 2
Variable(s) independiente(s):	_____	_____
Variable(s) dependiente(s) :	_____	_____

Para cuantificar los efectos que una variable independiente produce sobre un fenómeno medimos las modificaciones que sufren las variables dependientes, que en este caso reciben el nombre de PARAMETROS (que significa: el que va con la medida), de los cuales se escogen uno o varios en cada experimento.

- ¿Cuál o cuáles son los parámetros en el experimento 1 ?

_____ ¿ y en el 2 ? _____

¿ Cómo podemos atribuir los cambios anteriores a la presión o al volumen, y no a la temperatura ?

En estos experimentos Boyle y Mariotte relacionaron los efectos que la presión y el volumen tienen sobre una masa gaseosa, no obstante, sobre la masa gaseosa actuaba también la temperatura, factor que no puede hacerse desaparecer, pero manteniéndolo constante pudieron descartar su efecto en la modificación de la relación presión-volumen, ya que afectaba por igual todos los casos del experimento. Esta manipulación es necesaria toda vez que deseamos controlar las variables que afectan a un experimento; en otras ocasiones es posible eliminar completamente alguna variable indeseable, tal es el caso, por ejemplo, de desparasitar a todos los animales de un experimento antes de evaluar la eficiencia alimentaria de di-

-ferentes dietas; de esta forma se está eliminando completamente el efecto indeseable que pudieran tener algunos parásitos en el aprovechamiento del alimento.

- Enlista algunas de las variables que debieron controlar Boyle y Mariotte al realizar sus experimentos.

Ejercicio No. 1

Al ejercer diferentes presiones sobre una jeringa sellada podemos medir los cambios que experimenta el volumen de un gas; utilizando un artefacto como el que se muestra en la Figura 2.1 podemos conocer las presiones aplicadas y los volúmenes resultantes. Coloca pesos conocidos sobre el émbolo y realiza una gráfica de presión vs. volumen en la Figura 2.2.

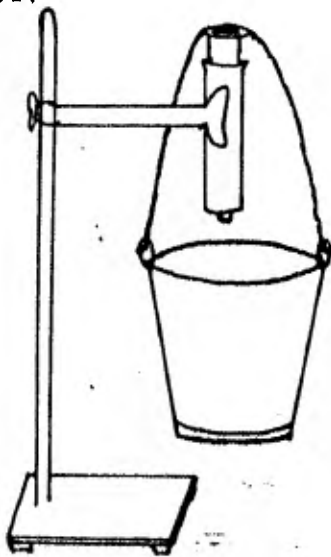


Figura 2.1

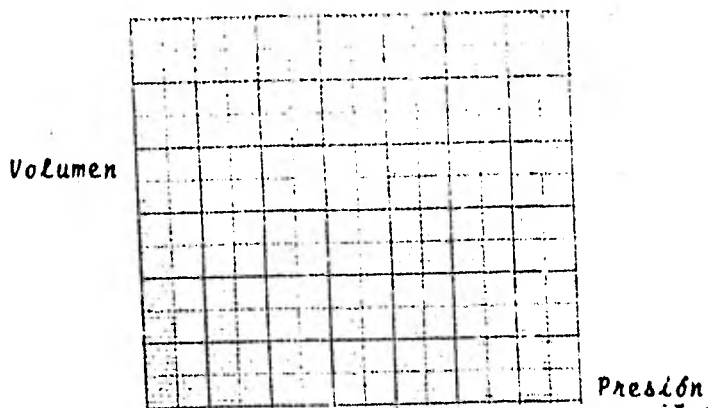


Figura 2.2

Nota : En forma convencional se coloca en las gráficas a las variables independientes en el eje de las abscisas y a las dependientes en el eje de las ordenadas.

- A partir de la gráfica interpreta el comportamiento del gas en este experimento.

- ¿ Qué ley de los gases se demostró ?

Ejercicio No. 2

En un dispositivo como el que se muestra en la Figura 2.3 mantenemos constantes el número de moléculas y la presión; si cambiamos la temperatura del recipiente, ésta será nuestra variable independiente y el efecto resultante como variable dependiente será _____.

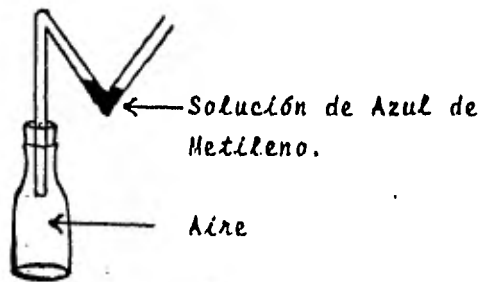


Figura 2.3

-¿Qué ley de los gases se demuestra en este experimento?

- En la Figura 2.4 realiza una gráfica de temperatura vs. volumen, con los datos obtenidos.

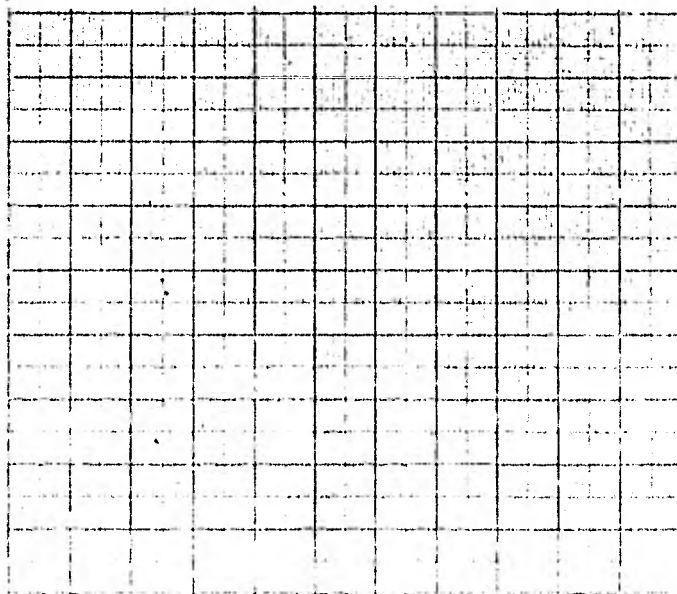


Figura 2.4

Ejercicio No. 3

Teniendo un globo insertado en una jeringa, como se muestra en la Figura 2.5, jala el émbolo y observa lo que sucede.

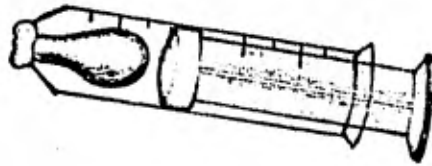


Figura 2.5

- ¿Cómo puedes explicar lo que observaste ?

- ¿Qué fenómeno fisiológico te recuerda ?

Ejercicio No. 4

Con el dispositivo rostrado en la figura 2.6 mediremos el consumo de oxígeno en ratones. Introduciendo un ratón en el recipiente, donde también pondremos una bolsita con cal sodada, sellamos con un tapón de hule perforado, por el que pasa un tubo de vidrio que contiene solución de azul de metileno.

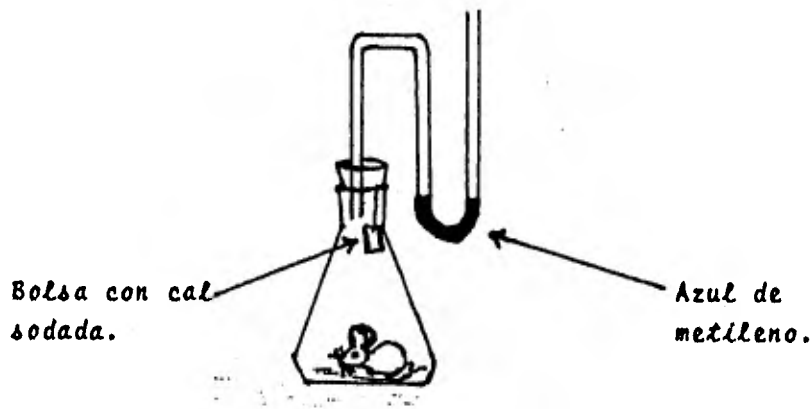


Figura 2.6

El ratón que tenemos en el recipiente consumirá O_2 y eliminará CO_2 . El bióxido de carbono contenido en el aire del recipiente será adsorbido por la cal sodada; al no estar presente el CO_2 en el aire del recipiente se formará un vacío, que irá aumentando en la medida en que el oxígeno sea consumido y sustituido por bióxido de carbono y éste sea adsorbido.

El vacío producido redundará en una disminución de la presión, con la cual la columna del líquido será empujada por la presión del exterior; de esta manera podremos medir la cantidad de oxígeno consumido.

- ¿Qué ley explica la reducción de la presión en el recipiente?

- Explica las rutas que siguen tanto el oxígeno como el bióxido de carbono dentro del recipiente y en el animal, mencionando las leyes que rigen el comportamiento de los gases en cada etapa.

- *Identifica las variables independientes, dependientes y parámetros en el trabajo que te entregará el instructor.*

Bibliografía:

4, 6, 9, 12, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 27, 28.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 3.

Al concluir el desarrollo de esta práctica, el estudiante habrá adquirido los conocimientos necesarios para:

- Describir las principales características de un estudio cualitativo.*
- Definir el concepto de estudio cuantitativo.*
- Indicar la importancia de la medición en los trabajos experimentales.*
- Definir el concepto de patrón de medición.*
- Mencionar los tipos de errores más frecuentes en los trabajos experimentales, indicando la(s) forma(s) de prevenirlos.*
- Explicar los principios en que se basa el método estalagmométrico, señalando la forma en que puede ser valorada la tensión superficial.*
- Señalar los fundamentos del método de arrancamiento, explicando de qué forma podemos transformar los valores obtenidos hasta unidades de tensión superficial.*
- Describir el efecto de la saponina sobre la tensión superficial.*

- Definir el concepto de sustancia bat6tona.
- Se1alar el efecto producido por la temperatura sobre la tensi6n superficial.

Práctica # 3

"ESTUDIO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LA TENSION SUPERFICIAL"

Medición y Error.

En todo fenómeno podemos encontrar cualidades que le son propias, es decir, que lo caracterizan y distinguen de los demás; la presencia de estas características es la primera en estudiarse. Posteriormente se hace necesario relacionar dichas características con algunos otros factores que intervienen en el fenómeno, y al ir profundizando en el estudio de éste, se torna indispensable cuantificar ambos, ya que ningún conocimiento puede ser completo si no ha sido cuantificado.

Cualquier conocimiento (y aún las ciencias) en un inicio es cualitativo, pero conforme progresa se convierte en cuantitativo.

Para cuantificar las características de un fenómeno necesitamos medirlas, lo que significa comparar sus magnitudes y expresar esa medición en forma tal que pueda ser entendida y reproducida por otras personas, por lo que debe estar referida a un PATRON DE MEDICION, es decir un objeto o aparato que tiene una característica constante y que a través del uso de unidades permite expresar numéricamente la magnitud con que dicha propiedad se manifiesta en el fenómeno.

Las unidades derivadas del patrón de medición se plasman en la escala que presentan los instrumentos utilizados para medir. El instrumento de medición debe ser invariable y accesible al mismo tiempo, lo cual es difícil de lograr, y casi siempre se sacrifica una de las características para aumentar la otra, según las necesidades del trabajo. Así por ejemplo: una balanza analítica es mucho más invariable y exacta en sus mediciones, que una granataria, sin embargo la segunda es más accesible

y presenta mayor capacidad; la utilización de una u otra dependerá de lo que se necesite pesar y de la precisión que se pretenda obtener.

El solo acto de medir no nos asegura un conocimiento verdadero, ya que la acción misma está acompañada de una serie de limitantes, entre las que podemos contar:

a) Error humano. Puede deberse al descuido y provocar una mala lectura. Este error se puede reducir haciendo lecturas repetidas y diseñando los instrumentos de medición de forma tal que las medidas puedan tomarse correctamente.

b) Limitaciones instrumentales. Todos los instrumentos de medición llevan implícitas algunas limitaciones; esto podemos constatarlo con los aparatos que utilizaremos al medir la tensión superficial, ya que como veremos es muy difícil que coincidan los valores obtenidos de la tensión superficial para el mismo líquido medido con diferentes métodos. La forma de reducir este error es diseñar instrumentos más exactos cada vez. En muchas ocasiones, aunque existe el instrumento adecuado, no se dispone de él, por ello es muy importante el aprender a valorar la exactitud de las medidas hechas con nuestros instrumentos.

c) Influencias extrañas durante la medición. Si queremos medir el volumen de un líquido, aunque dispongamos de un matraz aforado nos encontraremos con que éste ha sido calibrado a una temperatura dada y si nosotros medimos el volumen del líquido a una temperatura diferente el volumen del matraz ya no será el mismo al original y también se habrá modificado el volumen del líquido, aunque en diferente proporción. De la misma manera tendremos una influencia extraña si queremos medir el efecto producido por alguna droga que hayamos aplicado con su vehículo, los efectos medidos finalmente pudieron deberse a la

droga, al vehículo o a ambos.

En ocasiones es posible eliminar estas influencias extrañas, así por ejemplo, en el primer caso haciendo la medición del volumen a la temperatura a la que fue calibrado el matraz o calculando su coeficiente de dilatación eliminamos la influencia de la temperatura; en otros casos no es posible eliminar la influencia extraña, entonces se le controla, es decir se busca que actúe por igual en todos los casos de nuestro experimento, esto aplicado al segundo ejemplo hará que tengamos un grupo control al que se le administre únicamente el vehículo de la droga, así podremos controlar esta influencia.

d) Muestras no significativas. No importa qué tan cuidadosamente se hayan hecho las mediciones, si la muestra no es representativa de la población a la que pertenece los resultados no tendrán ninguna validez. Esto es: si queremos medir en una granja el peso de los huevos producidos al suministrar un nuevo alimento a las gallinas y para ello pesamos solamente los huevos de gallinas jóvenes que inician su postura, el valor promedio obtenido no será el valor promedio real de toda la granja, ya que no se consideran los pesos de los huevos de gallinas con una producción regular.

La representatividad de las muestras es muy importante en las ciencias biológicas ya que en toda la población existen diferencias individuales.

La forma de solucionar este error es tomar las muestras al azar.

e) Error por tamaño de la muestra. En el ejemplo anterior, aún si la muestra es tomada al azar, pero su tamaño es reducido, es decir el número de huevos evaluados es pequeño, pueden predominar en la muestra huevos pequeños o huevos grandes, lo que dará como resultado que el promedio ob-

tenido se alejara de la realidad, ya que la muestra estaría parcializada.

La manera de corregir este error es aumentar el tamaño de la muestra, de tal forma que se repartan homogéneamente las características de la población en la muestra (poco o gran peso de los huevos en el ejemplo citado).

f) Perturbaciones causadas por el acto de la observación.
La inmersión de un termómetro frío en un vaso con un líquido caliente, baja la temperatura del líquido, de esta forma se está alterando la temperatura original durante el acto de la medición.

Este tipo de perturbación es particularmente aplicable a las ciencias biológicas, por ejemplo: tan pronto como se intenta estudiar el comportamiento de un animal bajo condiciones controladas, éste puede verse afectado por el solo hecho de estarlo observando.

Enseguida estudiaremos el fenómeno de la tensión superficial haciendo hincapié primeramente en sus manifestaciones cualitativas, pasando posteriormente a cuantificarlo por dos métodos diferentes, comparando los valores obtenidos por cada método.

Cuando en un líquido se deposita un cuerpo cuya densidad es mayor a la del líquido podemos esperar que ocurra un desplazamiento de las moléculas del líquido y el cuerpo penetre en él. Cuando la densidad del cuerpo sea inferior a la del líquido observaremos que el cuerpo flota.

No obstante, en el caso de objetos poco pesados no sólo las densidades determinan el que un cuerpo flote, hay que recordar que en la superficie del líquido las moléculas interactúan de una manera peculiar, que da como resultado una fuerza conocida como tensión superficial.

Soportados por la tensión superficial, objetos mas densos que un liquido pueden flotar en él. Por ejemplo: una aguja flota en el agua si se deposita con el suficiente cuidado para impedir que la fuerza de nuestra mano sea la que rompa la tensión superficial.

