

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**



**PROPUESTA DIDACTICA:**

**PROGRAMA INTERACTIVO PARA EL  
APRENDIZAJE DEL TEMA DE GASES EN EL  
SISTEMA ABIERTO**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN QUIMICA**

**PRESENTA**

**'ARTURO GONZALEZ CANTU**

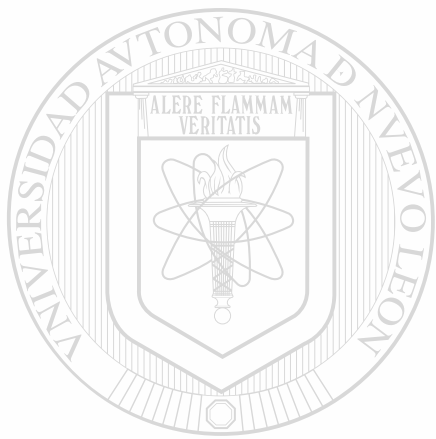
**CD. UNIVERSTARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
MARZO DE 1999**

M  
A  
E

Q  
U  
I  
M  
I  
C  
A

I  
O

TM  
QD162  
.G6  
1999  
c.1



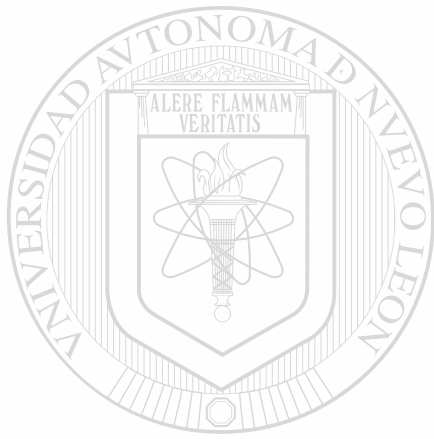
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

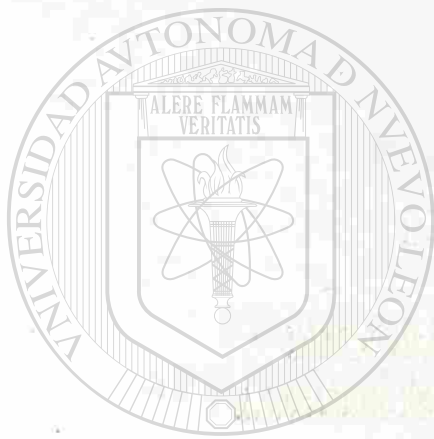
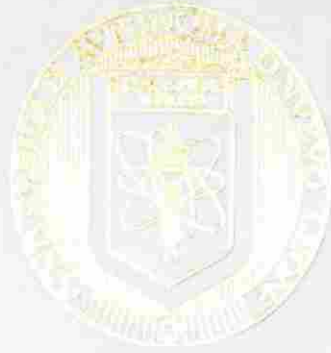


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MANTENIMIENTO A LA CALIDAD DE LAS CIENCIAS

CON ESPECIALIDAD EN QUÍMICA

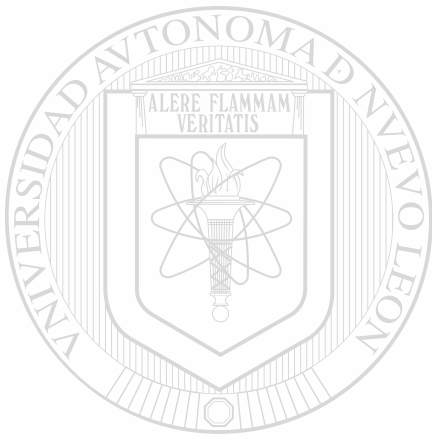
PRESENTA

ARTURO CORRALA CONTRA

CD. UNIVERSITARIO SAN JUAN DE LOS RÍOS, N. L.

MAYO DE 1998

FM  
QD 162  
.G6  
1999



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

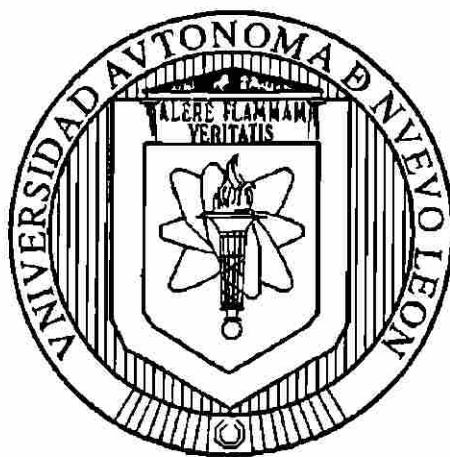
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**



**PROPUESTA DIDÁCTICA**

**PROGRAMA INTERACTIVO PARA EL  
APRENDIZAJE DEL TEMA DE GASES EN EL  
SISTEMA ABIERTO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN LA  
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN QUÍMICA**

Presenta:  
**ARTURO GONZÁLEZ CANTÚ**

Ciudad Universitaria

San Nicolás de los Garza, N.L.

Marzo, 1999

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



## PROGRAMA INTERACTIVO PARA EL APRENDIZAJE DEL TEMA DE GASES EN SISTEMAS ABIERTOS

Propuesta didáctica que presenta Arturo González Cantú, como requisito final, para la obtención del grado de: Maestro en la Enseñanza de las Ciencias, con especialidad en Química.

El presente trabajo surge de las experiencias y conocimientos adquiridos en y durante las actividades desarrolladas en los distintos cursos que integran el plan de estudios de la materia, ha sido revisada y autorizada por:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dr. Gonzalo Vidal Castaños

Dra. Mariana González Hernández

Mtro. José Antonio Mejía Ayala

San Nicolás de los Garza, N.L. a marzo de 1999



## **DEDICATORIA**

El esfuerzo realizado en y durante la maestría, así como en el presente trabajo se lo dedico:

A mi Maestro Espiritual: “Sublime Gran Maestro”

**Dr. Serge Raynaud de la Ferriere**

A la memoria de mis abuelos paternos y maternos:

**Sr. Don Julián González González  
Sra. Doña María Lucina Garza de León**

**Sr. Don José Miguel Cantú García  
Sra. Doña Josefina Saldaña Garza**

A mis padres a quienes les debo lo más preciado de este mundo,  
“la vida”.

**Sr. Don Marín González Garza  
Sra. Doña Ma. del Consuelo Cantú Saldaña**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A mis hijos, quienes siempre están en mi corazón y son fuente inagotable inspiración y superación.

**Nora Nelly, Arturo Marín, Emilia Alejandra y  
Arelly Marihel González González**

A la mujer que aún ante las adversidades, ha creído en mí,  
dando nuevas esperanzas a mi vida.

**Ana María Benavides S.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A mis profesores, de la Maestría en la Enseñanza de las Ciencias, en especial:**

**A la Mtra. Refugio Garrido Flores**

**Por sus enseñanzas en Psicología Cognitiva, paciencia y dedicación en esta ardua labor que es la educación.**

**A mis asesores:**

**El Dr. Gonzalo Vidal Castaños**

**La Dra. Marianela González Hernández**

**Por sus consejos en la elaboración de esta propuesta didáctica, despertando la inquietud y motivación necesarias para llevarla a cabo.**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

**A mi amigo**

**El Lic. Amaury Lara Lagunas**

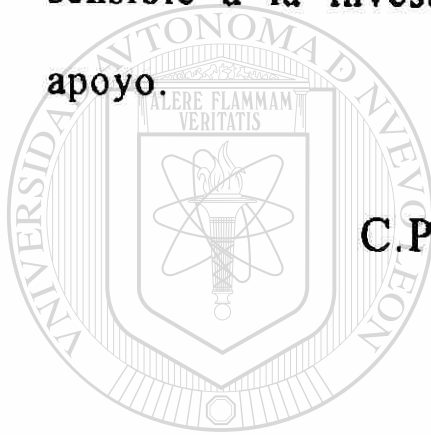
**y compañero de trabajo, por su ayuda incondicional en materia de programación, en especial con el software Visual Basic, 5.0**

**A mis compañeros de maestría:**

**Que sirvieron de marco para hacer realidad este maravilloso sueño.**

## RECONOCIMIENTO

A la directora de la Preparatoria Num. 3, de la UANL, que sensible a la investigación educativa, me brindó siempre su apoyo.



C.P. Martha Arizpe Tijerina

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# ÍNDICE

## CAPÍTULO

|  |    |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN -----  | 1  |
| II. MARCO CONCEPTUAL -----                                     | 9  |
| III. MARCO METODOLÓGICO -----                                  | 29 |
| Descripción del software -----                                 | 32 |
| Requerimientos para la implementación de la<br>Propuesta ----- | 35 |
| IV. CONCLUSIONES -----   | 39 |
| V. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES -----                        | 40 |

---

## BIBLIOGRAFÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

## ANEXOS GENERAL DE BIBLIOTECAS

- A. TUTORIAL
- B. CÁLCULO
- C. AUTOEVALUACIÓN

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El uso de ordenadores (computadoras) es cada vez más frecuente e indispensable en las diferentes labores del ser humano. La sociedad en que nos desenvolvemos, las ciencias en general y la educación no se escapan a tal situación, por lo que cada vez se ha dejado sentir a ritmo acelerado su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no tan solo de nuestra universidad sino que ésta rebasa las fronteras nacionales e internacionales. Algunas universidades y tecnológicos que desarrollan alta tecnología educativa, ellos pretenden implementar sistemas interactivos del tipo virtual con la finalidad de homogenizar los contenidos e incentivar al alumno con recursos tecnológicos contemporáneos, todo ello enfocado a mejorar la calidad de la educación. Nuestra Universidad, dadas sus características, no se puede desligar de tales procesos de modernización sin olvidar sus principios humanos, sociales, culturales y científicos.

En la actualidad existen muchos medios y recursos didácticos, sin embargo uno de los sistemas que mas se han adecuado al desarrollo tecnológico de la educación en la enseñanza y aprendizaje son los sistemas interactivos donde el estudiante utiliza uno de los diferentes medios

tecnológicos, como lo son: textos, artículos, películas, videos, softwares, satélite, etc., o combinados. Con ellos el estudiante puede intercambiar o relacionar información y aumentar su acervo o manipular este tipo de equipos mediante softwares interactivos para que él adquiera habilidades y/o destrezas que le permitan un aprendizaje significativo.

Los sistemas interactivos desarrollados mediante computadoras son muy importantes en la educación dado que, aparte de brindar una comunicación dinámica del estudiante con el ordenador (software), es sumamente motivante porque desarrolla su ingenio y creatividad, y no hay limite para su desarrollo. El aspecto contrario a la socialización del alumno se puede solventar con otras actividades que la misma universidad debe fomentar y este no es motivo suficiente para no desarrollar sistemas interactivos. Además el alumno siempre debe de ser supervisado por su profesor manteniendo una comunicación durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La urgente necesidad de solucionar el problema educativo en general, y particularmente en nuestro país, en cuanto a la calidad de nuestros educandos, así como la de reducir los costos, hace factible la existencia y desarrollo de los sistemas interactivos virtuales mediante el uso de ordenadores. Al uso de las computadoras, “ordenadores”, en la educación en particular se le ha dado en llamar Universidad Virtual.

El programa interactivo se ha diseñado, mediante el software Visual Basic 5.0. Se escogió este software, porque en el se puede programar mediante pantallas, dándole una mayor facilidad operativa al alumno y a la vez estética a la presentación del trabajo. Logrando con ello llamar su atención y motivarlo induciéndolo a estudiar los temas en cuestión. La presente propuesta didáctica consta esencialmente de tres etapas:

- Tutorial de gases
- Cálculo
- Autoevaluación

Es conveniente aclarar que estos tres tópicos de que consta el Sistema Interactivo, están íntimamente ligados y se pueden intercomunicar unos con otros en el momento en que el estudiante lo considere necesario.

En el Tutorial tratamos los contenidos suficientes y necesarios para que los alumnos adquieran la información y contribuir a un aprendizaje significativo.

Como lo expone brillantemente Ausubel, para que los estudiantes logren aprendizajes significativos es necesario que tengan materiales que le proporcionen la información y contenidos adecuados así como la manera como estos se presentan (orden, se establecen los conceptos de lo general a lo particular, de lo sencillo a lo complejo y se presentan ejemplos y contraejemplos que refuerzan lo aprendido v. enlazar la teoría con modelos matemáticos, etc.).

El Cálculo se refiere al aspecto operativo, con el cual, puede resolver cualquier tipo de problema relacionado con el tema de gases, aplicando las ecuaciones correspondientes a cada ley (Boyle, Charles, Gay-Lussac, Ecuación General del Estado Gaseoso, Ecuación de Gas Ideal, Ley de Avogadro de los volúmenes, Ley de Graham, Ecuación de Van der Waals, Berthelot, Kammerling Onnes). El software ha sido diseñado para que el alumno pueda no sólo resolver problemas con una gran rapidez, sino también detectar otros aspectos inherentes a este rubro.

En lo que respecta a la Autoevaluación, existen tres niveles, el primero (A) de Reconocimiento o de familiarización, el segundo (B) de Reproducción y el tercero (C) Producción (creatividad). En el Primer nivel el alumno puede interactuar con el Tutorial y con el Cálculo, en el segundo y tercer nivel sólo con el Cálculo para resolver problemas. Asimismo el estudiante puede seleccionar el nivel en el que desea ser evaluado.

A partir de todo lo señalado anteriormente, planteo como problema a investigar:

**¿Cómo elaborar un programa de cómputo interactivo para el tema de gases de las escuelas preparatorias del sistema abierto de la UANL, que promueva el aprendizaje significativo?**

Tomando en cuenta la situación anteriormente planteada propongo la hipótesis siguiente:



Si se concibe el uso de la computación como un medio interactivo de enseñanza-aprendizaje que contemple la orientación, la ejecución y el control de la actividad del alumno, entonces, probablemente podrá elaborarse un programa interactivo que promueva el aprendizaje significativo.

*La variable independiente* es el diseño de un programa interactivo que considere la orientación, la ejecución y el control de la actividad de los alumnos; y la *variable dependiente* es la elaboración de un programa interactivo para el tema de gases que promueva el aprendizaje significativo.

Se entiende por **aprendizaje significativo** aquel que ocurre cuando la información nueva por aprender se relaciona con la información previa ya existente en la estructura cognitiva del alumno de forma no arbitraria

ni al pie de la letra debiendo de existir una disposición favorable de parte del aprendiz así como significación lógica en los contenidos y materiales de aprendizaje, (Díaz Barriga y Hernández, 1996).

Para nuestros fines un **sistema interactivo**, es aquel en el cual, el estudiante intercambia información con el ordenador. El estudiante puede apropiarse del contenidos declarativos (explica contextualmente hechos y fenómenos del tema a tratar) usando la parte del programa que llamamos "Tutorial", resolver problemas rápidamente donde el selecciona y propone un modelo matemático, analiza las unidades y selecciona

variable a calcular, o si emplea la variante “Cálculo” y también puede autoevaluarse, mediante la ejecución de la “Autoevaluación”.

Debe entenderse por ordenador (o computadora), aquel medio o sistema de procesamiento de datos que puede transmitir, almacenar y procesar información a velocidad considerable y en grandes cantidades, así como resolver problemas complejos con suma rapidez.

La sustentación teórica de ésta investigación se da desde el punto de vista de la teoría cognitiva; se centra en lo mental e intenta una elaboración holística, aquí se puede considerar la teoría de campo de Kurt Lewin, la epistemología genética de J. Piaget y en el constructivismo de Ausubel, Bruner y Vygotskii.

Los sistemas interactivos los ha aplicado la Tecnología Educativa, la cual tiene sus bases en el conductismo de Skinner y en el neoconductismo E.D. Gagné, sin embargo, la pretensión de este trabajo es ir más allá, considerando que los medios tecnológicos no son exclusivos de la Tecnología Educativa y que se pueden emplear también en la Didáctica Crítica (Margarita Pansza), para obtener aprendizajes significativos. Esto no significa que el profesor no tenga un papel importante en éste sistema (interactivo), pues debe cumplir con la tarea de facilitador y propiciador, importante labor, en la enseñanza-aprendizaje.

La teoría del procesamiento de la información, se basa en el principio de ordenadores (input y output), requieren de una asimilación más rápida

y de una mayor capacidad memorística, la intención es no quedarnos en la pura operatividad de datos y fórmulas sino que el estudiante tenga la oportunidad de construir el conocimiento (Ausubel, Bruner y Vygotskii) principalmente. Ésta teoría considera básicamente dos tipos de información; la declarativa que es el **saber qué**, y la proposicional que es el **saber cómo**, en este trabajo en particular interesa que el estudiante desarrolle ambas cualidades (E.D. Gagné).

El objeto de estudio en ésta propuesta didáctica es el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de gases en las escuelas preparatorias del sistema abierto de la UANL.

Ahora bien, el objetivo es:

**Elaborar un programa interactivo para la enseñanza del tema de gases en el sistema abierto.**

Resulta conveniente aclarar que también podría ser factible su aplicación en el sistema tradicional de las escuelas preparatorias, en el nivel medio básico, así como también en el nivel superior. Para ello habría que hacer los ajustes necesarios en el Tutorial, Cálculo y Autoevaluación.

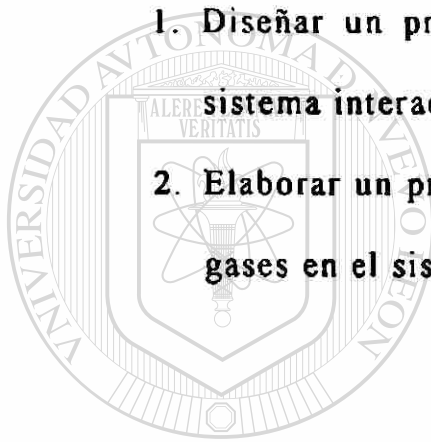
El aporte que se puede llegar a establecer es que el empleo de la tecnología cibernética a través de sistemas interactivos no es exclusivo de la Tecnología Educativa, se pueden aplicar también, desde la perspectiva de la Didáctica Crítica, ya que esta última a menospreciado las bondades o aspectos positivos que tiene el uso de la tecnología.

naturalmente que se ha esmerado en no perder su esencia. Ello propiciaría y facilitaría otras características en el alumno, mejorando con ello, los aprendizajes significativos.

La propuesta didáctica en cuestión, brinda la posibilidad de aplicar un nuevo sistema didáctico del tipo interactivo, cuya utilidad en concreto sería la de elevar la calidad del proceso de enseñanza de la química.

Las tareas a efectuar en esta propuesta didáctica son:

1. Diseñar un programa (software), que operará como base del sistema interactivo entre el alumno y el ordenador.
2. Elaborar un programa interactivo para la enseñanza del tema de gases en el sistema abierto.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO II

### MARCO CONCEPTUAL

La fundamentación teórica de este trabajo se ubica en los campos de la Psicología, de la Didáctica y de la Cibernética.

En lo que respecta a la psicología se puede hablar de la existencia de dos tradiciones cognitivas distintas, una de naturaleza mecanicista y asociacionista, representada por el procesamiento de la información, propuesta o fundamentada en este caso por Gagné y la otra de carácter organicista y estructuralista, se relaciona con la psicología europea de entre guerras, de la Gestalt, Piaget, Vygotskii y últimamente Ausubel. Ciertamente han influido de manera preponderante en el procesamiento de la información en cuanto a la psicología cognitiva se refiere, como lo expone Ausubel en su teoría de aprendizajes significativos.

Últimamente diversos científicos organicistas se han cuestionado si el procesamiento de la información puede proporcionar una verdadera teoría del aprendizaje. En primera instancia habría que argumentar que de hecho el procesamiento de la información ha estudiado problemas del aprendizaje bajo el epígrafe de “estudios de la memoria”, en realidad ambos temas se tratan conjuntamente (Pozo, 1989). Los principales estudios sistemáticos sobre el aprendizaje, realizados bajo el paraguas de la memoria, tienen que ver con estrategias de retención de información en

la memoria a corto plazo, tales como el repaso, el aprendizaje verbal de sílabas e ítems sin significado (Pozo, 1989). Ambos tipos de estudios se hallan claramente integrados en la tradición asociacionista.

Resumiendo algunas diferencias (Pozo, 1989) entre las corrientes mecanicistas y organicistas, a grandes rasgos, puede decirse que las teorías organicistas/estructuralistas parten de que las unidades de estudio de la psicología son las globalidades y que éstas no pueden reducirse atomísticamente a los elementos que las componen. Además asumen una posición constructivista en la que el sujeto posee una organización propia aunque no siempre bien definida. En función de esta organización cognitiva interna es que el sujeto va interpretando la realidad, proyectando sobre ella los significados que va construyendo. Existe por tanto, un rechazo al principio de correspondencia o isomorfismo de las representaciones con la realidad, estas teorías no conciben que el conocimiento sea meramente reproductivo, sino que el sujeto modifica la realidad al conocerla. La idea de sujeto *activo* es central a estas teorías y fundamental para la realización de éste trabajo.

Para el organicismo (Pozo, 1989), el aprendizaje es una cualidad intrínseca a los seres vivos. Aprender es una función natural como el crecimiento, la reproducción o la muerte, por tanto para conocer al organismo en cualquiera de sus estados, se necesita estudiar los procesos que han hecho posibles su estado, hay que ocuparse de los mecanismos del cambio como, sugiere Piaget y Vygotskii.

|                              | <b>Mecanicismo<br/>Asociacionismo</b> | <b>Organicismo<br/>Estructuralismo</b>  |
|------------------------------|---------------------------------------|---|
| <b>Epistemología</b>         | <b>Realismo<br/>Empirismo</b>         | <b>Constructivismo<br/>Racionalismo</b> |
| <b>Enfoque</b>               | <b>Elementismo</b>                    | <b>Holismo</b>                          |
| <b>Sujeto</b>                | <b>Reproductivo,<br/>Estático</b>     | <b>Productivo<br/>Dinámico</b>          |
| <b>Origen del cambio</b>     | <b>Externo</b>                        | <b>Interno</b>                          |
| <b>Naturaleza del cambio</b> | <b>Cuantitativa</b>                   | <b>Cualitativa</b>                      |
| <b>Aprendizaje</b>           | <b>Asociación</b>                     | <b>Reestructuración</b>                 |

La dicotomía más frecuente (conductual/cognitivo) no resulta adecuada para los propósitos de este trabajo, por lo que, tomaré en cuenta las dos formas principales de concebir el aprendizaje: como un proceso de asociación y un proceso de reestructuración, y tratar de concatenarlos.

Wertheimer, distinguía entre pensamiento reproductivo y productivo. El primero es aquel que consistía simplemente en aplicar destrezas o conocimientos adquiridos con anterioridad a situaciones nuevas. El pensamiento productivo implica el descubrimiento de una nueva organización perceptiva o conceptual con respecto a un problema. La ventaja de la comprensión o solución productiva de un problema frente al simple aprendizaje memorístico o reproductivo de una fórmula, es que la verdadera comprensión resulta más fácil de generalizar a otros problemas estructuralmente similares. Lo fundamental para obtener una solución productiva a un problema y comprenderlo es captar sus rasgos estructurales de la situación más allá de los elementos que la componen.

Los gestaltistas suponen que la reestructuración tiene lugar por insight, o comprensión súbita del problema. Puede entonces decirse, que los sujetos conductistas aprenden de modo asociativo y los de la Gestalt lo hacen por insight, el sujeto aprende reinterpretando sus fracasos y no sólo a través del éxito, si bien también puede aprender del éxito, si es capaz de comprender las razones estructurales que lo han hecho posible.

Aunque Piaget se ocupó poco sobre el aprendizaje en sí, este rechazo es más terminológico que real. Piaget distinguía entre el aprendizaje en el sentido estricto, por el que se adquiere del medio información específica y aprendizaje en el sentido amplio, aquel que consiste en progreso de las estructuras cognitivas por procesos de **equilibración**.

Para Piaget, el progreso cognitivo no es consecuencia de la suma de pequeños aprendizajes puntuales, sino que está regido por un proceso de equilibración, así pues el comportamiento y el aprendizaje humanos deben interpretarse en términos de equilibrio, luego el aprendizaje se produciría cuando tuviera lugar un **desequilibrio** o un **conflicto** cognitivo. ¿Pero qué es lo que está en equilibrio y puede entrar en conflicto? Para Piaget son dos procesos complementarios: la **asimilación** y la **acomodación**.

La asimilación, es la integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el sujeto mismo, en otras palabras, sería el proceso por el que el sujeto incorpora la información que proviene del



medio, en función de sus esquemas o estructuras conceptuales disponibles. El segundo proceso es necesario, de lo contrario, si solo dispusiésemos de la asimilación viviríamos en un mundo de fantasías y fabulaciones. Las cosas no serían lo que son en realidad sino lo que nosotros quisiéramos que fuesen.

El proceso de acomodación es donde nuestros conceptos e ideas se adaptan recíprocamente a las características, vagas pero reales del mundo. Éste no sólo explica la tendencia de nuestros conocimientos y esquemas de asimilación a adecuarse a la realidad. Sino que también sirve para explicar el cambio de esos esquemas cuando esa adecuación no se produce. Por ejemplo, la adquisición de nuevos conceptos en los adultos por modificación de otros conceptos anteriores. Pero la acomodación supone no sólo una modificación de los esquemas previos en función de la información asimilada, sino también de una nueva asimilación o reinterpretación de los datos o conocimientos anteriores en función de los nuevos esquemas construidos.

Los conocimientos nuevos pueden consistir en un saber aislado, integrarse en estructuras de conocimiento ya existentes, modificándolas levemente, o reestructurar por completo los conocimientos anteriores. Los procesos de asimilación y acomodación se implican mutuamente, “no hay asimilación sin acomodación” (Pozo, 1989).

La teoría vygotskiana, no niega por principio la importancia del aprendizaje asociativo, pero consciente de que se trata de un mecanismo insuficiente. Vygotskii propone una psicología basada en la actividad conforme a las ideas de Engels. Distingue dos clases de instrumentos en función del tipo de actividad. El tipo más simple de instrumento sería la herramienta, que actúa materialmente sobre el estímulo, modificándolo. El segundo tipo de instrumentos mediadores, es de diferente naturaleza, producen una actividad adaptativa distinta. Además de proporcionar herramientas, la cultura está constituida por sistemas de signos y símbolos que median en nuestras acciones. El sistema de signos empleado con más frecuencia es el lenguaje hablado, pero existen otros muchos sistemas simbólicos que nos permiten actuar sobre la realidad (por ejemplo los sistemas de medición, la cronología o la aritmética, el sistema de lectoescritura, etc.). La diferencia entre la herramienta y el signo es que éste último no modifica materialmente el estímulo sino a la persona que lo utiliza como mediador y en definitiva, actúa sobre la interacción de esa persona con su entorno.

Una de las pautas a seguir en este trabajo, con el diseño y elaboración del software es precisamente hacer que el estudiante tome la iniciativa (que sea activo) en cuanto a la búsqueda del conocimiento y no asuma una actitud pasiva como hasta ahora se da en el salón de clases.

Para Vygotskii (1978), el vector del desarrollo y aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior, un proceso de internalización o

transformación de las acciones externas, sociales, en acciones internas, psicológicas. A este vector internalizador, recibe el nombre de “ley de la doble formación”, para él, todo conocimiento se adquiere dos veces. Para Vygotskii el sujeto *reconstruye* los significados exteriores en interiores.

El proceso de aprendizaje, consiste en una internalización progresiva de instrumentos mediadores, por ello debe siempre de iniciarse en el exterior, por procesos de aprendizaje que sólo más adelante se transforman en procesos de desarrollo interno, en consecuencia, el aprendizaje precede temporalmente al desarrollo, es decir la asociación precede a la reestructuración.

Vygotskii (Pozo, 1989) distingue dos tipos de desarrollo o dos tipos de conocimiento en los individuos; uno de los niveles es el *desarrollo efectivo*, esta determinado por lo que el sujeto logra hacer de modo

autónomo, sin ayuda de otras personas o mediadores externos, el nivel de desarrollo efectivo representa los mediadores ya internalizados por el sujeto. Por otra parte, el nivel de *desarrollo potencial* está constituido por lo que el sujeto sería capaz de hacer con ayuda de otras personas o de instrumentos mediadores externos. La diferencia entre el desarrollo efectivo y el desarrollo potencial sería la *zona de desarrollo potencial* de ese sujeto en esa tarea o dominio concreto.

A partir de las ideas de Vygotskii, Leontiev desarrolló la teoría de la actividad, según la cual durante la realización de cualquier actividad

humana, desde el punto de vista funcional, pueden diferenciarse cuatro momentos fundamentales: orientación, ejecución, control y ajuste y corrección (Leontiev, 1981; González, 1994). Estas acciones generales pueden desarrollarse de forma secuencial, aunque en cada una se pueden producir acciones correspondientes a algunos de las restantes.

En la etapa de orientación el alumno debe obtener los conocimientos sobre el objeto de estudio y sobre la actividad a realizar, las acciones y operaciones que la componen, y el orden de su realización. Esta orientación debe ser completa y tener un alto nivel de aprendizaje, es decir, deben darse al alumno todos los conocimientos y métodos generales necesarios para que por sí mismo pueda aplicarlos en cada caso concreto; aunque en este momento el alumno sólo conoce la actividad, pues no la ha ejecutado todavía. En la propuesta que se presenta esta etapa corresponde al “Tutorial” del programa.

En la etapa de ejecución se desarrolla cuando el alumno resuelve las tareas, que pueden ir variando en grado de complejidad y en sus primeros momentos puede requerir de un apoyo para la resolución, hasta que se logre la interiorización del conocimiento. Este momento corresponde al Cálculo del programa, y el apoyo en los inicios se puede conseguir regresando al “Tutorial”.

En el programa la “Autoevaluación” se relaciona con el momento que permite que el alumno determine si ha alcanzado un nivel de aprendizaje

dado y realizar el ajuste o retroalimentación requerido si no se ha logrado alcanzar los objetivos propuestos.

Como ya lo he estado comentando, la postura constructivista se enriquece de diversas corrientes psicológicas, algunas ya tratadas anteriormente, comúnmente asociadas a la psicología cognoscitiva: el enfoque psicogenético piagetano, la teoría de los esquemas cognoscitivos, la teoría ausbeliana de la asimilación y del aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vygotskiana y algunas teorías instruccionales, entre otras. A pesar de que estos autores se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares.

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento, habla de un sujeto

cognoscitivo aportante, que a través de su labor constructiva rebasa lo que el entorno le ofrece. (Díaz Barriga; Hernández, 1997). Explica la génesis del comportamiento y del aprendizaje, lo cual puede hacerse poniendo énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural (Vygotskii), socioafectiva (Wallon) o fundamentalmente intelectuales y endógenos (Piaget).

Pero, ¿Qué es el *constructivismo*? Según (Díaz Barriga; Hernández, 1997):

“Es la idea que el individuo mantiene tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no

es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.”

El proceso de construcción dependerá de dos aspectos fundamentales:

- ✓ De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información o de la actividad o tarea a resolver;
- ✓ De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto.

Ausubel (Ausubel; Novak; Hanesian, 1998) postula que el aprendizaje

implica una *reestructuración activa* de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognoscitiva. Su postura se puede considerar constructivista, puesto que el aprendizaje no es una asimilación pasiva de información literal, el sujeto la transforma y la estructura e interaccionista, porque interrelaciona los materiales de estudio con la información exterior e interactúan con los esquemas de conocimiento previo y las características personales del aprendiz

Concibe al alumno como un procesador activo de la información y afirma que el aprendizaje es sistemático y organizado, siendo un fenómeno complejo que no puede reducirse a simples asociaciones memorísticas.

