



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN**

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS BASADAS
EN LA SUGESTOPEDIA PARA LA ENSEÑANZA
DE LAS LEYES DE LOS GASES IDEALES**

AUTORES:

**ADOLFO JAVIER LANDER PADRINO, C.I.: 11 846 830
JOSE LEONARDO RIVAS SERRANO, C.I.: 13 754 825**

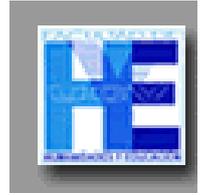
TUTORA:

PROFESORA: MARIELA RAMIA

CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS, MAYO DE 2011



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
PROGRAMA COOPERATIVO DE FORMACION DOCENTE**



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS BASADAS
EN LA SUGESTOPEDIA PARA LA ENSEÑANZA
DE LAS LEYES DE LOS GASES IDEALES**

**Trabajo de Tesis presentado ante la Universidad Central de Venezuela como requisito
parcial para optar al grado de Licenciado en Educación
Mención SOBRESALIENTE**

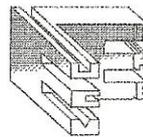
AUTORES:

**ADOLFO JAVIER LANDER PADRINO, C.I.: 11 846 830
JOSE LEONARDO RIVAS SERRANO, C.I.: 13 754 825**

TUTORA:

PROFESORA: MARIELA RAMIA

CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS, MAYO DE 2011



DEFENSA DE TRABAJOS DE LICENCIATURA VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Educación en su sesión 1432 de fecha 30.03.2011 para evaluar el Trabajo de Licenciatura presentado por LANDER PADRINO ADOLFO JAVIER, C.I. 11.846.830 Y RIVAS SERRANO JOSÉ LEONARDO, C.I. 13.754.825, bajo el título DISEÑO DE ESTRATEGIAS BASADAS EN LA SUGESTOPEDIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE LOS GASES IDEALES, para optar al Título de LICENCIADO EN EDUCACIÓN, dejan constancia de lo siguiente:

1. Hoy 26 de mayo de 2011, nos reunimos en la sede de la Escuela de Educación para que su(s) autor(es) lo defendiera(n) en forma pública.
2. Culminada la Defensa Pública del referido Trabajo de Licenciatura, conforme a lo dispuesto en el Art. 14 del "Reglamento de Trabajos de Licenciatura de las Escuelas de la Facultad de Humanidades y Educación" adoptando como **criterios para otorgar la calificación**: rigurosidad en el razonamiento, coherencia en la exposición, claridad y pertinencia en los procesos metodológicos empleados, adecuación del sustento teórico, así como la calidad de la exposición oral y de las respuestas dadas a las preguntas formuladas por el jurado, **acordamos calificarlo como:**

APLAZADO

APROBADO otorgándole la mención:

SUFICIENTE DISTINGUIDO SOBRESALIENTE

3. Las razones que justifican la calificación otorgada son las siguientes: Constituye un valioso aporte para la didáctica en general y en el caso de la ciencia, para la enseñanza de la química en particular, rompiendo esquemas tradicionales y creando espacios para la innovación.

Herrera
 Prof. JUAN CARLOS HERRERA
 6227977

Deyanira Yaguare
 Prof.(a) DEYANIRA YAGUARE
 C.I. 14.444.852

Mariela Ramia
 Tutora Prof.(a) MARIELA RAMIA
 C.I. 6189073



APROBACION DEL TUTOR

Quien suscribe, Profesora Mariela Ramia, de la Universidad Central de Venezuela, adscrita a la Escuela de Educación, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado titulado **DISEÑO DE ESTRATEGIAS BASADAS EN LA SUGESTOPEDIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE LOS GASES IDEALES**, realizado por los ciudadanos **ADOLFO JAVIER LANDER PADRINO**, C.I.: 11 846 830 y **JOSE LEONARDO RIVAS SERRANO**, C.I.: 13 754 825. Manifiesto que he revisado en su totalidad la versión definitiva de los ejemplares de este trabajo y certifico que se le incorporaron las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado evaluador.

En Caracas a los 06 días del mes de Junio de 2011.



Profesora: Mariela Ramia
C.I.: 6 189 073

DEDICATORIA

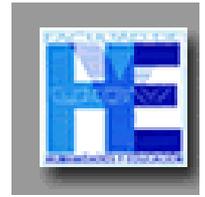
A nuestros **PADRES Y ABUELOS**,
por haber sido guía y estímulo en nuestros pasos para la siembra y cosecha de estos frutos.

AGRADECIMIENTOS

- A **DIOS**, por ayudarnos en toda la consecución de estos logros.
- A nuestros **PADRES**, por estimularnos y guiarnos, por todo su vital apoyo.
- A nuestros **HERMANOS, ABUELOS, TIOS y FAMILIARES** por darnos en todo momento su ayuda, siempre prestos a colaborar y auparnos en el logro de nuestros éxitos.
- A nuestros **COMPAÑEROS y AMIGOS de la U.C.V.**, por compartir los agradables momentos, ayudarnos en los poco agradables, y en fin, por su amistad.
- A nuestra muy apreciada tutora, **MARIELA RAMIA**, por su valiosa y magistral guía, sus extraordinarias enseñanzas, su inmensa paciencia y su entrañable amistad, todo ello demostrado en el aula de clases y fuera de ella.
- A nuestro gran amigo, profesor **PEDRO CELESTINO RODRIGUEZ**, por su inmenso, vital y desinteresado apoyo, sus importantes enseñanzas y consejos, dentro o fuera del aula.
- A la profesora **MARIA DE LOS ANGELES ALVAREZ**, de la Facultad de Ciencias, por su vital y desinteresada ayuda en el manejo y tratamiento estadístico de datos y resultados.
- A nuestros muy apreciados **PROFESORES de la ESCUELA DE EDUCACION**, por brindarnos todo el conocimiento y enseñanzas, impartidas con la mayor calidad.
- A **NUESTRA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA** por acogernos en su seno, y ayudarnos a vencer la sombra en sus múltiples presentaciones.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
PROGRAMA COOPERATIVO DE FORMACION DOCENTE**



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS BASADAS EN LA SUGESTOPEDIA PARA LA
ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE LOS GASES IDEALES**

**AUTORES: ADOLFO JAVIER LANDER PADRINO, C.I.: 11 846 830
JOSÉ LEONARDO RIVAS SERRANO, C.I.: 13 754 825
TUTOR: MARIELA RAMIA**

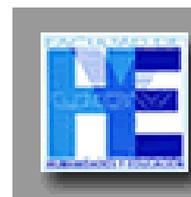
RESUMEN

La química lleva consigo un elevado componente de abstracción que dificulta y limita su aprendizaje y entendimiento por parte de las personas, y esas limitaciones no se deben exclusivamente a las características intrínsecas a la química, existen también otros factores que suman más dificultad, algunos propios del estudiante, tales como lo intelectual, lo afectivo, el fracaso académico, y otros que provienen del medio. Por ello se ha decidido utilizar una estrategia novedosa de enseñanza de la química, en la que pueda combinarse lo teórico con lo práctico, y a la vez sirva para estimular el desarrollo de un nivel de conciencia en el estudiante que le permita mejorar su aprendizaje. El objetivo general del trabajo consistió en diseñar una propuesta didáctica basada en estrategias para promover la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, a los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Adicionalmente, aplicar dicha propuesta didáctica en los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda; y evaluar el impacto de la misma en los alumnos. En la metodología implementada, un grupo de control (GC) recibió las clases con estrategias de enseñanza aprendizaje tradicionales, mientras un grupo de prueba (GP) realizó actividades con estrategias sugestopédicas, ambos durante dos semanas y 8 horas académicas totales. La aplicación de la propuesta didáctica es muy viable, y además, por los resultados obtenidos, bien merece la pena su diseño e implementación. Por otro lado, basado en los resultados obtenidos tanto en el grupo control como en el grupo de prueba, tiene un impacto significativamente mayor en cuanto a mejorar el nivel de aprendizaje y comprensión, comparado a la estrategia tradicional de enseñanza.

PALABRAS CLAVES: ESTRATEGIA, DIDACTICA, SUGESTOPEDIA, SUGESTOLOGIA, GASES.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTY OF HUMANITIES AND EDUCATION
SCHOOL OF EDUCATION
COOPERATIVE PROGRAM FOR TEACHING TRAINING**



**DESIGN STRATEGIES BASED IN THE SUGGESTOPEDY
FOR THE IDEAL GAS LAW TEACHING**

**AUTHORS: ADOLFO JAVIER LANDER PADRINO, C.I.: 11 846 830
JOSÉ LEONARDO RIVAS SERRANO, C.I.: 13 754 825
TUTOR: MARIELA RAMIA**

ABSTRACT

The chemistry involves a high component of abstraction that makes it difficult and limits their learning and understanding by the people, and those limitations are not only due to the intrinsic characteristics of chemistry, there are other factors that add more difficulty, some specific to the student, such as intellectual, emotional, academic failure, and others who come from the middle. It has therefore been decided to use a novel strategy for teaching chemistry, which can combine the theoretical with the practical, and may serve to stimulate the development of awareness in students that will improve their learning. The overall objective of the work was to design didactic based teaching strategies to promote the ideal gas law under the principles of the suggestopedy, students of the first semester of engineering at Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Additionally, applying this proposal students teach in the first half of engineering at the Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, and assess the impact of it on the students. In the methodology implemented, a control group (CG) received classes with traditional teaching and learning strategies, while a test group (GP) was active suggestopédicas strategies, both for two weeks, and 8 total academic hours. The application of the didactic proposal is viable, and also by the results, well worth its design and implementation. On the other hand, based on the results obtained in the control group as in the test group has a significantly greater impact in improving the level of learning and understanding, compared to the traditional teaching strategy. **KEYWORDS: STRATEGY, TEACHING, SUGGESTOPEDY, SUGGESTOLOGY, GASES.**

ÍNDICE GENERAL

Pp.

CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
OBJETIVOS DEL ESTUDIO	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes de la Sugestopedia	9
Antecedentes en Química	13
Definiciones y Conceptos	14
Ventajas de la Sugestopedia según Lozanov	21
CAPÍTULO III	24
MARCO METODOLÓGICO	24
Diseño de la Investigación	24
Metodología Experimental	27
CAPÍTULO IV	30
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	30
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÉNDICES	59
ANEXOS	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pp.