Ejercicio No. 1

En una caja de Petri que contenga agua espolvorea una pequeña cantidad de azufre (en flor) y observa lo que sucede.

- Anota una explicación para lo observado.

Deja caer una gota de agua en el centro de la caja y observa lo que ocurre.

- Indica qué sucedió, señalando la causa.

Ahora deposita algunas gotas de solución de saponina en el centro de la caja de Petri y observa.

- ¿Qué ocurre?

- ¿Cómo explicas lo acontecido?

Podemos medir la tensión superficial determinando el número de gotas que produce un volumen dado de líquido que pasa a través de un capilar; ya que debemos recordar que la gota cae cuando su peso iguale a la tensión superficial, por lo tanto, una mayor tensión superficial soportará un mayor peso y con ello un mayor volumen de la gota. Así, un líquido dará menor número de gotas a igual volumen cuando tenga mayor tensión superficial.

Ejercicio No. 2

Colocando una bureta en un soporte como se muestra en la figura 3.1, cuenta el número de gotas que resuelve un volumen de 2 ml de los líquidos que se indican en la tabla de la figura 3.2. (Ten cuidado de regular la salida de líquido para que puedas contar las gotas).

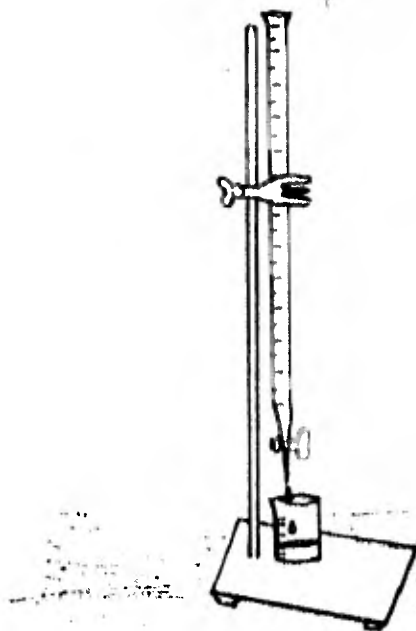


Figura 3.1

Realiza cinco mediciones para cada uno de los líquidos.

MÉTODO	Número de gotas en cada medición						Valor de T.S. en dinas/cm
	1	2	3	4	5	\bar{X}	
Agua corriente							
Agua destilada fría (20 °C)							
Agua destilada caliente (°C)							
Solución de Etanol. al 50%							

Figura 3.2

Si consideramos la tensión superficial del agua destilada a 20°C : 72.5 dinas/cm, ¿cuáles son los valores promedio obtenidos de tensión superficial en estas unidades para los otros líquidos?

-Anota tus resultados en la tabla.

Ejercicio No.3

Al retirar un anillo metálico depositado en la superficie de un líquido, utilizando un dispositivo como el mostrado en la figura 3.3, la película de líquido formada es retenida con cierta fuerza por las moléculas de la superficie; el peso P necesario para arrancar el

arillo, estará en relación directa con la tensión superficial y con la longitud de la circunferencia ($2\pi r$). Como deben considerarse dos caras de la lámina líquida, tendremos:

$$T.S. = \frac{P}{4\pi r}$$

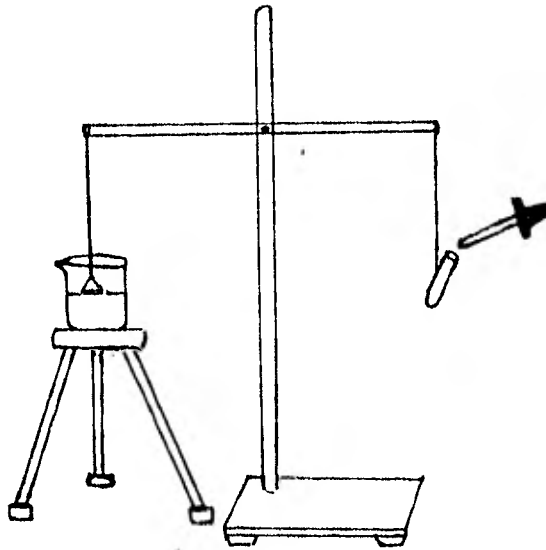


Figura 3.3

Cuenta el número de gotas de agua que es necesario depositar en el tubo de ensaye para romper la tensión superficial de los líquidos que se indican en la tabla de la figura 3.4. Realiza cinco mediciones para cada caso.

- ¿Cómo afecta la temperatura a la tensión superficial?

Bibliografía:

4, 6, 9, 15, 17, 18, 21, 23.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 4.

Las habilidades que el estudiante desarrollará a través de esta práctica, le permitirán manifestar las siguientes conductas:

- Señalar la importancia que tiene la presentación ordenada de los datos obtenidos en un trabajo científico experimental.*
- Indicar la importancia del método estadístico en la interpretación de los datos obtenidos a través de la experimentación.*
- Mencionar las medidas de tendencia central.*
- Calcular el valor del promedio a partir de una serie de datos.*
- Señalar el valor de la moda en un conjunto de datos.*
- Describir las características más relevantes de una curva de distribución normal.*
- Calcular el valor de la desviación típica a partir de una serie de datos.*
- Describir la importancia de la desviación típica de la muestra.*
- Señalar la importancia que tiene el conocimiento de la viscosidad en el estudio de los seres vivos.*

- Mencionar los factores que determinan la viscosidad aludiendo la forma en que lo hacen.
- Enumerar los factores que condicionan las viscosidades de los diferentes líquidos corporales.

Práctica # 4

"VISCOSIDAD"

Manejo de los datos experimentales.

Se ha señalado la importancia de realizar correctamente las mediciones, sin embargo el propósito del experimento no queda ahí, ya que la medición por sí misma poco puede aportar al conocimiento de los fenómenos. Tan importante como la obtención de los datos es el análisis de los mismos, para el cual es necesario organizarlos, compararlos, relacionarlos entre sí.

Será necesario presentar los datos de una manera ordenada si pretendemos (como en todo trabajo científico) que otras personas puedan entender fácilmente lo que hemos realizado; con este fin podemos elaborar gráficas o tablas como las mostradas a continuación:

Líquido	Número de medición	Número de gotas necesarias para romper la tensión superficial.
Agua corriente	1	22
	2	13
	3	18
	4	22
	5	23
Agua destilada	1	19
	2	18
	3	14
	4	16
	5	20

Figura 4.1

En la tabla mostrada en la figura 4.1 simplemente se enlistan los valores obtenidos con el método de arrancamiento en la Práctica #3, lo que nos permite una comparación en forma general.

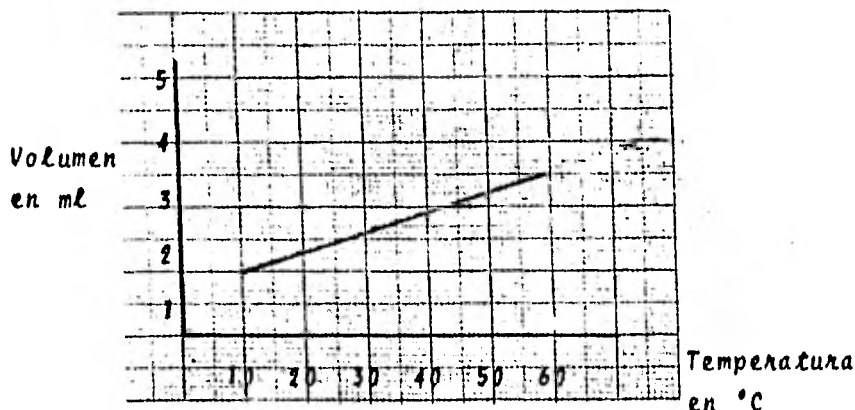


Figura 4.2

En la gráfica de la figura 4.2 no sólo mostramos los valores obtenidos sino que además podemos relacionar entre sí los datos de un experimento en el cual medimos los cambios de volumen de una masa gaseosa al modificar la temperatura.

La comparación y relación de los datos entre sí debe ser llevada a cabo con la mayor precisión posible. El método estadístico ofrece procedimientos que facilitan el manejo de los datos y permiten una interpretación más objetiva.

Consideremos los valores de la tabla: ¿Cuál de las cinco mediciones es la correcta si todas fueron tomadas con el mismo cuidado? En realidad no existe ninguna razón para escoger alguna; en estos casos lo más correcto es obtener el PROMEDIO de todas ellas que se representa como \bar{X} .

En general ::

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_n}{n}$$

y en este caso para el agua corriente:

$$\bar{X} = \frac{22 + 13 + 18 + 22 + 23}{5} = 19.6$$

Así 19.6 será el valor más próximo al real; el promedio o media es una medida de tendencia central, es decir un valor hacia el que tienden los datos por arriba y por abajo de ese punto. El promedio no es la única medida de este tipo y en ocasiones se utilizan otras medidas de tendencia central como el MODO O MODA, que corresponde al valor que se repite un mayor número de veces, que en nuestro ejemplo corresponde a 22.

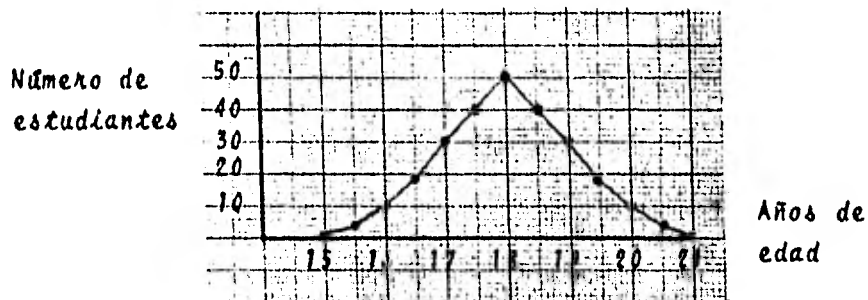
Si ordenamos los datos en forma progresiva, aquel valor que tenga por arriba y por abajo el mismo número de datos se conoce como MEDIANA y corresponde al valor que tiene el punto medio del número de observaciones; ésta es otra medida de tendencia central. Utilizando el mismo ejemplo:

13	}	Número de datos = 2
18		
22	←	Mediana
22	}	Número de datos = 2
23		

Las medidas de tendencia central reciben este nom-

bre porque si graficamos el comportamiento de una población normal obtendremos que tienden a caer en el centro de la gráfica, veamos un ejemplo:

Con las edades de 50 estudiantes de primer ingreso se construyó la siguiente gráfica:



Lo anterior es una curva de distribución normal, llamada así porque en una población normal la mayoría de los integrantes se agrupa alrededor de un dato y sólo unos cuantos tienen un valor mayor o menor, o sea que entre más alejado del centro de la gráfica esté un valor, menor será el número de individuos que lo presenten.

Volviendo al promedio, éste por sí sólo no nos informa por completo de la confiabilidad de ese valor, por ejemplo:

Una persona conoce nuestro resultado $\bar{X} = 19.6$ y además tiene otro reporte donde se menciona $\bar{X} = 20.0$
 ¿Cuál de los dos le debe merecer más confianza?

Con estos únicos datos no existe ninguna razón objetiva para que se incline por alguna de las dos medidas. Sin embargo, la medida de 20.0 puede ser el promedio de 10 datos en lugar de 5, y esto lo haría de mayor confianza; también puede ocurrir que sea un promedio de 5 datos

cuyos valores sean: 19, 19.5, 20, 21 y 20.5, podemos observar en este caso que los valores se encuentran más cercanos al promedio, es decir están menos dispersos. Un indicativo tanto del número de datos utilizados en el promedio, como de su grado de dispersión es la DESVIACION TÍPICA DE LA MUESTRA, que se representa con la letra "S" y se obtiene por la ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde $(X - \bar{X})$ es la diferencia entre un dato y el promedio y n es el número de datos de la muestra.

La desviación típica de la primera muestra se calculará de la siguiente forma:

$\bar{X} = 19.6$	
$(X - \bar{X})$:	$(X - \bar{X})^2$:
13 - 19.6 = -6.6	43.56
18 - 19.6 = -1.6	2.56
22 - 19.6 = 2.4	5.76
22 - 19.6 = 2.4	5.76
23 - 19.6 = 3.4	11.56
	<hr/>
	69.20

$$(X - \bar{X})^2 = 69.20$$

$$s^2 = \frac{69.20}{4}$$

$$s = 4.15$$

Ahora el promedio se acompaña del valor de la desviación típica de la siguiente forma :

$$\bar{x} \pm s$$

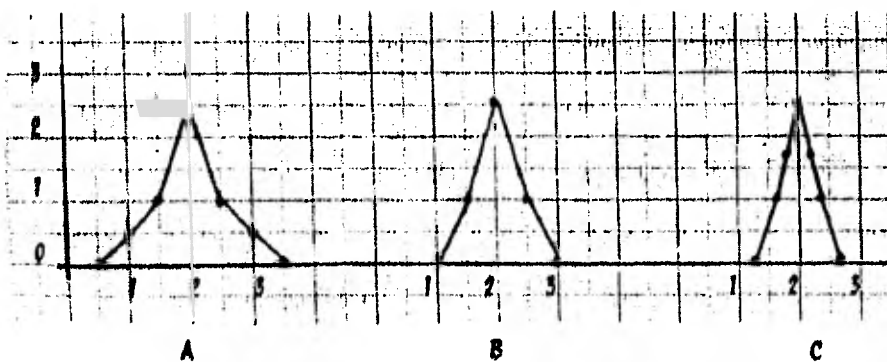
o sea :

$$19.6 \pm 4.15$$

Cuanto más pequeño sea el valor de s , los datos de los que se obtuvo el promedio serán más parecidos entre sí; también el valor de s indica en cierta forma el tamaño de la muestra.

- Obtén S para la segunda muestra.

- ¿Cuál de las siguientes curvas tendrá un valor más pequeño de S ? _____



La resistencia que oponen los líquidos al deslizamiento es conocida como viscosidad. La viscosidad es importante en Biología dada la proporción tan grande de líquido que tienen los organismos vivos; en especial el líquido que está contenido dentro de conductos experimenta en gran medida la influencia de su viscosidad al deslizarse de una zona hacia otra del organismo.

En el laboratorio se medirá la viscosidad de algunos líquidos de importancia biológica y demostraremos los factores que influyen en los diferentes índices de viscosidad, ayudándonos del manejo estadístico.

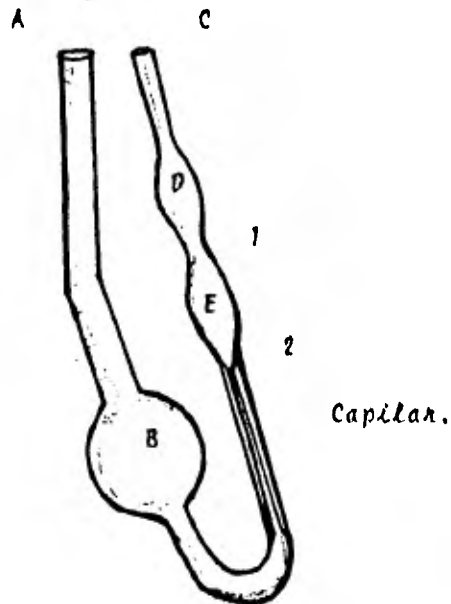
La viscosidad de los líquidos es el resultado de las fuerzas de fricción que se producen cuando dos capas de éstos se deslizan una sobre otra; estas fuerzas de fricción se producen en sentido contrario al movimiento, oponiéndose a él, por lo tanto: si es grande la fricción entre las moléculas de un líquido su viscosidad será alta, es decir, experimentará gran dificultad para fluir sobre una superficie o un conducto; esta dificultad puede valorarse midiendo el tiempo que un determinado volumen de líquido requiere para pasar a través de un conducto capilar. Basados en el principio señalado, existen diferentes tipos de viscosímetros. En la figura 4.3 se esquematiza un viscosímetro de Ostwald, indicando la manera de utilizarlo.

Haciendo uso de los viscosímetros podemos determinar el tiempo que tardan en fluir diferentes líquidos, y conociendo la viscosidad de uno de ellos determinar la viscosidad relativa de los otros.

Ejercicio No. 1

Utilizando el viscosímetro de Ostwald mide el tiempo

po que requieren para desplazarse volúmenes iguales de los líquidos señalados en las tablas y calcula los datos que se te piden en ellas.