Todo el aprendizaje en el salón de clases puede ser situado a lo largo de dos dimensiones independientes: la dimensión repetición-aprendizaje significativo y la dimensión recepción-descubrimiento. Anteriormente se había generado una gran confusión al considerar axiomáticamente a todo el aprendizaje por recepción (es decir, basado en la enseñanza explicativa) como repetición, y a todo el aprendizaje por descubrimiento como significativo. En realidad los dos tipos de aprendizaje pueden ser significativos:

1. Si el estudiante emplea una *actitud* de aprendizaje significativo (o sea, una disposición para relacionar de manera significativa el nuevo material de aprendizaje con su estructura existente de

conocimientos), y

2. Si la *tarea de aprendizaje* en sí es potencialmente significativa (consiste en sí de un material razonable o sensible y puede relacionarse de manera sustancial y no arbitraria con su estructura cognoscitiva del estudiante particular).

En el aprendizaje por recepción, el contenido principal de la tarea de aprendizaje simplemente se le presenta al alumno; él sólo necesita relacionarse significativamente con los aspectos relevantes de su

estructura cognoscitiva y retenerlo para el recuerdo o reconocerlo posteriormente

En el aprendizaje por descubrimiento, el contenido principal de lo que ha de aprenderse se debe descubrir de manera independiente antes de que se pueda asimilar dentro de la estructura cognoscitiva.

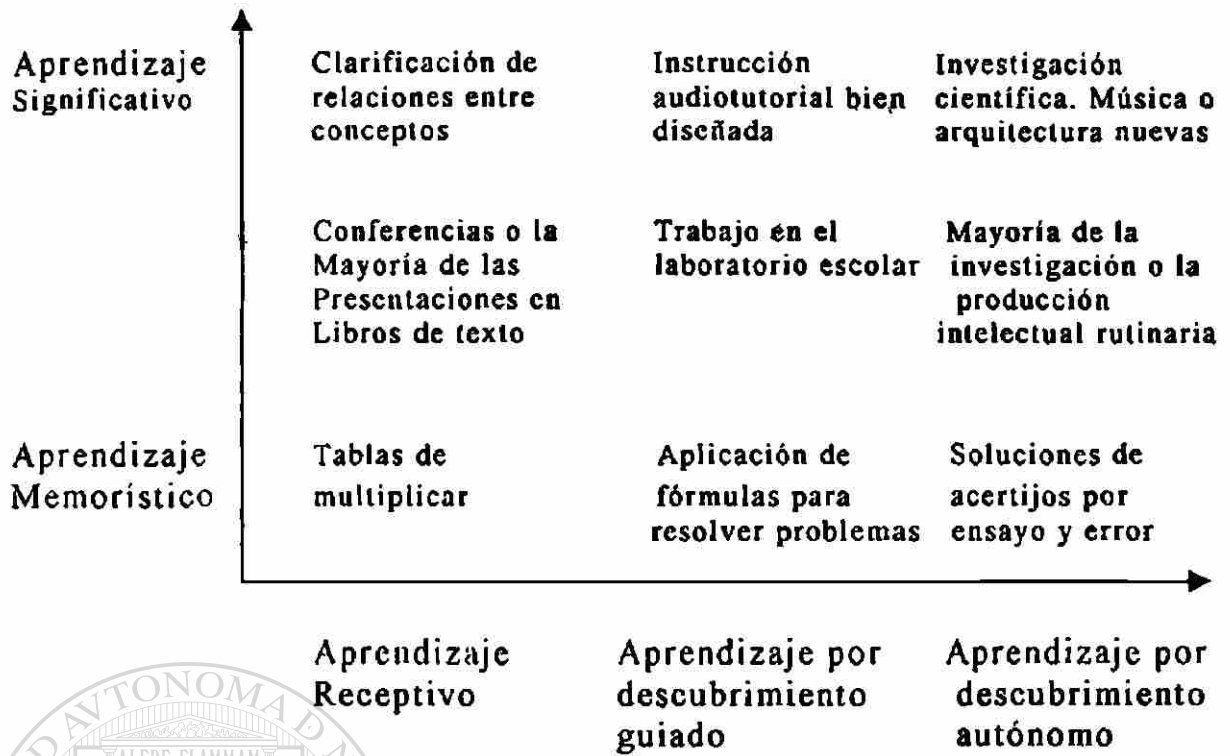
Como se puede observar en la figura 1, ni el aprendizaje significativo ni el aprendizaje por descubrimiento son absolutos. Más bien cada uno de ellos se puede situar en un continuo **repetición-significativo y recepción-descubrimiento**. Por razones lógicas, la mayor parte del aprendizaje en el salón de clases, especialmente en los alumnos de mayor edad, es aprendizaje por recepción significativo. Sin embargo, para ciertos tipos de aprendizaje y en los alumnos menores, es conveniente considerar una parte de aprendizaje por repetición y por descubrimiento.

---

Es evidente que el aprendizaje significativo será más importante y deseable que el aprendizaje repetitivo, ya que el primero posibilita la adquisición de grandes cuerpos integrados de conocimientos que tengan sentido y relación.

**Fig. 1.** Aprendizajes por recepción y por descubrimiento se hallan en un continuo separado del aprendizaje por repetición y el aprendizaje significativo.





La estructura cognoscitiva (Díaz Barriga; Hernández, 1992) se compone de conceptos, hechos y proposiciones organizados *jerárquicamente*. Esto quiere decir que procesamos la información que es menos inclusiva (hechos y proposiciones *subordinados*) de manera que llegan a ser subsumidos o integrados por las ideas más inclusivas (denominadas conceptos y proposiciones *supraordinadas*). La estructura cognoscitiva está integrada por esquemas de conocimiento. Los esquemas son abstracciones o generalizaciones que los individuos hacen a partir de los objetos, hechos y conceptos, y de las interrelaciones que se dan entre estos.

El aprendizaje significativo implica un procesamiento muy activo de la información que se aprende. Así por ejemplo, cuando se aprende

significativamente a partir de la información contenida en un texto académico, se hace llevando a cabo los pasos siguientes:

1. Se hace un juicio para decidir cuáles de las ideas que ya existen en la estructura cognoscitiva, son las más relacionadas con las nuevas ideas.
2. Se determinan las discrepancias, contradicciones y similitudes entre las ideas nuevas y las viejas.
3. Con base en lo anterior, la información nueva vuelve a reformularse para poderse asimilar en la estructura cognoscitiva del sujeto.
4. Si no es posible una reconciliación entre las ideas nuevas y previas, el lector realiza un proceso de análisis y síntesis con la

---

información, reorganizando sus conocimientos bajo principios explicativos más inclusivos y amplios. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El aprendizaje, para que realmente sea significativo, debe cumplir con las siguientes condiciones: La nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

El significado será potencial o lógico cuando nos refiramos al significado inherente que posee el material simbólico dada su propia naturaleza, y

sólo podrá convertirse en significado real o psicológico cuando el significado potencial se haya convertido en un contenido nuevo, diferenciado e idiosincrático dentro de un sujeto particular.

Lo anterior hace ver lo importante que es que el alumno posea los antecedentes ideativos necesarios para aprender, ya que sin ellos, aun cuando el material de aprendizaje esté bien elaborado, poco será lo que el alumno logre.

Así puede haber aprendizaje significativo de un material potencialmente significativo, pero también puede darse la situación de que el alumno aprenda por repetición por no estar motivado o dispuesto a hacerlo de otra forma, o porque su nivel de madurez cognoscitiva no le permita la comprensión de contenidos de cierto nivel. En este sentido resaltan dos aspectos:

- a) La necesidad que tiene el docente de comprender los procesos motivacionales y afectivos subyacentes al aprendizaje de sus alumnos, así como de disponer de algunos principios efectivos de aplicación en clase.
- b) La importancia que tiene el conocimiento de los procesos de desarrollo intelectual y de las capacidades cognoscitivas en las diversas etapas del ciclo vital de los alumnos.

Las variables del proceso aprendizaje significativo son múltiples y complejas, y todas ellas deben de considerarse tanto en el proceso de

planeación e impartición de la instrucción como en la fase de evaluación de los aprendizajes.

Los contenidos en los currículos de todos los niveles educativos, se pueden agrupar en tres áreas básicas:

- Declarativos,
- Procedimentales y
- Actitudinales

El conocimiento **declarativo** o **saber qué**, está referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios. Éste se clasifica en conocimiento **factual** (se refiere a datos y hechos, que proporcionan información verbal) y conocimiento **conceptual** (es más complejo que el anterior, es construido a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones).

El conocimiento **procedimental** o **saber cómo**, se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera, es de tipo práctico porque está basado en acciones u operaciones.

El aprendizaje de contenidos **actitudinales** es poco atendido en los currículos y en la instrucción de todos los niveles educativos. Son constructos que median nuestras acciones y que se clasifican en:

- Un componente cognitivo,
- Un componente afectivo y
- Un componente conductual.

Es importante tener en cuenta estos tres tipos de conocimiento cuando se aborda la resolución de problemas, y para ello se pueden considerar cinco etapas (Ausubel; Novak; Hanesian, 1998):

1. Un estado de duda, de perplejidad cognoscitiva, de frustración o de conocimiento de la dificultad.
2. Un intento por identificar el problema, en el que se incluye una designación inespecífica de los fines perseguidos, la laguna que debe llenarse o la meta que hay que alcanzar, todo esto definido por la situación que plantea el problema.
3. Relacionar estas proposiciones de planteamiento del problema con la estructura cognoscitiva, lo cual activa las ideas antecedentes pertinentes y las soluciones dadas a problemas anteriores que, a su vez, son reorganizadas en forma de proposiciones de resolución de problemas o hipótesis.
4. Comprobación sucesiva de las hipótesis y replanteamiento del problema de ser necesario.
5. Incorporar la solución acertada a la estructura cognoscitiva (comprenderla) y luego aplicarla tanto al problema presente como a otros ejemplares del mismo problema.

Por otra parte podemos encontrar que quienes solucionan problemas con éxito:

1. Se equivocan menos, se muestran más resueltos al elegir una decisión.

2. Se concentran más en el problema a resolver y no en algún otro aspecto del mismo.
3. Pueden aplicar más conveniente el problema. Perciben con más claridad las consecuencias y la aplicabilidad de sus conocimientos al problema y se confunden menos con cualquier cambio de redacción o notación.
4. Manifiestan un proceso más activo y vigoroso, su enfoque es menos pasivo, superficial e impresionista.
5. Son más cuidadosos y sistemáticos en sus enfoques.
6. Son persistentes a lo largo de una línea de razonamiento hasta llegar a su conclusión lógica. Se distraen menos en sus ejecuciones.
7. Sus actitudes son más positivas y menos fatalistas.
8. Confían en su capacidad de resolver problemas y se desalientan menos por la complejidad.
9. Su enfoque para resolver problemas es más objetivo e impersonal. Las afecciones no les afectan tanto.
10. Son capaces de superar con más facilidad el efecto de transferencia negativa de una disposición interferente.

El entrenamiento en destrezas para la resolución de problemas ha tenido una larga y confusa historia tanto en la psicología como en la educación. Esto se debe a que no se han especificado con claridad las diferentes

fuentes de variación de la capacidad de solucionar problemas, ni tampoco se ha determinado su susceptibilidad relativa al adiestramiento.

En nuestros días, para hacer más eficiente el proceso de resolución de problemas, existe la tendencia de introducir el uso de los ordenadores como medio de enseñanza y aprendizaje

¿Por qué y para qué, integrar medios a la enseñanza? (Villaseñor, 1998)

Es claro que muy pocos están cuestionando el papel que los medios están desempeñando en la educación. Esto nos lleva a reflexionar sobre su adecuación a los objetivos que se persiguen, a las características de los estudiantes y en definitiva al proyecto educativo en el que se trabaja.

Señalar que los criterios que se siguen manejando para la elaboración de medios se apoyan más en principios experienciales que en técnico-didácticos, son muy importantes. Rara vez se ha propiciado e impulsado una reflexión teórica sobre cómo, cuándo y por qué la tecnología debe ser utilizada. Una razón importante que influye para la poca variabilidad y funcionalidad que el profesorado concede a los medios es la limitada formación recibida para superar una mera utilización instrumental.

Los medios como elementos curriculares que son, no funcionan aisladamente, sino dentro del currículum, por ello cualquier pretensión de abordarlos que no contemple este espacio decisonal, contextual y pluridimensional, simplemente nos lleva a acumular e introducir nuevos

aparatos en el aula, que más o menos pronto son olvidados por el profesor.

La concepción del medio como un elemento curricular nos conlleva a que las múltiples aplicaciones que se pueden efectuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje no dependerán exclusivamente del medio en sí, sino de las relaciones que establezca con otros elementos curriculares como son los contenidos, los métodos, las estrategias docentes, el contexto de aprendizaje, los criterios e instrumentos de evaluación... Y en función de los mismos es donde adquirirán sus posibles significaciones educativas e instruccionales.

De acuerdo con todo lo anterior, es posible afirmar que el uso de los ordenadores puede contribuir a la construcción significativa de conocimientos, siempre y cuando se diseñen programas en cuya elaboración se tengan en cuenta los requerimientos señalados y se consideren los momentos funcionales de la actividad.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

El sistema abierto en la UANL data del año de 1976, teniendo como base la educación individualizada y sustentada por la tecnología educativa, dando una opción a los estudiantes trabajadores de continuar sus estudios de bachillerato y profesional.

El sistema abierto, desde su establecimiento a la fecha a sufrido modificaciones en su sistema curricular, aunque la esencia filosófica (tecnología educativa) es la misma a final de cuentas.

El sistema abierto a últimas fechas ha adoptado la organización las materias en módulos, en el que el tema de gases está ubicado en el segundo semestre, módulo IV, unidad X.

La unidad X "gases", corresponde a la quinta unidad (es la última del módulo). La unidad presenta un índice donde se señalan los temas y subtemas así como los experimentos, las actividades y recursos didácticos, el título, el objetivo de la unidad, la estructura conceptual y la descripción de las metas de unidad.

Los temas y subtemas comprendidos en la unidad son:

#### 1. Comportamiento de los Gases

Característica de los gases

- Expansión
- Forma y volumen
- Compresibilidad
- Baja densidad
- Miscibilidad o difusión

## 2. Teoría Cinética Molecular

- Postulados
- Comportamiento de los Gases
- Variables
- Presión, temperatura, Volumen
- Unidades de medición
- Instrumentos
- Volumen molar, presión y temperatura estándar

## 3. Leyes de los Gases

- Ley de Boyle
- Ley de Charles
- Ley de Gay-Lussac
- Ley combinada
- Hipótesis de Avogadro
- Ecuación de gas ideal
- Ley de Dalton de las presiones parciales

## 4. Atmósfera

- principales componentes
- Principales contaminantes del aire
- Impacto de la contaminación en la naturaleza
- Fenómenos relacionados con la:
  - Contaminación
  - Inversión térmica
  - Reacciones fotoquímicas
  - Lluvia ácida

**La información se imparte a través de:**

- Texto
- La Guía de actividades (a través de lecturas complementarias y de enriquecimiento).
- Videos

La evaluación se efectúa mediante la solicitud previa con el asesor, éste confirma que el alumno está en condiciones de tomar el examen; observando la realización de las actividades, sondeando mediante preguntas claves si el alumno domina el tema o no. El asesor otorga un comprobante de asesoría para que pueda presentar, en caso contrario el alumno tiene que volver a solicitar una cita con el asesor.

Cada módulo consta de cinco unidades, y hay un examen por cada unidad, el examen consta de 20 reactivos (preguntas y problemas), de manera tal que la calificación aprobatoria se obtiene con 14 puntos que equivalen a una calificación de 70 en escala de 100.

Existen cuatro oportunidades para aprobar el examen, en caso de no aprobar, la quinta oportunidad lo presentará el alumno ante el asesor, designado éste por la administración o bien lo aplica el asesor que le otorgó la última asesoría.

El alumno promedio se tarda entre 4 ó 5 días para asimilar los conceptos y aprobar la unidad, la calificación en general está entre los 14 y 16 puntos.

A continuación se describe la Propuesta didáctica que presento para el tema de gases en el sistema abierto:

Mi propuesta es en el sentido, de que el desarrollo de la tecnología se puede aplicar en el campo de las teorías de la reestructuración sin que

estas pierdan su esencia. Y así puede ser posible combinar los medios tecnológicos, como lo son las computadoras, con los aprendizajes significativos.

1. Los materiales empleados para este trabajo fueron:

- El software
- El equipo de computo

2. Metodología propuesta para la elaboración del programa:

- El diseño del software(en Visual Basic 5.0) conforme a los objetivos y metas trazadas anteriormente.

a) Redacción del texto (Tutorial) y su programación para con las otras dos etapas.

b) Programación de las ecuaciones que involucra el Cálculo de los gases y su concatenación con el Tutorial y con la Autoevaluación.

c) Establecimiento, redacción y programación de la autoevaluación, en los tres niveles ya mencionados.

### **Descripción del software**

El software está diseñado para que el alumno realice autoaprendizajes, interactuando con la computadora. El software consta de tres partes fundamentales, Tutorial, Cálculo y Autoevaluación. Además se cuenta con un manual operativo, el cual puede ser usado tanto por el maestro

como por el alumno, éste describe brevemente y en forma general el funcionamiento del programa.

El Tutorial describe la información a tratar en el tema de gases, el alumno puede aclarar conceptos, leyes, definiciones, ejemplos, etc., de manera que aclare sus ideas en caso de no tener información (conocimiento) previa. Además tiene la peculiaridad de poder pasar al cálculo o a la autoevaluación, dependiendo de lo que se desee o necesite.

El Tutorial comprende los temas, de los Gases Ideales y Gases Reales. La unidad consta de *objetivos* de unidad y *metas* a alcanzar, un *esquema conceptual*, *conocimientos previos*, *el desarrollo del tema* y un *glosario*.

Además, el contenido está ordenado; jerárquicamente, de lo sencillo a lo complejo (ejemplos y contraejemplos) y al final de dicho contenido, se expone un tema de *aplicación* en el mundo cotidiano, *actividades* a realizar y un *glosario*.

Cabe mencionar que esta parte del programa es sumamente importante para el aprendiz, porque precisamente es aquí donde recibe la orientación necesaria e indispensable, para que él, pueda desarrollarse satisfactoriamente y evitar: estudiar conceptos fuera del tema en cuestión y perderse en un mar de información, pérdida de tiempo, desmotivación, etc., ver anexo A.

La segunda parte del software lo conforma el **Cálculo**, aquí se da la posibilidad de resolver diferentes tipos de problemas (de la ley de Boyle,

Charles, Gay-Lussac, Combinada, Gas Ideal (y sus variantes: masa, peso, molecular, densidad, etc.); Gases Reales; Van der Waals. De igual manera que en el caso anterior, del Cálculo se puede pasar al Tutorial o bien, si ya esta en capacidad de autoevaluarse, también lo puede hacer.

Aquí hago mención a la segunda etapa de la actividad del alumno correspondiente a la ejecución, el alumno retomando lo aprendido en el punto anterior, está en capacidad de manipular los modelos matemáticos y desarrollar habilidades y destrezas (ver anexo B).

En la **Autoevaluación**, el estudiante tiene la opción de escoger el nivel en el que desea ser evaluado (A, B, o C). El nivel A, se refiere a una evaluación donde el alumno no sólo requiere reconocer los conceptos (aprendizaje por recepción), teorías, leyes las ecuaciones sino también la clarificación de las relaciones y conceptos así como la aplicación correcta de las unidades, en particular la constante universal de los gases.

El nivel tipo B, busca evaluar al alumno en el aspecto productivo, aquí el alumno aplicará las fórmulas para resolver problemas, se le proporcionan todos los datos y también se le da la opción de deducir ciertos datos (aprendizaje por descubrimiento guiado) o bien se le indica dónde puede consultar los datos. El estudiante de nivel medio superior debe aprobar hasta este nivel

En lo que respecta a la evaluación del tipo C, se da en el nivel creativo a través del aprendizaje por descubrimiento autónomo. Este nivel puede ser alcanzado por estudiantes del nivel medio superior y superior.

El control que se aplica en éste software, es constante a través de todo el proceso, (Tutorial, Cálculo y Autoevaluación), pues un alumno al tratar el Tutorial, tiene la opción de pasar al Cálculo y al no poder operar las diferentes ecuaciones, el mismo se percata de que no está capacitado para ello, mucho menos para una autoevaluación, por lo que, él mismo se remitirá al Tutorial, hasta afianzarlo, (está relacionado con lo expuesto en el marco conceptual, sobre los fracasos, aprender de la experiencia misma y las etapas de control y ajuste o corrección de la actividad).

En el manual operativo se describe paso por paso la forma de accionar el programa, así como el de cómo ingresar y como salir del paquete. (ver anexo C).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **Requerimiento para la implementación de la propuesta**

Las condiciones mínimas que requiere el alumno para su desempeño es un salón para equipo de cómputo, una computadora por alumno (o una por dos alumnos), el software de “gases” y un instructor (maestro) → desarrollará la labor de facilitador- dejando al alumno que se desenvuelva en su mayor parte por sí mismo.

En cuanto al proceso de aprendizaje:

1. El estudiante necesita mínimamente una sesión de tres horas para familiarizarse con el software (Tutorial, etc.).
2. Una segunda sesión mínima de tres horas, para consolidar la información del Tutorial y el Cálculo.
3. Tercera sesión, se evalúa tanto en el nivel A como en el B (mínimo de 3 horas).
4. En caso de no aprobar, el alumno solicita una asesoría para ver posibles deficiencias, del tema o de operación del software.

Nota: el alumno tiene la oportunidad de repasar el contenido del Tutorial e igualmente para el cálculo, cuantas veces lo considere necesario, incluso si él lo considera necesario se lo puede llevar a casa.

| Características                                       | Sist. Abierto  | Sist. Abierto/Software  |
|---|--|---|
| Texto y Guía  | Contenido disgregado<br>En los capítulos 15, 18<br>y 19. | El contenido está en el<br>Tutorial.  |
| Tiempo de asimila-<br>ción del contenido<br>Promedio. | Entre 5 ó 6 días<br>(3 ó 4 horas diarias)                | 2 días (sesión de 3 Hrs.<br>cada una).                                      |
| Asesorías   | 3 (de una hora)  | 1 (de 15 minutos)   |
| Tiempo total  | 15 horas mínimo  | 9 horas mínimo  |
| Nivel de examen                                       | reconocimiento   | Reconocimiento<br>Reproducción y<br>Producción                              |
| Evaluación  | 1 (definitiva y total)                                   | Cuantas quiera y necesi-<br>te el alumno y puede<br>ser en todo el proceso. |



Cuadro comparativo entre el sistema abierto actual y con el apoyo del software, donde podemos ver algunas diferencias importantes entre el sistema abierto actual y con el apoyo del software.

De esta forma podemos plantear que:

1. El sistema interactivo permite hacer más dinámico el aprendizaje, mantiene la atención del alumno más tiempo y la motivación debe ser considerablemente mayor.
2. El alumno se compenetraría con el problema (haciéndolo más activo) en si, porque constantemente le está solicitando datos o bien, para que ejecute alguna operación, por tanto la atención sobre el mismo es muy alta.
3. La solución de gran número de problemas y la variación de los datos para un solo problema se da en un tiempo muy reducido pudiendo aclarar dudas o llegar a establecer conclusiones rápidamente.
4. El alumno tendrá la oportunidad de autoevaluarse, de operar el software y pasar de una etapa a la otra.

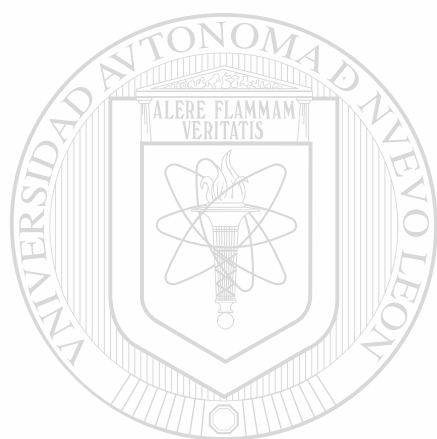
Tutorial ↔ Cálculo

Tutorial ↔ Autoevaluación

Cálculo ↔ Autoevaluación

- 5 El papel del profesor será relevante en el funcionamiento del programa, tiene el criterio para orientar al alumno en alguna

parte del proceso, también hace la función de facilitador, distribuye el diskette que contiene el programa, indica como operarlo en caso de que algún alumno tenga problemas para ello. Así como en la elaboración de los exámenes del nivel C, donde se desarrolla la productividad del alumno.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

Partiendo de considerar el ordenador como un medio interactivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en esta propuesta:

1. Se diseñó un programa interactivo para la enseñanza del tema de gases, en el sistema abierto, que contemple las etapas funcionales de la actividad: orientación, ejecución, control y ajuste o corrección en vistas a lograr aprendizajes significativos.
2. Se elaboró un programa interactivo que responde al diseño señalado anteriormente, utilizando como base para la presentación el Visual Basic, 5.0.

## CAPÍTULO V

### PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

1. **Desarrollar un experimento de enseñanza aplicando el programa propuesto en alumnos de preparatoria para el sistema abierto de la UANL, con la finalidad de probar su validez.**
2. **Impartir un curso de preparación (capacitación) a maestros que aplicarán el software interactivo (ordenador-alumno) para el tema de gases en el nivel medio superior, para el sistema abierto.**
3. **Probar el software con los estudiantes del nivel medio superior para el sistema tradicional o escolarizado de la UANL.**
4. **Diseñar una base de datos para el registro de calificaciones, como resultado de las autoevaluaciones parcial y total.**
5. **Hacer un análisis (estadística) de resultados obtenidos para ver el logro de aprendizajes significativos, comparándolos con los del mismo sistema abierto pero sin el uso del software.**

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Arias F. (1995) Introducción a la Metodología de Investigación en Ciencias de la Administración y del Comportamiento, México: Trillas.**
2. **Argudin Y.; Luna M.(1997) Aprender a Pensar Leyendo Bien, México: Plaza y Valdés.**
3. **Ausubel D.; Novak J.; Hanesian H. (1998) Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo, México: Trillas.**
4. **.Bigge M. (1991) Teorías del Aprendizaje para Maestros, México: Trillas.**
5. **Castañeda J. (1996) Métodos de Investigación, tomos 1 y 2, México: McGraw-Hill.**
6. **Castrejón Diez J. (1990) El Concepto de Universidad, México: Trillas.**
7. **Chehaybar E. (1996) Técnicas para el Aprendizaje Grupal, México: Centro de Investigaciones y Servicios Educativos.**
8. **Escamilla J. (1998) Selección y uso de la Tecnología Educativa, México: Trillas.**
9. **Espejo A. (1991) Lengua Pensamiento y Realidad, México: Trillas.®**
10. **Ferrater J. (1995) Diccionario de Filosofía Abreviado, Argentina: Editorial Sudamericana.**
11. **Glasstone S. (1972) Tratado de Química Física, España: Aguilar**
12. **Gómez C. (1991) Nuevas Tecnologías de Educación, México: Trillas.**
13. **González F. (1995) Comunicación Personalidad y Desarrollo, Cuba: Pueblo y Educación.**
14. **González, O. (1994) Didáctica Universitaria, CEPES, Universidad de la Habana**

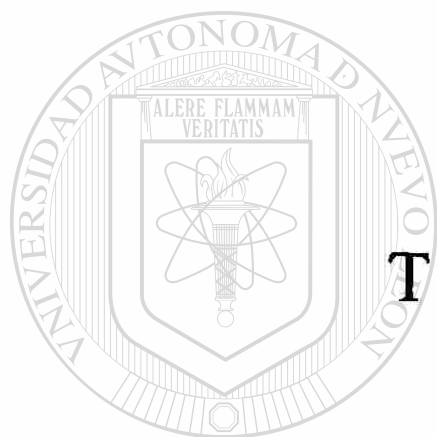
15. **Guerasimov Y.; Dreving V.; Eriomin E.; Kiseliyov A.; Lebedev V.; Panchenkov G.; Shlinguin A. (1977) Curso de Química Física, tomo I, Moscú: Mir.**
16. **Gurewich N.; Gurewich O. (1997) Aprendiendo Visual Basic 5.0, en 21 días, México: McGraw-Hill.**
17. **Hein M. (1992) Química, México: Grupo editorial Iberoamérica.**
18. **Hernández R.; Fernández C.; Baptista P. (1998) Metodología de la Investigación, México: McGraw-Hill.**
19. **Jones E. (1991) Fox Pro 2.0, USA: McGraw-Hill.**
20. **Klein S. (1994) Aprendizaje y Aplicación, España: McGraw-Hill.**
21. **Leontiev, A. N. (1981) Actividad, ciencia y personalidad. La Habana: Pueblo y Educación.**
22. **Levine I. N. (1981) Fisicoquímica, Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana.**
23. **López B.; Recio H. (1998) Creatividad y Pensamiento Creativo, México: Trillas.**
24. **Magnusson D. (1995) Teoría de los Tests, México: Trillas.**
25. **Malone L. J. (1992) Introducción a la Química, México: Grupo Noriega Editores.**

---

26. **Maron S. H.; Prutton C. F. (1970) Fundamentos de Fisicoquímica, México: Limusa Wiley**
27. **Martínez M. (1997) El Paradigma Emergente, hacia una nueva teoría de la racionalidad científica, México: Trillas.**
28. **Mitjás A. (1995) Pensar y Crear; Estrategias, Métodos y Programas Colectivo de autores, Cuba: Academia.**
29. **Pansza M.; Pérez E.; Morán P. (1977) Fundamentación de la Didáctica, Tomo 1., México: Gernika.**
30. **Pansza M.; Pérez E.; Morán P. (1977) Operatividad de la Didáctica, tomo 2., México: Gernika.**
31. **Pierce J. B. (1975) Química de la Materia, México: Limusa Wiléy.**

32. **Pinter L. (1992) Aplique Fox pro, España: McGraw-Hill**
33. **Rose J. (1987) La Revolución Cibernética, México: Fondo de Cultura Económica.**
34. **Runes D. (1981) Diccionario de Filosofía, México: Editorial Grijalbo.**
35. **Savater F. (1997) El Valor de Educar, México: Instituto de Estudios Sindicales de América.**
36. **Slabaugh W. H; Parsons T .D. (1978) Química General, México: Editorial Limusa**
37. **Smoot R. C; Price J.; Smith R. G. (1988) Química, un curso moderno, USA: Merrill**
38. **Spigel M. (1994) Estadística, USA: McGraw-Hill.**
39. **Suárez R. (1997) La Educación; su Filosofía, su Psicología, su Método, México: Trillas.**
40. **Villaseñor G. (1998) La Tecnología en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje, México: Trillas.**
41. **Zaki C. (1981) Tecnología de la Educación y su aplicación al aprendizaje de física, México: CECSA.**
42. **Zarzar C. (1992) Grupos de Aprendizaje, México: Editorial Patria.**
43. **Zarzar C. (1995) Temas de Didáctica(Reflexiones sobre la función formativa de la escuela y del profesor), México: Editorial Patria.**
44. **Zumdahl S. S. (1992) Fundamentos de Química, México: McGraw-Hill.**
45. **Diccionario(1989) Léxicos ciencias de la educación PSICOLOGÍA, España: Santillana**
46. **Diccionario (1998) de las Ciencias de la Educación, México: Santillana.**

# A N E X O A



TUTORIAL

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

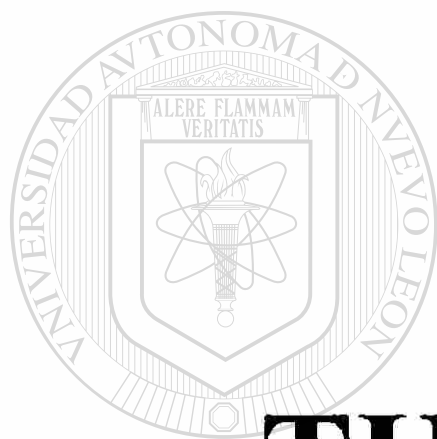
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# BIENVENIDO

## AL



# UANL

## TUTORIAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## MANUAL DEL TUTORIAL

El Tutorial implementado para este sistema interactivo del tema de gases, tiene la finalidad de proporcionar al alumno la información necesaria y suficiente sobre dicho tema, así como también el de motivar al alumno para inducirlo en la comprensión del comportamiento de los gases, mediante la aplicación del método científico, proporcionándole al alumno una sólida herramienta para que logre aprendizajes significativos, para tal efecto el software se ha dividido en tres unidades, la primera unidad trata lo referente a los gases ideales, la segunda sobre los gases reales y la tercera sobre temas de relevancia que tengan alguna implicación en el campo social y/o científico.