GRÁFICO 1. ¿QUÉ ENTIENDES POR GAS IDEAL?	30
GRÁFICO 2. ENUNCIE LAS LEYES DE CHARLES, BOYLE Y DE AVOGADRO	30
GRÁFICO 3. ¿POR QUÉ LOS GASES SE DISTRIBUYEN POR TODO EL ESPACIO VOLUMÉTRICO?	31
GRÁFICO 4. ¿QUÉ ENTIENDES POR VOLUMEN?	31
GRÁFICO 5. ¿QUÉ ENTIENDES POR TEMPERATURA?	32
GRÁFICO 6. ¿QUÉ PASARÍA A UN GLOBO QUE CONTIENE UN GAS, SI SE BAJA LA TEMPERATURA AL INTRODUCIRLO EN UN BAÑO DE HIELO?.....	32
GRÁFICO 7. SI PARTE DE UN GAS CONTENIDO EN UN RECIPIENTE “A” SE DEJASE ESCAPAR HACIA OTRO RECIPIENTE “B”. ¿QUÉ PASARÍA CON LA PRESIÓN Y LA TEMPERATURA EN AMBOS RECIPIENTES?.....	33
GRÁFICO 8. DIGA COMO SE ENCUENTRAN AGRUPADAS LAS ESPECIES EN UN SÓLIDO, EN UN LÍQUIDO Y EN UN GAS	33
GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN DE NOTAS DE LOS ALUMNOS POR PREGUNTAS EN EL TEST	34
GRÁFICO 10. INCREMENTO PORCENTUAL DEL G.P. Y G.C. DE ALUMNOS CON NOTAS MENORES A 10 PUNTOS	39
GRÁFICO 11. INCREMENTO PORCENTUAL DEL G.P. Y G.C. DE ALUMNOS CON NOTAS MAYORES A 15 PUNTOS	43
GRÁFICO 12. INCREMENTO PORCENTUAL DE ALUMNOS CON NOTAS MAYORES A 15 Y MENORES A 10 EN EL G.C.	45
GRÁFICO 13. INCREMENTO PORCENTUAL DE ALUMNOS CON NOTAS MAYORES A 15 Y MENORES A 10 PUNTOS EN EL G.P.	47

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pp.
APÉNDICE 1. FORMATO DE SOLICITUD DE COLABORACIÓN DE LOS EXPERTOS.....	58
APÉNDICE 2. FORMATO DE VALIDACIÓN DEL TEST.....	60
APÉNDICE 3. MODELO DE GUÍA DE ESTUDIO ENTREGADA A LOS ESTUDIANTES.....	63
APÉNDICE 4. MONTAJES EXPERIMENTALES PARA ESTUDIO DE LEY DE BOYLE.....	80
APÉNDICE 5. MONTAJES EXPERIMENTALES GENERALES.....	82
APÉNDICE 6. MONTAJES EXPERIMENTALES PARA ESTUDIO DE LEY DE CHARLES.....	84
APÉNDICE 7. MONTAJES EXPERIMENTALES PARA ESTUDIO DE LEY DE AVOGADRO.....	86
APÉNDICE 8. MONTAJES EXPERIMENTALES TÍPICOS PARA ESTUDIO DE LAS LEYES.....	88

ÍNDICE DE FOTOS

	Pp.
FOTO 1.a. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE BOYLE	80
FOTO 1.b. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE BOYLE	80
FOTO 1.c. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE BOYLE	81
FOTO 1.d. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE BOYLE	81
FOTO 2.a. MONTAJE EXPERIMENTAL GENERAL	82
FOTO 2.b. MONTAJE EXPERIMENTAL GENERAL	82
FOTO 2.c. MONTAJE EXPERIMENTAL GENERAL	83
FOTO 3.a. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE CHARLES	84
FOTO 3.b. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE CHARLES	84
FOTO 3.c. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE CHARLES	85
FOTO 4.a. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE AVOGADRO	86
FOTO 4.b. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE AVOGADRO	86
FOTO 4.c. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE AVOGADRO	87
FOTO 4.d. MONTAJE EXPERIMENTAL SOBRE LA LEY DE AVOGADRO	87
FOTO 4.a. MONTAJES EXPERIMENTALES TÍPICOS	88
FOTO 4.b. MONTAJES EXPERIMENTALES TÍPICOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Pp.

TABLA 1. RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿DE QUÉ FORMA TE GUSTARÍA RECIBIR LAS CLASES DE QUÍMICA?.....	35
TABLA 2. RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿QUÉ PROPONDRÍAS PARA QUE LAS CLASES DE QUÍMICA SEAN MAS DIDÁCTICAS Y DIVERTIDAS?.....	36
TABLA 3. RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿HAS RECIBIDO CLASES DE QUÍMICA IMPARTIDAS DE DIFERENTES FORMAS? ¿CUÁL CONSIDERAS QUE TE HA PERMITIDO ENTENDER MEJOR?.....	37
TABLA 4. VALORES DE INCREMENTO PORCENTUAL Y DE NOTAS DE EXÁMENES PARCIALES EN ALUMNOS DEL GRUPO DE PRUEBA Y DEL GRUPO CONTROL.....	38
TABLA 5. SIGNIFICANCIA DEL INCREMENTO PORCENTUAL DE NOTAS ENTRE EL PROMEDIO DE LOS PARCIALES 1 Y 2 RESPECTO AL 3^{ERO} EN ALUMNOS CON N<10.....	40
TABLA 6. SIGNIFICANCIA DEL INCREMENTO PORCENTUAL DE NOTAS ENTRE EL PROMEDIO DE LOS PARCIALES 1 Y 2 RESPECTO AL 3^{ERO} EN ALUMNOS CON N>15.....	42
TABLA 7. SIGNIFICANCIA DEL INCREMENTO PORCENTUAL DE NOTAS ENTRE EL PROMEDIO DE LOS PARCIALES 1 Y 2 RESPECTO AL 3^{ERO} EN ALUMNOS DEL G.C.....	44
TABLA 8. SIGNIFICANCIA DEL INCREMENTO PORCENTUAL DE NOTAS ENTRE EL PROMEDIO DE LOS PARCIALES 1 Y 2 RESPECTO AL 3^{ERO} EN ALUMNOS DEL G.P.....	46
TABLA 9. SIGNIFICANCIA DE LA DIFERENCIA DE NOTAS DEL 3^{ER} PARCIAL EN ALUMNOS CON N<10 DEL G.P Y DEL G.C.....	48
TABLA 10. SIGNIFICANCIA DE LA DIFERENCIA DE NOTAS DEL 3^{ER} PARCIAL EN ALUMNOS CON N>15 DEL G.P Y DEL G.C.....	49

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciencia emergió en la Edad Moderna como una intervención en la naturaleza que iba a permitir ‘arrancarle sus secretos aunque sea a la fuerza, para descubrir sus riquezas y aplicarlas al progreso de la humanidad’. Esta metáfora comienza a no ser adecuada ya que ahora se plantean graves problemas de sostenibilidad del planeta y se denuncian alianzas de la ciencia con la economía y el poder.

Se van imponiendo nuevos valores; y uno de los escenarios donde se manifiesta con más urgencia la necesidad de cambio es en las aulas de ciencias, tanto por una nueva sensibilidad y nuevas expectativas de los estudiantes como por las nuevas demandas que hace la sociedad a los docentes. Esas nuevas demandas se traducen en un cambio de los valores, y al ir cambiando los valores, lo hace también la forma en que se va estudiando y en cierta forma también, desarrollando el conocimiento científico; ello se debe a que las justificaciones ahora se fundamentan en una manera distinta de considerar los valores y los juicios valorativos, o sea, una axiología diferente; sus intervenciones y afirmaciones, a pesar de ser lo más objetivas posible, están mediatizadas por las decisiones que se han de tomar respecto a los instrumentos a utilizar, o los argumentos que son legítimos utilizar para proporcionar las explicaciones necesarias.

Por lo discernido anteriormente se puede afirmar entonces, que para aprender es necesario algo más que una simple asistencia al aula de clases o la lectura de un libro especializado. Las personas desarrollan diversas capacidades cognoscitivas que se presentan en diferentes dimensiones, irreducibles una de la otra:

1. El pensamiento, que opera mediante representaciones de la realidad, y en ciencias corresponden a las teorías científicas.
2. La acción, que se deriva de la capacidad de desarrollar actividades de transformación del mundo, correspondiente en ciencias a la experimentación.
3. La comunicación, que se manifiesta mediante diversos lenguajes, representada en ciencias, en las especialidades de las diferentes disciplinas.

Como ciencia de carácter experimental, y a diferencia de las ciencias sociales o humanísticas, la química lleva consigo un elevado componente de abstracción que dificulta su aprendizaje y entendimiento por parte de todas las personas. Sin embargo, las limitaciones en el aprendizaje no se deben exclusivamente a las características intrínsecas a la química.

Existen también otros factores que suman más dificultad para su entendimiento; algunos que son propios del estudiante, tales como lo intelectual, lo afectivo, el fracaso académico, y otros que provienen del medio. De allí la importancia de aplicar novedosas metodologías de enseñanza para fomentar y desarrollar en el estudiante las capacidades de aprendizaje necesarias para que logren afrontar y aprovechar al máximo la enseñanza de la química.

Es quizá por eso, que desde hace muchos años se han llevado a cabo investigaciones orientadas al desarrollo de la parte cognoscitiva, emocional y social del ser humano. Como ejemplo de este tipo de nuevas investigaciones, podemos citar las dirigidas por Georgi Lozanov (1971), quien plantea que la “sugestibilidad” es un elemento de la personalidad independiente de la inteligencia: en función del tipo de sugerencias recibidas se estimula o desestimula a un ser humano. Las sugerencias negativas son fuente de inhibiciones y disminuyen la capacidad real del individuo, pero ayudándole a que se libere de las limitaciones sugeridas por su entorno desde su infancia, se consiguen grandes mejoras en la personalidad y en la conducta y se elevan significativamente los niveles de aprendizaje.

Sugestopedia es la aplicación de la Sugestología a la Pedagogía. El doctor Georgi Lozanov (1971), psiquiatra y profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad de Sofía en Bulgaria, define la sugestión como la llave que abre las reservas de la mente para hacer posible la aceleración del aprendizaje. El padre de la auto-sugestión fue Coué (en 1922) y algunos de sus alumnos como Prichard (en 1980) y Erikson (en 1976) siguieron sus pasos y aplicaron su conocimiento en diferentes ciencias. Coué (en 1922) fue el creador de la hipnoterapia y aplicó la sugestión a la salud mental. Sus técnicas están vigentes y fueron recogidas en su obra: *La respuesta está dentro de ti*.

No es novedad, ni es un secreto que para la mayoría de los estudiantes, el proceso de enseñanza-aprendizaje jamás ha sido una experiencia estimulante, agradable ni armoniosa, sino, que ha sido, un proceso memorístico, insípido, y lleno de palabrería, en definitiva un aprendizaje para aprobar un examen (Ramia, 2001). Se podría añadir, que en el caso de la enseñanza de las ciencias básicas, esto es donde se evidencia más, y a tal punto, que hasta los mejores estudiantes llegan a tener problemas de aprendizaje.

La Sugestología es la ciencia de la sugestión. Se basa en la activación sistematizada de las capacidades de reserva -habilidades potenciales- del cerebro y mente para liberar a la persona de las frecuentes limitaciones impuestas por las diferentes normas sociales que pueden condicionar tanto su personalidad y conducta, como su capacidad de aprendizaje. La

sugestopedia tiene su origen en la psicoterapia, en la que se utiliza la sugestión como elemento de curación. Pero, según Lozanov (1971), *“la sugestión está presente en todas las áreas de la vida, siendo un factor constante -consciente o inconsciente- en la comunicación”*.