- 1.- Por la boca A se vierten de 3 a 5 ml del líquido problema, el cual se acumula en el ampula B.
- 2.- Por la boca C se succiona el líquido hasta hacerlo ascender al ensanchamiento D.
- 3.- Se mide con un cronómetro el tiempo que tarda el líquido en pasar entre las marcas 1 y 2 del ensanchamiento E.

Figura 4.3

Muestra	Lectura	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
Agua	1		
	2		
	3		
Destilada	4		
	5		

$$\Sigma X =$$

$$\bar{X} =$$

$$\Sigma (X - \bar{X}) =$$

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 =$$

$$S = \sqrt{\frac{\quad}{5 - 1}}$$

$$S =$$

Muestra	Lectura	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
Solución Salina Fisiológica	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

$$\Sigma X =$$

$$\bar{X} =$$

$$\Sigma (X - \bar{X}) =$$

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 =$$

$$S = \sqrt{\frac{\quad}{5 - 1}}$$

$$S =$$

Muestra	Lectura	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
Plasma	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

$$\Sigma X =$$

$$\bar{X} =$$

$$\Sigma (X - \bar{X}) =$$

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 =$$

$$S = \sqrt{\frac{\quad}{5 - 1}}$$

$$S =$$

Muestra	Lectura	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
Paquete Globular + S.S.F.	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

$$\Sigma X =$$

$$\bar{X} =$$

$$\Sigma (X - \bar{X}) =$$

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 =$$

$$S = \sqrt{\frac{\quad}{5 - 1}}$$

$$S =$$

Muestra	Lectura	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
Sangre	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

$$\Sigma X =$$

$$\bar{X} =$$

$$\Sigma (X - \bar{X}) =$$

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 =$$

$$S = \sqrt{\frac{\quad}{5 - 1}}$$

$$S =$$

Líquido	\bar{X}	S	Viscosidad relativa.
Agua Destilada			
Solución Salina Fisiológica			
Paquete Globular + S.S.F.			
Plasma			
Sangre			

Bibliografía:

4, 6, 9, 15, 17, 18, 23, 27, 28.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 5.

Al terminar esta práctica el estudiante será capaz de desarrollar las siguientes tareas:

- Explicar el concepto de hipótesis.*
- Señalar el concepto de predicción.*
- Escoger de una serie de enunciados aquellos que correspondan a hipótesis.*
- Seleccionar en una lista de oraciones a las que constituyen predicciones.*
- Relacionar las predicciones con las hipótesis de las cuales derivan.*
- Mencionar las precauciones que se deben tener en cuenta al interpretar los resultados cuando una predicción resulta verdadera.*
- Enunciar el concepto de teoría.*
- Señalar las características que debe tener un enunciado para que sea considerado como ley.*
- Explicar la influencia de la concentración de las soluciones en la velocidad con que difunden éstas.*
- Explicar el fenómeno de ósmosis, partiendo de las características de la difusión.*

- Explicar el mecanismo de la hemólisis osmótica.
- Describir el mecanismo de la deshidratación osmótica celular.

"DIFUSION Y OSMOSIS".

Hipótesis, Predicción, Teoría y Ley.

Cuando observamos los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, o bien, cuando realizamos un experimento en el laboratorio, además de determinar las variables que participen en dichos acontecimientos podemos formular una explicación tentativa de la o las causas que los provocan, basándonos en lo que se conoce y lo que hemos observado; esta explicación tentativa constituye una HIPOTESIS.

Las hipótesis formuladas para un mismo fenómeno por diferentes personas suelen variar, y aún cuando muchas personas o todas ellas estén de acuerdo en una misma hipótesis ¿cómo se puede comprobar que se está en lo cierto? Surge así la necesidad de diseñar y efectuar experimentos con el fin de buscar la verdad, es decir, se deberá someter a prueba la o las hipótesis planteadas.

Al diseñar un experimento tomando como base nuestra hipótesis podremos predecir los resultados que obtendremos, es decir, formular una PREDICCIÓN; dicha predicción será más cercana a la realidad en la medida en que nuestra hipótesis también lo sea.

Se puede presumir que una hipótesis es verdadera si las predicciones derivadas de ella resultan ciertas; sin embargo debemos tener en cuenta que no todas las predicciones verdaderas tienen como causa una hipótesis verdadera. Mientras que una hipótesis verdadera tiene que darnos por fuerza una predicción verdadera, una hipótesis falsa puede darnos predicciones falsas y verdaderas (Figura 5.1). Por esta razón, cuando una predicción resulta verdadera, no estamos comprobando que la hipótesis sea

cierta, sino simplemente los resultados obtenidos apoyan dicha hipótesis.

PREDICCIÓN	HIPOTESIS
Falsa	Falsa
Verdadera	Verdadera o Falsa

Figura 5.1 "Tabla de la verdad".

Las hipótesis apoyadas por numerosos experimentos - efectuados en diversos laboratorios por diferentes investigadores, dan lugar a una TEORÍA, la cual es una explicación que se generaliza para los hechos similares a los experimentos realizados.

Cuando una teoría ha sido reiteradamente satisfactoria para explicar la ocurrencia de fenómenos y ha demostrado ser aplicable en forma universal, se transforma en una LEY.

Ejercicio No. 1.

Ejercitémonos en el planteamiento de hipótesis :

Antecedentes :

La fenolftaleína es un derivado fenólico del ácido ftálico que se utiliza como indicador de pH, ya que en un pH inferior a 8.9 es incolora, y por arriba de este valor adquiere una coloración rosada hasta llegar a roja en un pH de 10.

En una caja de Petri que contiene en un gel de grene-

-tina hidróxido de sodio y fenolftaleína, realiza tres orificios (distantes entre sí) con un sacabocados y corta la placa de grenetina como se indica en la Figura 5.2.

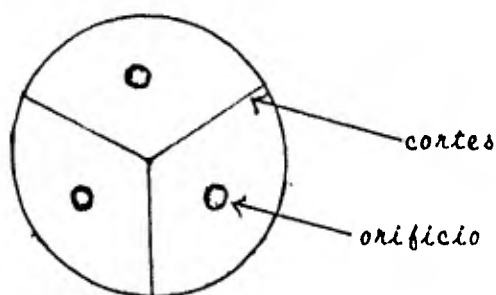


Figura 5.2

A continuación toma 0.2 ml de cada una de las siguientes soluciones : 12%, 24% y 37% de HCl, depositando cada una de ellas en un orificio diferente; marca que solución colocaste en cada orificio y toma el tiempo. Después de cinco minutos mide el diámetro de las áreas decoloradas y obtén con esos datos la velocidad con que aumentó el radio de la zona decolorada. Repite las mediciones a los 10, 15 y 20 minutos.

- Realiza una gráfica de velocidad vs. concentración, en la Figura 5.3.

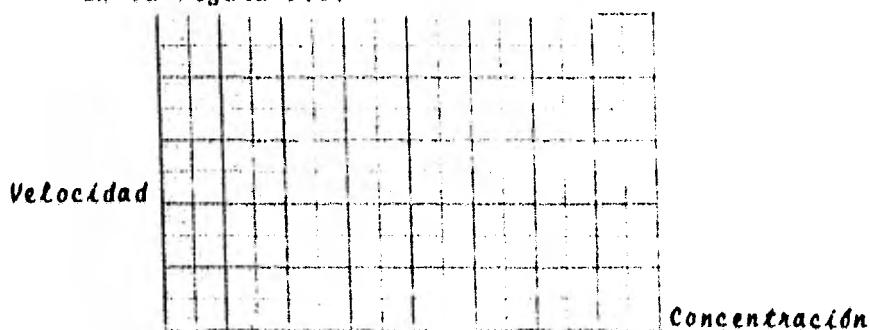


Figura 5.3

- A partir de los datos anteriores plantea una hipótesis que explique los resultados y discútela con el resto del grupo. _____
-

Ejercicio No. 2

Utilizando el material que se enlista a continuación, diseña y realiza un experimento que permita probar la hipótesis que planteaste para explicar el fenómeno anterior.

Material:

- 1 embudo de seguridad
- 1 vaso de precipitados
- 1 segmento de membrana semipermeable
- 1 gotero con solución de Azul de Metileno
- Solución Salina (7 % de NaCl)
- Agua destilada
- 1 regla
- hilo

- Dibuja el artefacto que utilizaste para probar tu hipótesis.

Ejercicio No. 3

La misma hipótesis puede someterse a prueba en un sistema biológico como el que se describe a continuación:

Numera tres tubos, colocando en cada uno de ellos 1 ml de sangre (haciendo que ésta resbale por las paredes). Agrega en tubos diferentes 5 ml de las siguientes soluciones: 0.5% de NaCl (1er tubo), 0.9% de NaCl (2do tubo) y 1.2% de NaCl (3er tubo). Toma el tiempo y déjalos en reposo.

- Después de 10 minutos observa los tubos en contra de la luz y anota tus observaciones:

Tubo 1 : _____

Tubo 2 : _____

Tubo 3 : _____

- Realiza un frotis tomando una gota del líquido de cada uno de los tubos y obsérvalos al microscopio. Anota tus observaciones.

Frotis 1 : _____

Frotis 2 : _____

Frotis 3 : _____

- Explica detalladamente lo que sucedió en cada caso.

- ¿Se cumplió la hipótesis planteada? _____

Bibliografja:

1, 4, 6, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 6.

Al dar por terminada esta práctica el estudiante habrá adquirido una serie de habilidades, las cuales le permitirán ofrecer las siguientes conductas:

- Definir el concepto de grupo control o testigo.*
- Indicar las razones por las cuales es conveniente probar una sola hipótesis en cada experimento.*
- Señalar el concepto de modelo experimental, subrayando la importancia que tiene en las ciencias biológicas.*
- Mencionar las bases del pensamiento inductivo.*
- Enunciar las características de un proceso deductivo.*
- Describir el procedimiento de ensayo y error, destacando la conveniencia y las limitaciones de su utilización.*
- Explicar las bases de la teoría ácido-base de Bronsted-Lowry, apuntando las características que según ella deben poseer los ácidos y las bases.*
- Describir la teoría ácido-base de Arrhenius, señalando los conceptos que la mismo establece como ácido y base.*

- Definir los conceptos de ácido y base según la teoría de Lewis.
- Definir el concepto de potencial de hidrogeniones.
- Señalar las razones que hacen conveniente la utilización del pH cuando se trabaja con soluciones de concentraciones muy bajas.
- Indicar el fundamento de la escala del pH.
- Mencionar las formas en que comúnmente se mide el pH de una solución.
- Describir someramente el mecanismo en que se basa el funcionamiento del potenciómetro.
- Apuntar las características de un indicador de pH.
- Definir el concepto de zona de viraje, señalando la magnitud aproximada que tiene.
- Marcar las consideraciones que deben tenerse para definir el orden de utilización de los indicadores al tratar de determinar el pH de una solución.
- Destacar la importancia del pH en el trabajo enzimático.

"POTENCIAL DE HIDROGENIONES"

Diseño experimental.

Como hemos señalado, ante los fenómenos observados, el hombre formula explicaciones tentativas llamadas hipótesis; de dichas hipótesis se pueden predecir los resultados que obtendríamos en determinadas condiciones.

Para someter a prueba una predicción, y de esta manera descartar o apoyar la hipótesis de la cual surgió, es necesaria la experimentación, sólo a través de ella podremos contrastar la hipótesis preliminar con los resultados obtenidos.

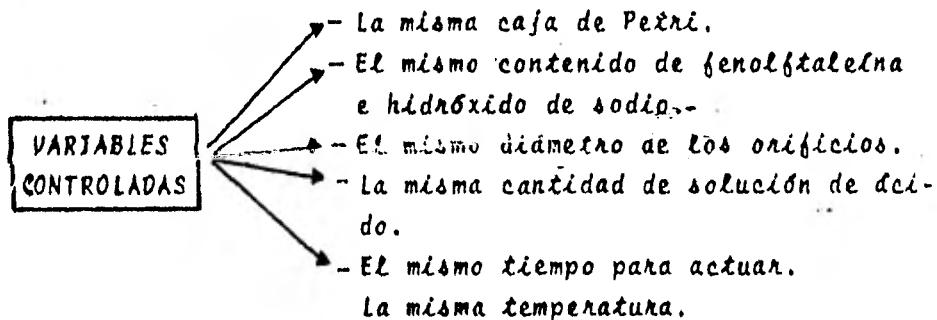
El diseño de un experimento que apoye claramente o elimine en forma contundente una hipótesis no es una tarea sencilla, se requiere no sólo tener un buen conocimiento del campo de investigación, sino también imaginación, pues es el diseño del experimento la parte más creativa del quehacer científico. Deben tenerse además muchos cuidados, algunas de las consideraciones necesarias han sido señaladas previamente al hablar de las causas de error (Práctica 3) y otras serán tratadas ahora.

El primer punto a considerar en el diseño de un experimento es que su interpretación final sea sencilla, para ello es más fácil modificar sólo una variable cada vez. Veamos un caso:

En la práctica anterior se diseñó un experimento para probar que la velocidad de difusión es proporcional a la concentración de la sustancia a difundirse, en dicho experimento fueron muchas las variables que podían influir en el tamaño del área decolorada, todas ellas, a excepción de una, se controlaron manteniéndolas constantes a lo lar-

-go del experimento, a la restante se le hizo variar de magnitud en forma controlada. (Figura 6.1)

En común :



Diferente :

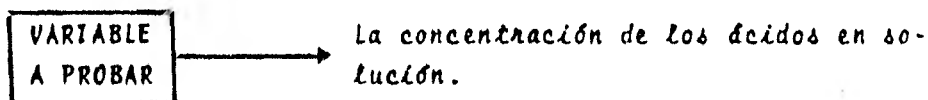


Figura 6.1

Los cambios en el fenómeno producidos por la variable independiente deben medirse contra algún patrón, el cual no haya sufrido sus efectos, a estos patrones se les llama grupo control o testigo. Un GRUPO CONTROL O TESTIGO es aquel en el que se introducen todos los factores que pueden afectar a la variable dependiente, salvo la variable independiente que se está investigando.

Así como es conveniente manejar una sola variable en el experimento, es deseable diseñar un experimento para probar una sola hipótesis, de tal manera que los resultados que se desprendan de él apoyen o rechacen de una forma clara la hipótesis que se pone a prueba. No hay que per-

-der de vista que un experimento diseñado para descartar una hipótesis puede ser más útil que una serie de experimentos que la apoyen. (Recuérdese la "Tabla de la verdad" Fig. 5.1).

El punto del diseño experimental en el que en mayor medida participa el ingenio del investigador es la capacidad de adecuar el experimento a los recursos disponibles. En muchas ocasiones un experimento sencillo pero ingenioso ha aportado más información que un experimento rebuscado. Debemos hacer hincapié en el costo del experimento, ya que éste puede ser un factor limitante para realizarlo, y frecuentemente hay que sustituir el equipo sofisticado con talento; por otro lado, en ocasiones se tiene equipo costoso, lo que no debe implicar el diseño de experimentos en los que éste se use.

Para reducir a formas más sencillas un fenómeno, en algunos casos es necesaria la utilización de un MODELO EXPERIMENTAL, el cual es una reproducción de un fenómeno que ocurre en forma natural. La utilización de modelos experimentales es muy común en las ciencias biológicas, así encontramos cepas de ratas y ratones que son muy útiles para la investigación por presentar deficiencias endocrinas congénitas o una gran predisposición para desarrollar alguna enfermedad.

El uso de modelos experimentales debe ser cuidadoso, ya que si bien permite un amplio control de variables, puede llegar a ser tan diferente al fenómeno natural que las conclusiones obtenidas pierdan su validez en éste. Puede darse así el caso de que un medicamento aparente ser un excelente preventivo de diarreas en becerros por el sólo hecho de que los animales estudiados tenían condiciones higiénicas superiores a las que comúnmente se encuentran en una explotación.