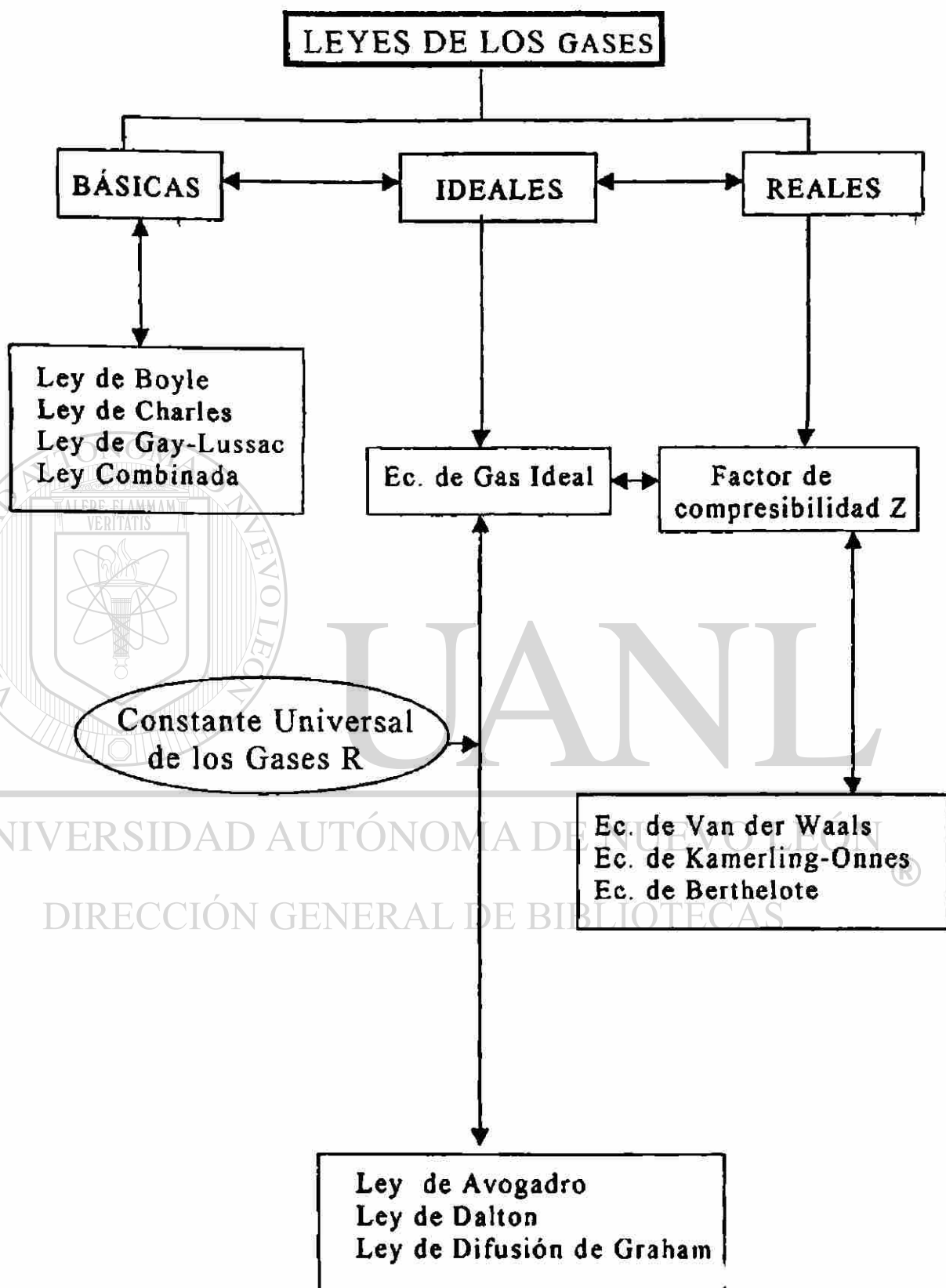
En el tema a tratar se da una panorámica mediante un esquema conceptual, se establecen objetivos del tema, así como las metas que el alumno debe alcanzar mediante acciones concretas con el fin de que el éste adquiera habilidades, destrezas para que posteriormente pueda llegar a emitir un juicio basado en el conocimiento científico, las unidades también incluye ejemplos y contraejemplos que de una visión más completa, al final de la exposición podrás encontrar una serie de actividades para afianzar el conocimiento adquirido anteriormente y un Glosario de términos y conceptos.

En lo que respecta a la segunda fase, el Cálculo, primeramente aparece una pantalla de "Bienvenida", para continuar se hace un "clic" con el mouse en el botón "Siguiente", en la siguiente pantalla aparecen opciones con seleccionadores circulares para escoger el tipo de cálculo, ver anexo, continuar con las instrucciones que aporta cada ventana.

En lo que respecta a la autoevaluación, el alumno puede acceder de dos maneras; primero de forma directa en la pantalla donde aparece las opciones de Tutorial, Cálculo y Autoevaluación, o bien del mismo Tutorial o del Cálculo propiamente, en cada caso hay un botón con la etiqueta autoevaluación.

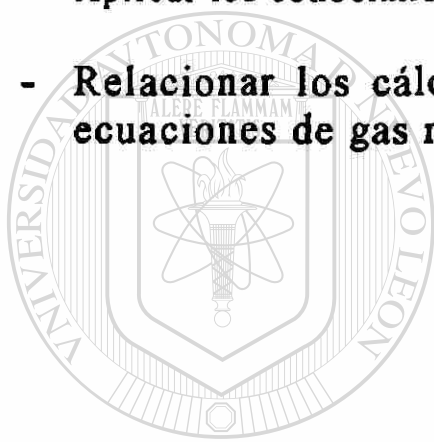
Una vez ya dentro de la autoevaluación se escoge el nivel (A, B o C) dependiendo de los requerimientos y necesidades del alumno. El nivel A tiene la finalidad de familiarizar al alumno con los conceptos y modelos matemáticos. El nivel B, corresponde a la XXXXX y el nivel C, con la finalidad de fomentar la productividad y la creatividad el alumno tendrá que resolver problemas donde los datos no se le proporcionan directamente, él los tiene que adquirir, deduciéndolos o indagando en otras fuentes bibliográficas (manuales de química o fisicoquímica).

# ESQUEMA CONCEPTUAL



## **OBJETIVO DEL TEMA**

- **Describir el comportamiento de los gases ideales en diferentes condiciones a través de sus propiedades y siguiendo los postulados de la Teoría Cinética Molecular.**
- **Aplicar los conocimientos previos en las Leyes de los gases ideales**
- **Relacionar los cálculos por ecuaciones de gas ideal con las ecuaciones de gas real.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### **METAS DE LA UNIDAD I**

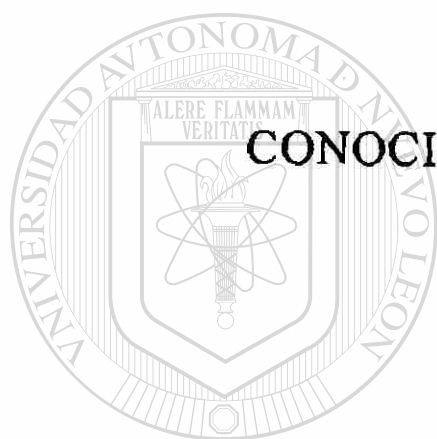
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. **Describirá las principales características de los gases.**
2. **Explicará los postulados de la teoría Cinética Molecular.**
3. **Citará y definirá las variables que afectan el comportamiento de los gases.**
4. **Identificará las unidades de la presión, volumen y temperatura, así como los instrumentos que los definen.**

5. Realizará conversiones de unidades de presión, volumen y temperatura.
6. Reconocerá los valores de presión y temperatura estándar y del volumen molar.
7. Demostrará en base a la Teoría Cinética Molecular las leyes de Boyle, Charles, Gay-Lussac y Combinada.
8. Aplicará las Leyes de los gases en la resolución de problemas.
9. Explicará con argumentos matemáticos la ley de Avogadro.
10. Aplicará la ecuación de gas ideal para calcular; presión, volumen, temperatura absoluta y número de moles.
11. Calculará la masa, peso molecular y densidad a partir de la ecuación de gas ideal.
12. Analizará las condiciones a las que un gas se comporta idealmente.
13. Enlistará los principales componentes naturales de la atmósfera, señalando las regiones atmosféricas donde se hallan.
14. Explicará los fenómenos de inversión térmica, reacción fotoquímica y lluvia ácida.
15. Analizará las causas que producen los principales contaminantes atmosféricos. Fundamentando sus posibles soluciones con bases científicas.

# GASES



**CONOCIMIENTOS PREVIOS**

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CONOCIMIENTOS PREVIOS GENERALES

La Tierra es un planeta del Sistema Solar que lo hace único por la composición de su atmósfera, a diferencia de su satélite natural, la Luna, no posee una atmósfera que rodee su superficie lunar de manera similar sucede con planetas Mercurio y Venus, otros como Júpiter y Saturno cuya atmósfera es sumamente densa y hostil para la vida.

Todos los gases o al menos los conocidos hasta ahora, incluyendo el aire, obedecen ciertas leyes de la física. Aquí estudiaremos algunas de estas leyes y propiedades que caracterizan el comportamiento de los gases. Siempre que se estudian los gases se consideran ciertas relaciones donde intervienen la presión, volumen, temperatura y la cantidad de gas (número de moles y masa).

### LA ATMÓSFERA

La superficie terrestre esta rodeada de una capa gaseosa denominada atmósfera, compuesta por una serie de gases los cuales conforman una mezcla denominada "aire". Precisar la altura de la atmósfera es difícil puesto que no esta definida. La masa de aire por unidad de volumen disminuye de manera gradual conforme se aleja de la superficie de la Tierra. El 99% de la atmósfera se halla esparcida de la superficie de la tierra a 30 Km de altura. En cuanto a su masa es alrededor de  $5,2 \times 10^{15}$  toneladas métricas de aire.

El aire nos es tan familiar que fue difícil considerarlo como parte de la materia, dado que es incoloro, inodoro, insípido, invisible y difícil de capturar. Por otra parte el aire esta conformado por diversos gases, tales como: nitrógeno 78%, oxígeno 21%, argón 1%, vapor de agua (4% variable), dióxido de carbono, gases raros y partículas suspendidas (porcentajes pequeños) La presión atmosférica a condiciones normales es de 101.325 KiloPascales

Nota: El dióxido de carbono es uno de los constituyentes del aire que ha ido en aumento por ejemplo, en 1900 había 296 ppm, en 1996 se ha incrementado hasta 360 ppm. Es muy probable que siga en aumento por el consumo de energéticos (combustibles) como: petróleo, carbón y gas.

Tabla I. Composición del aire

| Gas   | Presión parcial (Kpa) |
|---|-----------------------|
| Nitrógeno   | 79,119                |
| Oxígeno   | 21,224                |
| Argón   | 0,946                 |
| Dióxido de carbono  | 0,030                 |
| Neón  | 0,002                 |
| En cantidades pequeñas helio, criptón, hidrógeno y xenón. |                       |

## CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES

El estado gaseoso posee ciertas peculiaridades propias del estado de agregación de la materia, que los hacen diferentes de otros estados como el líquido, sólido y plasma. Aquí estudiaremos algunas de las propiedades más importantes, como lo son: La expansión, compresibilidad, densidad y difusión.

**Forma:** Los gases no poseen forma propia ni volumen definidos, pero éste se puede ajustar al recipiente que lo contiene.

**Efecto de la Temperatura:** A menos que estén confinados en recipientes rígidamente cerrados, los gases se expanden cuando se calientan (al aumentarles la temperatura), y se contraen cuando se enfrían. Esta acción puede comprobarse fácilmente al encerrar un



gas en un recipiente cuyo volumen pueda variarse; un cilindro con un pistón móvil o un globo.

**Compresibilidad:** Todos los gases se comprimen fácilmente. Fenómeno contrario al anterior, es decir cuando a un gas se le enfría (por descenso de la temperatura) este se contrae, haciendo que el volumen del gas disminuya, también se puede explicar este fenómeno por el efecto de la presión, cuando un gas se somete a presión éste se comprime, es decir se reduce su volumen por efecto de la presión aplicada.

**Densidad:** La densidad de los gases es muy pequeña comparada con la de los líquidos y sólidos, por lo tanto se expresa en unidades pequeñas en (g/L) o en (g/mL). En general la densidad de los gases es baja.

**Difusión:** También conocida como miscibilidad, cuando dos o más masas gaseosas se ponen en contacto entre sí, estos se difunden unos con otros, es decir se interpenetran entre sí formando una mezcla gaseosa. Los gases de menor masa molecular a una misma temperatura y presión se difunden más rápidamente que los que poseen mayor masa molecular. Una gota de perfume se evapora lentamente y el fragante gas que se desprende anuncia la presencia de quién lo usa.

**Licuefacción:** Si un gas se enfría hasta una temperatura suficientemente baja, pasa del estado gaseoso al líquido. El líquido tiene un volumen mucho menor que el del gas, generalmente de 1/1000 del volumen del gas en condiciones normales de presión y temperatura.

**Los gases partículas individuales:** En el caso de los gases nobles -helio, neón, argón, criptón, xenón y radón-, las partículas individuales son átomos, pero también se les llama moléculas o, para hacer resaltar su carácter atómico: moléculas monatómicas.

Además de los gases nobles existen otro tipo de gases a la temperatura ambiente. Ellos son: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, flúor y cloro. Las moléculas de éstos gases son diatómicas y existen en forma molecular como  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$

respectivamente. Las moléculas que están compuestas por dos o más átomos, están el monóxido de carbono CO, dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, el amoníaco NH<sub>3</sub>, el metano CH<sub>4</sub> y el etano C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, por citar algunos. El aire contiene moléculas de elementos y de compuestos

## TEORÍA CINÉTICA MOLECULAR

¿Qué es la teoría cinética molecular?. Un modelo relativamente sencillo que intenta explicar el comportamiento de un gas de manera hipotética “ideal”, puesto que se basa en idealizaciones acerca del comportamiento de partículas individuales (átomos y moléculas) de un gas. D. Bernoulli, físico italiano recabo datos experimentales anteriores y de su época en 1738, posteriormente modificada en 1860 y nuevamente en 1870 por J.C. Maxwell y L. Boltzmann. La teoría se expresa mediante una serie de postulados como sigue:

### Postulados de la Teoría Cinética Molecular

1. Todos los gases están compuestos de pequeñas partículas independientes llamadas moléculas. Los gases no tienen forma ni volumen definidos; se expanden hasta llenar todo el volumen del recipiente y se ajustan a la forma del mismo. Las moléculas están tan separadas que la mayor parte es espacio vacío.
2. Las moléculas se mueven constantemente al azar, en todas direcciones en línea recta a grandes velocidades.
  - a) Al estar continuamente en movimiento, las moléculas chocan. La velocidad de las moléculas aumenta al aumentar la temperatura y disminuye al bajar la temperatura.
  - b) Los choques o colisiones ocurren sin que haya pérdida de energía; todas las colisiones son perfectamente elásticas, no hay deformación de las moléculas.

3. Las distancias promedio entre las moléculas gaseosas son grandes si se comparan con los diámetros moleculares.
- a) Las moléculas pueden considerarse como puntos de masas, que no tienen volumen efectivo, son despreciables.
  - b) No operan las fuerzas de atracción entre las moléculas separadas, son nulas.
4. El impacto de las moléculas sobre las paredes del recipiente que las contiene puede interpretarse como el causante de la presión.
5. La energía cinética promedio de las partículas de gas es directamente proporcional a la temperatura del gas, en grados Kelvin.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# INTRODUCCIÓN

Los estados de agregación en los que se presenta la materia físicamente son cuatro; sólido, líquido, gaseoso y plasma.

Los sólidos pueden definirse como todo aquello que posee forma propia y volumen definido a una determinada temperatura y presión, así podemos hablar de metales tales como oro, plata, cobre estaño, etc., también lo son la roca, sales, la madera. Los líquidos son aquellos que poseen que tienen volumen definido pero no forma propia, se adaptan al recipiente que los contiene ejemplos son el agua, alcohol, éter, ácidos, petróleo, etc. Los gases no poseen forma propia ni volumen definido, por ejemplo: el aire, vapor de agua, los gases raros, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, etc. Según investigaciones recientes el plasma es el material que existe en las estrellas o en las reacciones nucleares donde la materia esta totalmente ionizada. En general se puede decir que el estado de agregación de una sustancia esta determinada por la temperatura y presión en la que se encuentra, es decir, una sustancia puede presentarse en más de un estado físico a la vez, incluso en todos ellos, cuando las condiciones son las especiales, por ejemplo, a 4.57 mmHg, de presión y a 0.010 °C, coexisten el hielo el agua y el vapor en forma estable.

Los gases para su estudio los podemos considerar como ideales y reales, basándonos en la teoría cinética molecular. Un gas ideal es un gas hipotético, puesto que las moléculas de todo gas deben ocupar un volumen definido y ejercen atracciones entre sí, además cumplen con las ecuaciones de Boyle, Charles y Gay-Lussac.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

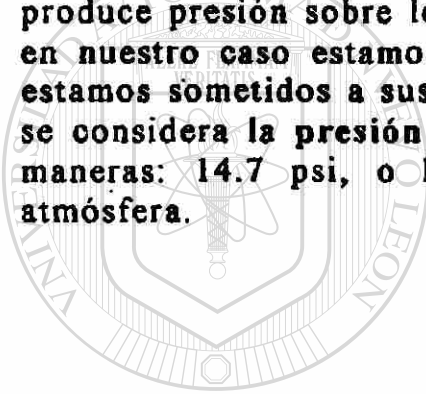
## CONOCIMIENTOS PREVIOS A LA LEY DE BOYLE

Para comprender mejor los ejemplos resulta conveniente ver los conceptos de *presión* y *volumen*; En lo que respecta a la presión, ésta se mide en atmosferas, milímetros de mercurio (mmHg), Torr, Pascal y otras que se verán mas adelante. El primero en medir la presión atmosférica fue Torricelli discipulo de Galileo), él construyó un tubo de vidrio de más de 1 metro de largo lo lleno con mercurio líquido, tapando el extremo

abierto lo invirtió y lo sumergió en un recipiente con mercurio, observando que la columna de mercurio del tubo, se escapaba por el extremo abierto colocado dentro de la cuba, la columna descendió hasta una determinada altura, 76 cm, por lo que dedujo que esa columna de mercurio era la que soportaba el aire, a la que denominó presión atmosférica.

Ahora bien es lógico pensar que esa columna de mercurio varía con la altura referida con el nivel del mar, es de pensarse que en lo alto de una montaña de una altura considerable la capa de aire es menor y la columna de mercurio que puede soportar también será menor, caso contrario sería en el nivel del mar la presión será de 1 atmósfera, porque es la máxima altura de capa de aire que puede haber, en nuestro planeta.

A los tubos de vidrio invertidos se conocen como barómetros, la altura de mercurio es una función de la presión de la atmósfera. Al igual que Torricelli podemos pensar en la atmósfera como un “mar de gas” que produce presión sobre los objetos, aún sobre nosotros mismos, sólo que en nuestro caso estamos tan acoplados pues desde antes de nacer ya estamos sometidos a sus efectos. A la presión promedio a nivel del mar se considera la presión atmosférica normal, se expresan de diferentes maneras: 14.7 psi, o lb/plg<sup>2</sup>, 760 mm Hg o torr o simplemente 1 atmósfera.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CONOCIMIENTOS PREVIOS A LA LEY DE BOYLE

Para comprender mejor los ejemplos resulta conveniente ver los conceptos de *presión y volumen*; En lo que respecta a la presión, ésta se mide en atmósferas, milímetros de mercurio (mmHg), Torr, Pascal y otras que se verán más adelante. El primero en medir la presión atmosférica fue Torricelli discípulo de Galileo), él construyó un tubo de vidrio de más de 1 metro de largo, lo llenó con mercurio líquido, tapando el extremo abierto lo invirtió y lo sumergió en un recipiente con mercurio, observando que la columna de mercurio del tubo, se escapaba por el extremo abierto colocado dentro de la cuba, la columna descendió hasta una determinada altura, 76 cm, por lo que dedujo que esa columna de mercurio era la que soportaba el aire, a la que denominó presión atmosférica.

Ahora bien es lógico pensar que esa columna de mercurio varía con la altura referida con el nivel del mar, es de pensarse que en lo alto de una montaña de una altura considerable la capa de aire es menor y la columna de mercurio que puede soportar también será menor, caso contrario sería en el nivel del mar la presión será de 1 atmósfera, porque es la máxima altura de capa de aire que puede haber, en nuestro planeta.

A los tubos de vidrio invertidos se conocen como barómetros, la altura de mercurio es una función de la presión de la atmósfera. Al igual que Torricelli podemos pensar en la atmósfera como un "mar de gas" que produce presión sobre los objetos, aún sobre nosotros mismos, sólo que en nuestro caso estamos tan acoplados pues desde antes de nacer ya estamos sometidos a sus efectos. A la presión promedio a nivel del mar se considera la presión atmosférica normal, se expresan de diferentes maneras: 14.7 psi, o lb/plg<sup>2</sup>, 760 mm Hg o torr o simplemente 1 atmósfera.

## LEY DE BOYLE

El químico inglés Robert Boyle (1662), estableció por medios experimentales que: "El volumen de una masa dada de gas a temperatura constante disminuye cuando aumenta la presión", de ellos se establece que, el volumen de una masa dada de gas a temperatura constante varía inversamente proporcional a la presión ejercida sobre él. A esta generalización se le llama "Ley de Boyle", matemáticamente se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Si } T = \text{constante, entonces: } V \propto 1/P$$

quiere decir entonces que, cuando aumenta la presión el volumen disminuye y viceversa, si cambiamos la ecuación de proporcionalidad por una de igualdad, obtenemos

$$V = K_1 (1/P)$$

Donde  $K_1$  es una constante de proporcionalidad, característica de la ley de Boyle, si despejamos la constante  $K_1$ , de la expresión anterior.

$$K_1 = V * P = \text{constante}$$

De la expresión matemática anterior se puede deducir una para cambio de estado.

$$K_1 = P_1 * V_1 = P_2 * V_2 = P_3 * V_3 = \text{Constante}$$

Es decir cualquier producto  $P*V$ , que sea igual a la constante será función de estado. Ahora si consideramos la relación entre el estado 1 y 2.

$$P_1 / P_2 = V_2 / V_1$$

o

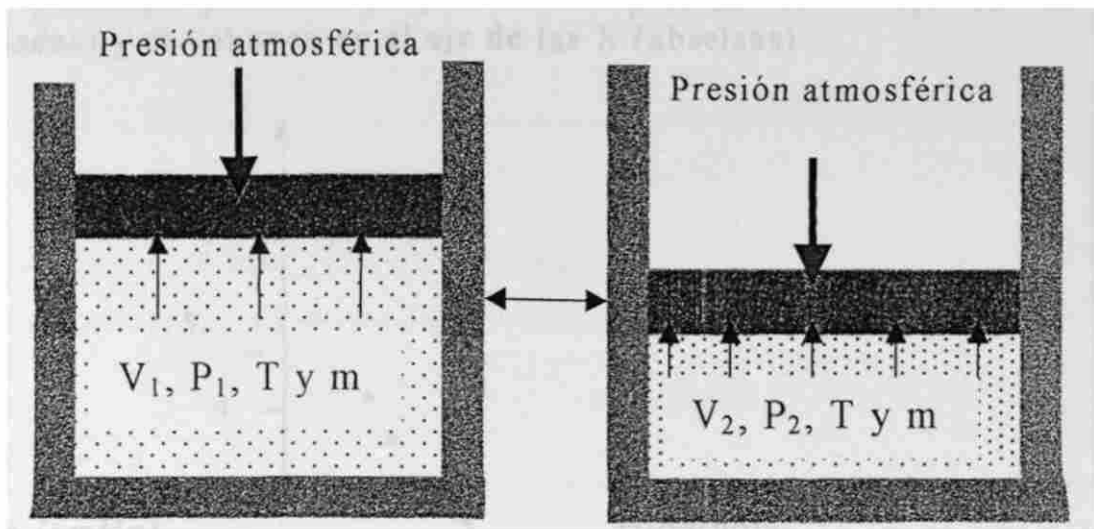
$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$

Ec.1

Esta es la representación matemática de la Ley de Boyle

Una forma de explicar lo anterior se da con respecto a un cilindro con un émbolo deslizable verticalmente a través de éste, tal como se ilustra en la Fig. 1.1.

Aquí se puede ver como en un sistema gaseoso pasa de un sistema a otro, manteniéndose la relación presión-volumen constante.



Condiciones del estado inicial (1)

del estado final (2)

**Fig. 1 Relación presión-volumen, cambio de estado de un gas mediante el modelo de cilindros con émbolo deslizante.**

Si tratamos de graficar un sistema de ejes coordenados XY, la ecuación de Boyle observamos una curva del tipo hipérbola, característica de una relación matemática cuando las variables son inversamente proporcionales para demostrarlo no remitiremos a los datos de presión y volumen tomados experimentalmente, ver tabla 1.

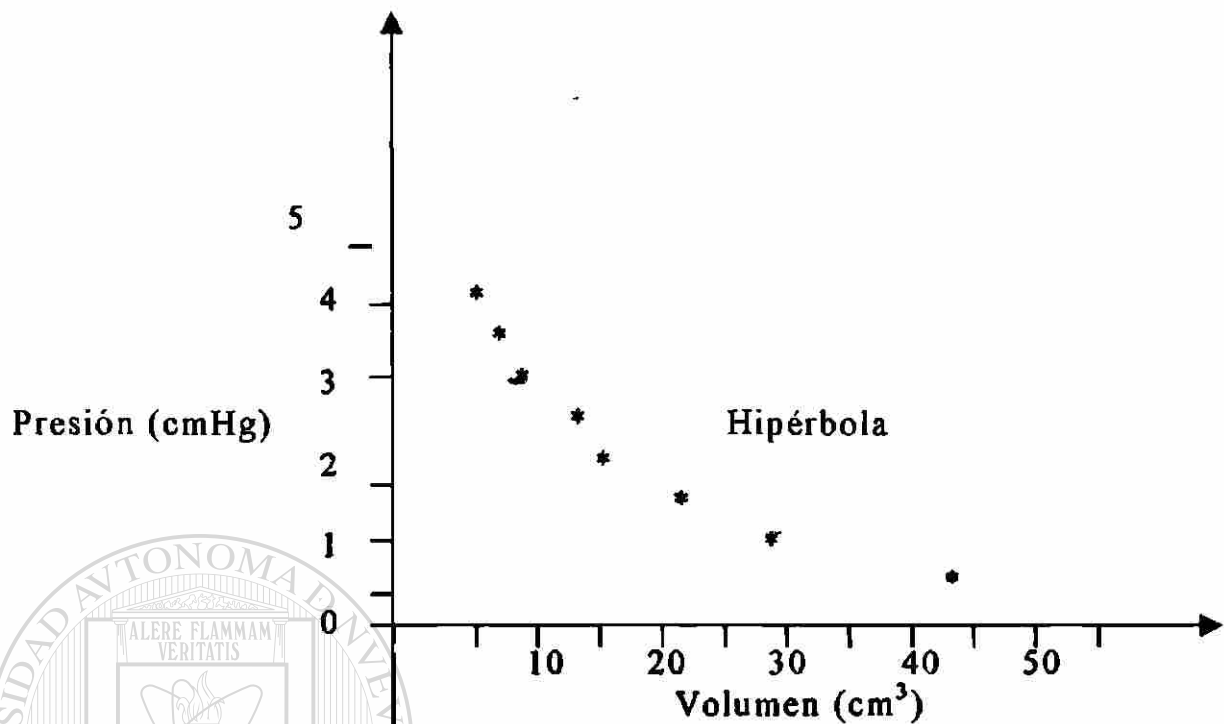
**Nota:** para que la Ley de Boyle sea aplicable, debe mantenerse la masa y la temperatura constante.

**Tabla 1 Datos de presión y volumen experimentales**

| Experimento | Presión (cmHg) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | PresiónXVolumen (cmHg- cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------------|----------------------------|--|
| 01          | 29,1           | 48,0                       | 1,40X10 <sup>3</sup>                     |
| 02          | 35,3           | 40,0                       | 1,41X10 <sup>3</sup>                     |
| 03          | 44,2           | 32,0                       | 1,41X10 <sup>3</sup>                     |
| 04          | 58,2           | 24,0                       | 1,40X10 <sup>3</sup>                     |
| 05          | 70,7           | 20,0                       | 1,41X10 <sup>3</sup>                     |
| 06          | 87,3           | 16,0                       | 1,40X10 <sup>3</sup>                     |
| 07          | 117,5          | 12,0                       | 1,41X10 <sup>3</sup>                     |



Ahora podemos proceder a graficar, la presión en el eje de las Y (ordenadas) y el volumen en el eje de las X (abscisas).



Gráfica 1 Gráfica de la Ley de Boyle

A continuación se presentan algunas de las unidades y equivalencias de la presión de mayor uso, para nuestros fines.

TABLA 2 Unidades y equivalencias para la presión

|       |                                |                      |            |
|-------|--------------------------------|----------------------|------------|
| 1 atm | = 760 Torr                     | = 760 mmHg           | = 76 cm Hg |
|       | = 14,7 Lb/plg <sup>2</sup>     | = 14,7 PSI           |            |
|       | = 1,01325 X 10 <sup>5</sup> Pa | = New/m <sup>2</sup> |            |
|       | = 1,033 Kgf/cm <sup>2</sup>    |                      |            |
|       | = 10,34 m de agua              |                      |            |
|       | = 1,013 mBar                   |                      |            |
|       | = 29,9 pulg Hg                 |                      |            |

Respecto del volumen se puede decir que sus unidades son:

TABLA 3 Unidades y equivalencias del volumen

|   |
|---|
| $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ dm}^3 = 1.000 \text{ litros (l)}$ |
| $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro(l)} = 1.000 \text{ ml}$        |
| $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$                                 |
| $1 \text{ Galón} = 3,785 \text{ L}$                             |

Ejemplo 1 Un gas de 0,36g está confinado en un cilindro de acero con un pistón móvil como el de la figura 1 de volumen 225 ml a una presión de 920 mmHg. Si la disminución de la presión es de 120 mmHg ¿Determina cuál es la presión final que el gas ejerce sobre el sistema y su volumen?