De acuerdo a nuestra experiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje a nivel universitario, aún se utilizan modelos de enseñanza tradicionales que no han arrojado resultados satisfactorios desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Es por ello, y basándonos en los resultados obtenidos por Lozanov (1971), que nos surgió la interrogante, sobre si se podría lograr mejores resultados, con el diseño y posterior aplicación de un conjunto de estrategias basadas en la sugestopedia para la enseñanza de las Leyes de los Gases Ideales (L.G.I.) en estudiantes del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Como ya se mencionó anteriormente, la química lleva consigo un elevado componente de abstracción que dificulta y limita su aprendizaje y entendimiento por parte de todas las personas, y esas limitaciones en el aprendizaje no se deben exclusivamente a las características intrínsecas a la química, existen también otros factores que suman más dificultad para su entendimiento, algunos que son propios del estudiante, tales como lo intelectual, lo afectivo, el fracaso académico, y otros que provienen del medio. Es necesario implementar metodologías para fomentar y desarrollar en el estudiante la reflexión y toma de conciencia de que los saberes para el ejercicio profesional se construyen significativamente a partir del propio inicio de la carrera, incluso en las ciencias básicas (García, 1990). Es por ello que se ha decidido utilizar una estrategia novedosa en la enseñanza de la química, en la que se pueda combinar lo teórico con lo práctico, y a la vez sirva para estimular el desarrollo de un nivel de conciencia en el estudiante que le permita mejorar su aprendizaje.

No es un secreto para quienes han enseñado química a nivel universitario, que los estudiantes que ingresan a este nivel y cursan estudios de química, consideran que es más difícil y compleja que otras asignaturas, siendo esto cierto en muchos sentidos. Al igual que muchas de las ciencias básicas, la química posee un lenguaje bastante especializado y, al comienzo, estudiar química es similar a aprender un nuevo idioma. Una tendencia que se está acentuando en la enseñanza de la química para carreras de ingeniería, en especial las de perfil no químico, es el de presentarla a los estudiantes, mostrándola desde un contexto cercano a lo cotidiano. Entre las actividades que se realizan, están los de usos cotidianos de los productos químicos según sus propiedades utilizando, en general, una metodología de enseñanza que involucre la participación activa del estudiante en experimentos sencillos y de fácil implementación. Probablemente hay varios caminos a seguir para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química; otra opción puede ser intentar desarrollar estrategias facilitadoras del aprendizaje, incentivando al estudiante a construir su conocimiento a partir de la motivación, el interés, la aplicabilidad, etc. aprendiendo a descubrir la presencia de la química en situaciones de la vida cotidiana y de fenómenos químicos relacionados con su profesión.

Las leyes en cuestión que se pretenden utilizar para aplicar la estrategia de enseñanza son las que se describen a continuación:

1. La ley propuesta por Robert Boyle (1627-1691), llamada Ley de Boyle, relaciona el volumen y la presión, enunciando que: *“El volumen de una cantidad fija de gas mantenido a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión”*
2. La ley desarrollada por Jacques Charles (1746-1823), conocida como Ley de Charles da la relación entre la temperatura y el volumen, enuncia: *“El volumen de una cantidad fija de gas a presión constante se incrementa linealmente con la temperatura”*
3. La ley propuesta por Amedeo Avogadro (1776-1856), denominada Ley de Avogadro, habla de la relación entre la cantidad de gas y el volumen, y enuncia: *“El volumen de un gas a presión y temperatura constantes es directamente proporcional al número de moles del gas”*

Si la química se enseñara desconectada de la actividad científica les parecería a los alumnos que los científicos han visto las entidades a las que se refieren cuando comunican sus resultados. Con ello, los conceptos científicos acabarían siendo sólo descriptivos, por muy sofisticados y teóricos que parecieran; perderían su dimensión práctica y una parte importante de su significado. Por ello, lo importante no es describir qué son y como funcionan las entidades químicas, sino plantear un problema que las haga necesarias, que sea adecuado a las capacidades del estudiante y a las finalidades de la enseñanza, y ello podría lograrse a través de un proceso de modelización (Izquierdo, 2004).

Llamamos ‘modelización’ al proceso mediante el cual determinados fenómenos se convierten en ‘ejemplos’ de cambio químico según un modelo que permita representarse lo que está ocurriendo al intervenir e interpretar los datos que se obtienen. El proceso de modelización en la enseñanza es más complejo, puesto que los estudiantes o bien no conocen ni las teorías ni sus aplicaciones ni sus lenguajes o bien conocen los lenguajes de la teoría pero no saben aplicarla. Se ha de desarrollar, como se ha ido viendo hasta aquí, a partir de la formulación de buenas preguntas en la resolución de problemas y el trabajo experimental, de la lectura de buenos textos y de la argumentación al interpretar los resultados de las intervenciones, todo ello con el objetivo de dar sentido a un conjunto de ‘hechos’ aparentemente diferentes entre sí, pero que se van a poder interpretar de manera similar mediante las entidades propias de la teoría que se van a ir introduciendo en clase (Izquierdo, Espinet, Sanmartí, 1999).

Los gases son en diversos aspectos, mucho más sencillos que los líquidos y los sólidos. El movimiento molecular de los gases resulta totalmente aleatorio, y las fuerzas de atracción entre sus moléculas son tan pequeñas que cada una se mueve en forma libre y fundamentalmente algo independiente de las otras. Sujetos a cambios de temperatura y presión, los gases se comportan en forma más previsible que los sólidos y los líquidos. Las leyes que norman este comportamiento físico, han desempeñado un importante papel en el desarrollo de la teoría atómica de la materia y la teoría cinética molecular de los gases, por solo nombrar unos casos. (Chang, 2002). Estas son algunas de las razones, por las que se escogió el tema de las leyes de los gases ideales, para desarrollar un conjunto de estrategias basadas en la sugestopedia para la enseñanza de las Leyes de los Gases Ideales (L.G.I.) en estudiantes del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Se estimó que, si con este conjunto de estrategias, se lograra tener mejores resultados en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Leyes de los Gases Ideales (L.G.I.), comparado con los métodos de enseñanza tradicionales, se podría realizar un estudio similar con otros temas de química, que son considerados mucho más complejos, en cuanto a su nivel de comprensión se refiere.

La sugestión es un factor *constante* de la comunicación que trabaja con la mente subconsciente, creando condiciones para traer al consciente las *reservas funcionales* de la mente. El adjetivo *constante* denota que la Sugestión está siempre presente en el binomio: Alumno – Docente. La sugestopedia desarrolla el proceso de enseñanza de manera que no vaya dirigido solamente a la atención consciente del alumno, sino también a la inconsciente. Las percepciones periféricas -el entorno, la luz, el ambiente amable y lúdico, la actitud del profesor, el empleo de los diferentes tonos de voz, el humor, la sorpresa, los juegos, las canciones, la música, el arte, etc.- son parte integrante de dicho proceso. El aprendizaje se torna agradable, no alienante, y a su vez como un disfrute. El sentido del tiempo desaparece. Hay armonía en todo el proceso. Así va a conseguir el destape de habilidades potenciales que raramente se estimulan en los procesos tradicionales de enseñanza, ya que éstos van dirigidos exclusivamente a la mente consciente. El resultado será la memorización a largo plazo de gran cantidad de materia en muy poco tiempo (hipermnesia), sin fatiga, sin aburrimiento, sin tensión, sin miedo, aumentando la motivación por aprender y fomentando la creatividad, es decir, incidiendo positivamente en la salud mental, emocional y física del alumno.

Lozanov (1971) define tres barreras que actúan como filtros en la comunicación, durante el proceso enseñanza-aprendizaje. La primera es de tipo socio-cultural, ella bloquea aquella comunicación que no es aceptada por el grupo en el cual se desempeña. La segunda, es de tipo lógico-racional, ella rechaza toda comunicación cuando se percibe sin razón ni lógica; especialmente si es de adulto a adulto o de docente a alumno. La tercera barrera es la emocional-intuitiva, ella rechaza la comunicación cuando hablan las emociones y sentimientos; esta barrera es muy importante en el aprendizaje.

La sugestopedia como método, según Luzardo (2002) en el “El Arte de Enseñar con CLASe”, se caracteriza por tener principios; los más útiles se resumen aquí en tres:

1. La unificación del consciente con el sub- consciente
2. La paradoja cuerpo relajado-mente alerta
3. El potencial de reserva de la mente

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta didáctica basada en estrategias para promover la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, a los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre las leyes de los gases ideales en el primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
2. Establecer los principios de la sugestopedia como estrategia de enseñanza de las leyes de los gases ideales en alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
3. Validar con expertos las estrategias diseñadas para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, de los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
4. Aplicar la propuesta didáctica basada en estrategias para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, en los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.
5. Evaluar el impacto de la propuesta didáctica basada en la estrategia para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia en los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Sugestopedia

Ya se mencionó, que el padre de la auto-sugestión fue Coué (en 1922), y que muchos alumnos como Prichard (en 1980) y Erikson (en 1976 y la década de los 1980), siguieron sus pasos y aplicaron su conocimiento en diferentes ciencias. Coué fue el creador de la hipnoterapia y aplicó la sugestión a la salud mental, sus técnicas están vigentes y recogidas en su obra: *La respuesta está dentro de ti*. También se dijo que otros autores como Satir (en 1972), quien fue psicóloga familiar, utilizó la sugestión como un puente para mejorar la comunicación entre padres e hijos. Ella consideraba la comunicación como el *oxígeno* que nutre a la familia; sin este alimento no habría desarrollo de la personalidad del niño. (Luzardo, 2002).

En la década de los 60, Georgi Lozanov desarrolló y utilizó la sugestión con sus alumnos de medicina para desbloquear una de las barreras más importantes del aprendizaje: el estrés, sobre el cual está científicamente demostrada la relación negativa entre el y la productividad según Vincent (en 1990), Gazzaniga (en 1997), Jacobs *et al.* (en 1985). El aumento de la memoria y del rendimiento académico fue el resultado obtenido por Lozanov al enseñar al estudiante a controlar el estrés negativo. (Luzardo, 2002).

La sugestopedia, es un sistema de enseñanza que intenta conseguir la liberación interior y el desarrollo de la autodisciplina, y se basa en la artopsicoterapia comunicativa y en otras disciplinas psicoterapéuticas, y tiene en cuenta las leyes psíquicas y fisiológicas que intervienen en el proceso de liberación de las reservas del individuo (Lozanov, 1979).

La sugestopedia crea las condiciones de la adquisición de aptitudes y capacidades de concentración interior sobre la base de una relajación física óptima. Asimismo, ésta pone en juego la totalidad de las capacidades del hombre. La aplicación de este método de enseñanza aumenta la estimulación emocional y la motivación, los intereses y las actitudes se activan y se organiza mejor la participación de las funciones conscientes y subconscientes del individuo. A fin de estimular la atención, que es elemento integral de la actividad del alumno, se organiza el proceso pedagógico de manera que se utilicen plenamente no sólo las posibilidades de la atención activa, sino también las de la atención pasiva y, en particular, las posibilidades de las percepciones periféricas que intervienen de modo inconsciente tanto en situación de atención activa como de atención pasiva.