La utilización de modelos , aunque facilita el diseño, no permite nunca la extrapolación directa de resultados a situaciones reales, y el hacerla es un error que frecuentemente se comete, pues se olvida que las conclusiones que fueron válidas para una situación determinada, pueden no serlo bajo circunstancias diferentes. Sin embargo, este tipo de pensamiento que se conoce como INDUCTIVO y que permite generalizar a partir de una situación particular puede ser válido si las condiciones de la experimentación son una muestra de la situación general. Por ejemplo :

Si se quisiera conocer la frecuencia respiratoria que presentan los borregos sanos, sería imposible contar el número de respiraciones por minuto que efectúa cada uno de los borregos sanos del mundo; no obstante, seleccionando una muestra representativa de ellos se puede obtener una frecuencia respiratoria que puede generalizarse al resto. (Figura 6.2).

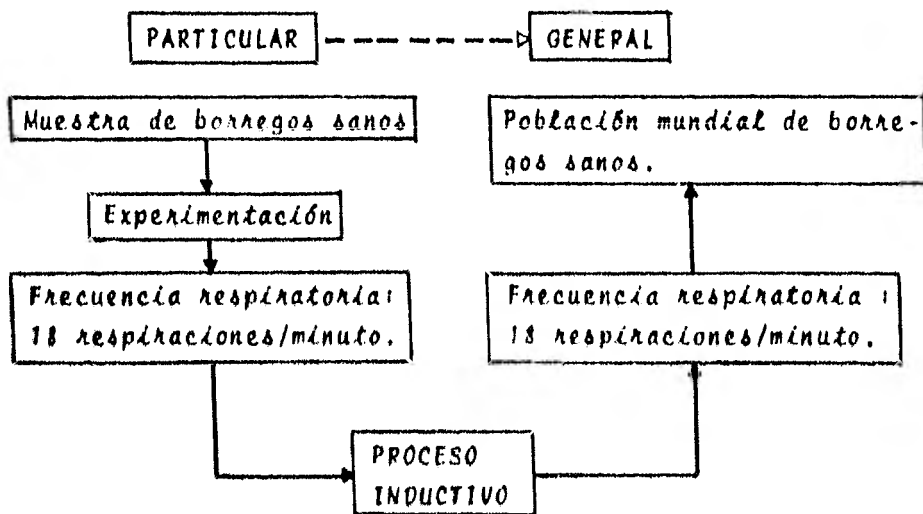


Figura 6.2

Por otro lado, al tomar la frecuencia respiratoria a un solo borrego sano y compararla con los valores obtenidos previamente esperamos que dicho animal tenga una frecuencia que caiga dentro de ellos. En este caso, asumiendo que todos los borregos tienen la misma frecuencia respiratoria, esperamos que uno en particular también la tenga, es decir, vamos de lo general a lo particular, a este razonamiento se le llama PROCESO DEDUCTIVO. (Figura 6.3).

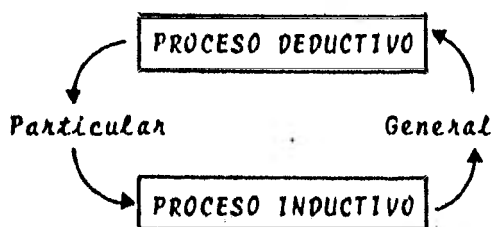


Figura 6.3

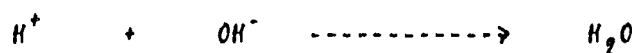
Cuando tenemos un problema que no muestra indicio alguno que nos permita construir un diseño experimental bien definido, podemos recurrir al procedimiento de ENSAYO Y ERROR, el cual, como su nombre lo indica, consta de una serie de intentos que llevan a un resultado equivocado, hasta que finalmente uno de los ensayos nos lleva a la solución del problema. Este método tiene la desventaja de ser muy ineficiente, pues se tienen que invertir muchos recursos y tiempo para llegar a la solución. De ahí que se deba considerar toda la información que se tenga (o buscarla si se carece de ella) antes de proceder a diseñar un trabajo experimental. Por ejemplo:

Si queremos determinar el pH de una solución haciendo uso de indicadores, deberemos tener en cuenta los si-

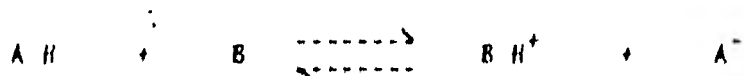
-gules antes :
-gules antes :

Los conceptos de alcalinidad y acidez nos son familiares, pues en la vida cotidiana hemos detectado las diferentes características que uno u otro tipo de sustancias manifiestan. Para explicar la presencia de esas características existen tres teorías:

Teoría ácido-base de Arrhenius. Según Arrhenius un ácido es toda sustancia que al entrar en solución acuosa aumenta la concentración de los iones de Hidrógeno (H^+) de la solución; y una base es toda sustancia que al entrar en solución acuosa aumenta la concentración de iones hidroxilo (OH^-) de la solución. Al combinarse un ácido y una base se forma agua "neutra".



Teoría ácido-base de Bronsted - Lowry. Se basa en el intercambio de iones de Hidrógeno o protones (H^+) entre dos sustancias, ya sea en presencia o ausencia de agua. Según esta teoría un ácido es una especie que cede protones y puede ser una molécula neutra, un catión o un anión; una base es una especie que acepta protones y puede ser una molécula neutra o un anión.

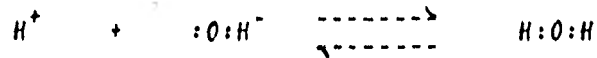


Donde A es un ácido y B es una base.

Según esta definición una molécula puede comportarse como ácido o como base, dependiendo de la fuerza que tenga para donar o aceptar un protón.

Teoría ácido-base de Lewis. Esta teoría es más general que las anteriores, pues define como ácidos a las especies capaces de aceptar pares electrónicos y como bases

a aquellas que pueden donarlos. Tomando como ejemplo el caso del agua :



Para cuantificar la acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas, tomando en cuenta que las concentraciones del ion de Hidrógeno son muy pequeñas, Sorensen introdujo a principios de siglo el concepto de pH, el cual se define como el logaritmo de la inversa de la concentración molar de hidrogeniones:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}$$

El concepto de pH simplifica enormemente el manejo de datos, sobre todo cuando se trata de concentraciones muy pequeñas, por ejemplo, en lugar de señalar:

$$[H^+] = 0.0000000001$$

podemos indicar :

$$pH = 11$$

El agua pura, cuya concentración molar de hidrogeniones es de 10^{-7} a $22^\circ C$, tiene un pH = 7 y es considerada el punto neutro en la escala de pH; las soluciones con un pH menor que 7 se consideran ácidas y las que presentan un valor superior se catalogan como alcalinas o básicas.

La escala de pH fue diseñada en base a la disociación del agua, tomando en cuenta que esta libera iones hidroxilo e hidrogeniones en las mismas proporciones, es decir :

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$$

Por lo que al aplicar la Ley de acción de masas y considerando la disociación tan pobre que experimenta, se calcula el producto iónico K_w , el cual es una constante :

$$K_w = [H^+] [OH^-]$$

de donde al sustituir tenemos :

$$K_w = (1 \times 10^{-7}) (1 \times 10^{-7}) = 1 \times 10^{-14}$$

Lo que expresado en términos de logaritmo de la inversa:

$$(\log 1/1 \times 10^{-7}) + (\log 1/1 \times 10^{-7}) = \log 1/1 \times 10^{-14}$$

de donde se deriva que :

$$pH + pOH = 14$$

El pH puede ser medido usando el potenciómetro, dicho aparato detecta las variaciones de voltaje que experimentan las soluciones dependiendo de su concentración de hidrogeniones. Otra forma de medir el pH es mediante el uso de indicadores, sin embargo, aunque el procedimiento es muy sencillo, la precisión alcanzada es menor.

Un indicador es una sustancia que cambia de color dentro de un pequeño intervalo de pH. Los indicadores pueden actuar como un ácido débil o una base débil, cuyas formas conjugadas tienen colores diferentes, siendo la reacción del medio la que determina la existencia de ellas y por lo tanto el color.

El intervalo de pH en el que un indicador puede variar su color se denomina zona de viraje y abarca apro-

ximadamente dos unidades, como se puede observar en la figura 6.4.

INTERVALOS DE pH Y CAMBIOS DE COLOR DE ALGUNOS INDICADORES

Indicador	pK _{ind}	Intervalo de pH	Cambio de color		
			«Ácido»	«Color neutro»	«Alcalino»
Violeta de metilo	7	0 - 5	Amarillo	Verde-azulado	Violeta
Azul de timol	1,31	1,2 - 2,8	Rojo	Anaranjado	Amarillo
Anaranjado de metilo	3,7	3,1 - 4,4	Rojo	Anaranjado	Amarillo
Azul de bromofenol	3,98	3,0 - 4,6	Amarillo	Verde	Azul
Rojo Congo	4,0	3,0 - 5,0	Azul	Violeta	Rojo
Verde de bromocresol	4,67	3,8 - 5,4	Amarillo	Verde	Verde-azulado
Rojo de metilo	5,1	4,3 - 6,3	Rojo	Anaranjado	Amarillo
Púrpura de bromocresol	6,3	5,3 - 6,8	Amarillo	Anaranjado	Púrpura
Turnatol	6,8	4,5 - 8,3	Rojo	Púrpura	Azul
Azul de bromotimol	7,0	6,0 - 7,6	Amarillo	Verde	Azul
Rojo neutro	7,3	6,8 - 8,0	Rojo	Anaranjado	Amarillo
Rojo cresol	8,3	7,7 - 9,7	Anaranjado	Anaranjado	Rojo
α-Naftolfaleína	8,3	7,3 - 8,7	Rojo	Púrpura	Azul
Azul de timol	8,7	8,0 - 9,6	Amarillo	Verde	Azul
Fenolftaleína	8,9	8,3-10,0	Incolore	Rosado	Rojo
Timolftaleína	9,4	9,3-10,6	Incolore	Azul claro	Azul
Amarillo de alizarina	—	10,1-12,0	Amarillo	Anaranjado	Lila
Nitroamina	—	11,0-13,0	Incolore	Pardo claro	Pardo-anaranjado

Figura 6.4

FUENTE: Babor e Ibarz. Química General Moderna, 8a. ed. Marín S.A.; Barcelona, España (1974).

Ejercicio No. 1

Haciendo uso de la información hasta aquí vertida, determina el pH de la solución problema que te entregará el instructor.

- Anota los indicadores que utilizaste y el orden en que lo hiciste.

- ¿Cuál fue el pH de la solución? _____

Ejercicio No. 2

Prepara dos series de cinco tubos cada una con los contenidos que se señalan a continuación :

tubo 1	tubo 2	tubo 3	tubo 4	tubo 5
5 ml de sol. pH=1	5 ml de sol. pH=3	5 ml de sol. pH=7	5 ml de sol. pH=8	5 ml de sol. pH=10
← 3 ml de solución de pepsina 0.01% →				
← 1 gramo de carne →				

Coloca los tubos de la primera serie en un baño maría a 37°C y déjalos incubar por un periodo de 20 minutos. Los tubos de la segunda serie deberán dejarse por el mismo periodo a temperatura ambiente.

- Anota tus observaciones y vierte la información que se te solicita a continuación:

Variables :

Independientes :

Dependientes :

Parámetros :

- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, anota tus resultados y formula una hipótesis que explique lo ocurrido.

- ¿Qué factores modificarías para perfeccionar el diseño del experimento realizado?

- Diseña un nuevo experimento para someter a prueba la hipótesis que formulaste.

Bibliografía:

1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27.

Objetivos correspondientes a la Práctica # 7.

Al concluir el estudio de esta práctica el estudiante estará capacitado para:

- Señalar la importancia de la divulgación en la investigación científica.*
- Mencionar algunas de las formas más comunes de difusión de los trabajos científicos.*
- Enumerar las partes fundamentales del reporte de un trabajo científico experimental.*
- Indicar las características que debe reunir el título de un reporte experimental.*
- Mencionar la forma en que se anotan los nombres de los autores en el reporte de un trabajo científico.*
- Apuntar la importancia de incluir un resumen previo en los artículos científicos.*
- Anotar los aspectos que deberá cubrir la introducción de un artículo científico.*
- Describir la importancia que tiene la sección de material y métodos en el reporte de un trabajo experimental.*
- Indicar las características que debe tener la pre-*

sentación de los resultados en un artículo científico.

- Reseñar el contenido propio de la sección de discusión de resultados , explicando las funciones que cumple.
- Enunciar los aspectos que debe señalar la sección de conclusiones de un reporte experimental.
- Distinguir los artículos que corresponden a reportes de trabajos científicos experimentales de los de otros tipos, principalmente de las revisiones bibliográficas y artículos de divulgación de temas científicos y tecnológicos.
- Desarrollar una crítica del reporte de un trabajo experimental.
- Describir las principales características del estado coloidal.
- Señalar la importancia del estado coloidal en los animales.

"SISTEMA COLOIDAL"

Presentación escrita de un trabajo experimental.

La investigación científica no alcanza su objetivo final de profundizar en el conocimiento sin la comunicación adecuada de los resultados y logros obtenidos, ya que son éstos los que amplían el conocimiento y constituyen la base de los avances tecnológicos o de nuevas investigaciones y descubrimientos.

Quien realiza un trabajo de investigación, de alguna forma se ve en la necesidad de comunicar sus conclusiones; la difusión puede llevarse a cabo en forma oral cuando las personas interesadas están cerca del investigador, por ejemplo: cuando un grupo de estudiantes expone su trabajo ante sus propios compañeros de grupo, o cuando se presenta una ponencia en un congreso.

La comunicación oral, si bien es muy útil en las primeras etapas de difusión de un trabajo, se hace imposible cuando el grupo de personas que desea obtener la información es numeroso y se encuentra distribuido en todo el mundo; es preferible entonces escribir los trabajos y publicarlos, usando los medios que puedan ponerlos al alcance del sector interesado, por ejemplo: boletines o revistas especializadas en la materia.

Es necesario además que la forma en que se presenta un trabajo escrito facilite la comprensión y lectura del mismo, y en este aspecto las publicaciones científicas son muy cuidadosas.

Es útil para el estudiante de medicina veterinaria el conocer las partes fundamentales de un reporte experimental ya que le hará más fácil la lectura de las pu-

blicaciones que utilice para profundizar en el estudio de sus materias, además de simplificar la redacción de sus trabajos escolares, tesis y de otras investigaciones que realice en el futuro.

A continuación se indican las partes básicas que componen la presentación escrita de un trabajo científico, ejemplificando con algunas propiedades del estado coloidal

Supongamos que queremos conocer alguna propiedad de los coloides, seguramente el primer recurso del que echaremos mano será un libro de Fisicoquímica, pero si deseamos profundizar en el estudio de este tema buscaremos libros que versen específicamente sobre él o recurriremos a revistas especializadas, estas ofrecen una ventaja: su publicación es periódica, lo cual permite la difusión de trabajos recientemente realizados.

Si en una revista nos encontráramos con un artículo cuyo título fuera "Estado Coloidal" no sabríamos si su contenido se refiere a las propiedades fisicoquímicas de los coloides, a sus aplicaciones en medicina o en la industria de las pinturas. No obstante, esta situación difícilmente se presenta porque las revistas son generalmente exigentes en cuanto a la forma de presentación de los trabajos y solicitan a los autores de éstos que el título, por ser el primer contacto entre el lector y el escrito, sea lo suficientemente claro, informativo y breve para permitir conocer rápidamente el tema del trabajo y decidir si es de interés.

Hemos tomado de una revista (14) el título de un artículo que podemos considerar más completo que el señalado anteriormente, el cual anotamos traducido a continuación:

" Efecto de la concentración de albúmina y de la

presión osmótica coloidal sobre la síntesis de albúmina en el hígado perfundido de la rata."

Imaginemos ahora que un investigador ha trabajado durante varios años diseñando métodos que permitan obtener dispersiones coloidales a partir de la agrupación de pequeñas moléculas y que nosotros hemos buscado un procedimiento aplicable a una sustancia en especial: si conocemos el nombre de ese autor más fácilmente podremos tener acceso a los trabajos que haya publicado, ya que existen índices donde se da a conocer periódicamente una lista de autores con los títulos y resúmenes de los artículos editados; estas listas se emiten en orden alfabético de acuerdo al apellido del autor.