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$$m = 0,36\text{g} = \text{constante}$$

$$V_1 = 225 \text{ ml}$$

$$P_1 = 920 \text{ mmHg}$$

$$P_2 = ?$$

$$V_2 = ?$$

$$\Delta P = 120 \text{ mmHg}$$

#### FÓRMULAS

Ley de Boyle

$$V_2/V_1 = P_1/P_2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
OPERACIONES

Primero tenemos que determinar la presión final y luego calcular el volumen final, de la ecuación de Boyle.

$$P_2 = \Delta P + P_1 = 120 \text{ mmHg} + 920 \text{ mmHg} \\ = 1040 \text{ mmHg}$$

Despejando el volumen de la Ec. 1.1 de Boyle

$$V_2 = V_1 * P_1 / P_2 \\ = (225 \text{ ml} * 920 \text{ mmHg}) / 1040 \text{ mmHg} \\ = 199,04 \text{ ml}$$

Analizando el resultado podemos comprobar que efectivamente el volumen final, es menor que el volumen inicial. Algunas veces se pregunta por el cambio de volumen en este estado por:

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_2 - V_1 \\ &= (199,04 - 225) \text{ ml} = -25,6 \text{ ml}\end{aligned}$$

El signo negativo indica una disminución del volumen, es decir que el volumen inicial es mayor con respecto al volumen final.

**CONCLUSIÓN:** en la Ley de Boyle, al aumentar la presión disminuye el volumen y al disminuir la presión, aumenta el volumen del gas, o sea, la presión y el volumen varían inversamente proporcional.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LA LEY DE CHARLES

Resulta inconcebible pensar que la materia pueda tener un volumen de cero. Se cree, sin embargo, que la energía cinética de todas las moléculas (iones o átomos) se vuelve cero a  $-273,15^\circ\text{C}$ .

¿Existe alguna temperatura inferior a ésta? ¿Cuál es la temperatura máxima? Puede suponerse que la energía cinética de las moléculas es cero. Puesto que la  $EC = \frac{1}{2}mv^2$ , esta es la temperatura a la cual la velocidad = 0, temperatura a la cual ninguna molécula puede moverse. Esta temperatura, calculada en  $273,15^\circ$  inferior al cero centígrado, se llama *cero absoluto* y se toma como el punto de partida de la escala de temperatura absolutas o Kelvin. En 1848 Lord Kelvin demostró la validez de una escala absoluta de temperatura. En la escala Kelvin, el cero absoluto se designa como 0 K, una variación de 1K es igual en magnitud que  $1^\circ\text{C}$ , por lo que la temperatura de congelación del agua, que está a  $273,15^\circ$  por encima del cero absoluto, tiene el valor de 273,15K, en la escala Kelvin, para convertir de la escala centígrada (o Celsius) a la Kelvin. A los grados Celsius se le añaden  $273,15^\circ$ .

$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$^\circ\text{C} = K - 273,15$$

## LEY DE CHARLES

En 1787, Jacques Charles(1746-1823), encontró que en una muestra gaseosa, el volumen se incrementa al aumentar la temperatura absoluta del gas, manteniendo la presión y la masa constante. De manera similar cuando el volumen disminuye, la temperatura también disminuye. Charles lo definió de la manera siguiente: “Una masa dada de gas a presión constante, el volumen varía directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas”, conocida como Ley de Charles.

Matemáticamente se puede expresar de la siguiente manera:

A presión y masa constantes, el  $V \propto T$

Para cambiar el signo de proporcionalidad por uno de igualdad es necesario introducir una constante de proporcionalidad  $K_2$ , similar como se realizó en la Ley de Boyle.

$$V = K_2 * T \quad K_2 = V / T$$

Donde  $K_2$ , está en función del volumen y de la temperatura, para cuando hay cambio de estado:

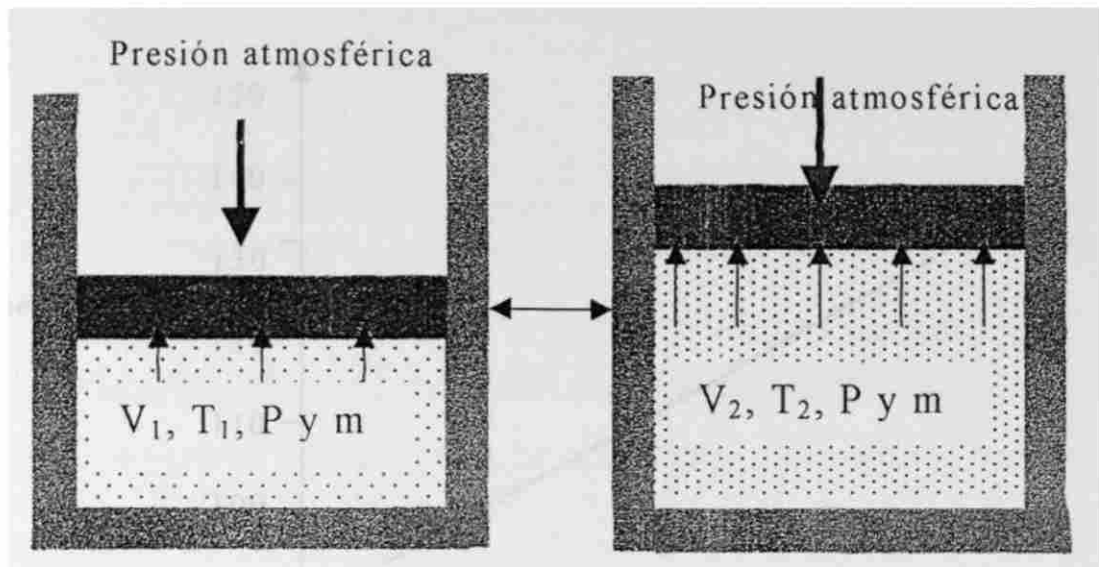
$$K_2 = V_1/T_1 = V_2/T_2 = V_3/T_3 = \text{constante}$$

Arreglando la ecuación para cuando hay cambio de estado, queda:

$$V_1/V_2 = T_1/T_2$$

Ec. 2

La expresión matemática anterior corresponde a la Ley de Charles, quizás una manera en la que se puede comprender mejor la Ley de Charles es mediante pistones, como se ilustra en seguida



Condiciones del estado inicial (1) del estado final (2)

Fig. 2 Relación volumen-temperatura absoluta, para cambio de estado de un gas mediante el modelo de cilindros con émbolo deslizable, donde  $T_1$  es menor que  $T_2$ .

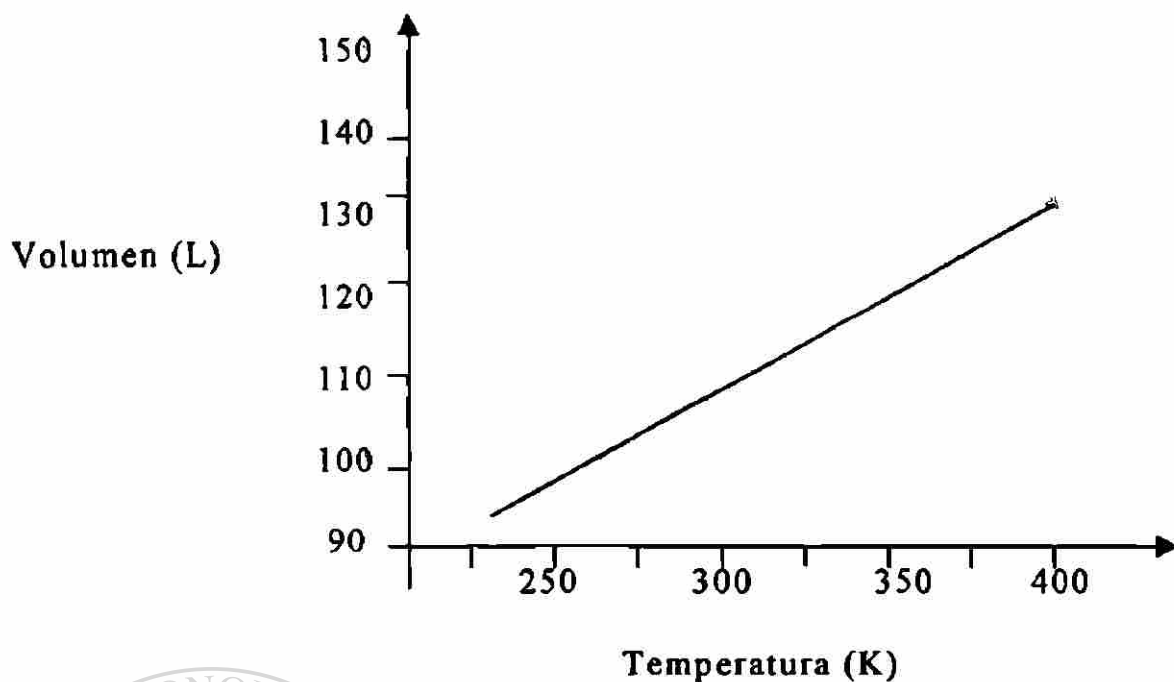
Analizando la figura 2, observamos que el volumen inicial (1) es menor que el volumen final (2), por lo que para un sistema para un gas a presión y masa constante, deducimos que la temperatura inicial (1) será menor que la temperatura final (2). Si graficamos la ecuación de la ley de Charles, en un sistema coordenado XY, obtenemos una línea recta. Puesto que el volumen varía directamente proporcional a la temperatura absoluta, veamos primero la tabla de datos siguiente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Tabla 4. Datos experimentales del volumen, temperatura absoluta y relación entre el volumen y la temperatura.

| Experimento | Volumen (L) | Temperatura ( $^{\circ}$ K) | Vol/Temp (L/T) |
|-------------|-------------|-----------------------------|----------------|
| 01          | 136.6       | 373                         | 0.3662         |
| 02          | 118.2       | 323                         | 0.3659         |
| 03          | 103.7       | 283                         | 0.3664         |
| 04          | 100.0       | 273                         | 0.3663         |

La gráfica queda como sigue:



Gráfica 2. Relación Temperatura-Volumen, Ley de Charles

**Ejemplo 2.** Un globo de 3,5 L, se coloca dentro de una hielera a temperatura de 5°C, si la diferencia de temperaturas es de 30°C. ¿Calcula la temperatura del gas en grados Celsius y Kelvin?

**SOLUCIÓN**

**DATOS**

P y m = constante

$V_1 = 3,5 \text{ L}$

$t_1 = 5^\circ\text{C}; T_1 = 278,16\text{K}$

$\Delta T = 30^\circ\text{C} = 303,16$

$t_2 = ?$

$V_2 = ?$

**FÓRMULAS**

Ley de Charles

$$V_1 / V_2 = T_1 / T_2$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

**OPERACIONES**

Calcular primero la temperatura final de la ecuación de diferencia de temperatura  $\Delta T = T_2 - T_1$  y despejamos  $T_2$ .

$$t_2 = \Delta t + t_1 = 30 + 5 = 35^\circ\text{C}; \text{ de donde}$$

$$T_2 = 273.16 + 35 = 308,16\text{K}$$

despejando el volumen final (2) y sustituyendo datos en la ecuación de Charles.

$$V_2 = V_1 * T_2/T_1$$

$$= 3,5 \text{ L} * 308,16\text{K} / 273,16\text{K} = 3,984 \text{ L}$$

Si nos detenemos un poco a analizar el resultado observamos que el volumen final aumenta con respecto al volumen inicial, de manera que el  $\Delta V$  es positivo.

$$\Delta V = V_2 - V_1 = (3,984 - 3,5) \text{ L} = 0,484 \text{ L}$$

Nota: Siempre que se efectúe un cálculo en donde se involucran gases, la temperatura deberá estar en grados absolutos, con el objeto de evitar valores negativos de volumen, que físicamente no tienen ningún significado.



## LEY DE GAY-LUSSAC

Otra de las relaciones que existen entre presión, temperatura y volumen, es precisamente esta, conocida como Ley de Gay-Lussac, la cual expresa lo siguiente: "Una masa dada de gas a volumen constante, la presión varía directamente proporcional a su temperatura absoluta del gas".

Si en un sistema gaseoso el volumen y la masa son constantes, entonces:

$$P \propto T$$

Esto quiere decir que si la presión aumenta, la temperatura aumenta también, si la presión disminuye, también disminuye la temperatura del gas.

Para cambiar el signo de proporcionalidad alfa ( $\alpha$ ), por uno de igualdad (=), de la ecuación anterior, se tiene que introducir una constante de proporcionalidad,  $K_3$ . Esta es característica de la presión y de la temperatura absoluta.

$$P = K_3 * T; \text{ despejando } K_3, \text{ nos queda: } K_3 = P/T$$

Para cuando hay cambio de estado.

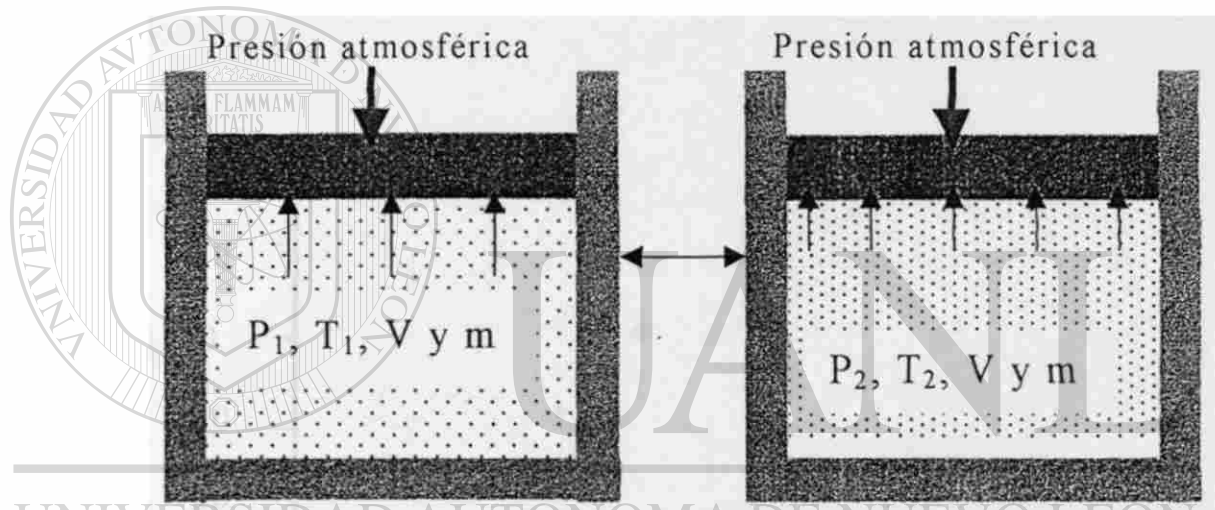
$$K_3 = P_1/T_1 = P_2/T_2 = P_3/T_3 = \text{constante}$$

Arreglando la ecuación anterior, nos queda:

$$P_1/P_2 = T_1/T_2$$

Ec.3.

Modelo matemático para la Ley de Gay-Lussac, ahora mediante el uso de los pistones, intentaremos explicarla.



Condiciones del estado inicial (1)

del estado final (2) ®

Fig.3 Relación presión-temperatura, cambio de estado de un gas mediante el modelo de cilindros con émbolo deslizable.

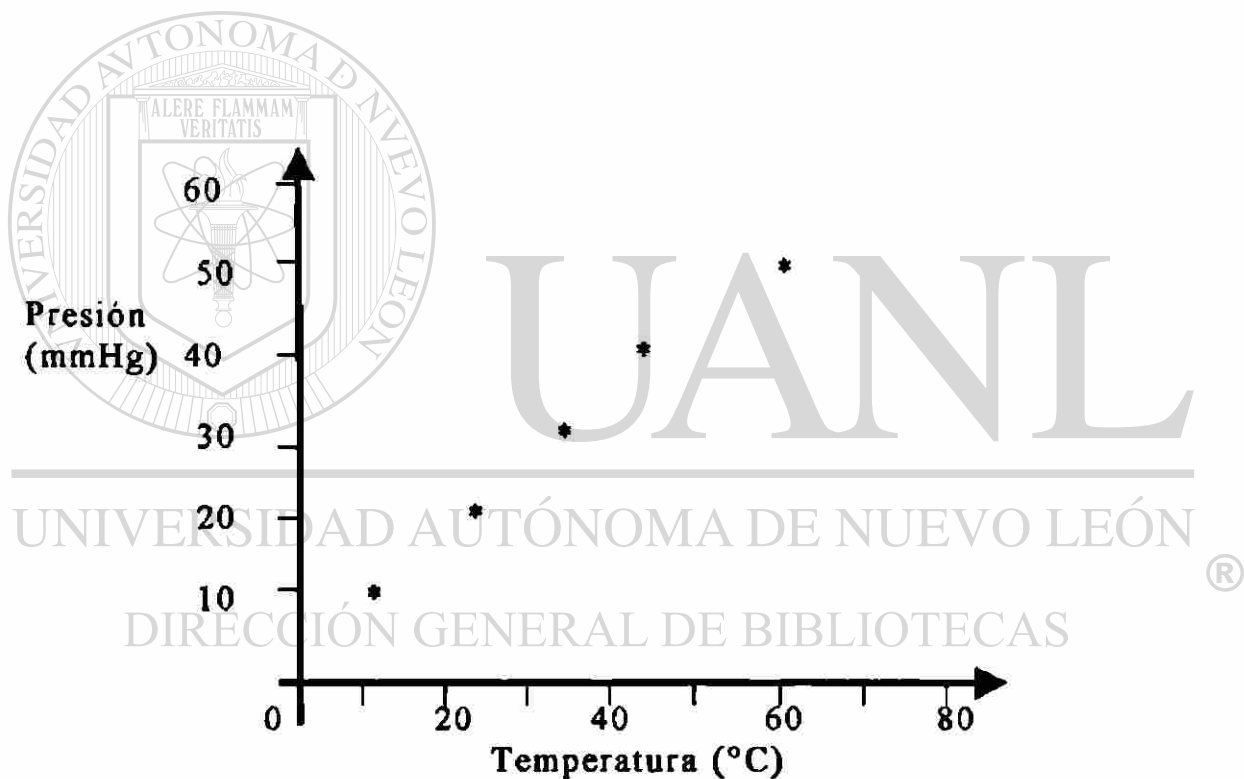
En las figuras anteriores observamos que tanto el volumen como la masa no varían, de allí que al aumentar la temperatura aumenta la presión y si disminuye la temperatura, disminuye la presión, ello significa que la presión varía directamente proporcional a la temperatura.

Al graficar la relación presión-temperatura absoluta, obtenemos una línea recta con pendiente positiva.



Tabla 3. Datos experimentales de presión y temperatura

| Experimento | Temperatura (°C) | Presión (mmHg) | Temp./Presión (mmHg/°C) |
|-------------|------------------|----------------|-------------------------|
| 01          | 12,25            | 10,0           | 1,2250                  |
| 02          | 24,50            | 20,0           | 1,2250                  |
| 03          | 36,74            | 30,0           | 1,2246                  |
| 04          | 49,21            | 40,0           | 1,2303                  |
| 05          | 61,24            | 50,0           | 1,2248                  |



Gráfica 3. Presión versus temperatura absoluta

¿Qué hubiera pasado en la grafica 3 si en lugar de la temperatura en °C se graficara con temperatura absoluta?.

Ejemplo 3 Un cilindro de acero con oxígeno gaseoso tiene una presión de 1,5 atm a una temperatura de 20°C, la temperatura del cilindro se eleva hasta 85 C por estar cerca de un radiador de calor, calcular la presión del cilindro a esta temperatura.

## SOLUCIÓN

### DATOS

V y m son constantes

$$P_1 = 135 \text{ atm}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}; T_1 = 293,16^\circ\text{K}$$

$$t_2 = 85^\circ\text{C}; T_2 = 358,16^\circ\text{K}$$

$$P_2 = ?$$

### FÓRMULAS

Ley de Gay-Lussac

$$P_1/P_2 = T_1/T_2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

## OPERACIONES

$$P_2 = P_1 * T_2/T_1$$

$$= 135 \text{ atm} * (358,16^\circ\text{K} / 293,16^\circ\text{K}) = 164,93 \text{ atm}$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 164,16 \text{ atm} - 135,0 \text{ atm} = 29,16 \text{ atm}$$

El  $\Delta P$  es positivo porque la presión final es mayor que la presión inicial.

Contraejemplo. En un recipiente de volumen fijo se tienen 367g de aire confinado si la presión es de 8,3 atm a temperatura de 37°C, la presión disminuye en 2,7 atm ¿Calcula la temperatura a la que estará el aire dentro del recipiente?

## SOLUCIÓN

### DATOS

V = constante

m = 367g de aire

$$P_1 = 8,3 \text{ atm}$$

$$\Delta P = -2,7 \text{ atm}$$

$$P_2 = \Delta P + P_1$$

$$P_2 = (-2,7 \text{ atm}) + 8,3 \text{ atm} = 5,6 \text{ atm}$$

$$t_1 = 37^\circ\text{C}; T_1 = 273,16 + 37 = 310,16\text{K}$$

$$T_2 = ?$$

### FÓRMULAS

Ley de Gay-Lussac

$$P_1/P_2 = T_1/T_2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

## OPERACIONES

$$T_2 = T_1 * P_2/P_1$$

$$= 310,16\text{K} * (5,6 \text{ atm} / 8,3 \text{ atm}) = 209,265\text{K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 209,16\text{K} - 310,16\text{K} = - 101,0\text{K}$$

## CONCLUSIÓN

Como la presión disminuyó la temperatura también disminuye.

## APLICACIONES

### ¡Un Viaje en Globo!

Los aventureros franceses y los inventores hicieron uso de la expansión térmica de los gases, propiedad que Charles había formulado en su ley. La escena del humo subiendo arriba de la flama inspiró en 1782 a Joseph y Jacques Montgolfier a mantener a flote una gran bolsa de papel, llenándola con aire caliente en 1783.

Ese mismo año, el físico francés Jacques Charles inventó el globo de hidrógeno. Dado que el hidrógeno era mucho más ligero que el aire caliente, entonces, el globo de Charles debiera ser mucho más pequeño que el de Montgolfiers, pero con igual poder para elevarse. Charles equipó su globo con instrumentos científicos: un termómetro y un barómetro. El globo se elevó hasta 6 300 pies.

Los globos se han empleado en los deportes, como entretenimiento y últimamente como sonda meteorológica. El hidrógeno es un gas combustible altamente flamable. En la historia de los globos se han registrado algunos accidentes trágicos y espectaculares, uno de ellos fue el de una conocida mujer francesa, Madame Blanchard. Ella cometió el error de llevar en su globo de hidrógeno una buena cantidad de fuegos artificiales.

El uso de los globos para la investigación científica creció también. El primer globo para usos científicos data de 1803. Científicos alemanes investigaron sobre el magnetismo de la Tierra a una altura de 23 500 pies. En 1804, Joseph Gay-Lussac y un colega suyo volaron a 23 000 pies con una colección de instrumentos científicos y animales enjaulados. Estudiaron el comportamiento también el comportamiento de insectos, pájaros y anfibios a grandes altitudes. Observaron entre otras cosas que las abejas empezaron a volar felizmente cuando eran liberadas, pero los pájaros se rehusaban a abandonar el globo. Además del magnetismo de la Tierra, la composición del aire a diferentes altitudes. Gay-Lussac recolectó muestras de aire a diferentes alturas. Descubrió que la presión del aire a 23 000 pies es aproximadamente la mitad de la presión a nivel del mar, sin embargo la composición del aire permanecía invariable, era la misma 20% de oxígeno y 80% de nitrógeno.

Los globos en la actualidad son usados para una variedad de trabajos científicos. Los globos modernos se llenan con helio y no con hidrógeno para evitar explosiones. Los globos sellados a las condiciones atmosféricas pueden ascender a 40 000 pies de altura por períodos de hasta un año, enviando a la tierra información meteorológica, los globos también son empleados para tomar fotografías para estaciones de televisión, plataformas de comunicación y vigilancia militar.

## APLICACIONES

### ¡Un Viaje en Globo!

Los aventureros franceses y los inventores hicieron uso de la expansión térmica de los gases, propiedad que Charles había formulado en su ley. La escena del humo subiendo arriba de la flama inspiró en 1782 a Joseph y Jacques Montgolfier a mantener a flote una gran bolsa de papel, llenándola con aire caliente en 1783.

Ese mismo año, el físico francés Jacques Charles inventó el globo de hidrógeno. Dado que el hidrógeno era mucho más ligero que el aire caliente, entonces, el globo de Charles debiera ser mucho más pequeño que el de Montgolfiers, pero con igual poder para elevarse. Charles equipó su globo con instrumentos científicos: un termómetro y un barómetro. El globo se elevó hasta 6 300 pies.

Los globos se han empleado en los deportes, como entretenimiento y últimamente como sonda meteorológica. El hidrógeno es un gas combustible altamente inflamable. En la historia de los globos se han registrado algunos accidentes trágicos y espectaculares, uno de ellos fue el de una conocida mujer francesa, Madame Blanchard. Ella cometió el error de llevar en su globo de hidrógeno una buena cantidad de fuegos artificiales.

El uso de los globos para la investigación científica creció también. El primer globo para usos científicos data de 1803. Científicos alemanes investigaron sobre el magnetismo de la Tierra a una altura de 23 500 pies. En 1804, Joseph Gay-Lussac y un colega suyo volaron a 23 000 pies con una colección de instrumentos científicos y animales enjaulados. Estudiaron el comportamiento también el comportamiento de insectos, pájaros y anfibios a grandes altitudes. Observaron entre otras cosas que las abejas empezaron a volar felizmente cuando eran liberadas, pero los pájaros se rehusaban a abandonar el globo. Además del magnetismo de la Tierra, la composición del aire a diferentes altitudes. Gay-Lussac recolectó muestras de aire a diferentes alturas. Descubrió que la presión del aire a 23 000 pies es aproximadamente la mitad de la presión a nivel del mar, sin embargo la composición del aire permanecía invariable, era la misma 20% de oxígeno y 80% de nitrógeno.

Los globos en la actualidad son usados para una variedad de trabajos científicos. Los globos modernos se llenan con helio y no con hidrógeno para evitar explosiones. Los globos sellados a las condiciones atmosféricas pueden circular a 40 000 pies de altura por períodos de hasta un año, enviando a la tierra información meteorológica, los globos también son empleados para tomar fotografías para estaciones de televisión, plataformas de comunicación y vigilancia militar.

## LEY COMBINADA DE LOS GASES

Se le conoce como ley combinada o Ley general del estado gaseoso, porque relaciona las tres leyes anteriores; Boyle, Charles, Gay-Lussac. Obteniéndose una nueva relación, la podemos definir como "El producto de la presión por el volumen de una masa dada de gas, varía directamente proporcional a su temperatura absoluta".

$$P \cdot V \propto T \quad \text{o bien} \quad P \cdot V = K_4 \cdot T$$

Para cambio de estado

$$K_4 = P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 = P_3 \cdot V_3 / T_3 = \text{constante}$$

Considerando el estado 1 y 2, resulta la siguiente expresión.

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \quad \text{Ec. 4.}$$

De manera similar como en las leyes anteriores podemos graficar el producto  $P \cdot V$  vs  $T$ , como son directamente proporcionales nos quedaría una línea recta.

**EJEMPLO 4.** En un tubo de vidrio cerrado, contiene una determinada masa de gas neón, el cual ejerce una presión de 1100 mmHg a 20°C, en un volumen de 600ml. ¿Cuál será la presión para la misma cantidad de gas neón confinado en un tubo de 1 400 ml, a 40°C?

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$$\begin{aligned} P_1 &= 1100 \text{ mmHg} \\ t_1 &= 20^\circ\text{C}; T_1 = 273,16 + 20 \\ &= 293,16\text{K} \end{aligned}$$

$$V_1 = 600 \text{ ml}$$

$$P_2 = ?$$

$$V_2 = 1400 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} t_2 &= 40^\circ\text{C}; T_2 = 273,16 + 40 \\ &= 313,16\text{K} \end{aligned}$$

#### FÓRMULA

Ley combinada de los gases

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

### OPERACIONES

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 \cdot V_1 \cdot T_2 / V_2 \cdot T_1 \\ &= (1100 \text{ mmHg}) (600 \text{ ml}) (313,16\text{K}) / (1400 \text{ ml}) (293,16\text{K}) \\ &= 503,59 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Contraejemplo. Se compran 5 850 pies cúbicos de gas natural, medidos a TPN (temperatura y presión normal) a la compañía de gas, sólo se reciben 5 625 pies cúbicos en la casa. Suponiendo que se entregó todo el gas, ¿cuál es la temperatura en la casa si la presión al entregar fue 1,10 atm?

Nota: La temperatura y presión normales equivalen a 273,16K y 1 atm respectivamente.

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$$V_1 = 5\,850 \text{ pies}^3$$

$$T_1 = 273,16\text{K}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 14.7 \text{ lb/plg}^2$$

$$V_2 = 5\,625 \text{ pies}^3$$

$$T_2 = ? \text{ K}$$

$$P_2 = 1,10 \text{ atm} = 16.17 \text{ lb/plg}^2$$

#### FÓRMULAS

$$P_1 * V_1 / T_1 = P_2 * V_2 / T_2$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

### OPERACIONES

Para solucionar este problema requerimos de las unidades adecuadas de la presión y el volumen para este caso en particular, podemos emplear cualquiera de las equivalencias de la presión, porque las unidades de volumen se anulan.

$$T_2 = (T_1 * P_2 * V_2) / (P_1 * V_1)$$

$$T_2 = (273,16\text{K})(1,1 \text{ atm})(5\,625 \text{ pies}^3) / (1 \text{ atm})(5\,850 \text{ pies}^3)$$

$$T_2 = 288,9192\text{K}$$

El cambio de temperatura, es positivo porque la temperatura final es mayor que la temperatura inicial. ®

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 288,9192\text{K} - 273,16\text{K} = 15,7592\text{K}$$

### LEY DE GAS IDEAL

Los cálculos que hemos efectuado hasta aquí, todos ellos han considerado la cantidad de gas (masa) constante, considerando variables la presión, temperatura y volumen, también era posible determinar el número de moles( $n$ ), la masa ( $m$ ) y el peso o masa molecular (PM o MM) de una muestra de gas. Resulta conveniente recordar las leyes básicas de los gases; Boyle, Charles, Gay-Lussac y la combinada o general.

| LEY               | ECUACIÓN            |
|-------------------|---------------------|
| Boyle             | $P \cdot V = K$     |
| Charles           | $V/T = K_1$         |
| Gay-Lussac        | $P/T = K_2$         |
| Combinada o Gral. | $P \cdot V/T = K_3$ |
| Avogadro          | $V/n = K_4$         |

Combinando estas relaciones, se obtiene una relación de proporcionalidad con respecto al volumen.

$$V \propto n \cdot T/P$$

Ahora cambiamos el signo de proporcionalidad por uno de igualdad.

$$V = K_5 \cdot n \cdot T/P$$

donde  $K_5 = \text{constante} = R$

$R$  es una constante denominada "universal de los gases" y su valor depende de las unidades en las que se va a trabajar.

Para una mol de gas a condiciones normales e presión y temperatura.  
 $R = 0,082054 \text{ atm-L/K-mol}$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 5 Valores de la Constante Universal de los Gases (R) <sup>®</sup>

| UNIDADES                   | VALOR    |
|----------------------------|----------|
| atm-L/K-mol                | 0,082054 |
| atm-ml/K-mol               | 82,054   |
| Torr-L/K-mol               | 62,36104 |
| mmHg-L/K-mol               | 62,36104 |
| cmHg-L/K-mol               | 6,236104 |
| Joule/K-mol                | 8,3144   |
| erg/K-mol                  | 8,3144X  |
| $10^7$                     |          |
| KPa-dm <sup>3</sup> /K-mol | 101,325  |
| Cal/K-mol                  | 19872    |

$$m = P * V * MM / R * T$$

$$= [(8,25\text{atm})(2\ 500\text{L})(92\ \text{g/mol})] / (0,0821\text{atm-L/K-mol})(385\ \text{K})$$

$$= 60\ 031,321\ \text{g o } 60,031\ \text{Kg de N}_2\text{O}_4$$

Contraejemplo. Un tanque de oxígeno (O<sub>2</sub>), de capacidad de 15 dm<sup>3</sup> a presión de 506,625. Kpa y a temperatura de 42 °C, ¿Determina la densidad de dicho gas?