El sistema pedagógico sugestológico está basado en los tres principios siguientes: *a)* alegría, esparcimiento y psicorelajación por concentración; *b)* la unidad del consciente y el subconsciente; *c)* correlación sugestiva con sentido recíproco entre profesor y alumno. La unidad de los tres principios sugestopédicos se lleva a cabo gracias a tres grupos de medios: los psicológicos, los didácticos y los artísticos.

Lozanov (1971), en su tesis doctoral titulada "*Aplicaciones Médicas y Pedagógicas de la Sugestión*", establece que la "sugestibilidad" es un elemento de la personalidad independiente de la inteligencia: en función del tipo de sugerencias recibidas se estimula o desestimula a un ser humano. Las sugerencias negativas son fuente de inhibiciones y disminuyen la capacidad real del individuo, pero ayudándole a que se libere de las limitaciones sugeridas por su entorno desde su infancia, se consiguen grandes mejoras en la personalidad y en la conducta y se elevan también significativamente los niveles de aprendizaje. Después de una serie de estudios y experimentos, Lozanov llega entre otras muchas conclusiones, en que para lograr la actitud deseada en el estudiante, es necesario que el docente:

1. Facilite la relación, Profesor – Alumno, Alumno – Alumno, Alumno – Profesor.
2. Propicia la creación de una atmósfera sugestiva.
3. Utilice recursos y estrategias innovadoras de aprendizaje.
4. Estimule la comprensión y memorización de procesos y por encima de todas las cosas, contribuya a darle al estudiante satisfacción y confianza en sí mismo.

En su trabajo, "*Orientación, educación y creatividad. Ideas pedagógicas: Sugestología y sugestopedia*", De Pantoja (1995) plantea que la sugestología tiene como objetivo fundamental la modificación positiva de la personalidad humana. También propone despertar en el Hombre sus reservas potenciales: perceptivo-motoras, intelectuales, emotivas, psíquicas y físicas, lo que lo hará más adaptado a todas las situaciones humanas, puesto que asume las tareas de ayudar al individuo a ampliar el conocimiento de si mismo y de su entorno; facilitándole recursos técnicos e intelectuales para lograrlo. Por otro lado, señala que la sugestología tiene un amplio campo de acción y muy especialmente en la educación. Luzardo (2002), profesor titular de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, en su libro "El arte de enseñar con CLASE", plantea El Nuevo Método de Enseñanza - Aprendizaje: CLASE, que nace con la sugestopedia y otras teorías de

aprendizaje, aplicada y experimentada con su hijo, con alumnos de Medicina de la Universidad Central de Venezuela y con alumnos de la Escuela Básica.

El nombre –**CLASe**– se lo da en honor a lo que el denominó los cuatro Maestros del aula, cada uno con facultades, características y talentos diferentes:

- C-** Creatividad
- L-** Lógica
- A-** Acción
- Se-** Sentimientos

El método CLASe tiene más de diez años de investigación docente. El *Nuevo Método* se fundamentó en varias teorías del aprendizaje. Entre las más importantes:

1. Memoria Sensorial-Emotiva
2. Cerebro Bilateral
3. Teoría del Cerebro Triuno y Aprendizaje
4. Autoestima y Aprendizaje
5. Teoría de la Inteligencia Múltiple
6. Inteligencia Quinestésica
7. Democratización de la Inteligencia

Entre los autores científicos de estas teorías mencionadas por Luzardo (2002), están: Pribram en 1969; Sperry, en 1968; Ornstein y Thompson en 1977; MacLean en 1973; Geschwind en 1979; Canfield en 1976; Gardner en 1983; Machado en 1984; Kotulak en 1996; Greenfield en 1997; Wurtman en 1986; Popper y Eccles en 1977; Axelrod en 1974.

Aunque la neuropsicología nació mucho antes que se creara este término, sus inicios tras la comunicación de Broca a la Société d'Anthropologie de Paris, en 1861, han estado señalados por el triunfo del método anatómico-clínico. *[Si la Neuropsychologie est née bien avant que le terme fut créé, ses débuts depuis la communication de Broca à la Société d'Anthropologie de Paris en 1861, ont été marqués par le triomphe de la méthode anatomo-clinique]*, (Breton, 2007).

Luzardo (2002) también destaca el uso del lenguaje como herramienta fundamental en el buen sugestionador, y dice que el alumno aprende en el siguiente orden de lenguajes, utilizados por el docente:

50% con el Lenguaje Corporal

40% con la Entonación de la voz

10% con un Lenguaje verbal monótono

De ese modo el plantea que el buen sugestionador posee tres características,

- Uso de tres tonos de voz: fuerte, normal y suave cuando esta explicando una clase a sus alumnos o comunicándose con su auditorio, hijo, hija, o compañero de trabajo.
- Uso de la sílaba *SÍ* en la comunicación. Ejemplo de frases utilizadas: *Tú SI Puedes entender Ingles; Tú Si puedes ser ordenado en tus cuadernos y ejercicios de matemáticas, etc.*
- Congruencia de los lenguajes corporales, postura, gestos, contacto visual, mímica con los lenguajes verbales.

Según Paul Broca (1824-1880), en la mayor parte de las personas los centros nerviosos reguladores del lenguaje y de la inteligencia verbal están situados en el hemisferio izquierdo (Breton, 2007). El grado de dominio de éste varía según los individuos: es absoluto en unos, ligeramente superior en otros, mientras que no existe en el 10 % de la gente. Hasta la edad de 5 años, la lateralización de las funciones de los dos hemisferios no está establecida, por lo que el hemisferio se halla todavía en condiciones de asumir las funciones de la lengua. Más adelante, con el progreso de la edad, la diferenciación de las estructuras atómicas implica la distribución de las funciones psíquicas de las neuronas cervicales, de manera que, hacia la edad de 10 años, ha quedado ya constituida la dominancia definitiva del hemisferio izquierdo en cuanto al lenguaje y a la inteligencia verbal. El es también el que asume el papel fundamental en lo relativo al pensamiento abstracto y a las operaciones matemáticas.

En cuanto al hemisferio derecho, se orienta hacia otras funciones psíquicas. Regula el pensamiento concreto y sintético, los sonidos y las imágenes, así como sus asociaciones. Se convierte en la sede de las distintas aptitudes, como el don de la música, la creación artística, la intuición, la orientación en el espacio y la motricidad corporal. Es igualmente el hemisferio izquierdo el que recibe, asimila y reprograma las entonaciones de la voz humana, los gestos, la mímica, los actos ideo motores, los elementos paralingüísticos que acompañan al lenguaje humano, así como los excitantes periféricos del trasfondo.

Ciertas funciones psíquicas participan del funcionamiento de los dos hemisferios. El proceso de memorización, por ejemplo, interviene en las dos, pues la parte izquierda asegura la memoria voluntaria y la parte derecha condiciona la memoria espontánea. Si se presentan palabras diferentes a los dos oídos, se observará que las palabras presentadas al oído derecho se memorizan más fácilmente que las otras. En cambio, las melodías y los ruidos se perciben mejor por el oído izquierdo. Estos fenómenos se explican por el funcionamiento de las fibras

nerviosas de los oídos, que se comunican con los hemisferios cervicales según su orden habitual, habida cuenta de la lateralización más rigurosa: el oído derecho encamina el influjo nervioso al hemisferio izquierdo, al paso que el oído izquierdo remite las palabras al hemisferio derecho, que es quien controla el lenguaje.

Durante sus investigaciones, Lozanov y Gateva (1989) hicieron un importantísimo descubrimiento. Ellos observaron en los encefalogramas realizados sobre las personas estudiadas en el Instituto de sugestología, una aceleración de la actividad cortical en el hemisferio izquierdo, como consecuencia del trabajo intelectual de los estudiantes, mientras que, bajo la influencia de la música, es el hemisferio derecho el que sobre todo se activa. Por consiguiente, si el trabajo intelectual está acompañado de una música suave y tranquila de compositores clásicos o barrocos, la diferencia de actividad de los dos hemisferios disminuye considerablemente. Así el estado funcional de la corteza cerebral de un adulto vuelve a encontrar la flexibilidad de la infancia, esa dichosa edad en la que la información se percibe y asimila rápida y fácilmente, flexibilidad que estaba inhibida por la educación tradicional, orientada exclusivamente hacia la inteligencia verbal. La desaparición de la asimetría funcional de los dos hemisferios, gracias a la enseñanza sugestopédica, podría explicarse como una consecuencia fisiológica de la infantilización, estado particular típico en los estudiantes de las clases sugestopédicas.

Antecedentes en Química.

En las revisiones bibliográficas realizadas, no se encontraron investigaciones donde se haya hecho uso de estrategias y/o metodologías, basadas en los principios de la sugestopedia para la enseñanza de algún precepto de las ciencias químicas. No obstante, pudo conseguirse trabajos donde se desarrollaron metodologías y/o estrategias novedosas, diferentes a las tradicionales, que evidenciaron el gran interés existente en la consecución de un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias químicas, como son el caso de trabajos de Izquierdo (2004), Martínez, Balocchi y Modak (2005).

Arias y Dávila (2008) utilizaron estrategias sugestopédicas, para la enseñanza de las leyes de Newton en alumnos de noveno grado de educación básica, encontrando, una mayor efectividad de la sugestopedia como método didáctico para corregir e incorporar nuevos conceptos relacionados con estas las leyes, en los estudiantes que participaron en el estudio.

Definiciones y Conceptos

La “Sugestibilidad” es un elemento de la personalidad independiente de la inteligencia: en función del tipo de sugerencias recibidas se estimula o desestimula a un ser humano (Lozanov, 2006). Las sugerencias negativas son fuente de inhibiciones y disminuyen la capacidad real del individuo, pero ayudándole a que se libere de las limitaciones sugeridas por su entorno desde su infancia, se consiguen grandes mejoras en la personalidad y en la conducta y se elevan también significativamente los niveles de aprendizaje.

La “Sugestología” es la ciencia de la sugestión (Lozanov, 2006). Se basa en la activación sistematizada de las capacidades de reserva -habilidades potenciales- del cerebro y mente para liberar a la persona de las frecuentes limitaciones impuestas por las diferentes normas sociales que pueden condicionar tanto su personalidad y conducta, como su capacidad de aprendizaje. Tiene su origen en la psicoterapia, en la que se utiliza la sugestión como elemento de curación.