Para facilitar la elaboración de los índices señalados y por lo tanto el acceso a la información, en todo trabajo debe aparecer después del título el (o los) nombre(s) del (los) autor(es).

El trabajo de investigación es generalmente una labor de conjunto, pero la participación de cada miembro de éste es diferente, el orden en que se citan los autores refleja esa diferencia, siendo el primero el investigador principal.

Es conveniente y usual presentar un resumen (lo más breve posible) del trabajo efectuado, señalando el material y métodos usados, los principales resultados obtenidos, así como las conclusiones del autor. Este punto permite al lector confirmar o descartar su interés por el trabajo sin necesidad de leerlo en su totalidad y aún antes de tenerlo en sus manos pues los mismos índices que enlistan a los autores publican estos resúmenes.

El artículo cuyo título se dio anteriormente presenta el siguiente resumen, que también fue traducido al español:

" El efecto de la concentración de albúmina y de la presión osmótica coloidal en la tasa de síntesis de albúmina fue investigado en el hígado perfundido de la rata. La concentración de albúmina y la presión osmótica coloidal fueron modificadas en forma independiente. Con la misma concentración de albúmina la tasa de síntesis de albúmina decreció entre un 20 y un 30% cuando la presión osmótica coloidal fue incrementada por adición de gamaglobulina. Se concluye que la tasa de síntesis de albúmina puede ser regulada por la presión osmótica coloidal. La concentración de albúmina parece tener algún papel en la regulación sólo a través de su contribución a la presión osmótica coloidal."

Sin embargo el resumen anterior pudo haber sido más completo si se incluyera el número de animales y los métodos utilizados.

La introducción de un artículo debe informar al lector de los antecedentes que tuvo el autor para la ejecución del trabajo, así como de la importancia y perspectivas que puede tener la investigación. Podemos señalar tres puntos básicos que debe contener la introducción:

- 1) Origen, naturaleza e importancia del problema.*
- 2) Objetivo del estudio (justificación del trabajo).*
- 3) Generalidades sobre las condiciones en que fue realizado el trabajo, incluyendo lugar y fecha.*

La primera parte de la introducción de un trabajo escolar sobre el tema: "Propiedades físicoquímicas de los coloides" podría ser la siguiente:

El estado coloidal recibe este nombre en virtud de ser una mezcla que presenta un aspecto gelatinoso, amorfo, semejante a la cola. Prácticamente todos los componentes del organismo animal presentan este estado físico, de ahí nuestro interés por su estudio.

Inicialmente se pensó que las características antes mencionadas se debían a la composición química de las sustancias que actuaban como fase dispersa, pero más tarde se demostró que gran cantidad de compuestos (incluyendo al agua), bajo ciertas condiciones podían presentarse en forma coloidal, lo cual hace que en la actualidad se hable más de 'estado coloidal' que de 'coloides', ya que no se trata de un tipo especial de sustancias, sino de una forma de presentación de la materia.

La característica fundamental que hace que una sustancia se encuentre en estado coloidal es el tamaño de sus partículas, las cuales pueden medir de 10 a 2,000 μ A (0.001 a 0.2 μ). Estos límites son convencionales pero enmarcan a las partículas que en dispersión presentan la mayoría de las características del estado coloidal. Sin embargo, entre más reducido sea el tamaño de las partículas, las características de la dispersión serán cada vez más parecidas a las de las soluciones verdaderas; por el contrario, cuando su tamaño se acerque al límite superior presentarán propiedades similares a las de las dispersiones groseras.

Una vez dados los antecedentes del problema, es necesario marcar los materiales y métodos utilizados para la experimentación. Este capítulo es de gran importancia, ya que de él depende que el trabajo pueda ser reproducido. En este punto se mencionan los elementos empleados: animales, aparatos, reactivos, etc., especificando sus características y cantidades, por ejemplo: especie, raza, sexo, peso y edad de los animales empleados; concentraciones de las soluciones y dosis de los reactivos empleados.

En lo referente a procedimientos, debe mencionarse el nombre de la técnica empleada, si es que ésta es muy común, pero de no ser así es conveniente describirla con detalle o hacer referencia de la publicación donde se describe.

Este inciso a menudo permite juzgar la calidad del trabajo, por ello es importante que sin alargarlo demasiado señale todas las precauciones que se tomaron para su buen desarrollo.

A continuación se transcribe (vertida al español) una parte del capítulo de material y métodos de un trabajo donde se midió la presión osmótica coloidal del líquido intersticial en la región subcapsular de riñones de ratas:

"Los experimentos fueron realizados en ratas - - 'Sprague-Dawley' del sexo masculino, con un peso de 200 a 300g. Los animales fueron anestesiados con una inyección intraperitoneal de 'Inactin', en una dosis de - - 100 mg/Kg de peso corporal. Las ratas fueron traqueostomizadas y la arteria carótida y vena yugular izquierdas canuladas. La temperatura corporal se mantuvo constante por medio de una almohadilla provista de un termostato. El riñón izquierdo fue expuesto y disecado en la forma usual y colocado con su cápsula intacta en una caja de lucita. Excepto en los experimentos de oncometría (ver después) el riñón se cubrió con aceite mineral caliente (37.5°C) ..." (29).

Los resultados obtenidos en un trabajo constituyen la parte más importante del reporte, lo demás tiene como función facilitar la comprensión e interpretación de estos datos. No obstante, no todos los resultados de un trabajo deben enumerarse, sino solamente aquellos que sean importantes, tanto positivos como negativos, incluyendo los vertidos por el análisis estadístico.

La presentación de los resultados debe ser exacta y clara, ordenar los datos en forma lógica y agruparlos adecuadamente, pudiendo hacer uso de gráficas y cuadros.

El análisis de resultados se deja para la siguiente

sección.

En un trabajo donde se trataba de restituir la presión coloidosmótica del plasma con un polímero de la - glucosa, los resultados se publicaron de la siguiente forma(2):

- 1.- Nueve de los diez perros tratados con el dextrano sobrevivieron.
- 2.- Un perro murió a pesar de la aplicación de dextrano. Este animal había permanecido cuatro horas en estado crítico, sin tratamiento, previo a la aplicación del dextrano.
- 3.- La inyección de dextrano, como tratamiento del 'shock' hipovolémico, artificialmente inducido, produce una hemodilución que trae como consecuencia decremento de los valores de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito a las 24 horas (ver gráficas 1,2,3).
- 4.- Se produjo una anemia generalmente normocítica y normocrómica que posteriormente varió a macrocítica. En uno de los perros se volvió microcítica y le fueron administrados estimulantes de la eritropoyesis y una dieta rica en proteínas, con lo que se normalizó (ver gráficas 1,2,3).
- 5.- La tasa de eritrocitos sube gradualmente después de las 24 horas hacia la normalización, pero en los perros números 2,4,6,7,8, se produjo una baja a las 72 horas.
- 6.- Se produjo en todos los casos tratados con dextrano una leucocitosis neutrofilica, con desviación a la izquierda de tipo regenerativo, observada desde las 24 horas (ver gráficas números 4,5).

- 7.- La temperatura aumentó a las 24 horas en todos los perros tratados y después fue normalizándose.
- 8.- Dos perros testigos murieron.
- 9.- Un perro testigo sobrevivió y presentó hemoconcentración y leucocitosis neutrofilica (ver gráficas números 1,2,3,4,5).
- 10.- La temperatura del perro testigo que sobrevivió también aumentó notablemente durante las 24 horas siguientes a la sangría.
- 11.- La transfusión no produjo hemoglobinuria, glucosuria, no influyó sobre el pH ni la gravedad específica de la orina.
- 12.- La aplicación repetida de dextrano no produjo ninguna reacción de tipo alérgico o anafiláctico!

Los resultados se analizan , relacionándose y comparándose con la hipótesis que originó la investigación, en la sección conocida como discusión de los resultados, la cual en términos generales cumple las siguientes funciones:

- Establecer las relaciones entre causas y efectos.
 - Sugerir el grado en que los resultados obtenidos y mecanismos postulados pueden generalizarse.
 - Explicar las diferencias encontradas entre los hechos estudiados y las hipótesis planteadas, los datos obtenidos por otros autores y las teorías existentes, aclarando las contradicciones y excepciones.
 - Indicar las posibles aplicaciones de los resultados obtenidos.
- Una vez que el autor ha establecido en la discusión las relaciones entre los antecedentes y los resultados del trabajo, bajo el subtítulo de conclusiones debe se-*

añalar en forma ordenada, concisa y lógica los nuevos descubrimientos y su aporte al conocimiento científico, basándose exclusivamente en los hechos comprobados.

- Enumera las partes básicas que componen el reporte de un trabajo científico.

- Haciendo uso de los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas y prácticas de la materia de Físicoquímica desarrolla una crítica a un trabajo experimental publicado sobre alguno de los temas que se enlistan a continuación:

- 1) Sustitutos coloidales del plasma.
- 2) Papel de los coloides en el intercambio de líquido en el nefrón.
- 3) Papel de los coloides en los movimientos celulares.
- 4) Suspensiones coloidales como protectores de la mucosa intestinal.
- 5) Suspensiones coloidales en el tratamiento de las intoxicaciones.

Bibliografka:

2, 6, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 25, 29.

Bibliografía del manual.

- 1.- Arana, F.: Método experimental para principiantes 7a ed. Joaquín Mortiz S.A., México, 1980.
- 2.- Aurb, A.A. Utilización práctica de un polisacrido polimero de la glucosa en el tratamiento del 'shock' hipovolémico en perros. Veterinaria México 4:19-24 (1970).
- 3.- Babon, J.A. e Ibarz, A.J. : Química general moderna 3a ed. Mañán S.A., Barcelona, España, 1974.
- 4.- Baker, J.W. y Allen, G.E.: Biología e Investigación científica. Fondo Educativo Interamericano, México, 1970.
- 5.- Baker, J.W. y Allen, G.E. : Materia, energía y vida, 2a ed. Fondo Educativo Interamericano, México, 1976.
- 6.- Cañedo, D.L., García, R.H. y Méndez, P.I. : Principios de Investigación médica, 1a ed. DIF, México, 1977.
- 7.- Casas, R.J.V., Nuñez, Q.J. y Quiñoga, C.J. : Física 2 Ondas, luz, electromagnetismo y estructura de la materia. Comité para la enseñanza de la Física. LINUSA, México, 1977.
- 8.- Choppin, G.R. y Jaffe, B. : Química. Ciencia de la materia, la energía y el cambio. 1a ed. Publicaciones Cultural, México, 1967.
- 9.- Cleando, V. H. : Electrofísica. 1a ed. López Libreros

Editores, Buenos Aires, Argentina, 1975.

- 10.- Conn, E.E. y Stumpf, P.K.: *Bioquímica fundamental* 2a ed. Limusa Wiley, México, 1972.
- 11.- Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología: *Investigaciones de laboratorio y de campo*. 1a ed. C.E.C.S.A., México, 1974.
- 12.- Cotton, A.F., Darlington, C.L. y Lynch, L.D.: *Química. Una introducción a la investigación*. Publicaciones Cultural, México, 1976.
- 13.- Devore, G. y Muñoz, H.E.: *Química orgánica*. Publicaciones Cultural, México, 1978.
- 14.- Dich, J., Hansen, S.E. y Thieden, H.T.D. Effect of albumin concentration and colloid osmotic pressure on albumin synthesis in the perfused rat liver. Acta physiol. scand. 89: 352- 358 (1973).
- 15.- Frumento, A.S.: *Biofísica* 2a ed. Intermédica, Buenos Aires, Argentina, 1974.
- 16.- García, S.J. y Gómez, L.J.: *Soluciones y fenómenos ácido-base*. Trillas, México, 1980.
- 17.- Oripeña, J.R.: *Elementos de biofísica*. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 1980.
- 18.- Jiménez, V.J. y Macarulla, J.M.: *Fisicoquímica fisiológica*. 4a ed. Interamericana, México, 1975.

- 19.- Keenan, B.W.: Química general. HARLA, México, 1976.
- 20.- Lehninger, A.L.: Bioquímica 2a ed. Omega, España, 1972.
- 21.- Maron, S.H. y Prutton, C.F.: Fundamentos de fisicoquímica. LIMUSA, México, 1980.
- 22.- Morris, J.G.: Fisicoquímica para biólogos. 2a ed. Reverte, España, 1976.
- 23.- O'Connor, R.: La química. HARLA, México, 1978.
- 24.- Open University of England: Curso básico de ciencias unidades 1, 2, 5 y 6. Mc.Graw-Hill, Colombia, 1974.
- 25.- Rosenblueth, A.: El método científico. La Prensa Médica Mexicana, México, 1980.
- 26.- Russell, S.D.: Introducción a la estructura atómica y molecular, 1a ed. LIMUSA, México, 1973.
- 27.- Saunders, L.: Fisicoquímica para estudiantes de biología, farmacia y medicina. El Manual Moderno, México, 1978.
- 28.- Sears, F.W. y Zemansky, M.W.: Física. 1a ed. Agullar España, 1970.
- 29.- Wolgast, M., Persson, E.; Schnermann, J., Ulfendahl, H. and Wunderlich, P. Colloid osmotic pressure of the subcapsular interstitial fluid of rat kidneys during hydropenia and volume expansion. Pflügers Arch. 340: 123-131 (1973).

Índice alfabético de los conceptos de metodología científica experimental abordados en el manual.

	Página
Desviación típica de la muestra.	54
Ensayo y error	75
Grupo control o testigo.	72
Hipótesis.	63
Ley	64
Mediana.	52
Moda	52
Modelo experimental.	73
Observación.	14
Parámetros	29
Patrón de medición	38
Predicción	63
Proceso deductivo.	75
Proceso inductivo.	74
Promedio	51
Teoría	64
Variables.	28

A P E N D I C E .

GUIA PARA EL INSTRUCTOR.

Introducción.

Las prácticas de la sección de Fisiología y Farmacología tienen como propósito principal, además de reforzar en el laboratorio los conocimientos adquiridos en la teoría, formar metodológicamente al estudiante, enseñándole a la vez cómo se estudia la fisiología y algunas de sus técnicas más corrientes.

Este concepto no es nuevo, ya que fue recomendado durante la Reunión Panamericana para la Enseñanza de la Fisiología en las Escuelas de Medicina Veterinaria en América Latina, realizada en la Ciudad de México en 1975; sin embargo, en nuestro medio se ha encontrado que la preparación metodológica con que llegan los estudiantes a la escuela profesional es muy irregular y en la mayoría de los casos insuficiente; por ello se ha optado por incorporar en el curso práctico de Fisiología (materia obligatoria para los alumnos del primer semestre de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia) algunos temas del método experimental que se consideran importantes, incluyendo todo ello en un manual de laboratorio para la materia de Fisiología.

La forma en que fue diseñado el manual de prácticas exige al estudiante una participación creciente, es decir que aún cuando la primera práctica implica una reducida actividad del alumno en relación a la del maestro, las últimas se asemejan más a un texto de autoenseñanza, y entre una y otras se pretende que haya todo un proceso formativo generado por el trabajo del estudiante en el laboratorio.

El contenido del manual está destinado a servir como auxiliar del maestro en la ejecución de las prácticas escolares de la materia y de ninguna forma pretende ser -

autosuficiente en la implementación del proceso enseñanza-aprendizaje.

Es indispensable la participación de uno o varios instructores (de acuerdo al tamaño del grupo) para orientar a los estudiantes en la utilización de este manual y la ejecución de los ejercicios que en él se indican.

Las explicaciones que el maestro brinde al estudiante durante las clases teóricas se verán apoyadas en el terreno de la práctica, pero en ésta a su vez, las observaciones y recomendaciones del docente contribuirán a mejorar el aprovechamiento escolar.

La experiencia docente del instructor será sin duda un factor importante en el desempeño de su labor en las prácticas: haciendo comentarios, procurando ejemplos, planteando problemas, encomendando ejercicios o tareas o sugiriendo lecturas complementarias y el orden en que es más conveniente realizarlas.

Sin embargo, en la presente sección se hacen observaciones fundamentales y se presentan algunas sugerencias de ejercicios de apoyo con el fin de orientar al instructor en la utilización del manual, de tal forma que su participación concuerde con la orientación del mismo y ayude al estudiante a alcanzar las metas propuestas.