### OPERACIONES

#### DATOS

$$V = 15\ \text{dm}^3$$

$$P = 506,625\ \text{KPa}$$

$$T = 42 + 273,16 = 315,16\ \text{K}$$

$$MM = (16\ \text{g}) (2) = 32\ \text{g / mol}$$

$$D = ?$$

$$R = 8,31\ \text{dm}^3\text{-Kpa /K-mol}$$

#### FÓRMULAS

Ley de gas ideal

$$P V = m * R * T / MM$$

$$D = m / V$$

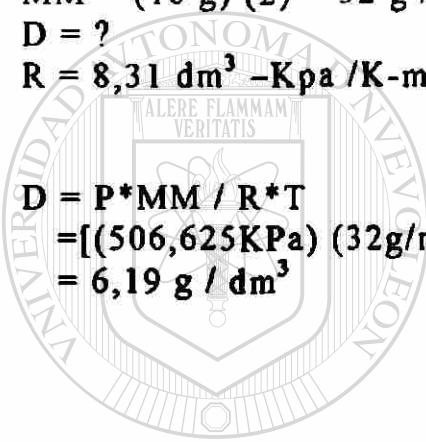
$$D = P * MM / R * T$$

### SOLUCIÓN

$$D = P * MM / R * T$$

$$= [(506,625\text{KPa}) (32\text{g/mol})] / (8,31\text{dm}^3\text{-Kpa /K-mol}) (315,16\ \text{K})$$

$$= 6,19\ \text{g / dm}^3$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LA LEY DE DALTON, DE LAS  
 PRESIONES PARCIALES.  
 DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Vaporización:** Los líquidos que se evaporan con facilidad constan de moléculas que son ligeramente cohesivas (fuerzas de Van der Waals), pero que tienden a dispersarse por causa del movimiento. Tal como se ilustra en la figura. Algunas de las moléculas se escapan del conjunto del líquido (se vaporizan) si es que tienen trayectorias hacia arriba y suficiente velocidad para contrarrestar las débiles fuerzas de atracción. El nombre que se le da a las partículas gaseosas de una sustancia cuya presión y temperatura corresponden al estado líquido o sólido es el de **vapor**. Las moléculas de un vapor se difunden, generalmente en otro gas como el aire. De un líquido que se evapora con facilidad se dice que es **volátil**. El éter es una sustancia muy volátil; un aceite lubricante es muy poco volátil.

**Presión de vapor:** El agua se escapa de un recipiente por evaporación sólo cuando dicho recipiente está abierto. ¿Significa esto qué, la evaporación



temperatura de 37°C, la masa neta del gas es de 203g ¿Determina la masa molecular de dicho gas desconocido?

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$$V = 2\,500 \text{ ml}$$

$$P = 1,0 \text{ atm}$$

$$t = 37^\circ\text{C}; T = 310,16\text{K}$$

$$m = 203 \text{ g}$$

$$MM = ?$$

$$R = 0,0821 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$$

#### FÓRMULAS

Ley de gas ideal

$$P V = n \cdot R \cdot T$$

$$n = m/MM$$

$$P V = m \cdot R \cdot T / MM$$

### OPERACIONES

$$P V = m \cdot R \cdot T / MM$$

$$MM = m \cdot R \cdot T / P \cdot V$$

$$\begin{aligned} &= (203\text{g})(0,0821\text{atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol})(310,16\text{K}) / (1,0\text{atm})(2500 \text{ ml}) \\ &= 2,6607 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Ejemplo 6. Una muestra de gas,  $\text{N}_2\text{O}_4$ , ocupa un volumen 2 500 L, a presión de 8,25 atm. Y temperatura de 385K, ¿Calcula la cantidad de sustancia en gramos de  $\text{N}_2\text{O}_4$ ?

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$$V = 2\,500 \text{ L}$$

$$P = 8,25 \text{ atm}$$

$$T = 385 \text{ K}$$

$$m = ?$$

$$MM = ?$$

$$R = 0,0821 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}$$

#### FÓRMULAS

Ley de gas ideal

$$P V = m \cdot R \cdot T / MM$$

### OPERACIONES

$$P V = m \cdot R \cdot T / MM$$

La masa molecular del  $\text{N}_2\text{O}_4$  se puede determinar por la suma de sus pesos atómicos multiplicados por sus subíndices respectivos.

$$MM \text{ N}_2\text{O}_4 = (m \text{ at. N}) (2) + (m \text{ at. O}) (4)$$

$$= (14 \text{ g}) (2) + (16 \text{ g}) (4) = 28 \text{ g} + 64 \text{ g}$$

$$= 92 \text{ g} / \text{mol}.$$

Entonces la ecuación para un gas ideal esta dada por la expresión siguiente:

$$P V = n * R * T$$

Ec. 5

Mediante esta ecuación es posible calcular el número de moles,  $n$ , cuando se conocen  $P$ ,  $V$  y  $T$  pero es preciso determinar en que unidades se trabajará para definir el valor de  $R$ , pero sería mejor y más importante para el alumno saber como se determina el valor de  $R$ ; primero la despejamos de la ecuación de gas ideal y luego se sustituyen las variables por su valor correspondiente de  $n=1$  mol,  $P= 1$  atm,  $V= 22,4$  L,  $T= 273,15$ K.

$$\begin{aligned} R &= P * V / T * n \\ &= (1 \text{ atm})(22,414 \text{ L}) / (273,15\text{K})(1 \text{ mol}) \\ &= 0,0820544735686 \text{ atm-L/K-mol} \end{aligned}$$

Para nuestros fines se puede usar el valor de  $R = 0,0821$   
Conociendo el valor de  $R$ , ahora esta en capacidad de resolver problemas de  $P$ ,  $V$ ,  $T$  y  $n$ .

Un gas ideal se define como un gas que se ajusta a la perfección de la ley del gas ideal (y a las otras leyes de los gases) en todas las condiciones.

EJEMPLO 5. Un mol de gas nitrógeno gaseoso se halla a la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  y a una atmósfera de presión ¿Calcula el volumen ocupado por el gas?

### SOLUCIÓN

#### DATOS

$n = 1,0$  mol de  $\text{N}_2$   
 $t = 25^{\circ}\text{C}$ ;  $T = 298,16\text{K}$   
 $P = 1,0$  atm  
 $V = ?$   
 $R = 0,0821$  atm-L/K-mol

#### FÓRMULAS

Ley de gas ideal  
 $P V = n * R * T$

### OPERACIONES

$$\begin{aligned} V &= n * R * T / P \\ &= (1,0 \text{ mol})(0,0821 \text{ atm-L/K} - \text{mol})(298,16\text{K}) / (1,0 \text{ atm}) \\ &= 24,47 \text{ l} \end{aligned}$$

Contraejemplo. Un gas desconocido, esta encerrado en un matr az de vidrio  $P$  es de volumen de  $2\ 500$  ml a presión de  $1,0$  atm y a

cesa si se cierra el recipiente? Naturalmente que no, ver la figura. Las moléculas que escapan de la superficie del líquido quedan atrapadas en el recipiente. A medida que estas partículas chocan unas con otras y con las paredes, pueden hacerlo también con la superficie del líquido y reintegrarse a él. En el caso de la botella con agua de la figura (b), representa un sistema en el cual el líquido se está evaporando y el vapor, se está condensando, ambos a la misma velocidad. Cuando esto sucede el líquido está en *equilibrio*. La presión de vapor de una sustancia se define como la presión ejercida por el gas de dicha sustancia cuando está en equilibrio con la fase líquida o sólida. La presión de vapor de los líquidos (o sólidos) aumenta cuando la temperatura asciende.

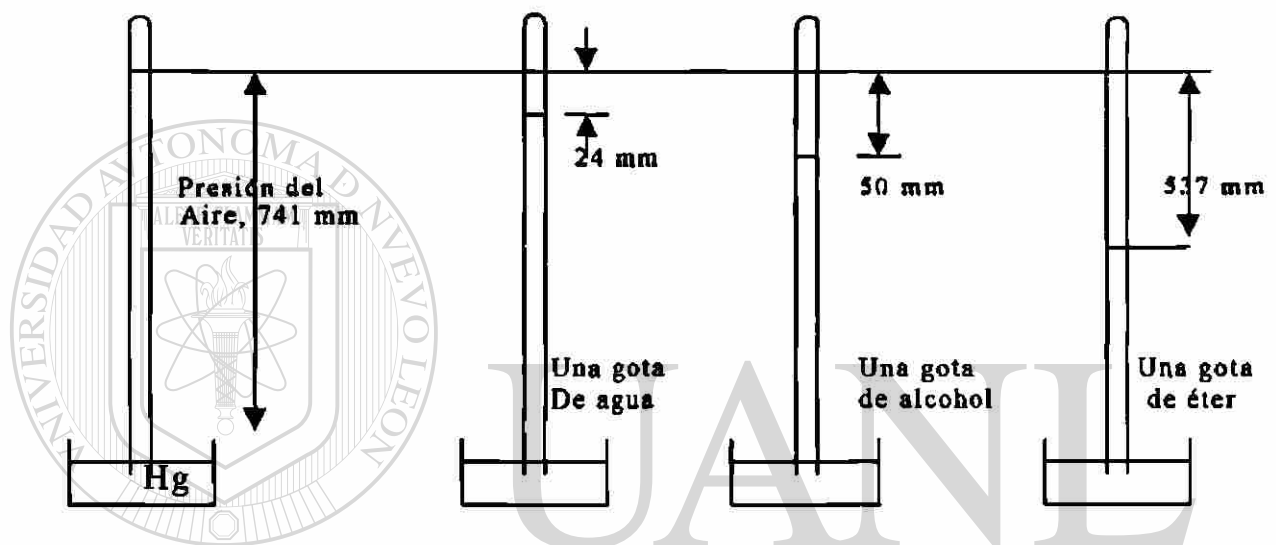


Fig. 6. Uso de los barómetros de Torricelli para la determinación de las presiones de vapor de los líquidos.

**Ebullición:** El punto de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual la presión de vapor que escapa de la superficie es igual a la presión externa. Cuando esto sucede se forman burbujas en el líquido y éste comienza a hervir. El punto de ebullición normal de un líquido se define como la temperatura a la cual su presión de vapor es de 760 mm, que corresponde a la presión atmosférica normal.

El punto de ebullición del agua (y de otros líquidos) varía con la presión atmosférica. En las regiones montañosas el punto de ebullición del agua es considerablemente inferior a 100°C, pues la presión atmosférica es inferior a 760 mm.

## LEY DE DALTON DE LAS PRESIONES PARCIALES

En una mezcla de distintos gases, cada gas ejerce parte de la presión. Esta presión es igual a la que ejercería si dicho gas estuviera solo en el volumen ocupado por la mezcla de gases. *La presión total de una mezcla de gases es la suma de las presiones parciales individuales.* Esta es la ley de Dalton, formulada por John Dalton en 1803, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

Ec. 6.

$P_t$ , es la presión total; las  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$  son las presiones parciales de las diferentes sustancias gaseosas que componen la mezcla.

**Ejemplo 7:** Tres gases se mezclan en un recipiente de 5,0 litros, el gas A tiene una presión de 250 torr; el gas B tiene una presión de 0,300 atm. Y el gas C tiene una presión de 750 torr, ¿Cuál es la presión total, en torr?

**DATOS**  
 $V_{\text{total}} = 5,0$  litros  
 $P_A = 250$  torr  
 $P_B = 0,300$  atm  
 $P_C = 750$  torr  
 $P_{\text{total}} = ?$

**FÓRMULA**  
Ley de Dalton  
 $P_{\text{total}} = P_A + P_B + P_C$

**SOLUCIÓN**

$$P_B = 0,300 \text{ atm} (760 \text{ torr/ 1 atm}) \\ = 228,0 \text{ torr}$$

$$P_{\text{total}} = P_A + P_B + P_C \\ = 250 \text{ torr} + 228 \text{ torr} + 750 \text{ torr} = 1\ 228 \text{ torr}$$

**Contraejemplo.** Una muestra de helio que se confina sobre agua en un cilindro graduado tiene un volumen de 88,3 ml a una temperatura de 18,5°C, siendo la presión de 7441 mmHg. ¿Cuál sería el volumen del helio si éste estuviera seco a la misma presión y temperatura?

**Análisis:** El helio confinado en el cilindro está saturado con vapor de agua; la presión total de 741 mmHg, es la suma de las presiones parciales del helio y del vapor de agua. La presión del vapor del agua a 18,5°C, es aproximadamente de 16mm (de tabla de presión de vapor).

**DATOS**  
 $V_c = 88,3$  ml  
 $t = 18,5 + 273,15 = 291,65$  K

**FÓRMULA**  
Ley de Dalton  
 $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

$$P_2 = 741 \text{ mmHg}$$

$$P_1 = ?$$

## SOLUCIÓN

$$P_{\text{total}} = P_{\text{helio seco}} + P_{\text{vapor de agua}}$$

Ley de Dalton

$$\begin{aligned} P_{\text{helio seco}} &= P_{\text{total}} - P_{\text{vapor de agua}} \\ &= 741 \text{ mmHg} - 16 \text{ mmHg} = 725 \text{ mmHg} = P_1 \end{aligned}$$

Ahora los datos son:

$$V_c = 88,3 \text{ ml} = V_1$$

Ley de Boyle

$$T = 18,5 + 273,15 = 291,65 \text{ K} = \text{Constante}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = 741 \text{ mmHg}$$

$$P_1 = 725 \text{ mmHg}$$

$$V_2 = ?$$

Observación: como la presión final es mayor que la inicial entonces el volumen final será menor dada la relación de presiones.

$$\begin{aligned} V_2 &= P_1 V_1 / P_2 \\ &= (725 \text{ mmHg}) (88,3 \text{ ml}) / (741 \text{ mmHg}) \\ &= 86,39 \text{ ml} \end{aligned}$$

# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

## LEY DE DIFUSIÓN DE GRAHAM DE BIBLIOTECAS

Un gas de alta densidad se difunde más lentamente que uno de menor densidad. *Las velocidades de difusión de dos gases son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de sus densidades.* Así es como se define la ley de Graham, enunciada en 1830 de la cual su expresión matemática es la siguiente:

$$v_1 / v_2 = \sqrt{d_2} / \sqrt{d_1}$$

Ec.7. De la Ley de Graham

Ejemplo 8. En condiciones normales, 1 lt. de oxígeno pesa casi 1,44 g mientras que 1 lt., de hidrógeno pesa solamente 0,09 g . ¿Cuál de los dos gases se difunde más rápidamente?

### DATOS

$$P_{O_2} = 1 \text{ atm} = P_{O_2}$$

$$T = 273,15 \text{ K}$$

$$d_{O_2} = 1,44 \text{ g/lit}$$

$$d_{H_2} = 0,09 \text{ g/lit}$$

$$v_{H_2} / v_{O_2} = ?$$

### FÓRMULA

Ley de Graham

$$v_{H_2} / v_{O_2} = \sqrt{d_{O_2}} / \sqrt{d_{H_2}}$$

### SOLUCIÓN

$$\begin{aligned} v_{H_2} / v_{O_2} &= \sqrt{d_{O_2}} / \sqrt{d_{H_2}} \\ &= \sqrt{1,44 \text{ g/lit}} / \sqrt{0,09 \text{ g/lit}} = 1,2 / 0,3 = 4,0 \end{aligned}$$

$v_{H_2} = v_{O_2} (4,0) = 4 v_{O_2}$  Es decir la velocidad del hidrógeno es mayor que la del oxígeno 4 veces.

Conforme a la teoría cinética, las moléculas de dos gases diferentes a la misma temperatura tienen la misma energía cinética promedio.

Gas 1      E.C. =  $\frac{1}{2} m_1 v_1^2$       donde  $m_1 v_1$  son la masa y velocidad del gas 1.

Gas 2      E.C. =  $\frac{1}{2} m_2 v_2^2$       donde  $m_2 v_2$  son la masa y velocidad del gas 2.

NOTA: la  $m_1$  y  $m_2$  son iguales a sus respectivas masas moleculares (MM)

La energía cinética 1 es igual a la energía cinética 2, por tanto:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$v_1 / v_2 = (m_2 / m_1)^{1/2}$  Esta ecuación se conoce como ley de Graham, en términos de masas moleculares.

Esto significa que: a la misma temperatura, mientras más grande sea una molécula de gas, menor será su velocidad. Por lo tanto, los gases más ligeros se difunden o mezclan más rápido que los más pesados.

Ejemplo 9 ¿Con cuánta mayor rapidez viaja un átomo de helio He, respecto a una molécula de oxígeno  $O_2$  a la misma temperatura?

Solución a la misma temperatura a  $T (C_1) = T (C_{O_2})$  por tanto

$$m_{\text{He}} = 4,0 \text{ uma}$$

$$m_{\text{O}_2} = 32,0 \text{ uma}$$

$$v_{\text{He}} / v_{\text{O}_2} = (m_2 / m_1)^{1/2} = (32,0/4,0)^{1/2}$$

$$= (8,0)^{1/2} = 2,83$$

$$v_{\text{He}} = 2,83 v_{\text{O}_2}$$

En promedio, los átomos de helio viajan 2,83 veces más rápido que las moléculas de oxígeno.

Contraejemplo. El dióxido de nitrógeno se difunde 1,73 veces que un gas desconocido ¿Cuál es la masa molecular del gas desconocido?

| DATOS  | FÓRMULA   |
|--|---|
| $v_{\text{NO}_2} = 1,73 v_X$   | Ley de Graham   |
| $MM_{\text{NO}_2} = 14 \text{ g} + 2(16 \text{ g}) = 46 \text{ g/mol}$ | $v_{\text{NO}_2} / v_X = \sqrt{MM_X} / \sqrt{MM_{\text{NO}_2}}$ |
| $MM_X = ?$   |   |

### SOLUCIÓN

Despejando  $MM_X$  de la ecuación de Graham respecto a los pesos moleculares y la  $v_{\text{NO}_2} / v_X = 1,73$

$$\sqrt{MM_X} = \sqrt{MM_{\text{NO}_2}} (v_{\text{NO}_2} / v_X) \quad \text{elevando al cuadrado, nos queda}$$

$$MM_X = MM_{\text{NO}_2} (v_{\text{NO}_2} / v_X)^2$$

$$= 46 \text{ g/mol} (1,73)^2 = 46 \text{ g/mol} (2,99)$$

$$= 137,54 \text{ g/mol}$$

### CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS GASES REALES

En la discusión de las leyes de los gases no se han indicado que estas leyes no rigen en la misma forma para todos los gases y que no son absolutamente exactas. En realidad, las leyes de los gases sólo son exactas cuando se aplican a un gas ideal. Las moléculas de un gas ideal no tienen atracción mutua ni ocupan espacio en el recipiente en el que están confinadas (situación imposible). Sin embargo, los gases reales no se comportan de manera ideal; esto es sus moléculas se atraen mutuamente y ocupan un cierto espacio. En condiciones especiales de altas presiones y/o bajas temperaturas, los gases se comportan en forma poco ideal debido a:

1. A medida que su presión aumenta, las moléculas quedan más cercanas unas de otras, aumentando así la efectividad de sus

fuerzas de atracción y aumentando también la proporción del volumen ocupado por las propias moléculas.

2. A medida que su temperatura disminuye, las moléculas poseen menor energía cinética, aumentando así la efectividad de las fuerzas de atracción.

El grado de desviación del comportamiento del gas ideal depende también del propio gas. Los gases que como el oxígeno, hidrógeno, el helio y el nitrógeno, están formados por moléculas que no se atraen fuertemente, se comportan más idealmente a temperatura y presión comunes que los gases cuyas moléculas se atraen más fuertemente. Por ejemplo, una mol de gas ideal a 0°C y 760 mmHg tiene un volumen de 22,4 litros. Los volúmenes reales por mol de los tres gases más comunes son:

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Hidrógeno          | 22,43 lt  |
| Oxígeno            | 22,393 lt |
| Dióxido de carbono | 22,263 lt |

Estas desviaciones provocan errores en los cálculos de pesos moleculares, cualquiera que sea el método de los comúnmente usados. Además el grado de desviación entre el volumen ideal y real es una medida del comportamiento del gas con respecto al ideal. Mientras más ideal sea un gas, más aproximado será su comportamiento con respecto a las leyes de los gases que hemos estudiado.

### FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (Z)

Cuando se conoce se emplea sin dificultad en los cálculos de los gases, por ejemplo, supongamos que se desea conocer el volumen de 10 moles de metano a una presión de 100 atmósferas 0°C. Bajo estas condiciones  $Z = 0,783$  y de aquí, según la ecuación siguiente:

$$P V = znRT$$

Ecuación de gas ideal con el factor de compresibilidad Z

$$\begin{aligned} V &= znRT / P \\ &= (0,783) (10) (0,08205) (273,15) / (100) \\ &= 1,7548 \text{ litros} \end{aligned}$$

El volumen observado experimentalmente es de 1,756 lit. Supongamos de nuevo, que cierta cantidad de metano ocupa un volumen de 0,138 litros bajo una presión de 300 atmosferas y 200 C y deseamos conocer



su volumen a 600 atm y 0°C. Los valores de  $z$  en las condiciones iniciales y finales del problema son:  $z_2 = 1,067$  y  $z_1 = 1,367$ ; además se cuenta con las siguientes relaciones:

$$P_1 V_1 = z_1 n R T_1 \quad \text{y} \quad P_2 V_2 = z_2 n R T_2$$

A temperaturas bajas y altas respectivamente, por lo tanto:

$$\begin{aligned} P_1 V_1 / P_2 V_2 &= z_1 n R T_1 / z_2 n R T_2 \\ &= z_1 T_1 / z_2 T_2 \end{aligned}$$

en donde por sustitución de valores obtenemos que

$$\begin{aligned} V_1 &= (z_1 T_1 / z_2 T_2) (P_2 V_2 / P_1) \\ &= (1,367 \times 273,15 / 1,067 \times 473,15) (300 \times 0,138 / 600) \\ &= 0,051 \text{ litros} \end{aligned}$$

## ECUACIÓN DE ESTADO DE VAN DER WAALS

Debido a la desviación de los gases reales de la ley ideal, se han hecho muchos intentos de establecer ecuaciones de estado que reproduzcan las relaciones P-V-T de una manera más satisfactoria. De ellas, es la de Van der Waals una de las primeras y más conocida. Esta ecuación difiere de la ley de los gases ideales, en que da cuenta tanto del volumen ocupado por las propias moléculas, como de las fuerzas atractivas existentes entre ellas mismas. Para efectuar la corrección debida a estos factores, supongamos que  $b$  es el volumen efectivo de las moléculas de 1 mol de gas y  $V$  el total correspondiente a  $n$  moles. En este volumen total, el que ocupan las moléculas mismas será  $nb$  y el disponible para la compresión es entonces  $(V-nb)$ . Como este último es "el espacio libre" debemos remplazarlo en la ecuación de los gases ideales. Podemos anticipar que  $b$  es característico y diferente de unos gases a otros.

El segundo factor a considerar, es el correspondiente a las fuerzas atractivas que actúan entre las moléculas. Consideremos la pared de un recipiente sometida al bombardeo de las moléculas de gas. Si no existiera interacción en ellas, chocarían con las paredes con toda la fuerza debida a su movimiento libre, pero en nuestro caso, ese movimiento se ve frenado y su presión reducida por  $P'$ , resultará así menor a la ideal  $P_i$ ,

$$P = P_i - P'$$

Como en la expresión  $P_i V = nRT$ , donde  $P_i$ , es la presión ideal, podemos remplazarla por el valor obtenido en la relación anterior, con lo cual resulta, la expresión matemática de Van der Waals.

$$(P + P') (V - nb) = nRT \quad \text{Ec. 9.}$$

Él estableció que los valores de los factores de corrección  $P'$  para  $n$  moles de gas presente en el volumen  $V$  está dado por

$$P' = n^2 a / V^2$$

Donde  $a$  es una constante característica para cada gas e independiente de la presión y temperatura, y constituye una medida de las fuerzas intermoleculares. Si remplazamos esta expresión de  $P'$  en la ecuación de Van der Waals, nos queda de la manera siguiente:

$$(P + n^2 a / V^2) (V - nb) = nRT \quad \text{Ec. 10.}$$

que es la forma de la ecuación de Van der Waals más conocida.

En la aplicación de esta ecuación debemos elegir con cuidado las unidades apropiadas de  $a$  y  $b$ . Como  $n^2 a / V^2$  representa una presión, las unidades de  $a$  serán presión (volumen)<sup>2</sup> / (mol)<sup>2</sup>, es decir, atm-litro<sup>2</sup> mol<sup>-2</sup>. En cualquier caso, las unidades de  $P$  y  $V$  y las de la constante deben ser iguales, y esto es válido también para  $R$ .

**Ejemplo 10.** Supongamos que se desea calcular mediante la ecuación de Van der Waals la presión a la que se encuentran dos moles de amoníaco que ocupan un volumen de cinco litros a 27°C. Para el amoníaco  $a = 4,17$  atm-litro<sup>2</sup> mol<sup>-2</sup>, mientras que  $b = 0,0371$  litros /mol. De aquí:

#### DATOS

$n = 2$  moles  
 $V = 5$  litros  
 $T = 300,15$  K  
 $a = 4,17$  atm-litro<sup>2</sup> mol<sup>-2</sup>  
 $b = 0,0371$  litros /mol

#### FÓRMULA

Ecuación de Van der Waals

$$(P + n^2 a / V^2) (V - nb) = nRT$$

## SOLUCIÓN

La ecuación de Van der Waals, despejada para la presión

$$P = (nRT / V - nb) - (n^2 a / V^2) \\ = 2(0,0821) (300,15) / 5 - 2(0.0371) - (2^2 \times 4,17) / 5^2 = 9,3382 \text{ atm}$$

La presión correspondiente calculada por la ley de los gases ideales es 9,86 atm.

En condiciones extremas, tales como en las temperaturas próximas a la crítica y presiones muy elevadas, sus predicciones distan mucho de los valores experimentales observados. Resulta muy dudoso si es justificable considerar  $a$  y  $b$  constantes. Si se desea que satisfagan los datos experimentales fielmente, es necesario elegir diferentes valores de  $a$  y  $b$  para distintos intervalos de la temperatura y presión.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## GLOSARIO

**Adiabático:** Proceso que ocurre sin intercambiar energía (calor) co el ambiente.

**Alcohol:** Compuesto orgánico que tiene un grupo hidroxilo (-OH), como sustituyente que reemplaza a un átomo de hidrógeno en un hidrocarburo.

**Análisis dimensional:** También llamado método factorial, estrategia para resolver problemas donde la cantidad conocida y las unidades se multiplican por uno o más factores d conversión para obtener una respuesta con las unidades deseadas.

**Anión:** Átomo con carga eléctrica (ion) negativa.

**Atmósfera:** (unidad de presión), presión ejercida por la capa de aire que circunda la Tierra, aquella que a nivel del mar soporta una columna de mercurio de 76 cm.

**Átomo:** Partícula más pequeña que conserva las propiedades del elemento.

**Barómetro:** Dispositivo que se emplea para medir la presión atmosférica, inventado por el físico italiano Torricelli.

**Calor:** Forma de energía que se transfiere entre muestras de materia debido a diferencias en sus componentes.

**Caloría:** Unidad métrica de energía. Una caloría eleva la temperatura a 1g de agua en 1 °C. 1 cal = 4.184 joules.

**Cambio físico:** Cambio donde no se afecta la composición de la sustancia.

**Cambio químico:** Cambio donde sí se afecta la composición de la sustancia.

**Catión:** Átomo con carga eléctrica (ion) positiva.

**Cero absoluto:** Temperatura más baja posible: 0K = -273.15 °C

**Cifras significativas:** Todos los dígitos ciertos de una medición más un dígito adicional redondeado o estimado (llamado dígito incierto).

**Composición porcentual:** relación aritmética de masa, peso, volumen o de moles, multiplicado por cien.

**Compuesto:** Sustancia pura formada por dos o más elementos que se combinan químicamente unos con otros en proporciones fijas.

**Concentración:** Medida de la cantidad de soluto disuelto en un volumen especificado de solución.

**Condensación:** La conversión de un vapor en un líquido, por enfriamiento.

**Condensar:** Tránsito del estado gaseoso al estado líquido.

**Condiciones estándar:** También llamadas condiciones normales, condiciones donde la temperatura es 0°C, y la presión de 1 atm.

**Constante Universal de los Gases R:** La constante, R de la ecuación  $PV = nRT$  cuyo valor es: 8,31 dm<sup>3</sup>-KPa / K-mol.

**Densidad:** relación matemática entre la masa de del objeto y su volumen.

**Densidad relativa:** valor que se obtiene de dividir la densidad de una sustancia entre la densidad del agua, en las mismas condiciones, es adimensional.

**Difusión:** Mezclado espontáneo de gases a presión constante.

**Disolvente:** Componente de una solución cuyo estado físico se conserva, parte de la solución que esta en mayor proporción.

**Ecuación de Einstein:**  $E=mc^2$ , relaciona la energía con la masa.

**Elemento:** Sustancia que no se descompone en sustancias más simples por métodos químicos y físicos, sustancia pura de un solo tipo de átomos.

**Energía:** Capacidad para realizar un trabajo.

**Energía Cinética:** Energía que los objetos y moléculas poseen en virtud de su movimiento; E.C. =  $\frac{1}{2} mv^2$

**Energía potencial:** Energía almacenada que posee un objeto en virtud de su posición o composición química.

**Enlaces químicos:** Fuerzas de atracción que mantienen unidos a los átomos o iones en un compuesto químico.

**Equilibrio dinámico:** Estado de balance dinámico en el que las velocidades del proceso directo y el inverso son iguales.

**Equilibrio químico:** Sistema dinámico en el que las concentraciones de reactivos y productos permanecen constantes, y donde la velocidad de la reacción directa es igual a la velocidad de la reacción inversa.

**Escala Celsius** Escala de temperatura en la que el agua se congela a 0°C, y hierve a 100°C, a presión estándar (1 atm).

**Escala Fahrenheit:** Escala de temperatura en la que el agua se congela a 32 F y hierve a 212°F, a presión estándar de 1 atm.

**Escala Kelvin** Escala de temperatura, donde la temperatura se expresa en Kelvin (K) Donde la temperatura más baja posible es el cero absoluto (-273,15°C), se define como  $K = °C + 273,15$ .