La “Sugestopedia” es un sistema de liberación", liberación del "concepto negativo preliminar respecto a las dificultades en el proceso de aprendizaje que se establece a lo largo de su vida en la sociedad (Lozanov, G.,1989). La “Desugestopedia” se centra más en la liberación como Lozanov describe “el aprendizaje desugestivo” como “libre, sin una leve presión, la liberación de los programas previamente sugerido para restringir la inteligencia y la adquisición espontánea de conocimientos, habilidades y hábitos.” El método implementa este trabajando no sólo en el nivel consciente de la mente humana, sino también en el nivel subconsciente, es decir donde están las reservas de la mente. Trabajando desde la reserva de la mente humana y el cerebro, se dice que se tendría una capacidad ilimitada, pudiendo enseñar más que otros métodos y pudiendo enseñar en la misma cantidad de tiempo.

La incorporación de los múltiples elementos artísticos, teniendo en cuenta que el arte es uno de los campos de mayor poder sugestivo, va a incluir los sentimientos en el proceso de aprendizaje, atrayendo la curiosidad, la atención y la participación lúdica del alumno, con lo que se favorece la memorización y el desbloqueo psicológico ante las viejas limitaciones.

Ahora, la sugestopedia descondiciona *-proceso de desugestión-* las viejas normas fijadas, pues no sólo favorece la implicación de una parte mayor del cerebro, sino también la de toda la personalidad, incluidas las emociones (Mendoza, 2007). Las sugerencias positivas irán sacando las negativas y cuanto más materia se ofrezca, más se aprenderá, cuanto más

motivación e ilusión, más fácil resultará el aprendizaje. Es la nueva Sugestopedia artístico-global que se consolida definitivamente en el año 1978 y que ha seguido desarrollándose y perfeccionándose hasta llegar a la variante actual que su creador, el Dr. Lozanov, denomina *Pedagogía Desuggestiva*.

La Sugestopedia se enfoca hacia objetivos educacionales organizando las percepciones sugestivas periféricas en forma sistematizada con el fin de destapar las capacidades de reserva y orientarlas a potenciar el aprendizaje, desarrollando el proceso de enseñanza. Es la sugestopedia en definitiva, como se mencionó anteriormente, un sistema de enseñanza que intenta conseguir la liberación interior y el desarrollo de la autodisciplina, y se basa en la artopsicoterapia comunicativa y en otras disciplinas psicoterapéuticas, y tiene en cuenta las leyes psíquicas y fisiológicas que intervienen en el proceso de liberación de las reservas del individuo (Lozanov, 1979).

Leyes de los Gases

Muchas sustancias familiares para nosotros existen a temperaturas y presión normal en forma gaseosa, estas incluyen muchos elementos (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 y los gases nobles) y una gran variedad de compuestos. En condiciones apropiadas, las sustancias que ordinariamente son líquidos o sólidos también pueden existir en estado gaseoso y se conocen como vapores. Por ejemplo el H_2O es común encontrarla como agua líquida, hielo o vapor de agua. Con frecuencia, una sustancia existe en las tres fases o estados de agregación de la materia al mismo tiempo. Un envase térmico contiene una mezcla de hielo y agua a $0\text{ }^\circ\text{C}$ y tiene cierta presión de vapor de agua en la fase gaseosa sobre el líquido y la fase sólida (Bronwn y Lemay, 1987).

En condiciones normales, los tres estados de la materia difieren entre sí. Los gases se diferencian en forma marcada de los sólidos y los líquidos en varios aspectos. Un gas se expande hasta el recipiente en el cual está contenido. En consecuencia, el volumen de un gas es dado al especificar el volumen del recipiente que lo contiene. El volumen de los sólidos y los líquidos no está determinado por el recipiente. La conclusión acerca de esto es que los gases son altamente compresibles. Cuando se aplica una presión a un gas su volumen se contrae con facilidad. Los líquidos y los sólidos, no son muy compresibles. Se debe aplicar

una presión elevada para hacer que el volumen de un líquido o un sólido disminuya en una cantidad insignificante como un 5%.

Por otro lado, los sólidos y los líquidos son varias veces más densos que los gases. Las moléculas deben estar mucho más apartadas en los gases y mucho más cercanas en líquidos y sólidos. Por ejemplo, el volumen de un mol de agua líquida es cercano a 18 mL, mientras un mol de vapor de agua comprimido ocupa cerca de 30.600 mL a 100 °C y presión atmosférica. Los gases son, en consecuencia, fácilmente compresibles y llenan completamente cualquier envase donde estén contenidos.

Dos o más gases forman mezclas homogéneas en todas proporciones, independientemente de que tan diferentes sean los gases entre sí. Los líquidos por otra parte, con frecuencia no forman mezclas homogéneas. Por ejemplo, cuando el agua y la gasolina se mezclan en una botella, el vapor de agua y el vapor de la gasolina que están encima del líquido forman una mezcla homogénea de gas. Por el contrario, los dos líquidos quedan separados.

Las propiedades características mencionadas y otras más de los gases, son explicables con base en las moléculas individuales que se encuentran relativamente separadas unas de otras. En un líquido, las moléculas individuales se encuentran más cercanas unas de otra y ocupan aproximadamente el 70 % del espacio total. Al realizar una comparación con el aire que respiramos, las moléculas solo ocupan el 0,1 % del volumen. En los líquidos, las moléculas están constantemente en contacto con las moléculas vecinas. Estas moléculas experimentan fuerzas de atracción entre sí; y tratan de mantenerse unidas dentro del líquido. Sin embargo, cuando un par de moléculas se acercan mucho, las fuerzas de repulsión evitan que se aproximen demasiado. Estas fuerzas de repulsión y atracción diferencian una sustancia de otra. El resultado es que distintos líquidos se comportan de manera diferente. Por el contrario, las moléculas de un gas están bien separadas y no sufren muchas influencias entre sí. Las moléculas de un gas se encuentran en constante movimiento y con frecuencia chocan. Por este motivo quedan separadas entre sí. Así, en el aire la distancia promedio entre las moléculas es aproximadamente 10 veces el tamaño de las mismas. Cada molécula en este estado tiende a comportarse como si no hubiera otras. El grado relativo de aislamiento de las moléculas hace que los diferentes gases se comporten en forma similar, aun cuando se trate de moléculas diferentes (Bronwn y Lemay, 1987).

Por definición, se llama gas, al estado de agregación de la materia que no tiene forma ni volumen propio. Su principal composición son moléculas no unidas, expandidas y con poca

fuerza de atracción, lo que provoca que no tengan volumen y forma definida, produciendo que este se expanda para ocupar todo el volumen del recipiente que la contiene. La importancia de los gases, puede entenderse simplemente entendiendo, que vivimos en el fondo de un océano de aire cuya composición porcentual en volumen es aproximadamente de 78% de N₂, 21% de O₂ y 1% de otros gases, incluyendo CO₂. En la década de 1990, la química de esta mezcla de gases vitales se volvió un tema muy relevante debido a los perjudiciales efectos de la contaminación ambiental, y que estaba, entre otras relacionada con la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera. (Whitten, Davis y Peck, 1998).

Los experimentos hechos con varios gases demuestran que las cuatro variables: temperatura (T), presión (P), volumen (V) y cantidad de gas en moles (n) son suficientes para definir el estado o condición de muchas sustancias gaseosas.

Ley de Boyle

La primera relación entre algunas de las variables fue descubierta en 1662 por Robert Boyle (1627-1691). La Ley de Boyle establece que: *“el volumen de una cantidad fija de gas mantenida a una temperatura constante es inversamente proporcional a la presión del gas”*, en la figura 1 puede verse como es en forma grafica. Esto significa que a medida que la presión aumenta el volumen disminuye, si la presión se duplica el volumen del gas disminuye a la mitad de su valor original.

Esta relación puede expresarse como $V \propto 1/P$ (en donde \propto se lee “proporcional a”) o bien $V = c/P$ (en donde c es una constante de proporcionalidad, que depende de la temperatura y de la calidad de gas). La ley de Boyle expresa el hecho importante de que un gas es compresible (Whitten, Davis y Peck, 1998).

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Donde:

P_1 es la Presión Inicial

P_2 es la Presión Final

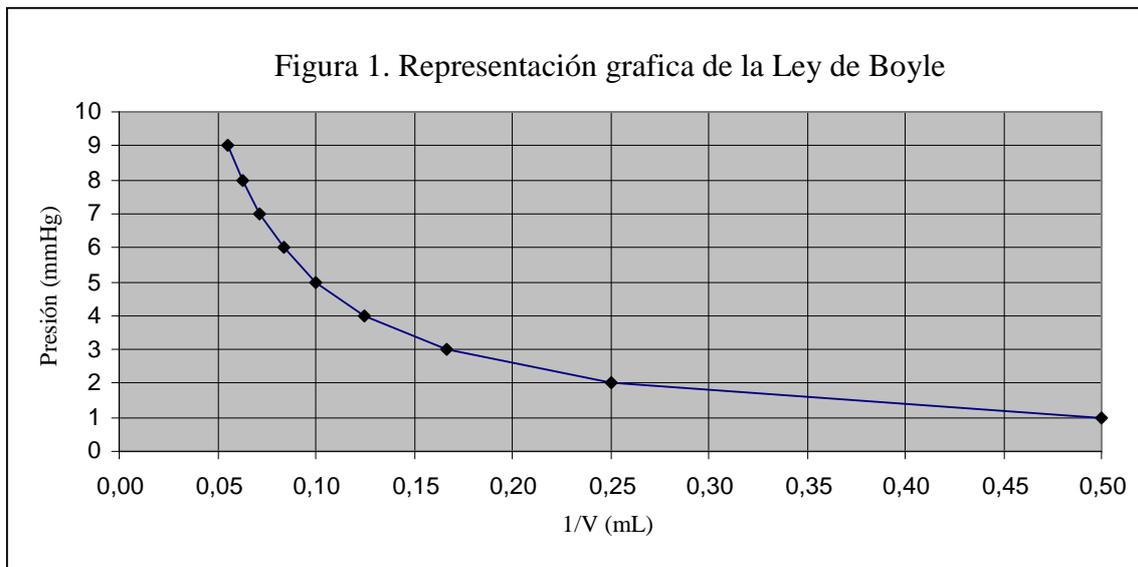
V_1 es el Volumen Inicial

V_2 es el Volumen Final

Ejemplo: Una cantidad de gas ocupa un volumen de 80 cm^3 a una presión de $0,98 \text{ atm}$. ¿Qué volumen ocupará a una presión de $1,2 \text{ atm}$. si la temperatura no cambia?

$$(0,98 \text{ atm} * 80 \text{ cm}^3) = (1,2 \text{ atm} * V_2)$$

$$V_2 = (0,98 \text{ atm} * 80 \text{ cm}^3 / 1,2 \text{ atm}) = 65,3 \text{ cm}^3$$



Ley de Charles

La relación entre el volumen de un gas y la temperatura fue descubierta en el año de 1787 por Jacques Charles (1746-1823), un científico francés. Charles encontró lo que se conoce hoy día como Ley de Charles: “*el volumen de una cantidad fija de gas a una presión constante aumenta en proporción lineal con la temperatura*”, en la figura 2 puede verse como es en forma grafica.