No se desea pues, en forma alguna, limitar las aportaciones del instructor, sino conjugadas con el contenido del manual de tal manera que el rendimiento escolar sea alto.

Se precisan en esta aula los objetivos de cada una de las prácticas de tal forma que el instructor pueda reafirmarlos ante los estudiantes, se remarcan así mismo los ejercicios que deben realizarse, la forma correcta de ejecutarlos y el por qué se han diseñado de esa manera.

Recomendaciones al instructor.

Previas al inicio del curso de laboratorio:

- 1) Formular un calendario de trabajo que abarque los siguientes aspectos:
 - a) Las fechas de realización de cada práctica, que serán fijadas cuidando de que el tema a tratar haya sido previamente revisado en la clase teórica, con el fin de que el desarrollo de los experimentos contribuya a una mayor comprensión del tema.
 - b) La forma en que se llevará a cabo la evaluación y las fechas de realización de exámenes, con el fin de evitar que esta reste tiempo a las sesiones prácticas, pues el diseño de las mismas contempla una duración aproximada de una hora cuarenta y cinco minutos.
- 2) Elaborar un reglamento de laboratorio en el que se señale la hora en que serán iniciadas las sesiones y el límite de tiempo que tiene el estudiante para incorporarse a cada una de ellas; este punto es importante pues algunos estudiantes consideran que realizar los experimentos es el único objetivo del laboratorio y descuidan la fundamentación de la experimentación, aspecto que generalmente se aborda en los primeros minutos de la práctica.
- 3) En caso necesario hacer una lista del material que deberá traer el estudiante en cada práctica.

Para la primera sesión de laboratorio:

- 1) Presentar a las personas que fungirán como instructores, señalando el sitio y horario en que puede localizarseles.
- 2) Indicar los objetivos generales del curso de prácticas. (Se sugiere apoyarse en la introducción de este trabajo).
- 3) Señalar la metodología que se seguirá para desarrollar el curso, incluyendo la forma de evaluación.

- 4) Entregar a cada estudiante copias tanto del reglamento del laboratorio como del calendario de trabajo, revisando conjuntamente con el grupo sus contenidos.
- 5) Indicar el material que deberá traer el estudiante, precisando sus características y las fechas en que será necesario portarlo.
- 6) Solicitar que organicen equipos de cinco personas y que los registren con el instructor.

Previas a la ejecución de los ejercicios de cada práctica:

- 1) Precisar los objetivos que se persiguen. Los objetivos de aprendizaje han sido incluidos en el manual que se entrega al estudiante, sin embargo, se sugiere al instructor retomarlos al iniciar la práctica, con el fin de aclararlos y hacerlos más patentes.
- 2) Ofrecer una pequeña introducción que comprenda tanto los aspectos fisicoquímicos como los de metodología experimental que serán revisados en la práctica.
- 3) Aclarar las dudas que surgieron de la lectura del manual.
- 4) Plantear algún ejercicio para cerciorarse de que fue comprendido el texto del manual.
- 5) Señalar las precauciones que deberán tenerse al ejecutar cada ejercicio.

Posteriores a la experimentación:

- 1) Encomendar tareas accesorias a las propuestas en el manual, acordes a las deficiencias particulares del grupo.
- 2) Aumentar, si se cree conveniente, la bibliografía propuesta.

- 3) Asesorar a los estudiantes en la resolución de las preguntas de cada práctica y la interpretación de los resultados.
- 4) Recomendar lecturas complementarias sobre el tema estudiado.

P r á c t i c a # 1

A través del desarrollo de esta práctica se pretende reafirmar la importancia de la observación en la detección de los problemas y la búsqueda de soluciones, destacando que es la primera etapa del método científico experimental.

Debe destacarse la necesidad que tenemos de realizar observaciones cuidadosas y detalladas, que permitan abordar convenientemente los problemas, poniendo empeño al trabajar y dominando la impaciencia para evitar equivocaciones. Para demostrar cómo la precipitación puede llevarnos a errores sustanciales, puede aplicarse como primer ejercicio de la práctica un exámen como el siguiente:

LABORATORIO DE FISICOQUIMICA.

Antes de contestar lee cuidadosamente la totalidad de las preguntas.

- 1.- ¿Cómo se conoce genéricamente a los animales unicelulares?*
- 2.- ¿Cuáles son las partículas de un núcleo atómico?*
- 3.- Escribe en números romanos 1982.*
- 4.- ¿Cuántos créditos habrás cubierto al concluir la carrera?*
- 5.- ¿Cuáles son las materias que cursarás en el segundo año de la carrera?*
- 6.- Dibuja dos círculos concéntricos en el ángulo superior izquierdo.*
- 7.- Dibuja un triángulo isósceles en el ángulo inferior derecho de la hoja.*
- 8.- Escribe los nombres de los meses que no llenen 31 días.*
- 9.- Subraya las vocales del encabezado de este exámen.*

10.- Ahora que has terminado de leer el exámen, escribe únicamente tu nombre y entrégalo.

Antes de aplicar el exámen es recomendable tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Señalar un tiempo razonable para su contestación, ya que un periodo demasiado corto podría ocasionar una precipitación desmedida.
- b) Solicitar que se responda con tinta, pues muchos estudiantes al leer la pregunta No. 10 proceden a borrar las respuestas que habían escrito, lo que dificulta la evaluación de los resultados.
- c) Indicar un sitio para depositar los exámenes contestados.
- d) Pedir a los estudiantes guardar absoluto silencio hasta que haya entregado su hoja la totalidad del grupo.

Una vez recibidos los exámenes se les puede clasificar y contar para determinar la proporción que hubo entre los contestados correctamente y los que acusan errores.

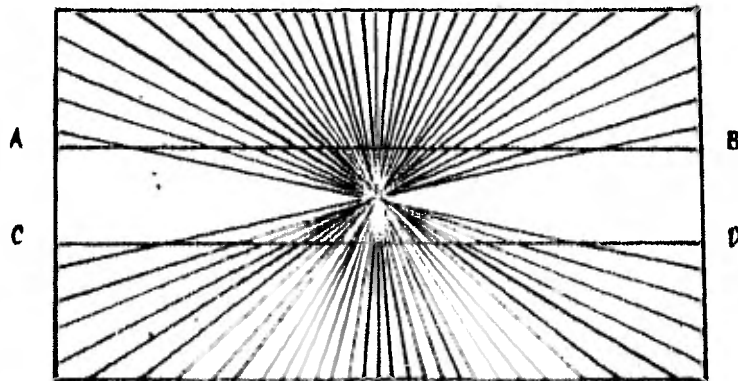
Es prudente esperar a que los estudiantes mismos empiecen a comentar lo sucedido, y a partir de ello orientar sus participaciones de tal forma que se aborden los siguientes puntos:

- Las posibles causas de la resolución incorrecta.
- La posibilidad de la resolución correcta del exámen debida a la realización previa de uno similar o al conocimiento de la existencia de aquel a través de los comentarios hechos por los compañeros de otros grupos.
- La relación entre el propósito de realizar el exámen y el objetivo de la práctica.
- La incorrecta observación y la precipitación como factores de error en la solución de un problema.
- La importancia de la consideración de las indicaciones en los

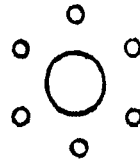
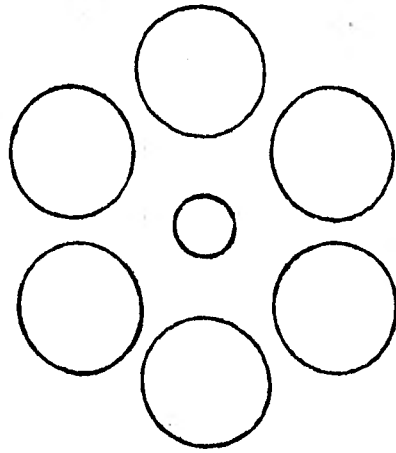
Ejercicios, señalando cómo un pequeño descuido puede repercutir sustancialmente en el desarrollo de un trabajo o un experimento.

- *La observación como punto de partida en el planteamiento de un problema y los intentos de solución del mismo.*
- *Las relaciones entre la observación y la experimentación.*
- *La observación científica como un proceso realizable a través de los sentidos del hombre.*

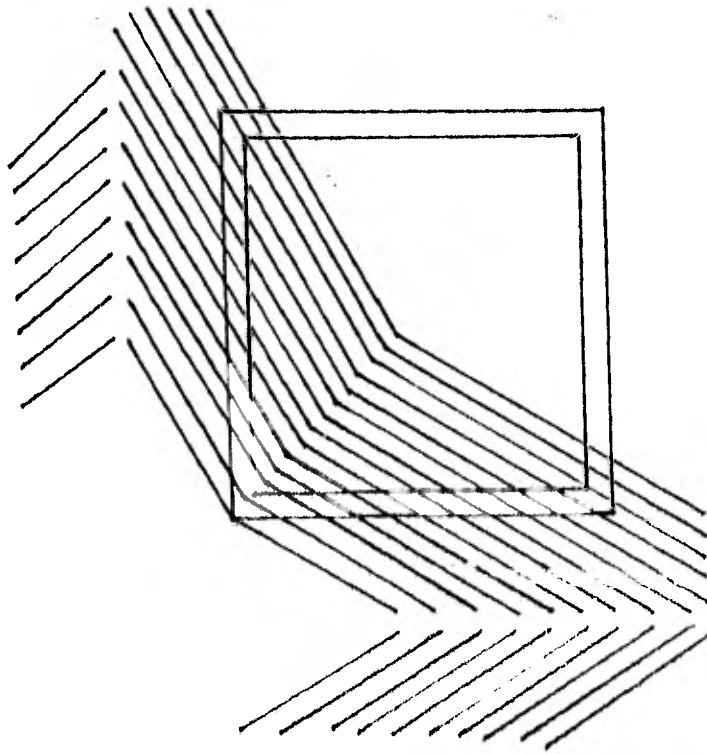
A partir del último punto señalado y con el fin de demostrar algunas de las limitaciones que tiene el hombre para observar el medio que lo rodea, el instructor puede presentar algunas láminas como las que se muestran a continuación, preferentemente haciendo uso de un proyector de acetatos, pues esto le permitirá ejecutar en forma conjunta con el grupo algunas mediciones sobre el aparato mismo.



¿Son paralelas las líneas A-B y C-D?



¿Cuál de los círculos centrales es de mayor tamaño?



¿Es un cuadrado la figura?

Es conveniente presentar las figuras haciendo la pregunta que en cada una de ellas se señala, escuchar las respuestas, pero no hacer comentarios hasta haber mostrado la totalidad de las láminas, momento en que se interrogará al grupo sobre las posibles causas de las variaciones en las respuestas (agudeza visual, ángulo de observación, conocimiento previo del esquema, etc.).

Una vez realizado lo anterior se procede a presentar nuevamente la primera figura invitando al grupo a unificar criterios, lo cual hará manifiesta la necesidad de medir.

Puede pedirse a uno o preferentemente a varios estudiantes que pasen a la pantalla, o si se trata de un acetato al proyector, a medir con una regla transparente las figuras presentadas, lo cual permitirá apreciar las diferencias que existen en la forma en que cada persona ejecuta las mediciones.

Es posible que el procedimiento anterior permita adoptar un solo criterio, pero esto muchas veces no sucede y entonces es prudente señalar que el problema podría resolverse si se indicara la precisión que se desea alcanzar al medir para escoger el instrumento de medición adecuado.

A continuación puede aplicarse el ejercicio que en seguida se describe, el cual tiene como objetivo principal el demostrar que la interpretación de un fenómeno depende no solamente de las características del mismo, sino de las experiencias que tienen nuestros sentidos.

Se dispone de tres cubetas con agua fría, caliente y tibia respectivamente; se pide a un estudiante que introduzca una de sus manos en la cubeta con agua fría, al mismo tiempo que sumerge la otra en la cubeta

que contiene agua caliente, permaneciendo así por algunos minutos, transcurridos los cuales deberá introducir ambas manos en la cubeta con agua tibia y describir la sensación que experimenta; seguramente tendrá problemas para realizar lo último, lo cual posibilitará la comprensión de la importancia de las experiencias anteriores en la interpretación de un fenómeno.

Para continuar se sugiere abordar el tema de la estructura de la materia, remarcando la importancia de los instrumentos con que contaba el hombre en cada época, las limitaciones que ellos tenían y cómo han ido superándose.

Se propone la elaboración de material gráfico para proyectarlo en apoyo a la presentación y discusión del tema; este material puede componerse de las figuras que el propio manual presenta y algunas otras que el instructor seleccione.

Como corolario pueden utilizarse cajas que contengan dos otros objetos y se encuentren envueltas de tal forma que no se conozca su contenido. Estas cajas "negras" deben estar numeradas y sus contenidos registrados en una lista que no se hará del conocimiento de los estudiantes hasta que ellos hayan terminado el ejercicio que se indica a continuación.

Se entrega al equipo una "caja negra" y se pide que cada uno de sus integrantes trate de determinar el contenido de la misma, para posteriormente, reuniendo las experiencias y apreciaciones de todos obtener las conclusiones del equipo y discutir las con el resto del grupo.

Al cabo de quince minutos se suspende la discusión por equipo, para proceder a la grupal, solicitando que

cada equipo manifieste sus conclusiones.

Al pedir los resultados algunos estudiantes aseguran el haber identificado el contenido de la caja con un objeto determinado. Es aconsejable permitir que todos los equipos señalen sus conclusiones sin interrumpirlos, pues el contraste entre las respuestas dadas por los equipos favorece la discusión al final, ya que generalmente existen algunos equipos que actúan de una forma más cauta y se limitan a apuntar las características que pudieron apreciar en los objetos, tales como número de ellos, el peso que aproximadamente tienen, la consistencia que manifiestan, la forma probable que exhiben, así como el posible tamaño que presentan.

Conviene entonces comparar las respuestas, indicando que en realidad existe un gran vacío de información, en virtud del corto tiempo y las limitadas manipulaciones que pudieron llevarse a efecto para recabarla, por lo cual es muy arriesgado señalar objetos en concreto.

Así mismo debe aprovecharse la oportunidad de comparar el contenido de la 'caja negra' con el conocimiento verdadero, al cual nunca podemos estar seguros de haber llegado, pero nos aproximaremos más en la medida en que estudiemos los fenómenos de una manera más profunda.

Finalmente puede leerse la lista de los contenidos de acuerdo al número de caja.

Práctica # 2

En esta práctica se persigue destacar la existencia de factores cuya modificación afecta el desarrollo de un fenómeno, es decir la presencia de variables, en forma simultánea se desea reafirmar el conocimiento de las leyes fundamentales que rigen el comportamiento de los gases.

El texto de la práctica que se entrega al estudiante incluye la descripción general del estado gaseoso y de sus características más relevantes. Para indagar sobre la comprensión de dichos aspectos se sugiere hacer al grupo las siguientes preguntas:

- ¿Qué es un gas?
- ¿Cómo se comportan las moléculas de un gas?
- ¿Cómo son el tamaño y la masa de las partículas de un gas?
- ¿Cómo se produce la presión de un gas?
- ¿Cómo afectan las modificaciones de la presión al volumen de un gas?
- ¿Qué es un gas ideal?
- ¿Qué demostró Roberto Boyle al experimentar con gases?

Se han tomado los clásicos experimentos de las leyes de los gases para estudiar los conceptos de variable, variable independiente, variable dependiente y parámetro, por considerar que su comprensión se facilita, sin embargo, puede ser que al presentarse a la práctica el estudiante tenga aún algunas dudas, motivo por el cual se prefiere que el instructor verifique la comprensión y asimilación de los conceptos mencionados, pidiendo a varios estudiantes que definan con sus propias palabras cada uno de ellos.

Así mismo es conveniente investigar si hubo alguna dificultad para contestar las preguntas que se hacen en el manual, para lo cual pueden plantearse nuevamente al grupo y

explicarse las respuestas en caso de que sea necesario.

Con el fin de reafirmar la comprensión de los conceptos de metodología experimental correspondientes a esta práctica puede solicitarse a uno o varios estudiantes que relaten brevemente un experimento, a partir del cual se pide al grupo :

- 1.- La identificación de las variables que participan.
- 2.- La clasificación de las variables mencionadas en independientes, dependientes y parámetros.
- 3.- La enumeración de algunas variables indeseables y
- 4.- las formas de controlarlas.