- Estados de materia:** Llamados también estados físicos, son: sólido, líquido, gaseoso y plasma.
- Estequiometría:** Cálculos que se ocupan de las cantidades de materiales y de los cambios de energía que intervienen en las reacciones químicas.
- Evaporación:** Conversión de un líquido volátil en un gas (vapor).
- Exactitud:** Que tan cerca concuerdan las mediciones experimentales con el valor verdadero.
- Experimento:** Investigación controlada que se utiliza para ensayar u obtener hechos, para poner a prueba o establecer una hipótesis, o para ilustrar una ley científica conocida.
- Factor de conversión:** Fracción con un conjunto de unidades, que se emplea en la resolución de problemas para convertir una cantidad con las unidades dadas a una cantidad con las unidades deseadas.
- Fluorecer:** Emitir luz visible al ser bombardeado por radiación UV a otras formas de radiación de alta energía.
- Fórmula molecular:** Fórmula química que indica el número real de átomos de cada clase presentes en una molécula de la sustancia.
- Fórmula química:** Forma simbólica de representar la composición de una sustancia empleando símbolos de los elementos y subíndices para representar el número apropiado de átomos de cada clase.
- Frecuencia de colisión:** Número de colisiones de partículas por unidad de tiempo.
- Fuerzas de dispersión de London:** Fuerzas débiles de atracción entre moléculas que se deben a desplazamientos de electrones dentro d moléculas no polares, y que dan como resultado dipolos temporales.
- Fuerzas de Van der Waals:** Fuerzas intermoleculares de atracción, es decir, entre moléculas vecinas.
- Fuerzas intramoleculares:** Fuerzas que mantienen unidos a los átomos dentro de una molécula en virtud del enlace químico.
- 
- Gas:** Estado de la materia en la que ésta carece de forma propia y volumen definido.
- Gas ideal:** Gas que obedece las leyes de los gases de manera exacta en cualquier condición.
- Gas real:** Gas que no obedece con exactitud las leyes de los gases.
- Gas noble:** Elementos químicos, situados a la derecha de la tabla periódica, (helio, neón, argón, criptón, xenón).
- Gramo:** Unidad métrica de masa igual a 0,001Kg.

**Hielo:** Agua en estado sólido (debajo de su punto de fusión).

**Hipótesis:** Explicación tentativa o suposición razonable de los hechos o de una ley.

**Hipótesis de Avogadro:** Volúmenes iguales de gases a la misma temperatura y presión contienen números iguales de moléculas, el volumen de un gas es directamente proporcional al número de moléculas del gas a presión y temperatura constantes.

**Insoluble:** Que no es soluble, substancia que no se disuelve en ninguna medida, que se puede detectar con facilidad.

**Ion:** Partícula con carga eléctrica, se forma cuando un átomo o un grupo de átomos ganan o pierden electrones.

**Joule:** Unidad del sistema internacional base de energía calorífica. 1 caloría = 4,184 joules.

**Ley (natural o científica):** Afirmación o enunciado que resume datos experimentales acerca de la naturaleza, cuyo comportamiento es congruente y no presenta excepciones conocidas.

**Ley combinada de los gases:** Relación matemática donde intervienen las presiones, volúmenes, y temperaturas Kelvin a dos conjuntos diferentes de condiciones.

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$$

**Ley de Boyle:** El volumen  $V$ , que ocupa una muestra de gas es inversamente proporcional a su presión, a temperatura constante.  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

**Ley de Charles:** El volumen  $V$ , que ocupa una muestra gaseosa es directamente proporcional a su temperatura Kelvin o absoluta  $T$ , a presión constante.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$

**Ley de Dalton de las presiones parciales:** La presión total que ejerce una muestra gaseosa es igual a la suma de las presiones parciales que ejercen los gases individuales.

**Ley de Gay-Lussac:** Una muestra de gas a volumen constante, la presión varía directamente proporcional a su temperatura Kelvin.

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$

**Ley de la conservación de la energía:** También llamada primera ley de la termodinámica. En todo proceso físico o químico la energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma.

**Ley de la conservación de la masa:** La masa no se crea ni se destruye en una reacción química.

**Ley de los volúmenes de combinación:** Ver Hipótesis de Avogadro.

**Ley de gas ideal:** La presión de un gas es directamente proporcional a la cantidad de sustancia (número de moles) y a su temperatura Kelvin, e inversamente proporcional al volumen.

$$PV = nRT$$

**Litro:** Unidad métrica (del sistema internacional) de volumen que es igual a  $1\ 000\ \text{cm}^3 = 1,057\ \text{qt}$ .

**Masa:** Medida de la cantidad de materia que hay en un objeto.

**Masa molar o molecular (MM) :** Masa en gramos de un mol de cualquier sustancia (átomos, moléculas, electrones, protones, iones, unidades fórmula, etc.), es la suma de la masa atómica de todos los átomos representados en las fórmulas y expresados en gramos.

**Materia:** Aquello que tiene masa, volumen, forma y que por tanto ocupa un espacio.

**Método científico:** Proceso que consiste en seguir procedimientos específicos para resolver problemas o llevar a cabo investigaciones científicas conforme a un plan. Implica realizar observaciones y ensayos para desarrollar leyes, hipótesis y teorías.

**Metro:** Unidad métrica de longitud (del SI).

**Mezcla:** Material formado por dos o más sustancias que pueden hallarse en proporciones variables, que no se combinan químicamente, entre sí.

**Miscibles:** Los líquidos susceptibles de disolverse uno en el otro formando una solución.

**Mol:** Cantidad de una sustancia cuya masa en gramos es numéricamente igual al peso fórmula de sustancia (y que tiene tantas unidades fórmulas como átomos hay en exactamente 12 g del isótopo del carbono). Un mol puede representar  $6,022 \times 10^{23}$  átomos, moléculas, unidades fórmula o iones.

**Molécula:** Agrupamiento eléctricamente neutro de dos o más átomos unidos químicamente por enlaces covalente, que se comporta como una partícula individual con carga eléctrica neutra.

**Notación científica:** forma de notación exponencial en la que un número se expresa como un decimal entre 1 y 10 multiplicado por 10 elevado a la potencia apropiada.



**Número atómico:** El número de protones que hay en el núcleo de un átomo.

**Número de Avogadro:** Número de partículas (átomos, iones o moléculas) que hay en un mol de las partículas que se cuentan, es decir,  $6,022 \times 10^{23}$

**Número de masa:** Número total de protones y neutrones que tiene un átomo.

**Partícula subatómica:** Cualquiera de las 100 partículas más pequeñas que un átomo, las tres partículas subatómicas principales son: electrones, protones y neutrones.

**Peso atómico:** Ver masa atómica promedio.

**Peso fórmula:** suma de las masas atómicas de todos los átomos de una unidad de fórmula de una sustancia (molecular o iónica), expresada en *uma*.

**Peso molecular (PM):** Suma de las masas de todos los átomos de una molécula de un compuesto en particular.

**Plasma:** Estado de alta energía de la materia, similar a un gas pero compuesto de electrones y núcleos aislados en vez de átomos y moléculas enteros y discretos.

**Porcentaje en masa:** Masa de un soluto dividido entre la masa total de solución multiplicado por 100.

**Porcentaje en peso:** Es la cantidad en gramos que hay de una sustancia en particular en 100 gramos de la muestra.

**Porcentaje en volumen:** El volumen de soluto dividido entre el volumen total de solución, multiplicado por cien.

**Precisión:** Grado de concordancia de mediciones repetidas de una cantidad. Se dice que las mediciones que concuerdan estrechamente tienen buena comunicación.

**Presión atmosférica:** La fuerza por unidad de área que se ejerce sobre todos los objetos que se hallan sobre la tierra, como resultado de la atracción de la misma, por la capa de aire que rodea el planeta.

**Presión de vapor:** Presión parcial que ejerce un vapor sobre un líquido, cuando el vapor esta en equilibrio en el líquido.

**Presión estándar:** Presión de una atmósfera, o 760 torr

**Presión osmótica:** La presión necesaria para impedir la ósmosis.

**Presión parcial:** Presión que ejerce de manera independiente un gas en particular presente en una mezcla de gases.

**Primera ley de la termodinámica** Ver Ley de la conservación de la energía

**Propiedades características** Propiedades físicas y químicas que es posible utilizar para identificar una sustancia y para distinguirlas de otras sustancias que dependen de la cantidad de la sustancia

**Propiedades coligativas:** Propiedades de las soluciones que dependen del número de partículas de soluto presentes, y no de la identidad de las partículas. Ejemplos: elevación del punto de ebullición, *ebulloscopia*, disminución del punto de congelación, *crioscopia*.

**Propiedades extensivas:** Propiedades que se relacionan con la cantidad de un material presente en una muestra, y que incluyen la masa, el volumen y la longitud.

**Propiedades físicas:** Propiedades características de una sustancia que la identifican sin producir un cambio en su composición. Las propiedades físicas por ej. Color, olor. No dependen de la cantidad de la sustancia.

**Propiedades intensivas:** Propiedades físicas y químicas características (que no dependen del tamaño de la muestra) que se emplean para identificar una sustancia.

**Propiedades químicas:** Propiedades características de una sustancia que se relacionan con los cambios de composición de una sustancia o con la manera de como interactúa con otras sustancias. Ejemplos: tendencia a explotar, a arder o a corroerse.

**Punto de congelación:** Temperatura a la que una sustancia cambia de líquida a sólida; la temperatura a la que el líquido y el sólido se hallan en equilibrio dinámico.

**Punto de ebullición:** Temperatura a la que la presión de vapor de un líquido es igual a la presión total que se ejerce sobre el líquido.

---

**Química:** Rama de la ciencia que se ocupa de las características y la composición de todos los materiales, y de las reacciones que éstos pueden sufrir.

**Rendimiento porcentual:** Relación de la masa del rendimiento real dividida entre la masa del rendimiento teórico, multiplicada por 100.

**Rendimiento real:** Cantidad de producto (por lo común en gramos) que se obtiene efectivamente de una reacción en particular.

**Rendimiento teórico:** Cantidad máxima de una sustancia que se puede producir por la reacción completa de todo el reactivo limitante, de acuerdo con la ecuación química.

**Sistema métrico:** Sistema decimal de pesos y medidas que se basa en el metro, el litro y el kilogramo.

**Solubilidad:** Una medida de cuánto soluto se disuelve en una cierta cantidad de disolvente.

**Sublimación:** Proceso que ocurre cuando una sustancia se transforma de manera directa de sólido a vapor (gas), sin pasar por el estado líquido.

**Sustancia pura:** Sustancia química individual (un elemento o un compuesto) compuesta del mismo tipo de materia con la misma clase de partículas en todas sus partes.

**Sustancia soluble:** Sustancia que se disuelve en una medida apreciable.

**Temperatura:** Medida de lo frío o caliente de la materia, expresada por lo común en grados Fahrenheit, grados Celsius y Kelvins.

**Teoría:** Hipótesis que ha resistido una serie extensa de ensayos.

**Teoría cinética molecular (TCM):** Modelo que describe el comportamiento de los gases ideales en términos e partículas diminutas que se hallan en continuo movimiento al azar.

**Temperatura y presiones normales (TPN):** Temperatura de 273,15K o 0°C, y una presión de 1 atmósfera (760 torr).

**Trabajo (W):** Tipo de energía mecánica, que es igual al producto de la fuerza por la distancia.

**Unidad de fórmula:** Grupo específico de átomos o iones que representan y expresan en la fórmula química.

**Unidad de masa atómica (uma):** Unidad que sirve para expresar las masas relativas de los átomos, una uma, equivale a un doceavo de la masa de un átomo de carbono-12.

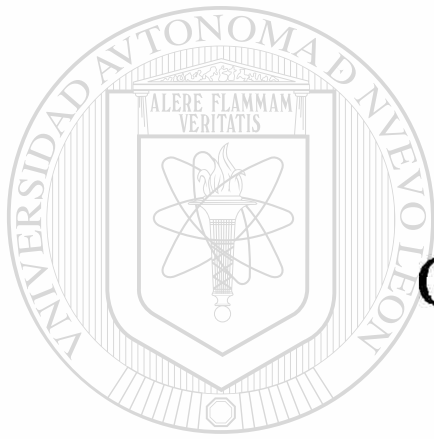
**Vapor:** Agua en estado gaseoso invisible a temperatura elevada.

**Vapor sobrecalentado:** Vapor de agua calentado por encima de su punto de ebullición.

**Vaporización:** Proceso por el cual las moléculas de un líquido volátil se desprenden o se escapan y pasan a la fase gaseosa (de vapor).

**Volumen molar:** Es el volumen ocupado por una mol de gas, que es de 22,4 L/mol a presión y temperatura estandar

# A N E X O    B



## C Á L C U L O

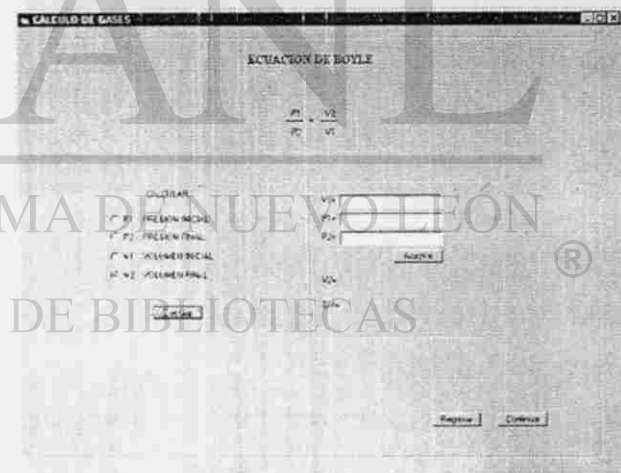
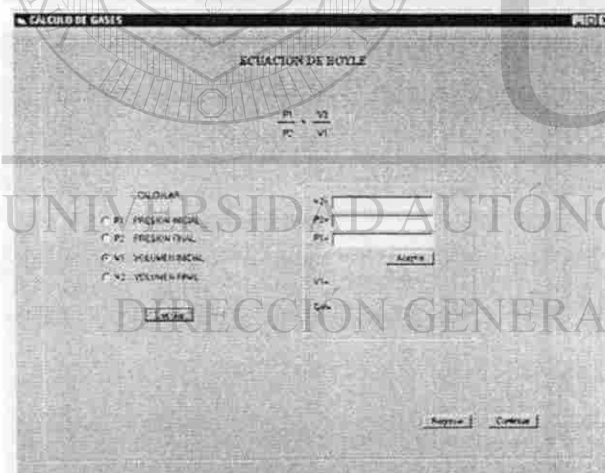
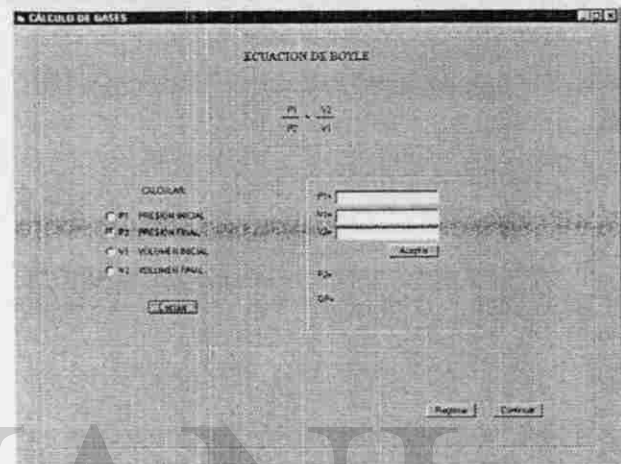
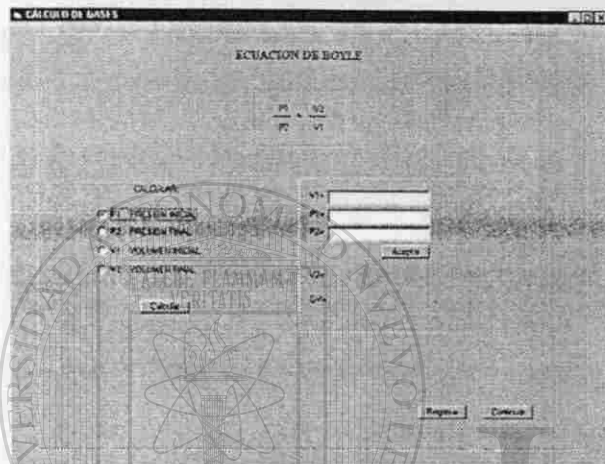
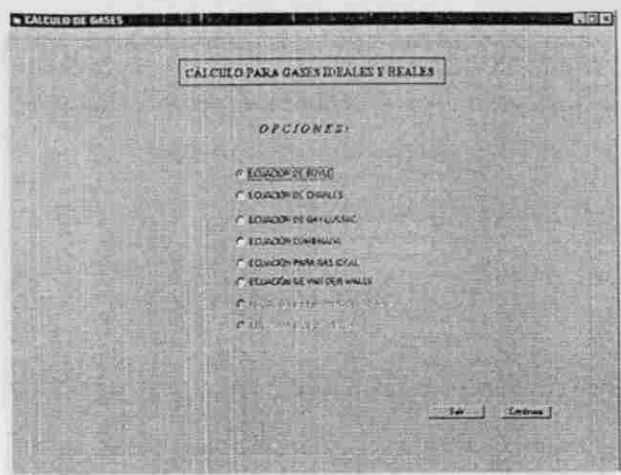
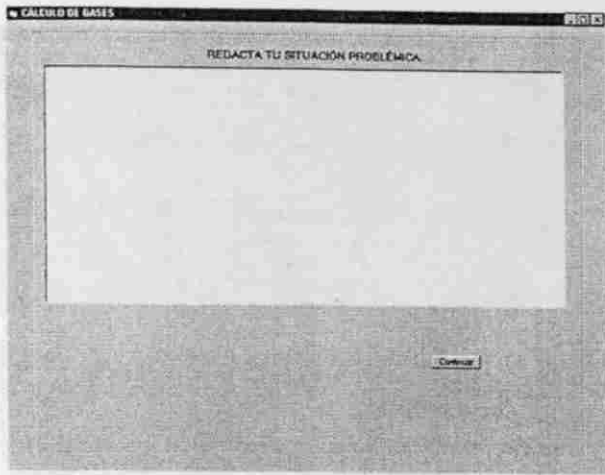
UANL

---

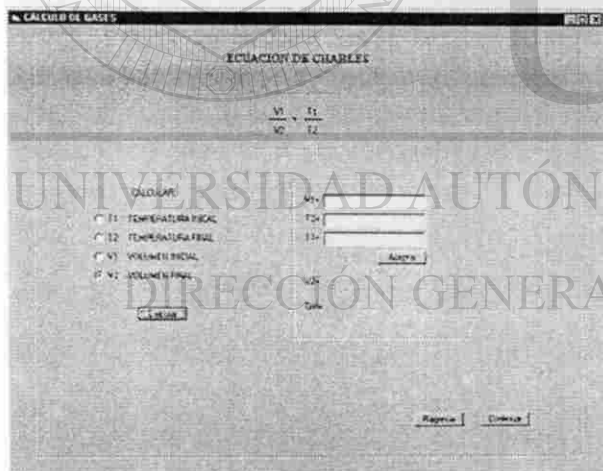
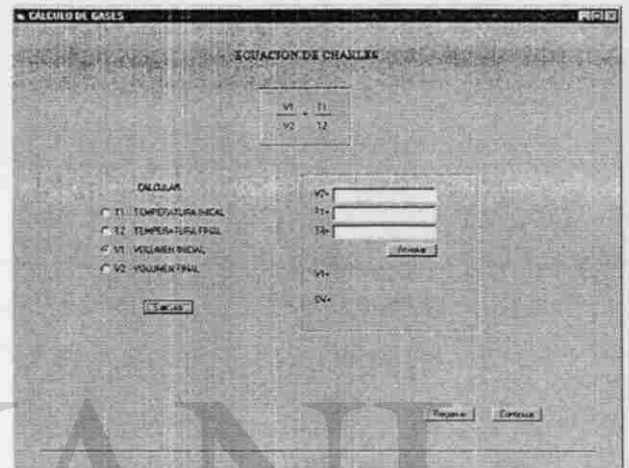
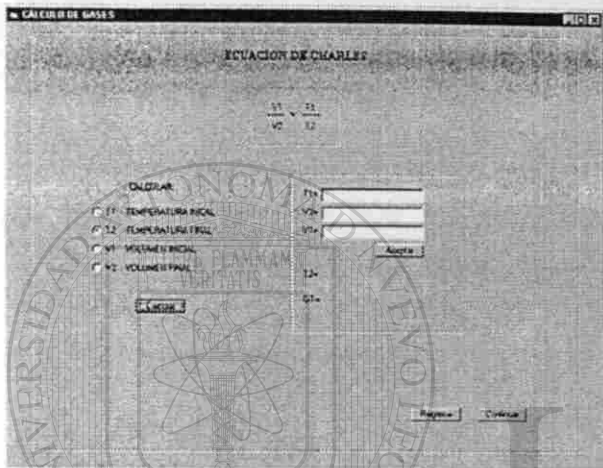
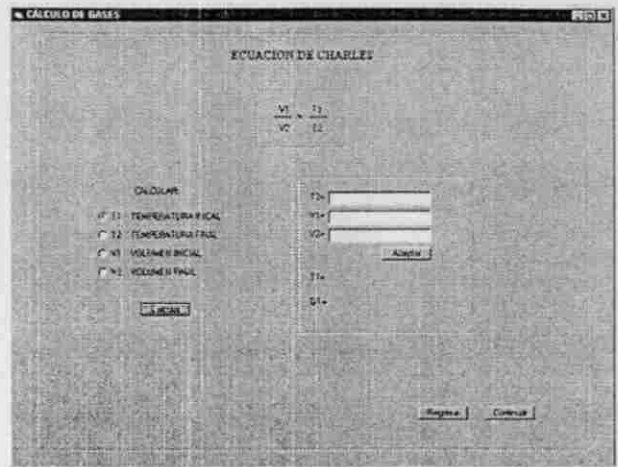
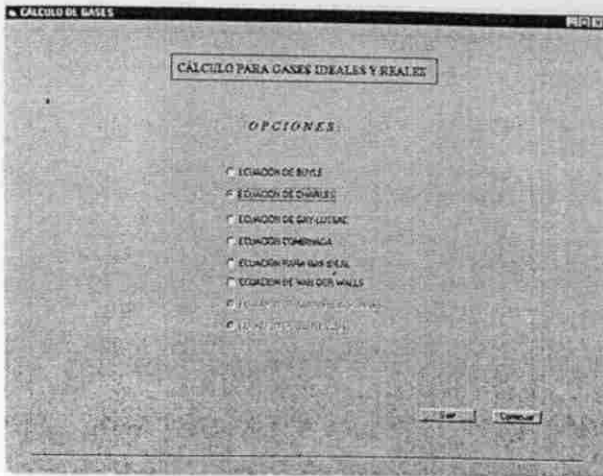
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



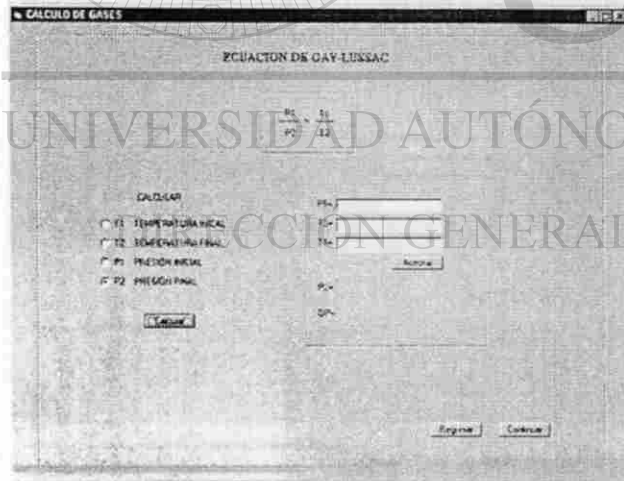
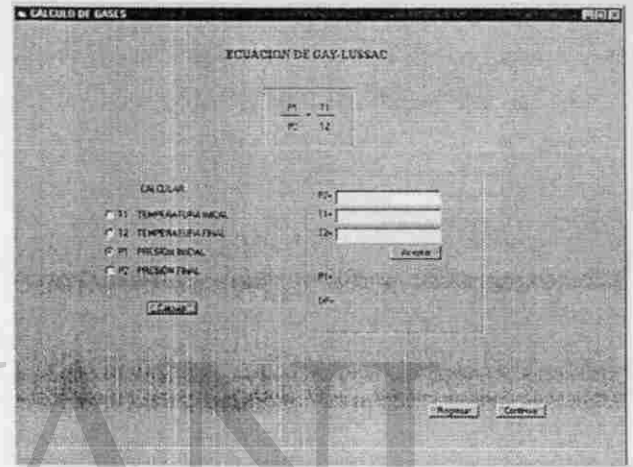
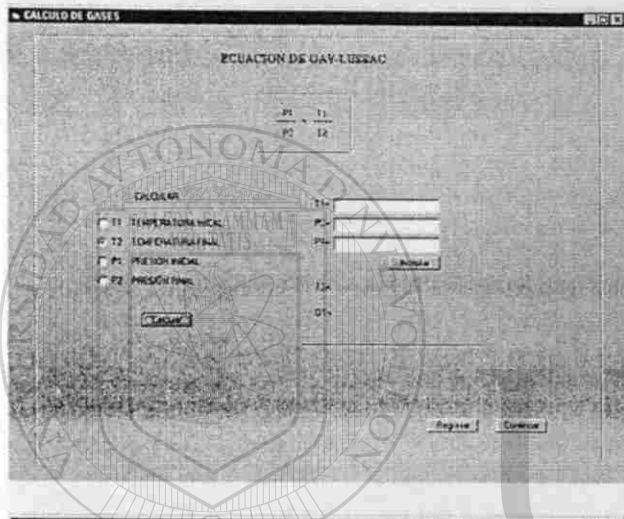
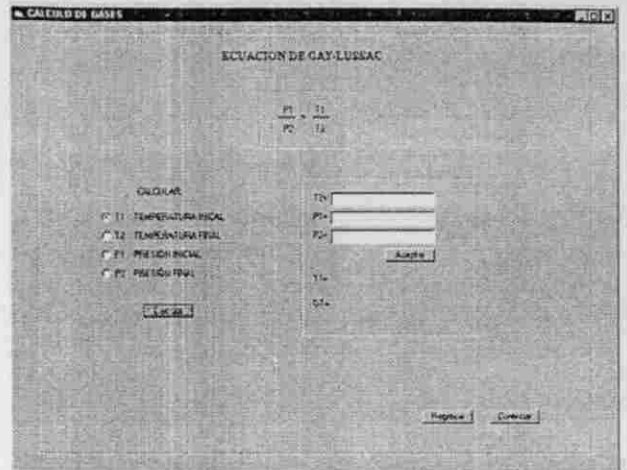
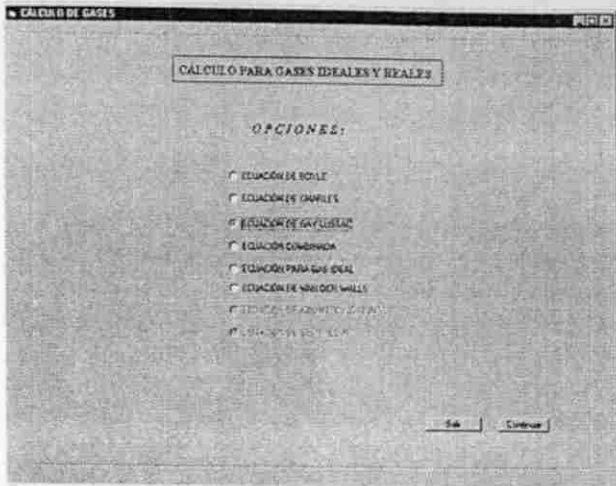
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
SECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

CALCULO DE GASES

CALCULO PARA GASES IDEALES Y REALES

OPCIONES:

- ECUACION DE BOYLE
- ECUACION DE CHARLES
- ECUACION DE GAY LUSAC
- ECUACION COMBINADA
- ECUACION PARA GASES REALES
- ECUACION DE VAN DER WAALS
- ECUACION DE PANDERS
- ECUACION DE BEHRMANN

Salir Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Regresar Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Regresar Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Regresar Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Regresar Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Regresar Continuar

CALCULO DE GASES

ECUACION COMBINADA DEL ESTADO GASEOSO

$P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 $T_1 \quad T_2$

CALCULAR:

- P1 PRESION INICIAL
- V1 VOLUMEN INICIAL
- T1 TEMPERATURA INICIAL
- P2 PRESION FINAL
- V2 VOLUMEN FINAL
- T2 TEMPERATURA FINAL