En 1848 William Thomson (1824-1907), un físico británico cuyo título era Lord Kelvin, propuso la idea de una escala de temperatura absoluta, conocida actualmente como escala Kelvin, con $-273^{\circ}\text{C} = 0 \text{ K}$. En términos de esta escala, la Ley de Charles puede expresarse de la siguiente manera: el volumen de una cantidad fija de gas mantenido a una presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta. La mencionada relación puede expresarse como $V \propto T$ o como $V = cT$, en donde c es la constante de

proporcionalidad que depende de la presión y de la cantidad del gas. De esta manera al duplicar la temperatura absoluta, es decir de 200 K a 400 K, el gas también aumenta su volumen al doble. Esto se debe a que "temperatura" significa movimiento de las partículas. Así que, a mayor movimiento de las partículas (temperatura), mayor volumen del gas. (Whitten, Davis y Peck, 1998).

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Donde:

V es el volumen

T es la temperatura absoluta (es decir, medida en Kelvin).

Ejemplo: El volumen inicial de una cierta cantidad de gas es de 200 cm³ a la temperatura de 20°C. Calcula el volumen a 90°C si la presión permanece constante.

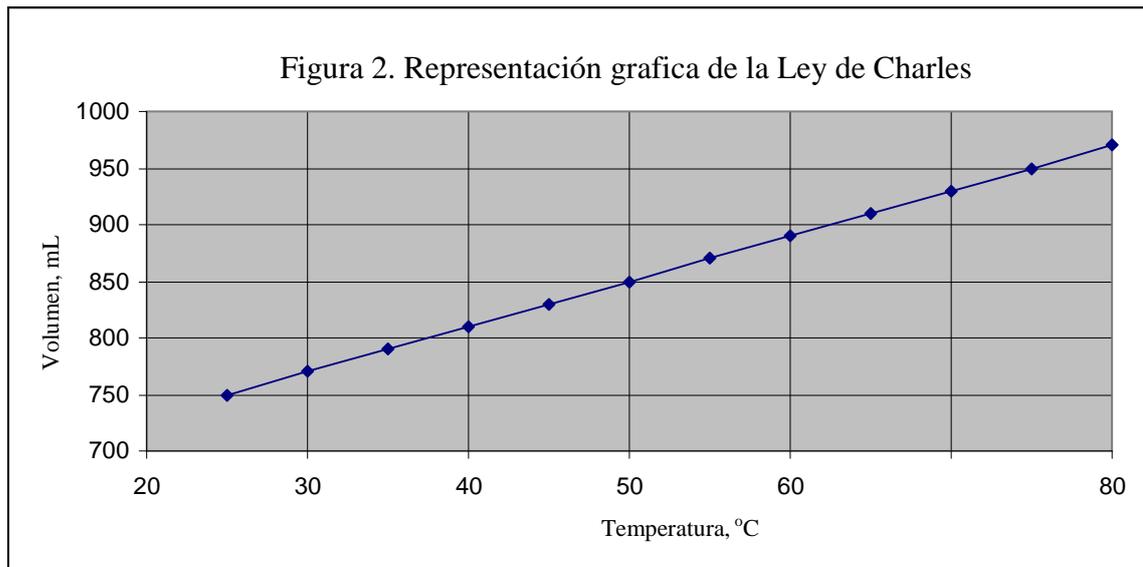
Lo primero es convertir las temperaturas relativas en absolutas

$$K = ^\circ C + 273$$

$$K = 20^\circ C + 273 = 293$$

$$K = 90^\circ C + 273 = 363$$

$$\left(\frac{200 \text{cm}^3}{293 \text{K}} \right) = \left(\frac{V_2}{363 \text{K}} \right); \quad V_2 = 247,78 \text{cm}^3.$$



Ley de Avogadro

La relación entre el volumen del gas y la cantidad del gas se debió a los trabajos del científico francés Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) y al científico italiano Amadeo Avogadro (1776-1856). Gay-Lussac es una de las figuras extraordinarias en la historia de la ciencia moderna que puede denominarse realmente un aventurero. Él se interesó en globos más ligeros que el aire y en 1804 hizo un ascenso a 23000 pies. Este fue un récord de altitud por muchas décadas, pero Gay-Lussac tuvo otras razones para hacer el vuelo: probó la variación del campo magnético de la Tierra y muestreó la composición de la atmósfera en función de la altitud.

Para poder controlar los globos más ligeros que el aire, Gay-Lussac debió conocer más acerca de las propiedades de los gases. Con este propósito realizó muchos experimentos. El más importante de estos experimentos fue el descubrimiento que hizo en 1808 de la ley de combinación de volúmenes. Esta ley establece que los volúmenes de los gases que reaccionan entre sí a la misma presión y temperatura mantienen una relación numérica expresada en números enteros pequeños.

El trabajo de Gay-Lussac condujo a Avogadro en 1811 a proponer su conocida “hipótesis de Avogadro”, y que luego se convirtió en la Ley de Avogadro: “*igual volumen de gases a la misma temperatura y presión contienen igual número de moléculas*”, en la figura 3 puede verse como es en forma grafica. (Whitten, Davis y Peck, 1998).

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Donde:

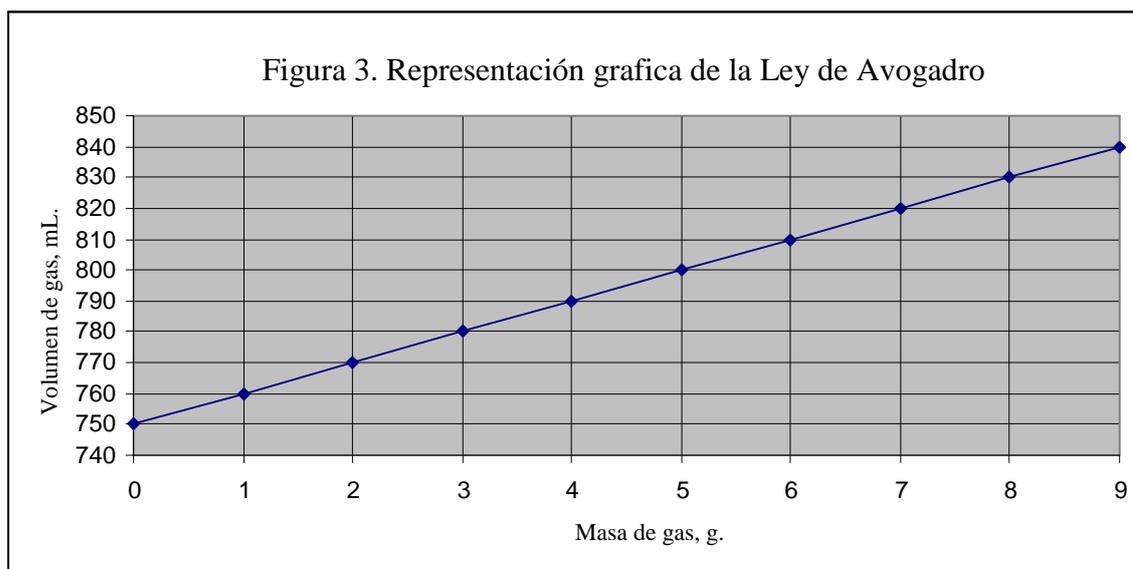
V: es el volumen

n: es el número de partículas

Ejemplo: Una cierta cantidad de gas se encuentra a la presión de 790 mm Hg cuando la temperatura es de 25°C. Calcula la presión que alcanzará si la temperatura sube hasta los 200°C.

La presión la podemos expresar en mm Hg y, la que calculemos, vendrá expresada igualmente en mm Hg, pero la temperatura tiene que expresarse en Kelvin

$$\left(\frac{790 \text{ mm Hg}}{298 \text{ K}} \right) = \left(\frac{P_2}{398 \text{ K}} \right); \quad P_2 = 1055,1 \text{ mm Hg.}$$



Ventajas de la Sugestopedia según Lozanov (Breton, 2007)

1. En primer lugar, tratará de «desugestionar» al estudiante de las anteriores sugestiones negativas y, sobre todo:
 - a) Todo ser humano tiene aptitudes modestas
 - b) Al envejecer, las aptitudes se reducen
 - c) El estudio (el aprendizaje) es difícil y exige mucho esfuerzo y concentración

- d) Se llega a aprender, después de varias lecturas y repeticiones de la misma lección
2. En segundo lugar, facilitará la relación profesor-estudiante, estudiante-estudiante, profesor-estudiantes.
3. En tercer lugar, entrará como componente multidimensional del entorno y ayudará a la creación de una atmósfera sugestiva.
4. Por último, estimulará la memorización y contribuirá de ese modo a dar al estudiante satisfacción y confianza en sí mismo. Podemos definir la sugestopedia como una pedagogía optimista.

De este modo, la sugestología arroja una luz especial sobre el proceso de aprendizaje, del que hace surgir el aspecto instintivo, inconsciente, natural y espontáneo. Los estudiantes aprenden con mayor facilidad y rapidez y de una manera más agradable, si la organización interna de la enseñanza llega a alcanzar las reservas de la actividad psíquica no consciente.

Partiendo de un enfoque global de la personalidad humana y teniendo en cuenta los recientes descubrimientos psicofisiológicos en torno a las específicas funciones de los dos hemisferios cerebrales, la sugestopedia reestablece el equilibrio del trabajo del cerebro, de las formaciones corticales y subcorticales y por ese medio llega a hacer mucho más eficiente el aprendizaje.

La sugestopedia es mucho más que un conjunto de técnicas. No es tanto qué se hace, sino cómo se hace, cuándo y con qué objetivo. En realidad puede resumirse en una sola palabra: comunicación. La sugestopedia es excelente comunicación entre el profesor y el alumno. Pero es imprescindible la veracidad de esta comunicación, es decir, el profesor debe creer realmente en lo que hace y sentir un afecto real por ello, sin ser algo simulado, sin artificialidad. Todos los demás elementos armónicamente orquestados que el profesor bien entrenado utiliza en sugestopedia van dirigidos a lograr esa excelente comunicación. Cuando el alumno percibe todo esto, empieza a destapar sus reservas mentales y aprende mucho más sintiéndose bien.

Un concepto muy importante que debe tomarse en cuenta y debe estar muy claro, es el de rendimiento académico o rendimiento escolar. En el contexto de la educación, se manejan diferentes conceptos, que si bien no son del todo iguales, están muy relacionados en la mayor parte de los casos. Uno de ellos lo define como “una medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como

consecuencia de un proceso de instrucción o formación y que desde una perspectiva propia del alumno, se puede definir como una capacidad respondiente de este frente a estímulos educativos, susceptible de ser interpretado según objetivos o propósitos preestablecidos” (Pizarro, 1985)

Algunos autores (Andrade, G; Miranda, C y Freixas, 2003) lo definen como “el grado de logro de los objetivos establecidos en los programas oficiales de estudio”. Otro autor (Chadwick, 1979), lo define como “la expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza – aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un periodo, que se sintetiza en un calificativo final (cuantitativo en la mayoría de los casos) que evalúa el nivel alcanzado”

Alfonso Chávez (Chávez, 2006) resume el rendimiento académico como “un indicador del nivel de aprendizaje alcanzado por el alumno, convirtiéndose en tal sentido, en una especie de tabla imaginaria de medida para el aprendizaje logrado en el aula, constituyendo el objetivo central de la educación”. Es importante destacar, que algunos autores estiman, que el aprovechamiento académico no es sinónimo de rendimiento académico, puesto que el rendimiento académico parte del presupuesto de que el alumno es responsable de su rendimiento. En tanto que el aprovechamiento escolar esta referido, mas bien, al resultado del proceso enseñanza – aprendizaje, de cuyos niveles de eficiencia son responsables tanto el que enseña como el que aprende (Reyes, 2003).