Una vez realizado lo anterior puede procederse a la ejecución de los experimentos, pidiendo al grupo que al llevarlos a cabo identifique las variables que inciden en cada uno de ellos y el tipo al que corresponden. Así mismo deberá solicitarse a los estudiantes que traten de evitar la influencia de variables extrañas en la experimentación.

El texto de la práctica posibilita que el estudiante trabaje sin necesidad de ser seguido muy de cerca por el instructor, no obstante se sugiere a éste que continuamente interrogue a sus alumnos sobre la finalidad de los pasos que está dando en la experimentación, con el fin de promover en ellos una actitud más consciente y evitar que participen de una manera automática y desinteresada.

En el ejercicio No. 3 la participación del instructor es sumamente importante para orientar al estudiante en la búsqueda de similitudes entre el fenómeno de ventilación pulmonar y el dispositivo de la ferinaa con un globo, ayudándole a explicar por qué se infla éste al jalar el orboto y a correlacionar las partes del dispositivo con las partes anatómicas que intervienen en el mencionado fenómeno fisiológico.

En el ejercicio No.4 es menester hacer notar como a pesar de que el oxígeno presente en el aire es sustituido por bióxido de carbono, éste no ejerce una presión parcial por el hecho de ser secuestrado por la cal sodada. En este mismo ejercicio es conveniente señalar la necesidad de controlar el sellado del tapón para impedir la entrada de aire. Se sugiere también solicitar al estudiante que vigile el comportamiento del animal con el fin de detectar posibles signos de sufrimiento.

Es necesario hacer notar a los estudiantes que en el manual se especifica el tipo de unidades que deben utilizarse para construir las gráficas o reportar los resultados, y que en la mayoría de los casos hay que realizar una serie de cálculos antes de contestar el manual, por lo cual deben tomar todos los datos necesarios, por ejemplo:

- el diámetro del émbolo en el ejercicio #1 para convertir las unidades de fuerza en unidades de presión.
- el diámetro del tubo de vidrio o la correspondencia de ml - cm, para los experimentos #2 y #4, pues en ellos los resultados se obtienen en unidades de longitud, mientras que la gráfica para el primero se pide en unidades de volumen y para el último el resultado se requiere en unidades de presión.

El instructor deberá proporcionar algún reporte de un trabajo experimental (o la ficha bibliográfica de éste) de preferencia relacionado con el tema, con el fin de que el estudiante extraiga de él la información que se le demanda en el manual. Se recomienda al instructor que en esta temprana etapa de capacitación metodológica se utilicen las revistas escritas en español existentes en la hemeroteca del plantel, para facilitar la realización del ejercicio.

Para reafirmar el conocimiento de los conceptos metodo-

-Lógicos abordados en esta práctica y percatarse de cómo los avances de la fisiología están íntimamente ligados al desarrollo de la metodología experimental, se sugiere al instructor que encomiende a sus alumnos la lectura del capítulo VII del libro de Baker y Allen (5).

P r á c t i c a # 3

En esta práctica, contrariamente a las demás se sugiere iniciar en forma directa con el ejercicio No.1, en lugar de efectuar previamente una introducción, solicitando a los estudiantes que lo lleven a cabo con esmero y que discutan posteriormente en el interior del equipo de trabajo el fenómeno observado.

Es aconsejable que mientras los estudiantes tratan de obtener conclusiones, el instructor vaya pasando de equipo en equipo cuestionando sobre el ejercicio que se realiza; algunas de las preguntas que pueden hacerse se anotan a continuación:

- ¿Por qué flota el azufre?
- ¿Por qué la gota de agua no se reúne con el resto del líquido?
- ¿Qué sucede al agregar la saponina?
- ¿Por qué se desplaza el azufre hacia la periferia si la saponina se deposita en el centro?

Una vez que cada equipo haya obtenido sus conclusiones, se dirige una discusión en todo el grupo, la cual puede iniciarse a partir de las preguntas arriba señaladas, procurando que todos los equipos expongan sus puntos de vista, para que conjuntando y seleccionando ideas el grupo concuerde en una sola respuesta.

Seguramente se llegará a la conclusión de que la saponina disminuyó la tensión superficial del agua; podrá entonces preguntarse al grupo en qué grado lo hizo, lo cual generará nuevamente desacuerdo, pues mientras unos considerarán que la disminución fue severa, otros afirmarán que el efecto fue moderado o escaso. Debe aprovecharse la ocasión para abordar los siguientes aspectos:

- 1.- Los distintos adjetivos que son utilizados por una persona u otra para calificar o describir una misma característica o situación.
- 2.- El diferente significado que dan distintas personas a una misma palabra.
- 3.- Las variables que pudieron afectar los resultados de cada equipo, por ejemplo:
 - Cantidad de agua utilizada.
 - Cantidad de azufre agregado.
 - Forma en que se aplicó el azufre.
 - Cantidad de saponina utilizada.
 - Manera de agregar la saponina.
 - Inmovilidad o agitación de la caja de Petri.

A partir de los tres puntos señalados, puede propiciarse una discusión más amplia sobre las determinaciones cualitativas y cuantitativas de una característica, la preferencia por las últimas en la ciencia, así como la necesidad derivada de ella de utilizar la medición.

Al hablar de medición es importante desvanecer las dudas que los estudiantes tengan acerca del texto de la práctica, demandándoles que definan medición y patrón de medición e indiquen las características que deben reunir.

Un aspecto que es oportuno hacer notar, es que si bien la medición es una necesidad en la ciencia, no siempre es posible realizarla con los patrones e instrumentos de medición con que se cuenta, y que muchas veces es el propio investigador quien al estar experimentando sobre un tema específico se ve en la necesidad de implementar nuevas formas y aparatos de medición que le permitan llevar a cabo la cuantificación deseada.

Otro factor importante es que la medición siempre está aunada al error y que por más cuidados que se tengan al efe-

cutarla existirán factores imprevisibles o incontrolables que introduzcan error en nuestros resultados, por lo cual la medición será más útil y cercana a la realidad si se ve poco afectada por dichos factores.

Para abundar en lo anterior se puede relatar un experimento, interrogando posteriormente al grupo sobre los factores que pudieron haber dado lugar a errores y la forma en que debieron ser evitados; o bien, mencionar específicamente un factor y solicitar que se plantee un experimento donde pudo dar lugar a error.

Enseguida se puede proceder a realizar los experimentos de los ejercicios No.2 y No.3, advirtiéndole al grupo de la necesidad de evitar en lo posible los errores. Esto último se verá propiciado si previamente a la experimentación se pide al grupo que enumere las posibles causas de error en los ejercicios y las alternativas para limitarlos.

Lo anterior facilitará al instructor la vigilancia de la realización correcta de los ejercicios, pues bastará al observar un procedimiento incorrecto con recordar que éste ha sido señalado como causa de error para solicitar que se corrija, sin necesidad de dar una explicación detallada en ese momento.

La ejecución cuidadosa de los dos últimos ejercicios requiere de un tiempo mayor al que generalmente se tiene a esa altura de la práctica, por lo cual se aconseja que los equipos se subdividan y que mientras una parte hace la medición por el método estalagmométrico, la otra emplee el método de arrancamiento. Este punto es particularmente importante, toda vez que evita el apresuramiento que el estudiante suele tener después de que la explicación y discusiones previas han sido prolongadas.

Es importante hacer notar al estudiante que deberá

trabajar con los datos obtenidos antes de consignar los resultados en las tablas insertas en la práctica, con el fin de que antes de retirarse haya obtenido todos los datos que necesitará para procesar sus resultados, por ejemplo: el diámetro del anillo metálico empleado en las mediciones por el método de arrancamiento, las temperaturas de los líquidos, etc.

Así mismo deberá insistirse a los estudiantes en que contesten todas las preguntas que plantea el manual, utilizando la bibliografía marcada, consultando otros libros o revistas y recurriendo posteriormente al asesor, en caso de ser necesario.

P r á c t i c a # 4

Para iniciar esta práctica y con el fin de revisar los resultados obtenidos en la anterior, puede solicitarse a los equipos que escriban en el pizarrón los datos correspondientes a los resultados de la práctica anterior. Si se juzga necesario, hágaseles la recomendación de anotarlos en forma tal que puedan ser comparados con facilidad entre sí y con los de otros equipos.

Es probable que al final queden en el pizarrón una o varias tablas, donde aparezcan los resultados alcanzados con cada uno de los métodos empleados, o bien, los promedios de ellos; puede entonces formularse la pregunta:

¿Cuál de los resultados anotados ahí es el que debemos tomar en cuenta?

Esta pregunta permitirá comentar sobre los siguientes aspectos:

- Los diferentes resultados obtenidos por cada método.
- Los diferentes valores que se obtienen de una a otra medición, aún cuando se utilice el mismo procedimiento.

Lo anterior servirá de preámbulo para plantear la pregunta:

¿Por qué obtenemos diferencias entre una lectura u otra a pesar de estar midiendo el mismo líquido y utilizar el mismo método?

A partir de la pregunta señalada se puede pedir a los estudiantes que enumeren todos los posibles errores que llevaron a la obtención de distintos valores para una misma característica, y una vez indicados éstos, regresar al problema de seleccionar uno de ellos.

Podrá evidenciarse ahora, que si bien conocemos que hubo errores en todas las mediciones, aún cuando se hayan ejecutado con mucho cuidado, no podemos escoger una de

ellas como la que tuvo una menor cantidad.

Seguramente los estudiantes insistirán en este momento en la utilización del promedio, la cual es conveniente comentar, remarcando que si bien el promedio puede ser un valor útil, no es el único que puede ser usado, interrogando entonces sobre el empleo de otras medidas de tendencia central y su utilización más adecuada.

Una vez hecho lo indicado podemos plantear al grupo la petición de que a partir de una lista de datos como la siguiente escoja el valor que considere más cercano al real, tomando en cuenta que todos ellos representan promedios obtenidos por diferentes personas de las mediciones de una misma variable.

27.5 cm
29.2 cm
20.9 cm
26.8 cm
10.1 cm
19.8 cm
25.4 cm
28.7 cm
30.1 cm
13.8 cm

Es probable que los estudiantes sugieran hacer nuevamente un promedio, debemos insistir en que es muy poco lo que sabemos acerca de esos datos, pues ignoramos aspectos tan importantes como el número de mediciones realizadas, el instrumento de medición empleado en cada caso, así como la variabilidad de los datos de cada conjunto. Por lo tanto no podemos escoger de una manera fundamentada alguno de los valores, ni podríamos atrevernos a considerar a todos

ellos para obtener un promedio, porque si por ejemplo el primer dato (27.5 cm) es el resultado de 100 mediciones y el último valor (13.8 cm) fue obtenido a través de 2 mediciones, sería un grave error tomarlos en cuenta en la misma proporción.

Basándonos en lo anterior podemos destacar la inconveniencia del uso indiscriminado del promedio o de otras medidas de tendencia central y discutir sobre alguna forma de reportar los datos que nos permita una selección más sencilla y objetiva.

— Al llegar a este punto será muy fácil señalar la utilidad de acompañar los valores de los promedios con las desviaciones típicas de ellos. Para evidenciarlo aún más puede pedirse a cada equipo que calcule los valores de la desviación típica para los datos que anotó en el pizarrón, preguntando una vez que estén completos, cuál de ellos podemos pensar que sea el más cercano al real y por qué. De esta forma tendremos la oportunidad de destacar la importancia de que la desviación típica sea lo más pequeña posible.

En este momento es conveniente que realicen las mediciones que la práctica señala, teniendo las precauciones necesarias para obtener un valor reducido de la desviación típica, lo cual será un indicador del cuidado que tuvieron para obtener sus datos.

Algunas de las precauciones necesarias al medir la viscosidad son las siguientes:

- 1) Utilizar, para la obtención de un conjunto de datos, un mismo viscosímetro, ya que no todos presentan el mismo diámetro capilar. Pueden usarse en un mismo equipo dos o más viscosímetros, pero en cada uno de ellos deberán ser realizadas las mediciones de todos los líquidos problemas.

- 2) Cada líquido deberá medirse un mínimo de cinco veces.
- 3) Entre la medición de un líquido y otro será necesario enjuagar el viscosímetro con solución amoniacal. Esto es particularmente importante al trabajar con sangre y plasma.

Es recomendable solicitar a los equipos que entreguen un reporte de los valores de viscosidad relativa que se piden en la última tabla de la práctica, señalando las causas a las que se atribuyeron las diferencias observadas entre los líquidos.

Práctica # 5

Para iniciar la sesión se sugiere invitar a los estudiantes a que expongan sus dudas sobre el texto; una vez desvanecidas éstas, puede solicitárseles que expliquen con sus propias palabras los conceptos de hipótesis, predicción, teoría y ley.

Realizado lo anterior, el instructor debe recalcar la interdependencia de las hipótesis y predicciones, en primera instancia, para posteriormente relacionarlas con las teorías y leyes.

Debe destacarse también la dependencia mutua entre la hipótesis y el experimento, señalando que si bien un experimento tiene como fin el someter a prueba una hipótesis y las predicciones derivadas de ella, las hipótesis pierden sentido si no pueden ser sometidas a experimentación.

Con el fin de aclarar lo expuesto el instructor puede describir brevemente un experimento, demandando que el grupo, a partir de los datos proporcionados trate de determinar la(s) hipótesis en que se pudo haber basado el diseño de la experimentación. Posteriormente, o si se presenta la oportunidad, en forma simultánea pueden identificarse las predicciones correspondientes, pidiendo al grupo que las escriba en la forma:

Si ... (hipótesis) ... entonces ... (predicción).

El ejercicio indicado permitirá demostrar que a partir de una sola hipótesis es factible obtener múltiples predicciones y podrá ser aprovechado para destacar que las predicciones por sí mismas están sugiriendo una forma de someter a prueba la hipótesis, es decir, que ellas pueden constituir el punto de partida para el diseño del experimento.

Es posible, así mismo basarse en el ejercicio anterior para analizar las consecuencias de la veracidad de las predicciones, relacionándolas con las hipótesis que les dieron origen, de tal forma que se insista en la tabla de la verdad señalada en el texto.

A continuación se sugiere pedir al grupo que mencione algunas teorías y leyes ampliamente conocidas, para anotarlas y proceder a la búsqueda de las características que tienen en común las teorías y las leyes, así como los aspectos fundamentales que las diferencian.

Concluido lo anterior puede solicitarse a los estudiantes que ejecuten el Experimento No.1, no sin antes mencionar las características de cada uno de los materiales que van a emplear, lo que permitirá posteriormente interpretar los resultados que se obtengan y además recordar que se trabaja con sustancias corrosivas en concentraciones peligrosas, aspecto que de otra manera puede pasar desapercibido y ocasionar accidentes.

Mientras los estudiantes realizan el ejercicio, el instructor deberá cuestionarlos sobre los resultados que esperan, si bien tendrán que obtenerlos antes de postular la hipótesis que señala el texto.

Una vez obtenidos los resultados, graficados éstos y postulada la hipótesis de cada equipo, deberá presentarse al resto del grupo para su discusión. Indicando las características comunes, las diferencias y las posibles causas de ellas, deberá tenderse a unificar todas las hipótesis. La hipótesis resultante servirá de base para el planteamiento del siguiente experimento, el cual deberá ser diseñado por los estudiantes en cada equipo, utilizando el material que la práctica indica, no obstante el instructor prestará asesoría a los estudiantes que se la soliciten y estará al corriente de los avances logrados

en cada equipo, evitando que se cometan errores sustanciales que imposibiliten el desarrollo ulterior del experimento, a través del cuestionamiento sobre la finalidad de cada paso que se esté dando, pero sin limitar la originalidad del estudiante.

Mientras se espera por los resultados del Ejercicio No.2 puede iniciarse el No.3, con el fin de economizar tiempo, tomando en cuenta que dicho ejercicio es de tipo dirigido y sólo será indispensable haber concluido el anterior en el momento de comparar los resultados de ambos con respecto a la hipótesis.