Calcular

P1=

V1=

T1=

P2=

V2=

T2=

Aceptar

P1=

V1=

T1=

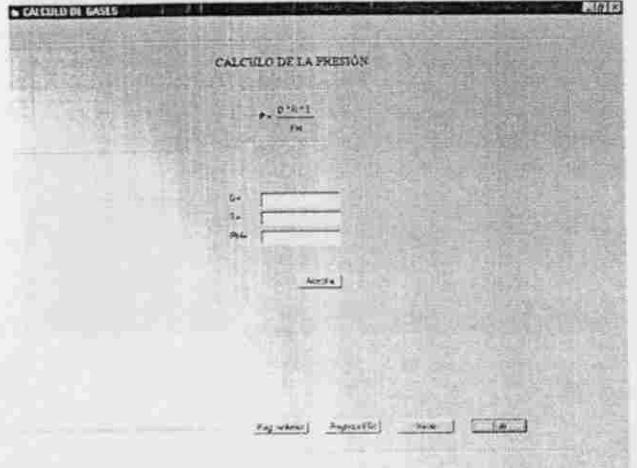
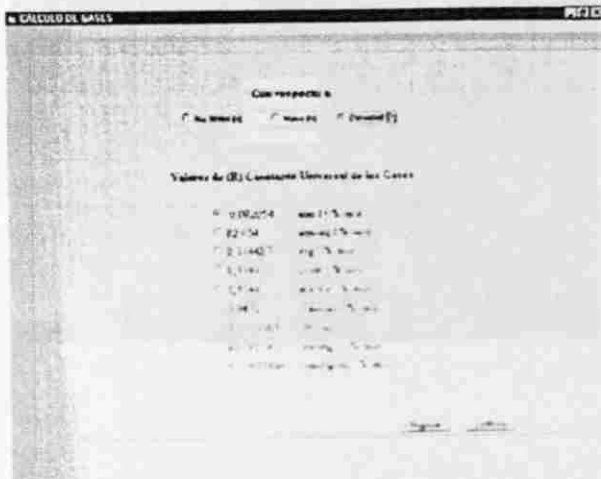
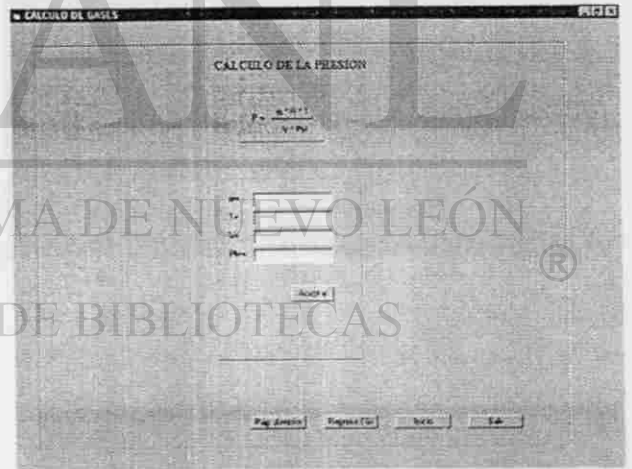
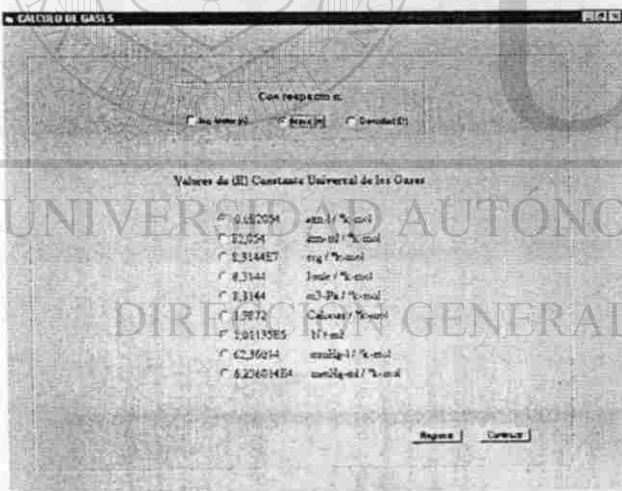
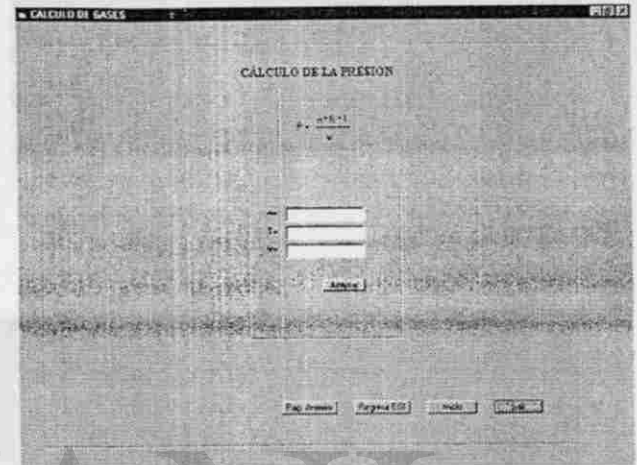
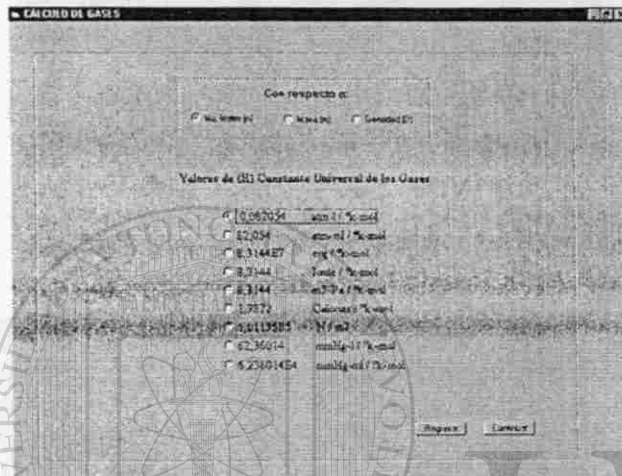
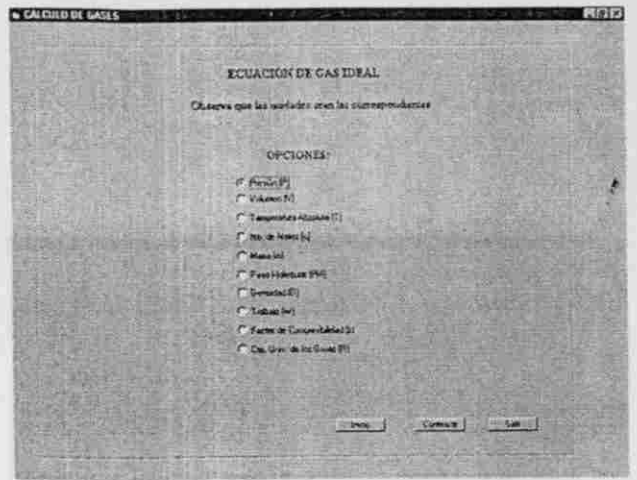
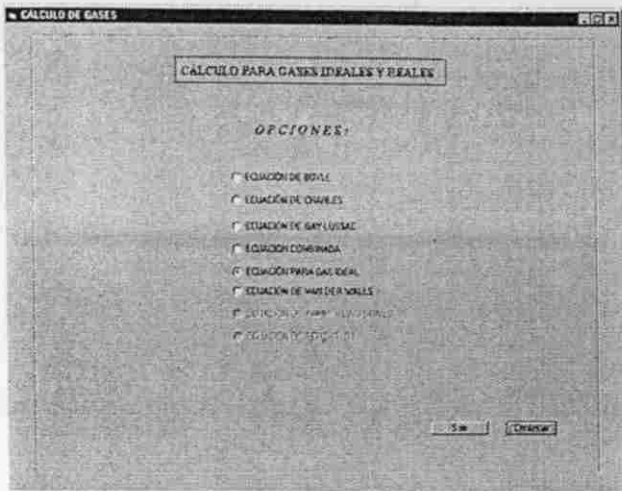
P2=

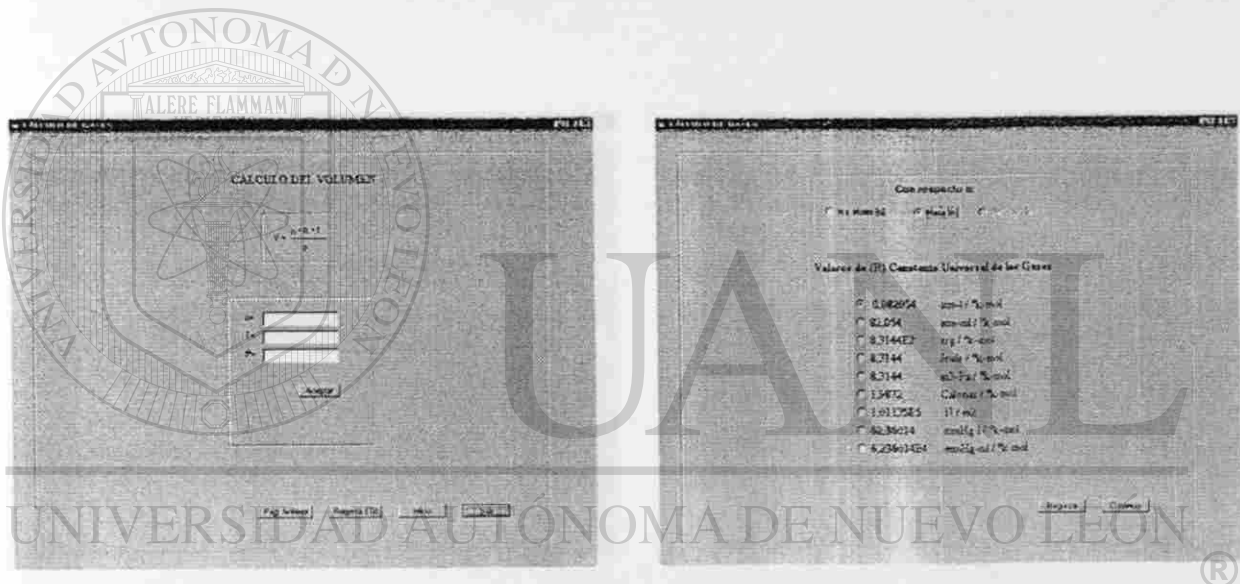
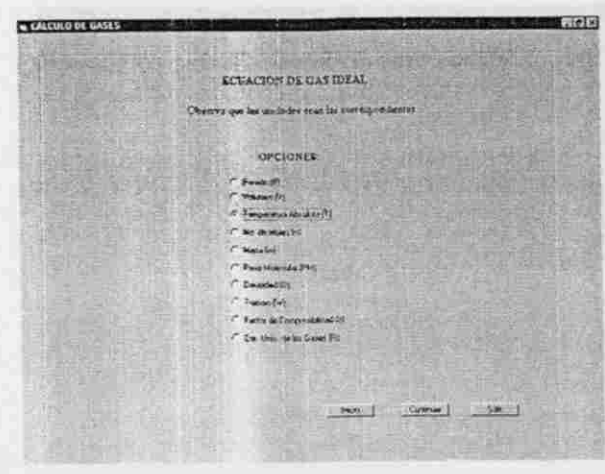
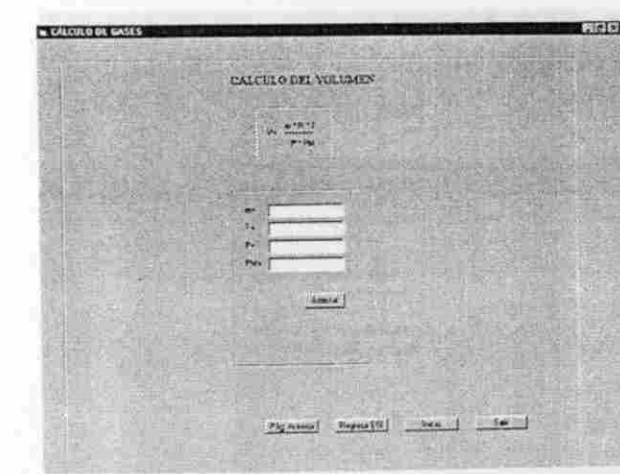
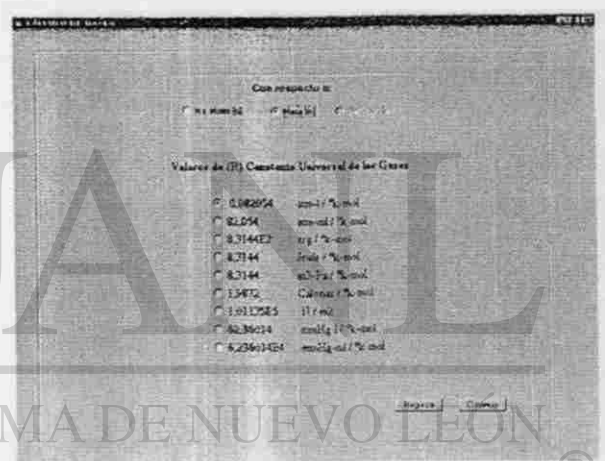
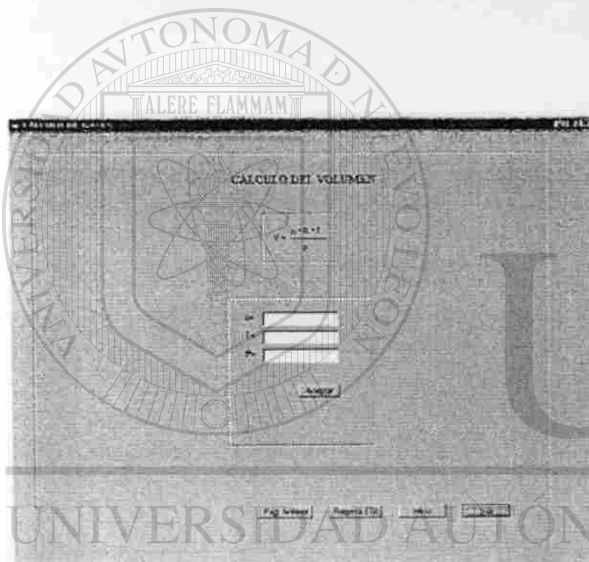
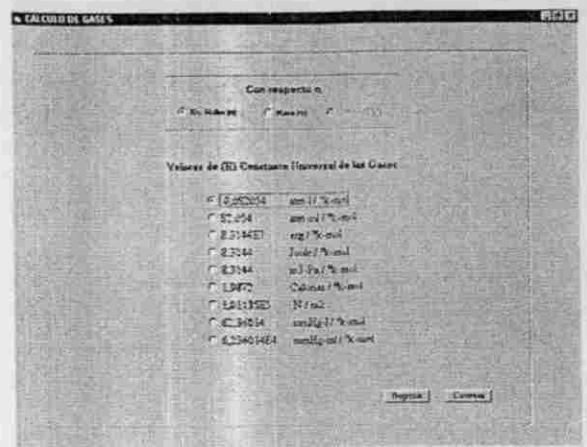
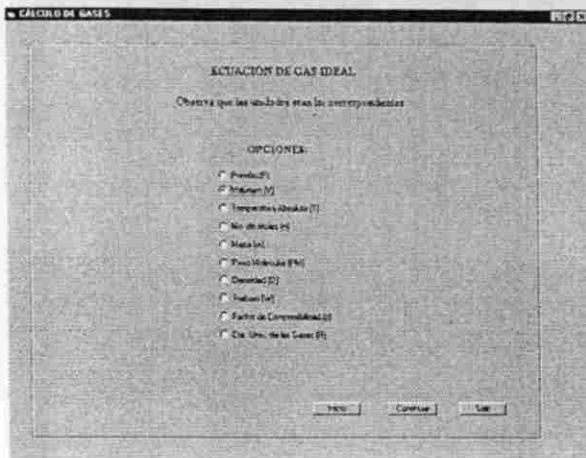
V2=

T2=

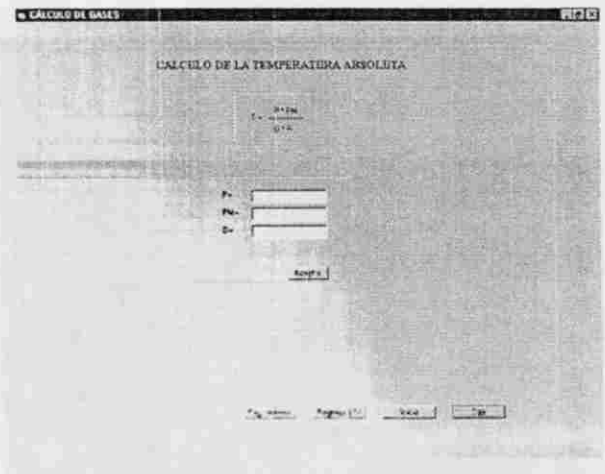
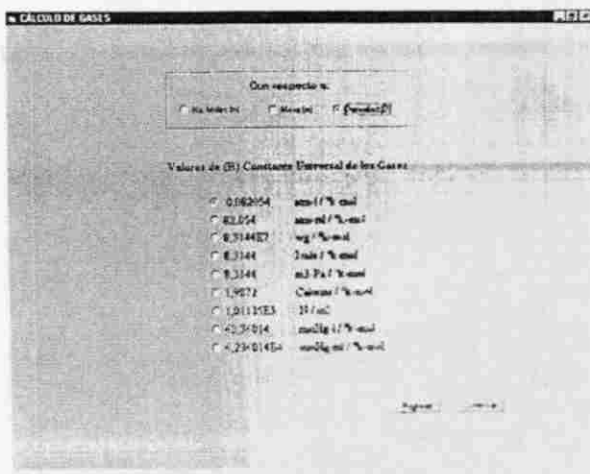
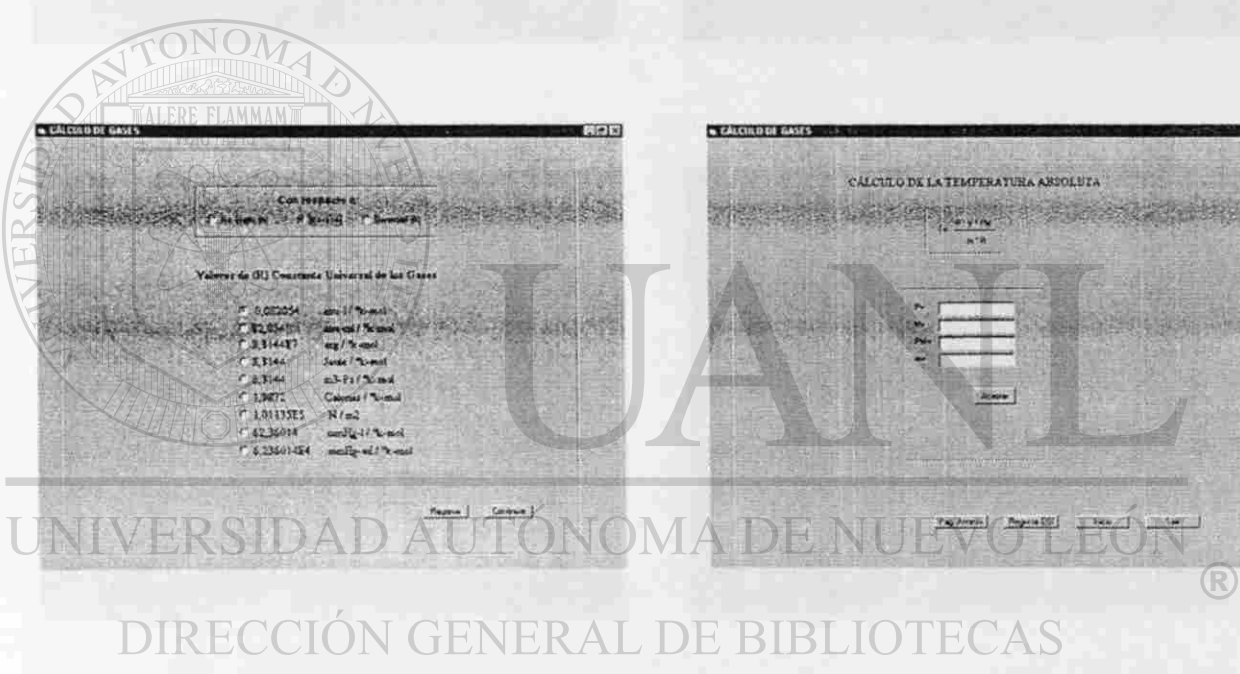
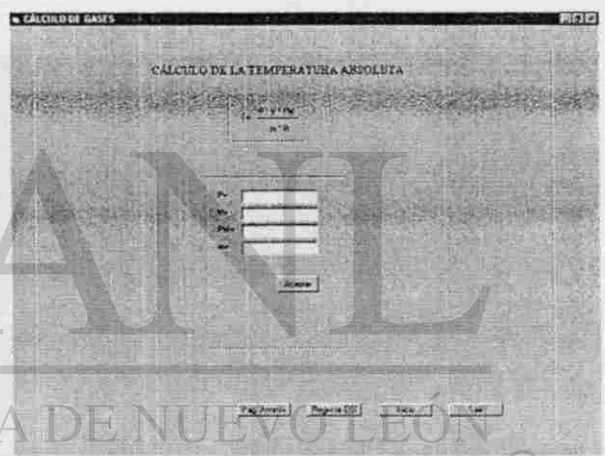
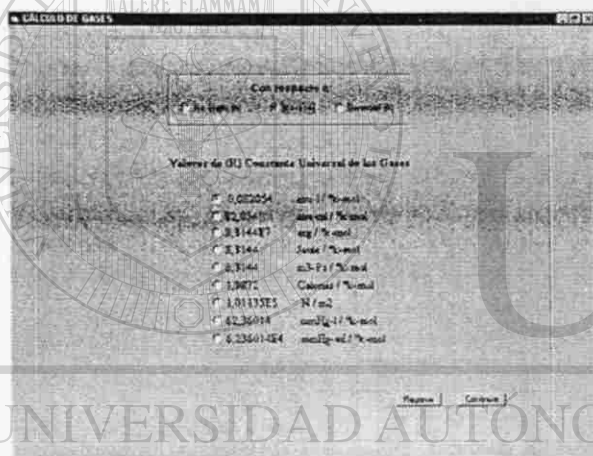
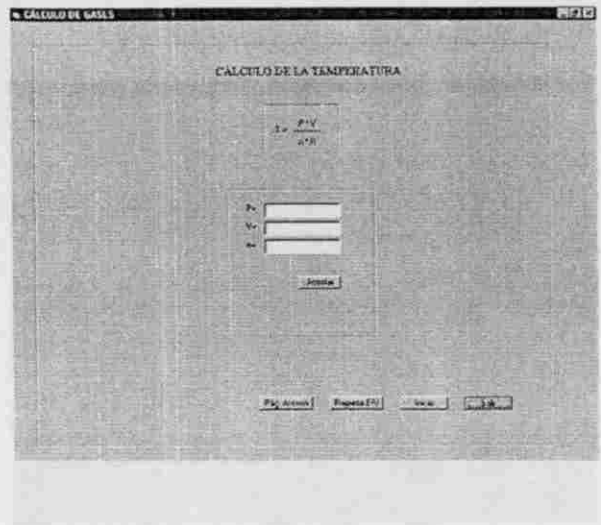
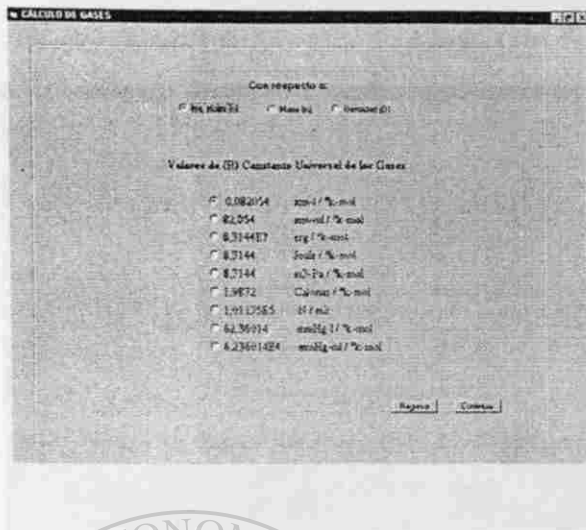
Regresar Continuar

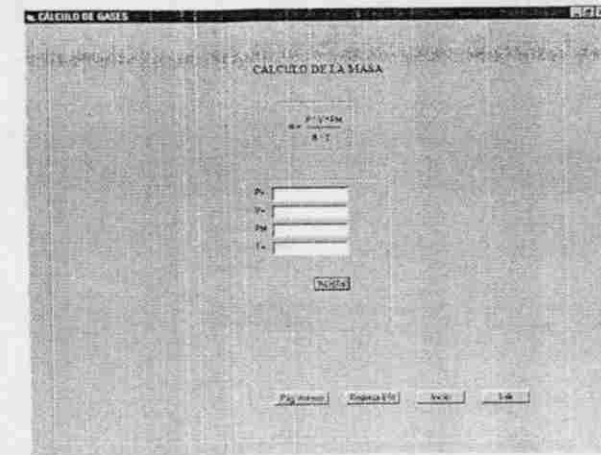
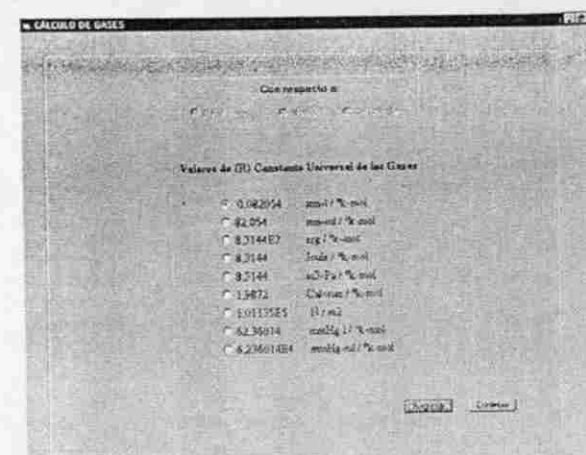
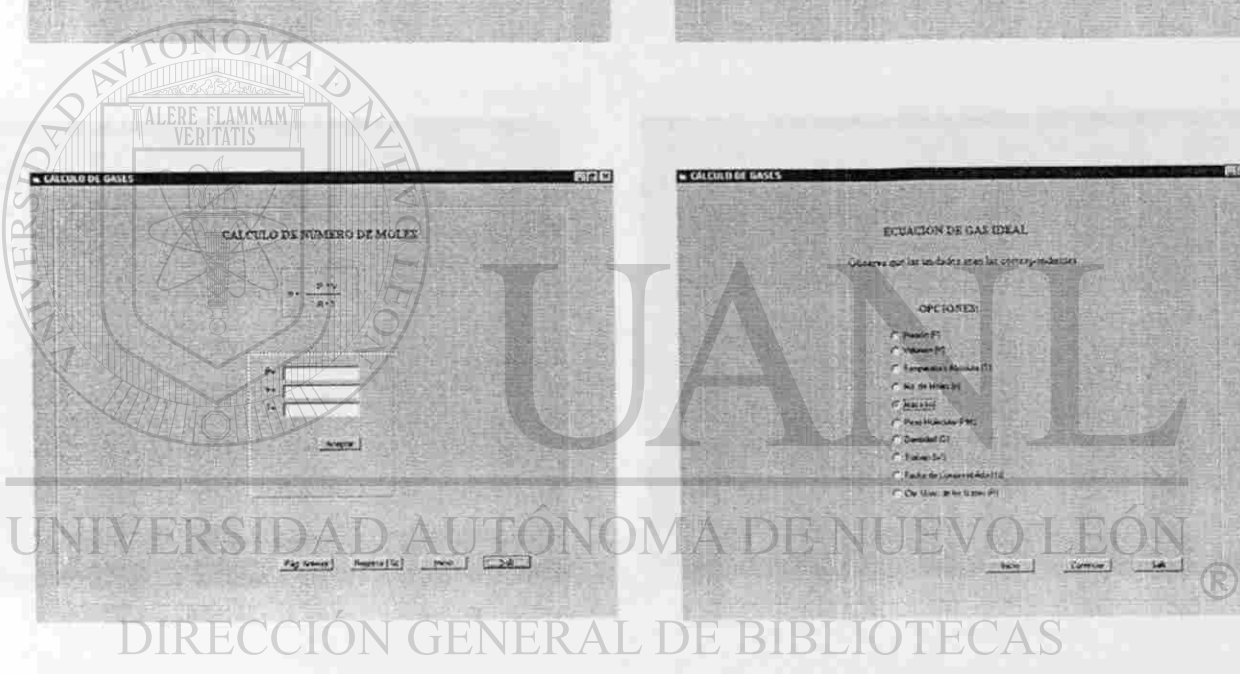
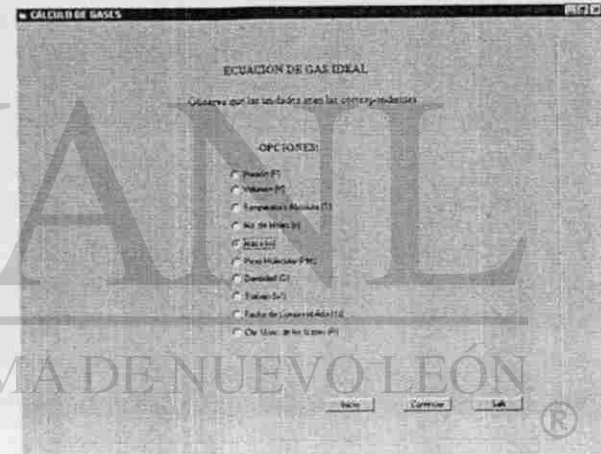
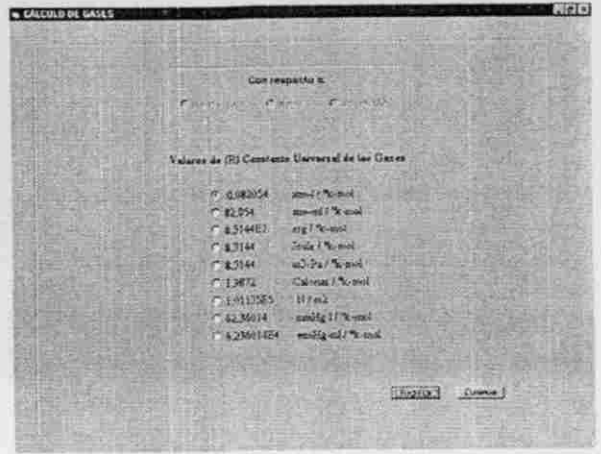
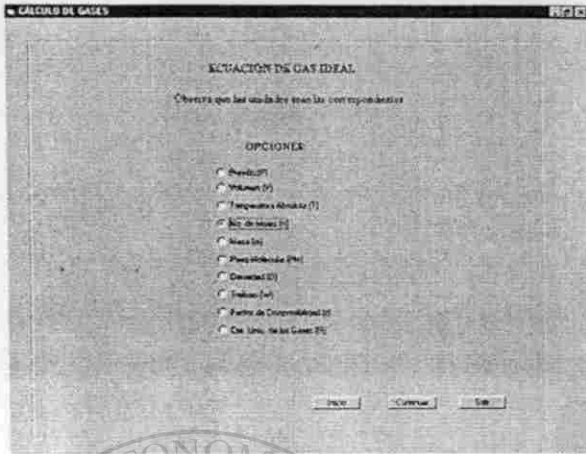


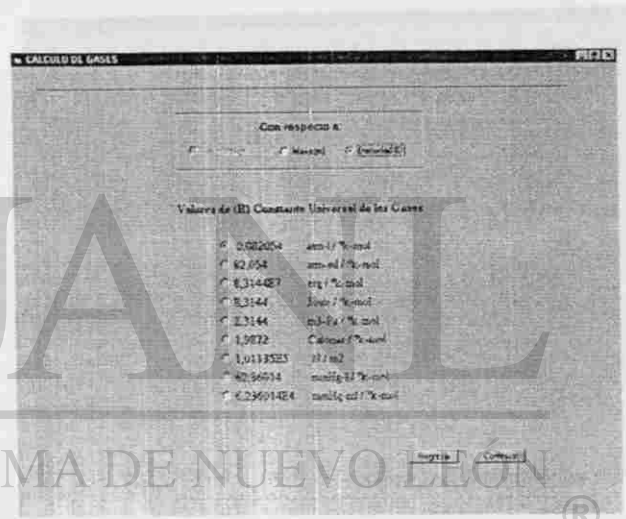
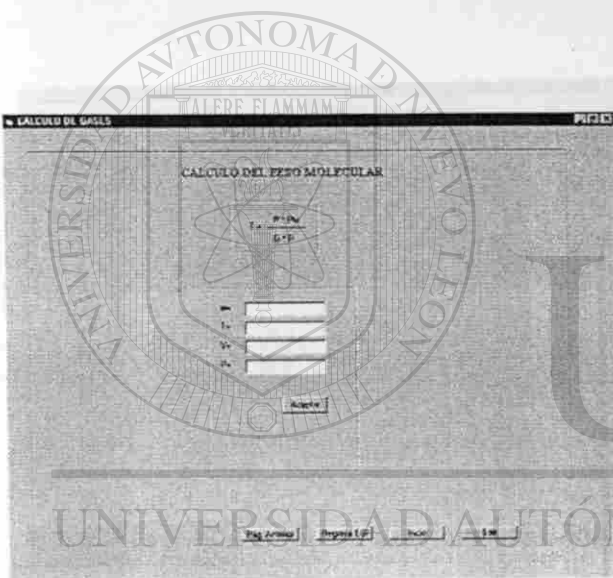
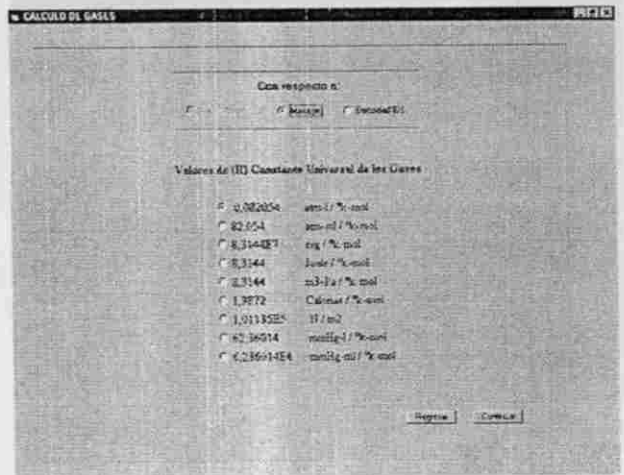
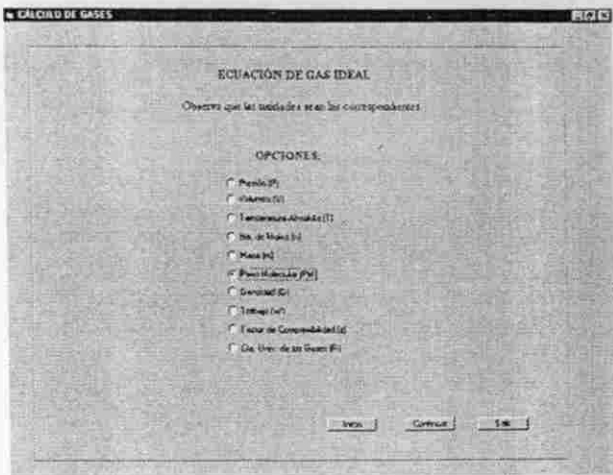




DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

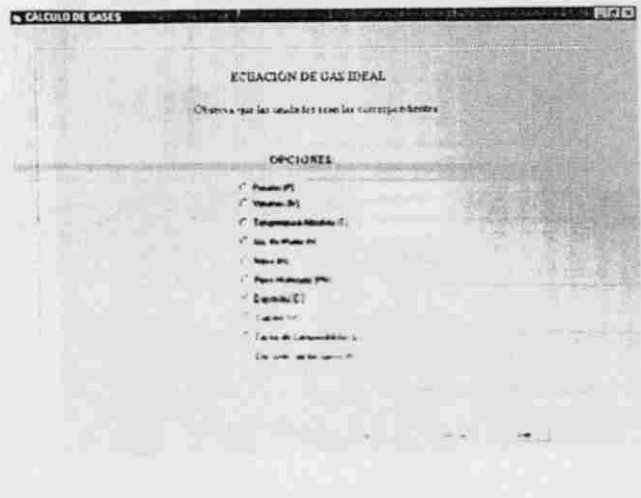
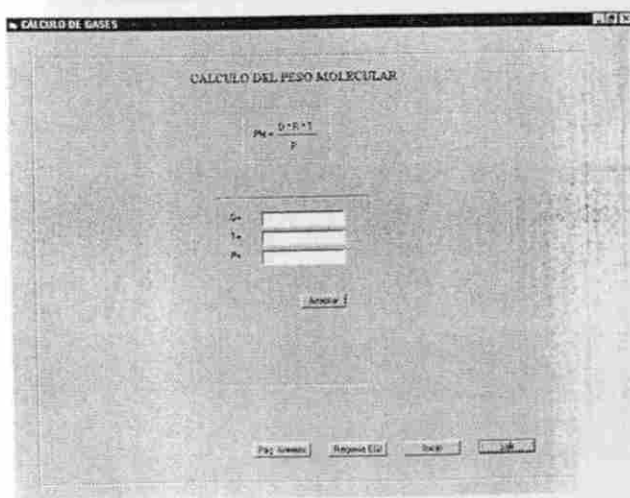


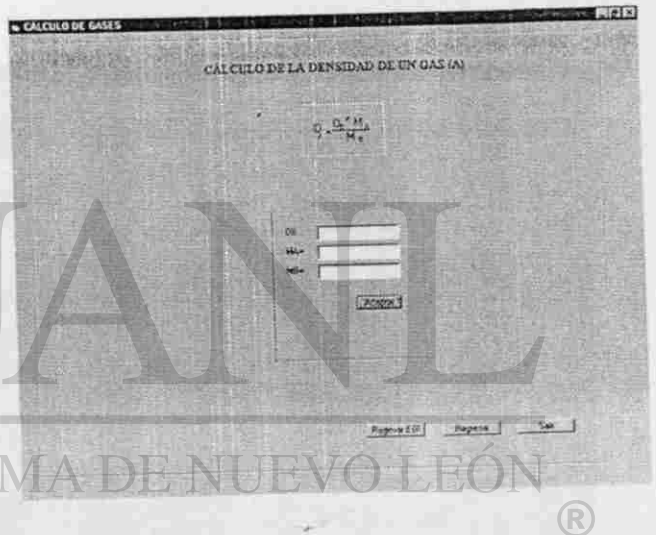
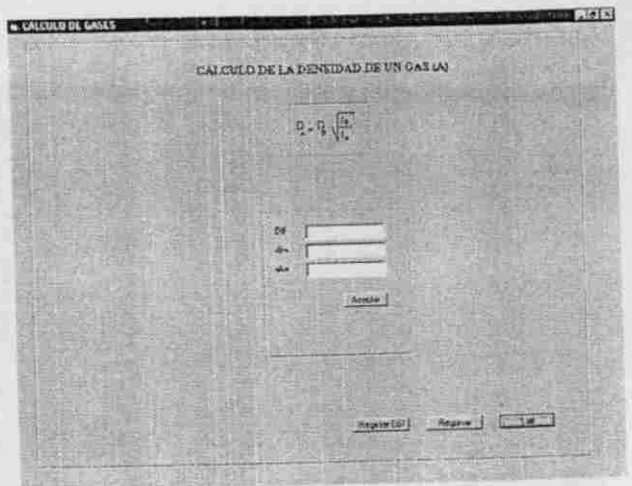
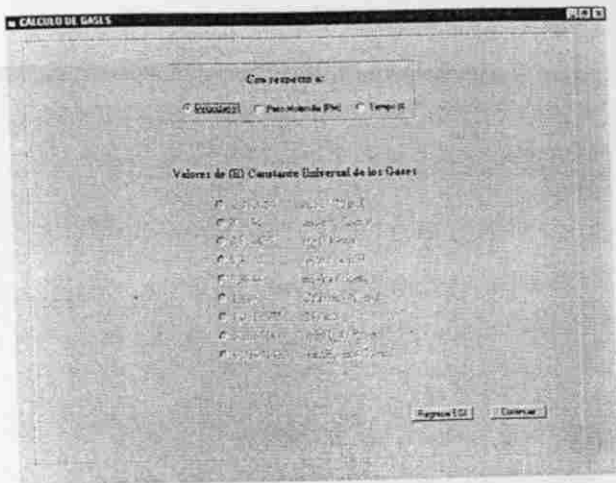




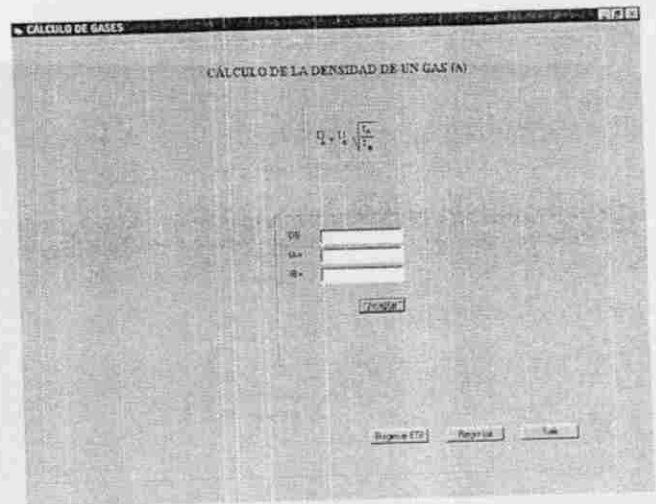
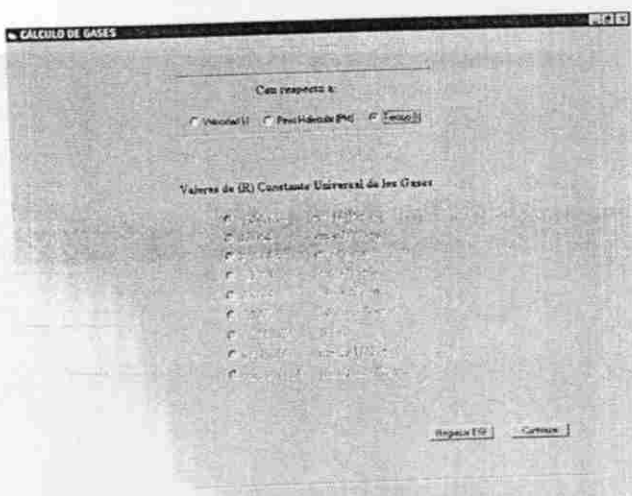
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

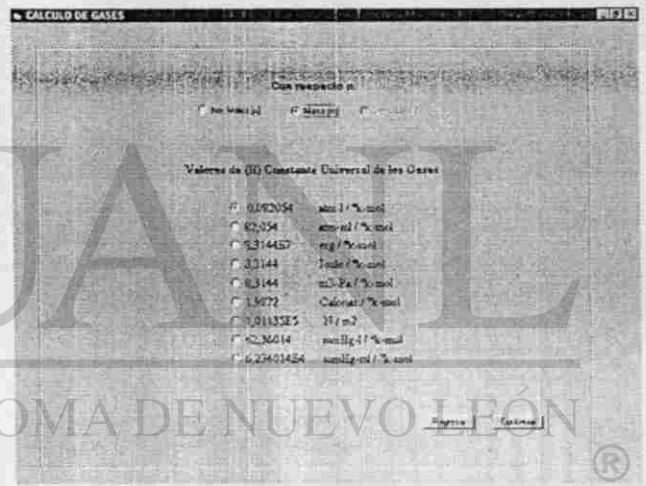
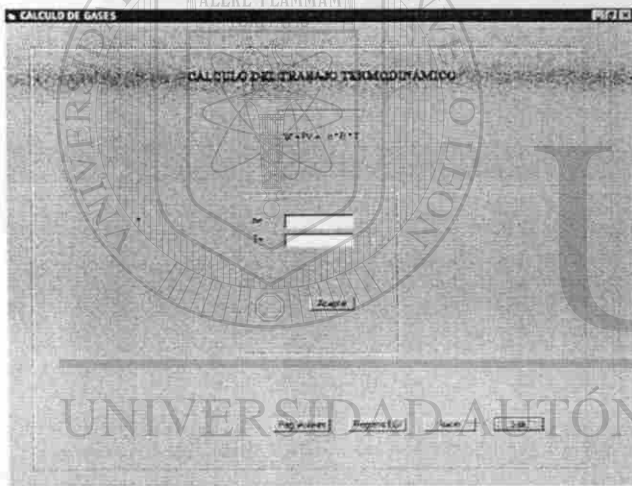
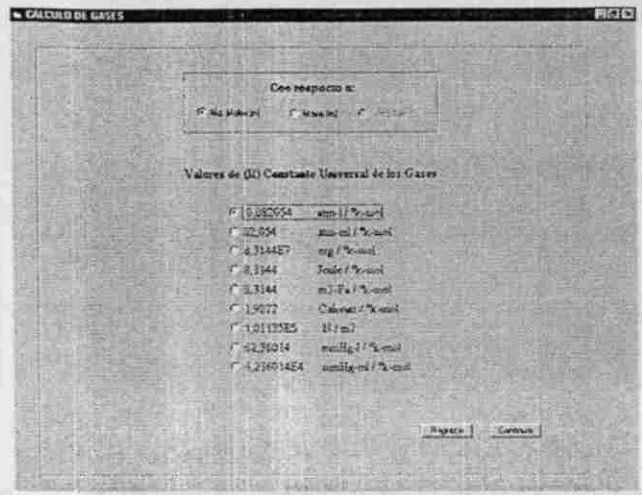
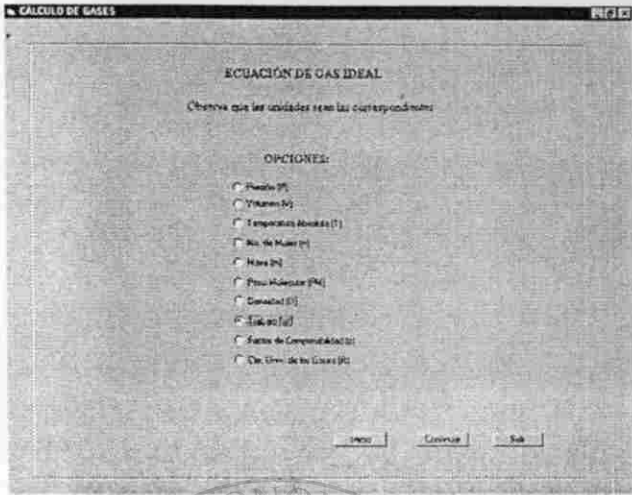
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



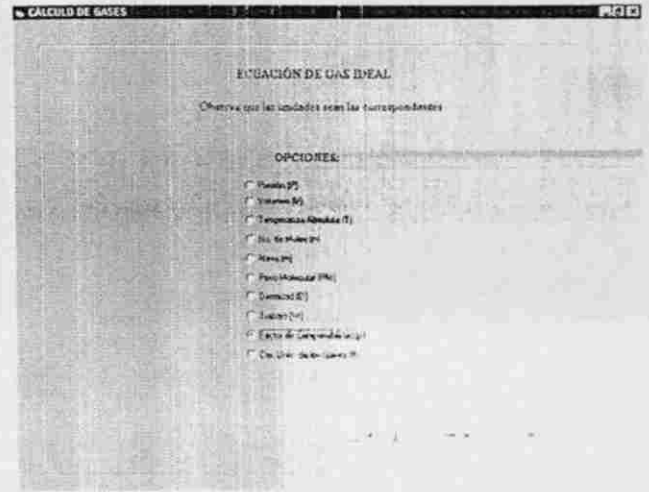
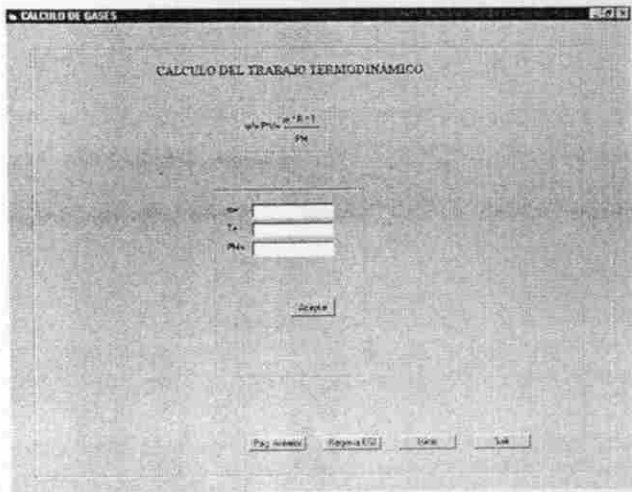


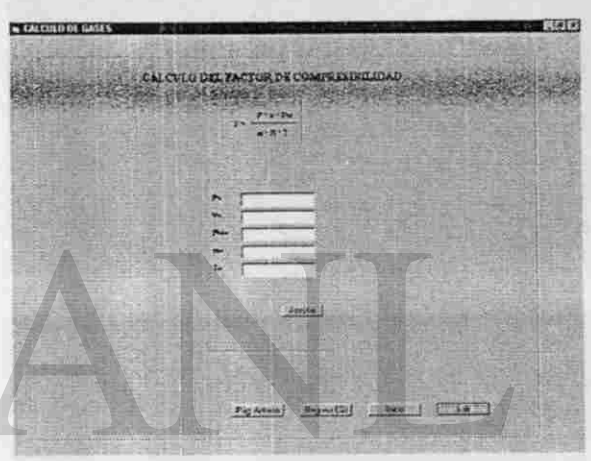
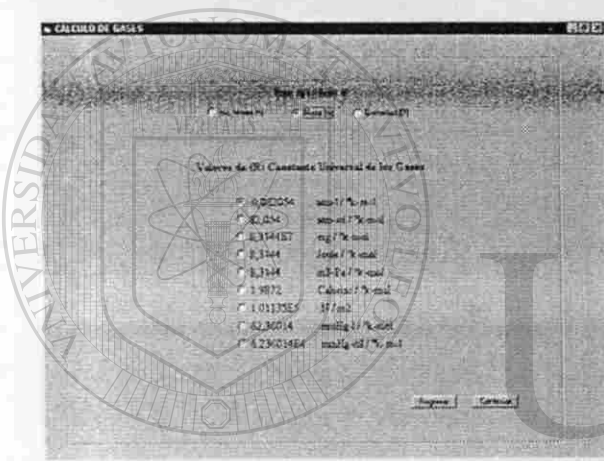
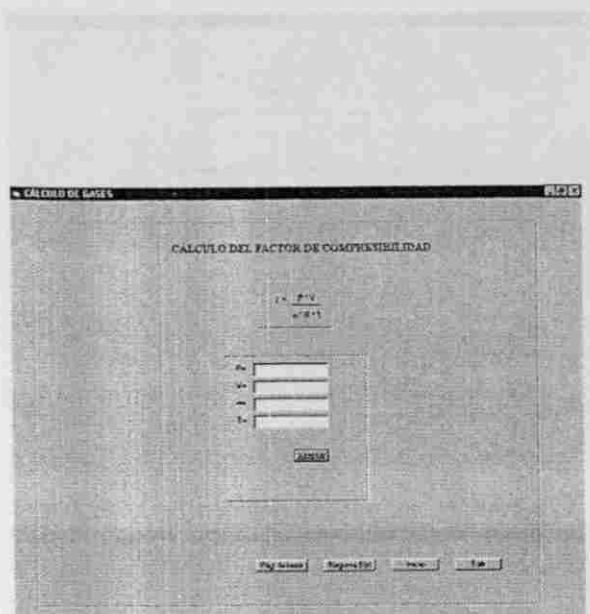
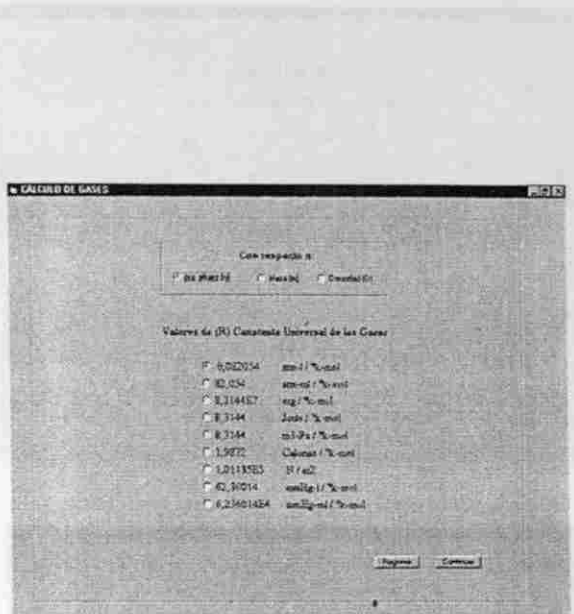
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



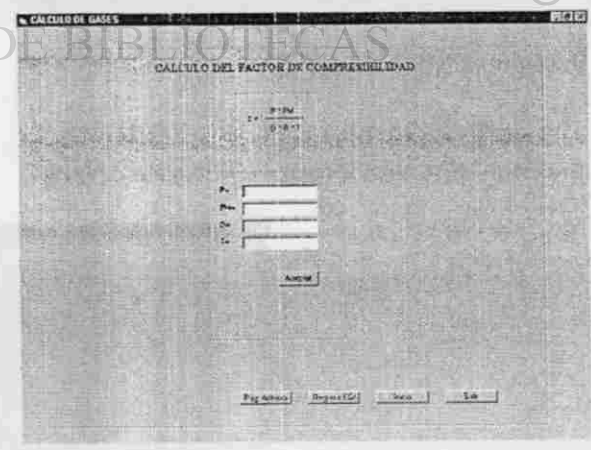
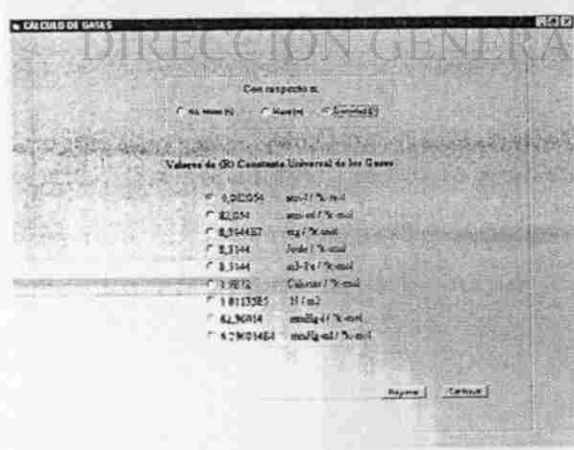


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



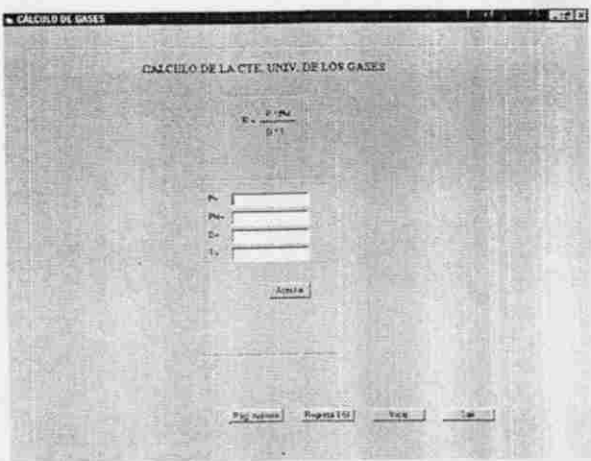
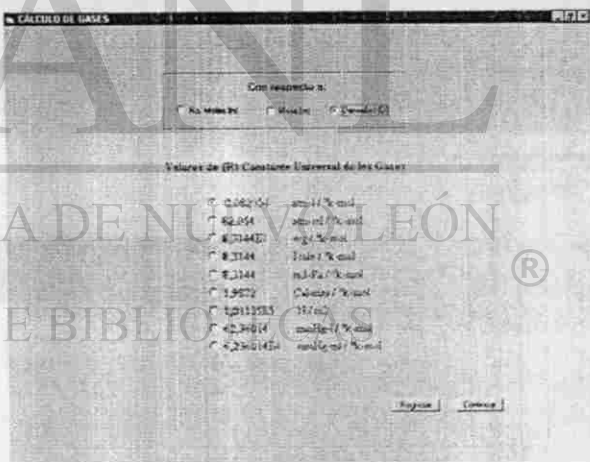
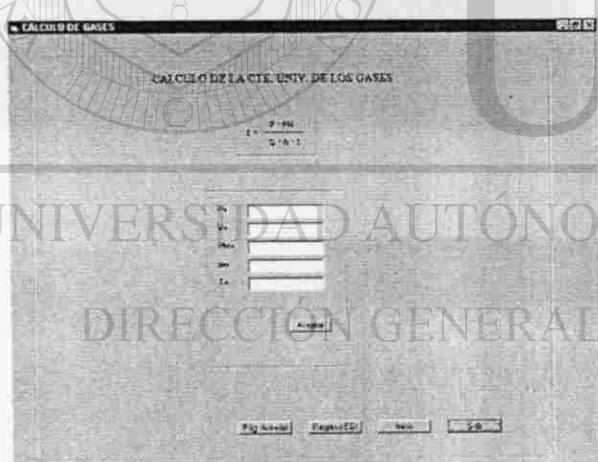
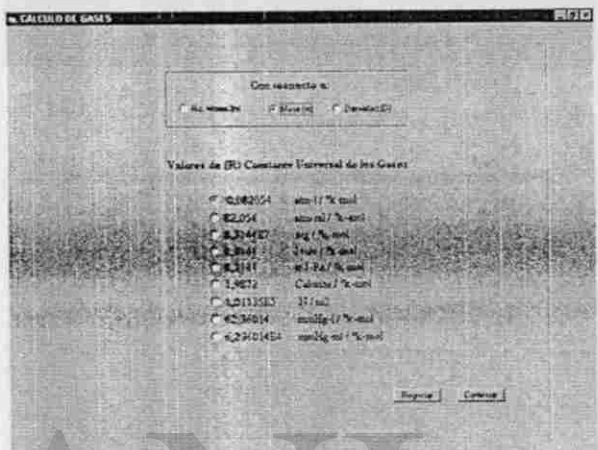
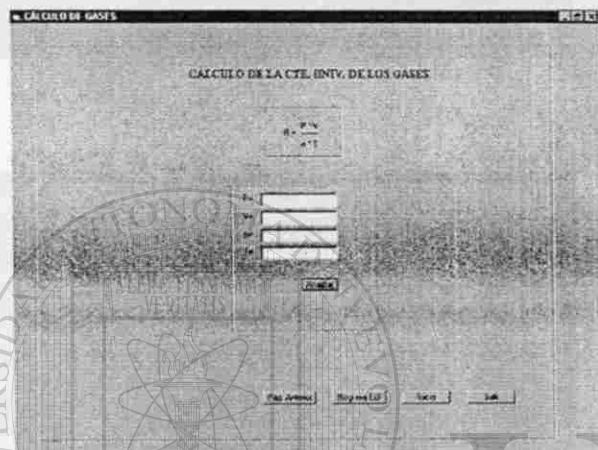
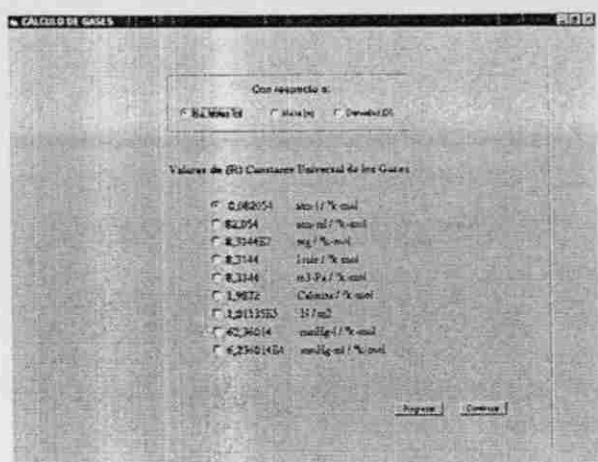
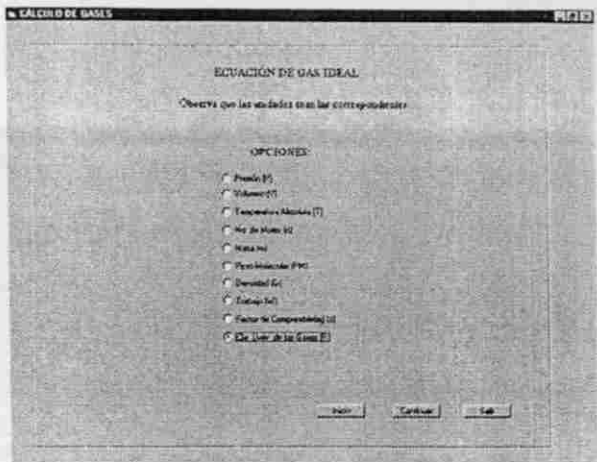


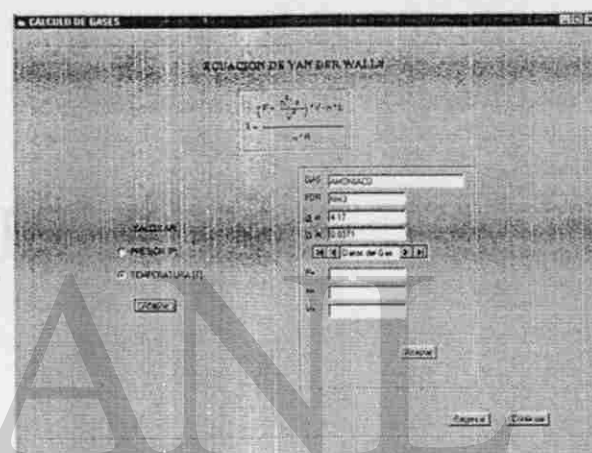
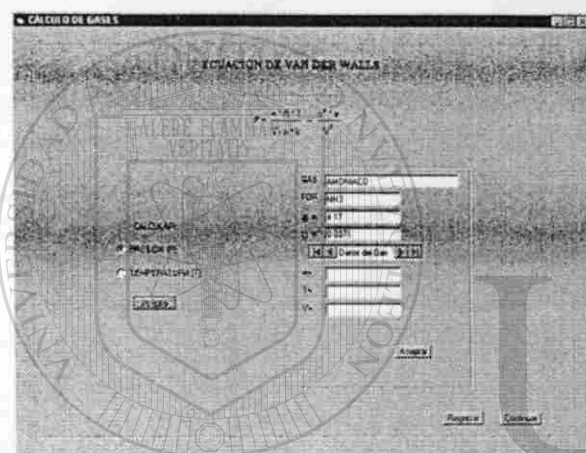
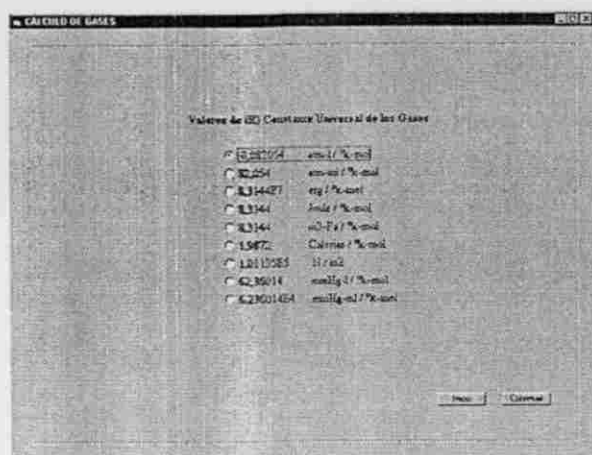
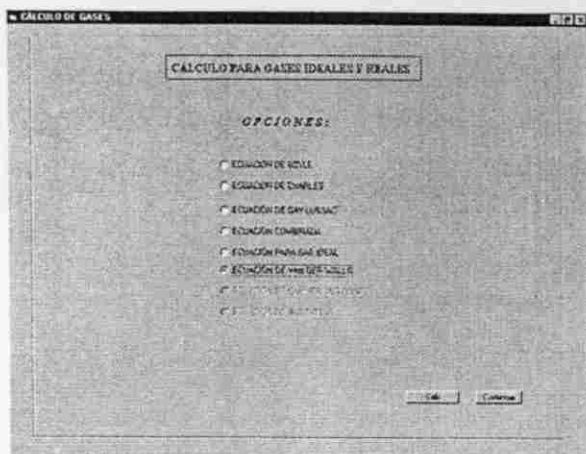
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

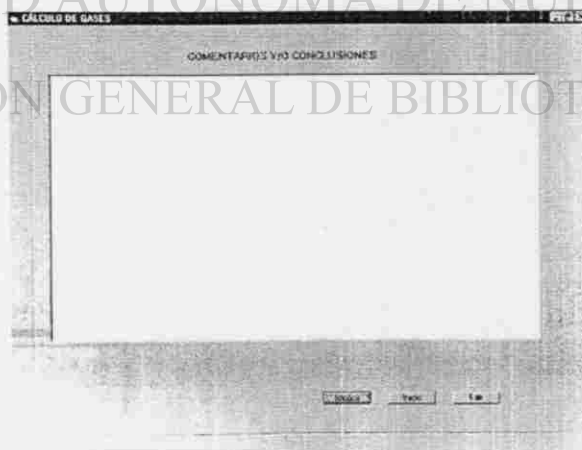




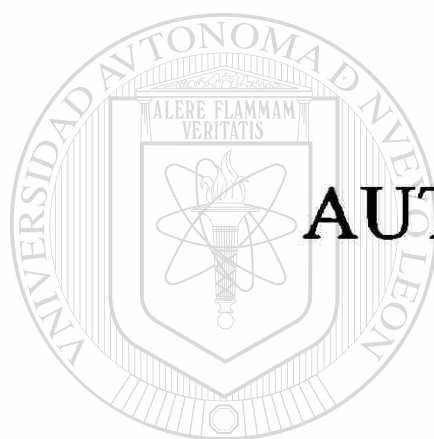


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# A N E X O C



**AUTOEVALUACIÓN**

**UANL**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**AUTOEVALUACIÓN**

No:

**PREGUNTA:** Las siguientes son características de los gases, excepto:

A

B

C

D

**RESPUESTA CORRECTA:**

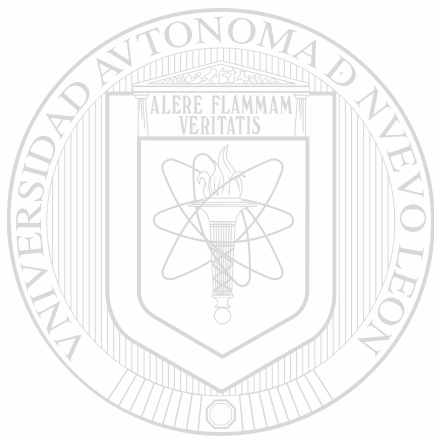


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