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

Diseño de la Investigación

Con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos, se desarrolló un Proyecto Tecnológico como contenido de aprendizaje específico y como plataforma metodológica para el desarrollo curricular de la Tecnología, ya que permite instalar en el ámbito de la escuela una herramienta de anticipación muy valiosa. El Proyecto Tecnológico (LaCueva, 2007), sin embargo, no sólo es la base del planteamiento curricular que permite articular el conjunto de los conocimientos del área, posee además, una fuerte carga conceptual que involucra aspectos técnicos, sociales, económicos, etc.

Se entiende por Proyecto Tecnológico una secuencia de etapas que tienen como objetivo la creación, modificación y/o concreción de un producto, o la organización y/o planificación de un proceso o de un servicio (Doval, 2000).

Para delimitar las diferentes interpretaciones a que da lugar esta idea, es necesario clarificar que cuando se hace referencia a un proyecto, el mismo consiste en:

1. Designio o pensamiento de ejecutar algo.
2. Plan y disposición que se forma para un tratado o para la ejecución de una cosa de importancia.
3. Conjunto de diseños, planos y cálculos, plantas, alzados, perspectivas, y la de documentación técnica de distinta índole que determinan todo lo necesario para la construcción de una obra arquitectónica.

Cuando se habla de Proyecto Tecnológico, se está considerando todo lo anterior, pero aludiendo a un campo de contenidos mucho más amplio, inserto en el campo social-productivo, si a su vez se plantea en términos educativos, se estarían agregando a ese campo los componentes del aprendizaje sistematizado que supone la actividad escolar.

La palabra “tecnología” fue creada por Johann Beckmann (en 1777) y designa a la técnica industrial, que ya no es empírica, sino que se apoya en el conocimiento científico y se elabora según métodos análogos a los de la ciencia. También se denomina Know How (saber cómo en inglés): es un conocimiento pragmático obtenido por métodos racionales y experimentales.

Puede decirse que la concepción actual de la tecnología nació con Edison, quien en su laboratorio de Menlo Park, se propuso por primera vez producir sistemáticamente conocimiento técnico para la industria. También creó el mercado de patentes y marcas. Los grandes avances del siglo XX no se debieron ya a *inventores* empíricos sino a laboratorios de investigación y desarrollo sostenidos por el estado y la empresa privada, que funcionan como verdaderas *fábricas de tecnología*. En todos los casos, hay una estrecha colaboración entre ciencia y técnica.

De tal modo, los primeros aviones (diseñados por empíricos como los hermanos Wright) dieron lugar a estudios teóricos de aerodinámica, que inmediatamente se aplicaron a mejorarlos. Frank Whittle desarrolló el primer motor jet apoyándose en conocimientos de termodinámica, aerodinámico y metalurgia física: recibió apoyo del gobierno británico en vísperas de la segunda guerra mundial y logró hacer volar el primer prototipo en 1941.

La energía nuclear, cuyo estudio teórico se remonta a Mendeleev y a Einstein, fue desarrollada por Enrico Fermi, un físico italiano exiliado del fascismo, en el marco del Proyecto Manhattan del gobierno norteamericano que culminaría con la bomba atómica en 1945. El desarrollo de todas las tecnologías vinculadas con la astronáutica, desde las computadoras y los combustibles hasta el disco compacto, fue parte de los proyectos de Investigación y desarrollo de la NASA en el marco de la *carrera espacial* entre USA y URSS y del envío de sondas interestelares en la década de 1970.

Si bien el punto de vista expuesto puede ser ampliado con muchas consideraciones, muestra claramente que la finalidad del conocimiento vinculado a la tecnología está orientada al logro de metas específicas, en las cuales, el valor del resultado no es un dato más. El pensamiento tecnológico tiene finalidades prácticas orientadas en un contexto necesidad–demanda y los proyectos vinculados deben cumplir esa premisa. Así, en la escuela, adoptan una doble finalidad: incorporar este tipo de conocimiento, como un procedimiento orientado a resolver problemas, y proporcionar el manejo conceptual de las variables que en él intervienen, que no son escasas.

El Proyecto Tecnológico es el resultado de una búsqueda tendiente a solucionar, metódica y racionalmente, un problema del mundo material. El objetivo de un Proyecto Tecnológico puede ser muy específico o muy genérico, pudiendo ir por ejemplo, desde la resolución de un problema asociado a la planificación de una gran urbanización hasta la resolución de un problema asociado a la construcción de una de sus viviendas, o el diseño de

un conjunto de estrategias para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en general, hasta el diseño de un conjunto de estrategias para la enseñanza de la leyes de los gases ideales.

Para resolver un problema (en nuestro caso un problema educativo) es conveniente aplicar un método, entendiendo por método un procedimiento reflexivo, sistemático, explícito y repetible para lograr algo, ya sea material o conceptual. Un método es fundamentalmente una actitud, una estrategia, una filosofía que, frente a una situación problemática orienta en la búsqueda de una solución.

Todo método consta de una sucesión de etapas que conducen al fin propuesto; cada etapa plantea, a su vez un problema a resolver. Así, en los proyectos tecnológicos, las etapas que conducen a la solución del problema son función de múltiples factores (las características del problema, cómo encarar su solución, los medios de que se dispone, cómo subdividir las etapas y cómo denominarlas, etc.), de allí las diversas formas de plantear y presentar las etapas de los proyectos tecnológicos.

Según LaCueva (2007), Mills y Aitken (1986), los proyectos tecnológicos son un beneficioso enriquecimiento para la actividad escolar porque ellos exigen y desarrollan habilidades y conocimientos poco explotados en investigaciones estrictamente científicas o en aquellas de corte ciudadano. Así, estimulan la inventiva en el diseño y construcción de objetos, aumentan el dominio práctico sobre materiales y herramientas diversas, obligan a desarrollar categorías específicas para la evaluación de sus resultados, permiten la aplicación y la prueba-por-la-practica de nociones científicas.

En los *proyectos tecnológicos* los estudiantes desarrollan o evalúan un proceso o un producto de utilidad práctica, imitando así la labor de los tecnólogos. Tales serían los casos, por ejemplo, de construir aeroplanos con papel y cartulina, de inventar recetas de ensaladas y canapés, o de evaluar la calidad de varias marcas de lápices.

A fin de mostrar las etapas involucradas en el Proyecto Tecnológico, tenemos el siguiente esquema metodológico, necesario para llevar a cabo los objetivos planteados:

Para la determinación de los conocimientos previos sobre las leyes de los gases ideales en estudiantes del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda; se realizó un test o examen diagnóstico, el cual, luego de su diseño, fue avalado por los expertos. El análisis de los resultados obtenidos en el examen permitió

descubrir las principales fallas que poseían los estudiantes para la comprensión de los conceptos relacionados con el tema.

Los principios de la sugestopedia considerados en este Proyecto Tecnológico para la enseñanza de algunos fenómenos químicos son:

1. La unificación del consciente con el sub-consciente
2. La paradoja cuerpo relajado- mente alerta
3. El potencial de reserva de la mente

Para la validación con expertos (ver formato de solicitud de colaboración de los expertos en el apéndice 1) de las estrategias para la enseñanza de las leyes de los gases ideales en estudiantes del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, se contó con un profesor universitario graduado en Licenciatura en Educación mención química y un profesor universitario graduado en Licenciatura en Química, con la finalidad de disponer de dos perspectivas, la de un profesional con preparación especialmente sólida en pedagógica y didáctica, y la de un profesional con preparación especializada en el estudio de la química.

Una vez validadas por expertos, las estrategias sugestopédicas para la enseñanza de las leyes de los gases ideales, se aplicaron a los estudiantes del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.

Luego de la aplicación de las estrategias sugestopédicas, era necesario determinar el impacto de las mismas en la enseñanza de las leyes de los gases ideales, y tratar de cuantificar el nivel de aprendizaje alcanzado y el grado de satisfacción logrado en el estudiante con el uso de la sugestopedia, lo cual se realizó a través de un test también validado por los expertos (ver formato validación del test en el apéndice 2).

Metodología Experimental

En la metodología implementada, una parte de los estudiantes recibió las clases con estrategias de enseñanza aprendizaje tradicionales, que fue denominado grupo de control (GC), mientras otra parte realizó actividades con estrategias sugestopédicas denominado grupo de prueba (GP), en ambos casos durante dos semanas y 8 horas académicas totales.

En la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, las carreras de ingeniería que se dictan, y que tienen química en su programa de estudios, son Química,

Mecánica, Civil e Industrial. La asignatura química está ubicada en el primer semestre de la carrera, con un número promedio de estudiantes por sección de, aproximadamente, cuarenta.

En la clase anterior al inicio del estudio de los gases ideales, se informó a los estudiantes la experiencia a realizar y se les solicitó su colaboración voluntaria, en un clima distendido, donde se les hizo saber la importancia de su participación. Se trabajó con una muestra de $n = 24$ estudiantes (no repitientes) del primer semestre del año 2009, provenientes de dos secciones y que conformaron los dos grupos, con una población de 12 estudiantes cada uno, los denominados grupo de prueba (GP) y grupo control (GC). La muestra es no probabilística intencional, dado que la mitad de los estudiantes elegidos debió tener un promedio de notas superior a 15 puntos (en base a 20 puntos), mientras la otra mitad debió tener un promedio de notas inferior a 10 puntos, esto permitió conocer si las estrategias sugestopédicas afectaron por igual a los estudiantes de mas alto rendimiento que a los de bajo rendimiento académico. En cada grupo se incorporaron a seis (06) de los estudiantes con promedio de notas superior a 15 puntos (en base a 20 puntos), y a seis (06) de los estudiantes con un promedio de notas inferior a 10 puntos, para completar la población total del respectivo grupo.

Se desarrolló el tema de las leyes de los gases ideales con modalidad presencial y estrategias de enseñanza aprendizaje tradicional, durante dos semanas, con un total de 8 horas académicas, para el grupo de control (GC), según lo asignado curricularmente. El grupo de prueba (GP), desarrolló el tema, bajo el modelo sugestopédico, en cuatro clases de 2 horas académicas cada una durante dos semanas. Ambos grupos recibieron la misma información, siendo el temario por tanto, común para ambos grupos, pero no se sometieron al mismo estímulo (Hernández y col, 2006).