Al estar haciendo las lecturas de los dos últimos ejercicios los estudiantes deben ser interrogados por el instructor sobre las causas que determinaron la obtención de esos resultados, orientándoseles en la correlación con la hipótesis previa, a través del planteamiento de preguntas como las señaladas a continuación:

- ¿Qué fenómeno explica los cambios observados?
- ¿Cuáles son las causas de dicho fenómeno?
- ¿Cuál es el mecanismo de la difusión?
- ¿De dónde proviene la energía utilizada en el proceso?
- ¿En qué sentido se lleva a cabo la difusión?
- ¿Cómo participan las diferencias de las presiones de vapor en el experimento diseñado?
- ¿Tienen mecanismos opuestos la ósmosis y la difusión?
- ¿Puede pensarse en la ósmosis como mecanismo básico de nutrición celular?
- ¿Qué factores podrían limitar la difusión a través de la membrana celular?
- ¿Cómo podría la célula compensar dichos factores?

P r á c t i c a # 6

La sesión correspondiente a esta práctica puede iniciarse discutiendo la importancia que tiene la experimentación en la búsqueda del conocimiento, con este fin pueden hacerse al grupo preguntas como las siguientes:

- ¿Qué es un experimento?
- ¿Qué busca la experimentación?
- ¿Quiénes realizan la experimentación?
- ¿Qué es el diseño experimental?
- ¿En qué se basa el diseño de un experimento?
- ¿Qué factores deben ser tomados en cuenta para diseñar un experimento?

A partir de la última pregunta puede reafirmarse la conveniencia de que cada experimento esté basado en una sola hipótesis, esto puede hacerse aún más claro si se pide al grupo que enumere y discuta las implicaciones que tendrá el probar varias hipótesis en forma simultánea, para lo cual podrá partirse de lo siguiente:

Preséntese al grupo una lista de hipótesis que tengan alguna relación entre sí y técnicamente proporcioneles un lote experimental único para probar todas ellas. Ahora pídale que diseñen un experimento.

Seguramente algunos tratarán de subdividir el lote, lo cual los llevará a tener sublotes muy pequeños, de cuyos resultados deberá desconfiarse; otros buscarán probar primero una hipótesis y luego otra en forma consecutiva, pero al realizar cada nuevo experimento no podremos descartar los efectos producidos por el que le precedió. En esta misma forma se podrá llevar a cabo la discusión que arriba se propone, al mismo tiempo que se argumenta la necesidad de modificar

una sola variable en cada experimento para poder discernir sus efectos.

Así como en el texto de la práctica se toma el primer ejercicio de la sesión anterior como punto de partida para el análisis de las variables y constantes, pueden plantearse a los estudiantes distintos experimentos de donde ellos deban escoger los factores que permanecen constantes y aquellos que actuaron como variables, para continuar con la selección de la variable independiente y las consecuencias que ésta tuvo sobre las variables dependientes.

A continuación se puede demandar al grupo que explique el concepto de grupo control o testigo, señalando las características que debe presentar y aquellas de las cuales debe carecer para un determinado experimento.

Un procedimiento similar al anterior puede ser empleado para favorecer el entendimiento de lo que es un modelo experimental y continuar con el debate de las limitaciones que tiene su uso, destacando las diferencias que presentan en relación con las situaciones generales o naturales y la imposibilidad de extrapolar en forma directa los resultados obtenidos en la experimentación donde se utilizaron.

A partir de lo anterior es factible acometer la discusión sobre los tipos de pensamiento inductivo y deductivo, señalando la utilidad que tienen ambos para resolver problemas partiendo de distintos puntos. Nuevamente se sugiere la aportación de ejemplos por parte del instructor u la solicitud de otros a los estudiantes.

Antes de proceder a realizar los ejercicios señalados en la práctica, se aconseja plantear al grupo las siguientes preguntas:

- ¿Qué es el pH?
- ¿Qué es un indicador?

- ¿Qué es la zona de viraje de un indicador?
- ¿Cuál es el rango que aproximadamente abarca la zona de viraje de un indicador?
- ¿En qué debe basarse el orden de utilización de los indicadores cuando se quiere determinar el pH de una solución?

Una vez contestadas las preguntas anteriores debe proporcionarse a los equipos las soluciones problemas y los indicadores de que se disponga para que determinen la forma en que utilizarán dichos reactivos para resolver el problema indicado en el primer ejercicio de la práctica.

Mientras los estudiantes trabajan en sus respectivos equipos es prudente que el instructor los vigile y asesore en caso de ser necesario.

Concluido el ejercicio, y con el fin de ahorrar tiempo, puede pedírseles que preparen el ejercicio No. 2, y de esta manera aprovechar el período de discusión del primer ejercicio para incubar los tubos del segundo.

Al constatar que todos los equipos terminaron puede pedírseles que designen a una persona que anote en el pizarrón el orden de utilización que dieron a los indicadores, para posteriormente escuchar las razones que tuvieron para establecerlo, comparándolas con las de los demás equipos. Los datos anotados permiten observar fácilmente cómo una o más diferencias en el diseño del procedimiento pueden acortar el camino.

Para continuar debe darse tiempo suficiente para que lean sus tubos y obtengan conclusiones nuevamente por equipo, que serán discutidas en conjunto por el grupo, hasta obtener conclusiones generales.

Antes de que el grupo se retire pueden contestarse, si el tiempo lo permite, las preguntas planteadas al final de

la práctica; de no ser así, esta parte puede asignarse como tarea, pero es importante que se realice.

Práctica # 7

Como señala el título de la práctica, se estudiarán en ella, por una parte las características de los sistemas coloidales y por otra las secciones que constituyen el reporte de un trabajo científico experimental; sin embargo, por ser esta la última etapa del curso de prácticas es prudente llevar a cabo en forma simultánea una revisión general de los aspectos de metodología científica que han sido estudiados a lo largo del semestre.

Para iniciar la sesión se propone el siguiente procedimiento:

Pléase al grupo que por equipos discuta la importancia que tiene el reporte de un trabajo experimental.

Las conclusiones obtenidas en cada equipo sométanse a la consideración del resto del grupo, procurando orientar las participaciones de tal forma que se respondan las siguientes preguntas:

- ¿Quién elabora el reporte de un trabajo científico?
- ¿Cuál es la finalidad de su elaboración?
- ¿Dónde se publica este tipo de reportes?
- ¿Qué importancia tienen estos artículos para el profesionista y el estudiante de medicina veterinaria?
- ¿Cómo puede el estudiante tener acceso a estas publicaciones?

A partir de la última pregunta puede emprenderse la discusión sobre los aspectos que debe cubrir el título de un reporte para que sea de fácil obtención para los interesados, subrayando la conveniencia de que sea lo más específico posible, que señale los animales, órganos o estructuras en los que se trabajó y el nombre de los procedimientos utilizados.

En este momento de la práctica se sugiere distribuir

entre los equipos un lote que conste de lo siguiente:

2 artículos cuyo contenido sea el reporte de un trabajo experimental (fotocopias, o de ser posible las revistas mismas).

2 revistas de divulgación de temas científicos, o fotocopias de artículos en ellas publicados.

2 artículos sobre revisiones bibliográficas de preferencia relacionadas con la materia o con alguna otra de primer semestre.

1 forma para reporte de la práctica. (Se anexa un modelo de ella).

La inclusión de los tres tipos de publicaciones señalados será útil para que los estudiantes comparen contenidos y formatos, como se verá más adelante.

La forma para reporte de la práctica orientará de una manera más precisa el trabajo del equipo al obligarles a hacer anotaciones más cuidadosas y completas.

A continuación puede solicitarse al grupo que juzgue los títulos de los artículos que recibió, indicando si se consideran completos y de no ser así que señale las correcciones pertinentes en la hoja de reporte.

Pídase que anoten también en la hoja los años de publicación de cada artículo, con el fin de examinar la vigencia de sus contenidos.

Díjase ahora la atención del grupo hacia la forma en que son presentados los nombres de los autores; puede indicárseles así mismo que observen la cantidad de autores que hay en cada artículo y que en la hoja de reporte hagan las anotaciones correspondientes.

Posteriormente se debe buscar en cada artículo el resumen previo, señalando en el reporte la carencia o presencia de él y pedirles que contesten las preguntas:

¿Qué finalidad tiene la inclusión del resumen?

¿Qué debe contener dicho resumen?

Analícese ahora si la introducción de cada artículo está señalada como una sección bien definida de él o si se continúa con el texto del artículo sin la mediación de un subtítulo, así mismo interróguese sobre el contenido que la introducción de un reporte experimental debe tener.

Puede abordarse ahora el estudio de los materiales utilizados y de los métodos seguidos, precisando si la información sobre estos aspectos se trata bajo el subtítulo correspondiente o si se mezcla con el resto del artículo, lo cual debe ser anotado en el reporte de la práctica.

En este momento es importante que el instructor dirija la atención del grupo a la clasificación de los artículos, haciendo hincapié en que solamente se encontrará un inciso donde se vierta claramente la información sobre los materiales y métodos empleados en un trabajo experimental en el reporte de éste; y que, por otro lado, los artículos de divulgación pueden hacer consideraciones sobre la metodología seguida por un investigador o varios de ellos, pero siempre será de una manera incompleta y poco precisa, de tal forma que si el lector quisiera reproducir la experimentación tendría forzosamente que consultar el reporte hecho directamente por el investigador; una situación similar puede observarse en el caso de las revisiones bibliográficas, donde si bien se incluye una gran cantidad de trabajos realizados sobre un mismo tema, la descripción de los materiales y métodos de cada uno de ellos está en razón directa de la importancia que tengan en el estudio del tema.

Debe ahora buscarse la presencia de un subtítulo de

'resultados', y en el caso de encontrarse, estudian las características que muestra, por ejemplo: la existencia de tablas o gráficas.

Por último deberá examinarse la aparición de las secciones de 'discusión de resultados' y 'conclusiones', anotándose en la hoja del reporte de práctica.

Con la forma del reporte de práctica contestada en su totalidad podrá analizarse cuál o cuáles de las publicaciones entregadas a cada equipo presentaron la totalidad o la mayoría de los incisos correspondientes al reporte de un trabajo experimental, y aquellos que se alejaron por completo del formato de él.

Brindando asesoría a los estudiantes, solicíteseles ahora que clasifiquen los artículos y que escriban lo que se les pide en la parte final de la forma del reporte de práctica.

Es aconsejable que el instructor comente la utilidad de los diversos tipos de publicaciones, indicando las diferentes funciones que cumplen en la difusión del conocimiento.

El reporte de la práctica podrá ser recogido por el instructor al finalizar la sesión, o si se juzga prudente, en forma conjunta con la crítica del trabajo experimental que señala la práctica.

REPORTE DE PRACTICA .

	<i>Titulo del articulo</i>	<i>Completo</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Correcciones sugeridas.

1	
2	
3	
4	
5	
6	

Año de publicación.

1	
2	
3	
4	
5	
6	

Autores
Nombres

Número

1		
2		
3		
4		
5		
6		

Presencia de algunos incisos bajo subtítulos

Resumen	Introducción	Material y métodos	Resultados	Discusión de resultados	Conclu- siones
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Tipo de artículo.

1	
2	
3	

4	
5	
6	

B I B L I O G R A F I A.

- 1.- Aluja, A.S. Nuevos miembros de la Academia Veterinaria Mexicana, Gaceta UNAM Cuarta época, Vol.III No. 64, México, 6 de septiembre de 1979.
- 2.- Arana, F.: Método experimental para principiantes 1a ed. Joaquín Hortiz S.A., México, 1980.
- 3.- Auro, A.A. Utilización práctica de un polisacrido polímero de la glucosa en el tratamiento del "shock" hipovolémico en perros. Veterinaria 4 : 19-24 (1970).
- 4.- Babor, J.A. e Ibarz, A.J.: Química general moderna 8a ed. Marín S.A., Barcelona, España, 1974.
- 5.- Baker, J.W. y Allen, G.E.: Biología e investigación científica. Fondo Educativo Interamericano, México, 1970.
- 6.- Baker, J.W. y Allen, G.E.: Materia, energía y vida, 2a ed. Fondo Educativo Interamericano, México, 1976.
- 7.- Cañedo, D.L., García, R.H. y Méndez R.I.: Principios de investigación médica, 1a. ed. DIF, México, 1977.
- 8.- Casas, R.J.V., Muñoz, Q.J. y Quiroga, C.J.: Física 2 Ondas, luz, electromagnetismo y estructura de la materia. Comité para la Enseñanza de la Física. LIMUSA México, 1977.
- 9.- Choppin, G.R. y Jaffe, B.: Química. Ciencia de la -

materia, la energía y el cambio. 1a ed. Publicaciones Cultural, México, 1967.

- 10.- Cicardo, V.H.: *Biofísica*. 6a ed. López Libreros Editores, Buenos Aires, Argentina, 1975.
- 11.- Conn, E.E. y Stumpf, P.K.: *Bioquímica fundamental* 2a ed. Limusa Wiley, México, 1972.
- 12.- Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología: *Investigaciones de laboratorio y de campo*. 1a ed. C.E.C.S.A., México, 1974.
- 13.- Cotton, A.F., Darlington, C.L. y Lynch, L.D.: *Química. Una introducción a la investigación*. Publicaciones Cultural, México, 1976.
- 14.- Devore, G. y Muñoz, M.E.: *Química orgánica*. Publicaciones Cultural, México, 1978.
- 15.- Dich, J., Hansen, S.E. y Thieden, H.I.D. Effect of albumin concentration and colloid osmotic pressure on albumin synthesis in the perfused rat liver. *Acta physiol. scand.* 89:352-358 (1973).
- 16.- Frumento, A.S.: *Biofísica* 2a ed. Intermédica, Buenos Aires, Argentina, 1974.
- 17.- García, S.J. y Gómez, L.J.: *Soluciones y fenómenos ácido-base*. Trillas, México, 1980.
- 18.- Griquera, J.R.: *Elementos de biofísica*. Hemisferio

Sur, Buenos Aires, Argentina, 1980.

- 19.- Houssay, B.A.: *Fisiología humana* 4a ed. El Ateneo, Argentina, 1975.
- 20.- Irizar, G.: *Para que la investigación biológica vaya acorde a las necesidades, necesario replantear su enseñanza. Uno más uno*, México, 26 de junio de 1980.
- 21.- Jiménez, V.J. y Macarulla, J.M.: *Fisicoquímica fisiológica* 4a ed. Interamericana, México, 1975.
- 22.- Keenan, B.W.: *Química general*. HARLA, México, 1976.
- 23.- Lehninger, A.L.: *Bioquímica* 2a ed. Omega, España, 1972.
- 24.- Mager, R.F.: *La confección de objetivos para la enseñanza*. MINED, Cuba, 1970.
- 25.- Maron, S.H. y Prutton, C.F.: *Fundamentos de fisicoquímica*. LIMUSA, México, 1980.
- 26.- Medina, N.F.: *Curso de método experimental*. Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM, México, 1972.
- 27.- Morris, J.G.: *Fisicoquímica para biólogos* 2a ed. Reverté, España, 1976.
- 28.- O'Connor, R.: *La química*. HARLA, México, 1978.

- 29.- Open University (England): Curso básico de ciencias unidades 1,2,5 y 6. McGraw-Hill, Colombia, 1974.
- 30.- Rosenblueth, A.: El método científico. La Prensa Médica Mexicana, México, 1980.
- 31.- Russell, S.D. : Introducción a la estructura atómica y molecular 1a ed. LIMUSA, México, 1973.
- 32.- Saunders, L.: Físicoquímica para estudiantes de biología, farmacia y medicina. El Manual Moderno, México, 1978.
- 33.- Sears, F.W. y Zemansky, M.W.: Física. Agullar, España, 1970.
- 34.- Vallenás, A. y Acha, P.N.: Algunos aspectos sobre la enseñanza de la fisiología veterinaria en la América Latina. Memorias del Seminario de Enseñanza de Fisiología en Facultades y Escuelas de Medicina Veterinaria y Zootecnia de México, Ciudad de México, mayo de 1975.
- 35.- Wolgast, M. et al.: Colloid osmotic pressure of the subcapsular interstitial fluid of the rat kidneys during hydropenia and volume expansion. Pflügers Arch. 340 : 123-131 (1973).