A continuación se describen las actividades específicas de cada grupo. Las clases del grupo de control fueron orales, solo con uso de pizarra y sin ayuda de recursos audiovisuales adicionales. Por otro lado las clases del grupo de prueba, se hicieron según el siguiente procedimiento:

- **El Inicio de la clase:** fue equivalente a la presentación del tema u objetivo. La música recomendada y empleada para este momento, es la utilizada para relajar mente y cuerpo, tal como la de compases lentos. Música Barroca como El Invierno de las 4 Estaciones de Vivaldi o el Camino de Seda de Kitaro. Aquí se utilizaron frases benéficas, que ayudarían a los estudiantes a entender la materia y minimizar el rechazo natural a la química, como “Tu

Sí puedes entender los fenómenos estudiados”, “la química es fácil”, entre otros. En la primera clase los alumnos recibieron una guía de estudio con información teórica e información de los experimentos a realizar (ver apéndice 3).

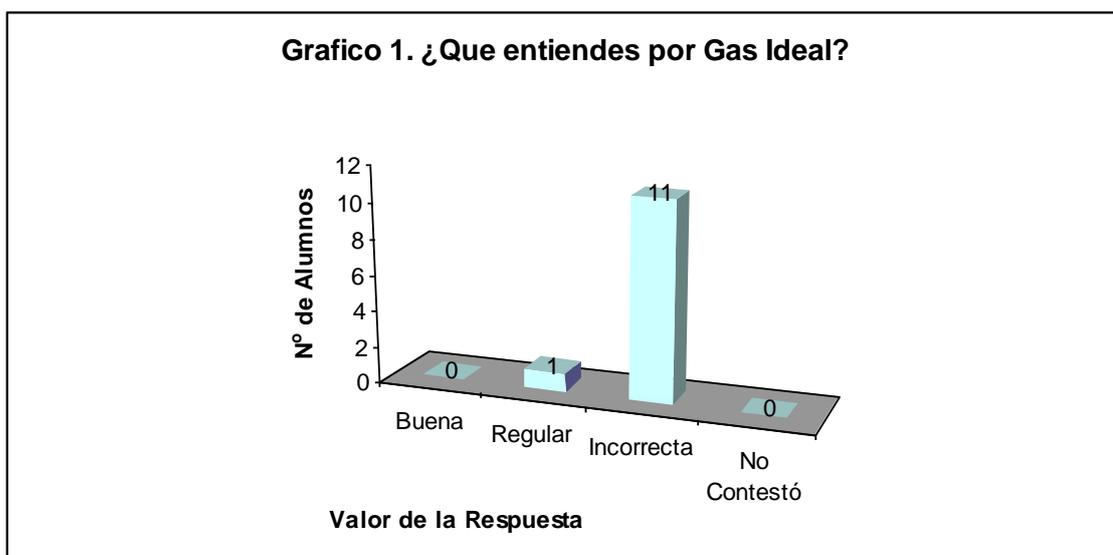
- **La Mitad de la Clase:** equivalente a la explicación del tema, a la par de la realización de experimentos especialmente diseñados para visualizar con facilidad el significado de las leyes a estudiar, y donde cada experimento estaba pensado específicamente para cada ley. Los experimentos fueron llevado a cabo siguiendo las instrucciones de cada uno, con la guía del profesor, pero ejecutados por los estudiantes. Todos los experimentos se diseñaron de tal manera que fueran de fácil implementación y comprensión, y que a la vez pudieran ser llevados a cabo, en lo posible, con materiales de uso común (ver fotos referenciales en los apéndices 4, 5, 6, 7 y 8). Se utilizó en la exposición los tres tonos de voz y nos apoyamos con un tipo de música que facilitaría el estado de atención del alumno, como un fragmento del Concierto No.1 de Piano de P.I. Tchaikovsky.

- **El cierre de la clase:** aquí se hizo un resumen muy detallado del objetivo estudiado, la apertura de un ciclo de preguntas y respuestas, y luego las conclusiones, todo ello guiado por los mismos alumnos. Apoyándonos con la música que estimularía la imaginación de los mismos; por ejemplo. *La Danza de las Horas* de Ponchielli.

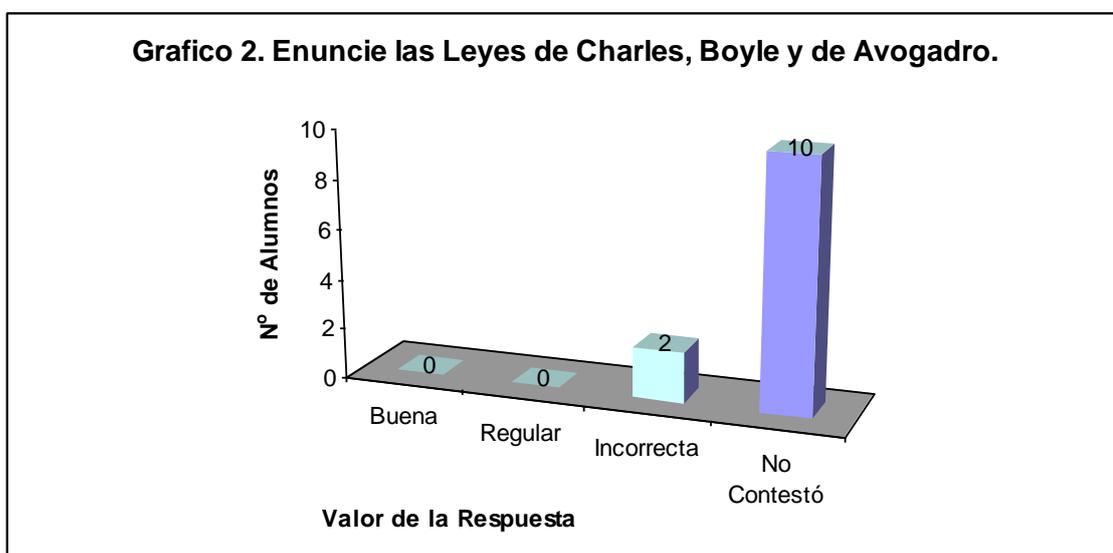
Al finalizar el tema de los gases ideales, se aplicó el instrumento de evaluación diseñado para tal fin, que fue la última evaluación parcial de la asignatura. La misma tuvo una ponderación de 50% de la puntuación del período. El rendimiento de cada grupo quedó definido por la nota numérica obtenida por cada alumno.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

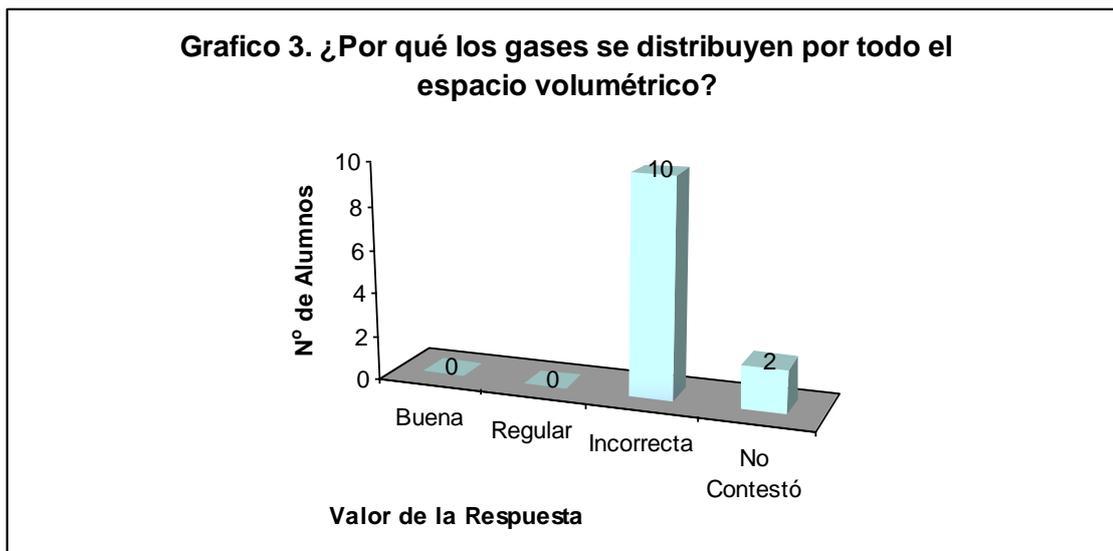
Los resultados del test diagnóstico aplicado a los alumnos del grupo de prueba, permitieron poner al descubierto las fallas y/o deficiencias que los alumnos de este grupo poseen, respecto a conceptos y herramientas que los mismos deben tener bien desarrolladas para asegurar una completa, perfecta y fácil comprensión de el tema de Las Leyes de los Gases Ideales.



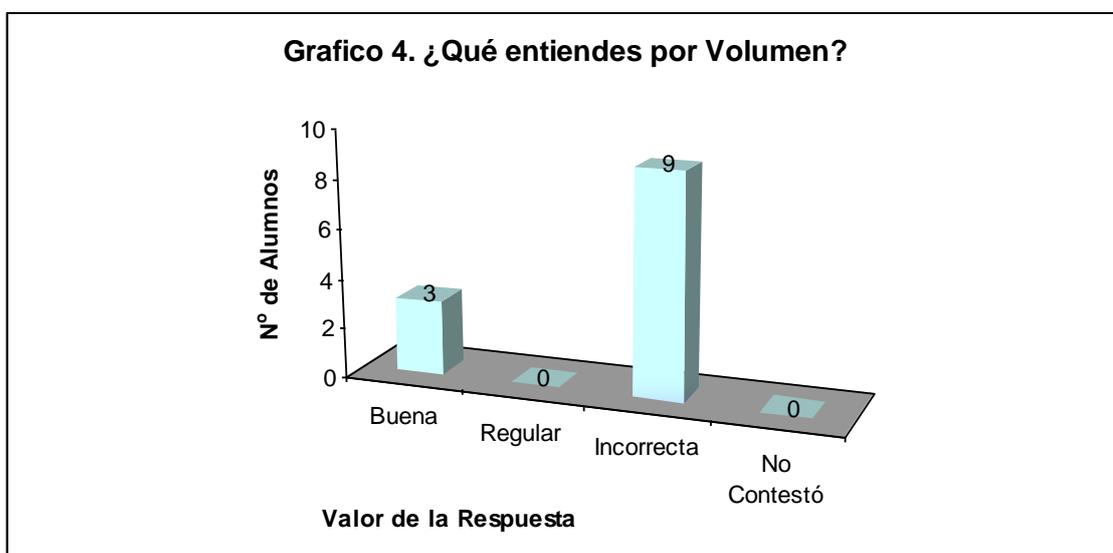
En el grafico 1 se puede observar, que de los 12 estudiantes, solamente uno de ellos logró responder la pregunta (aunque de manera regular) y ninguna correctamente, a cerca de ¿Qué se entiende por gas ideal?, ello muestra que posiblemente estos alumnos, durante sus estudios en la secundaria no recibieron una sólida base en este tema.



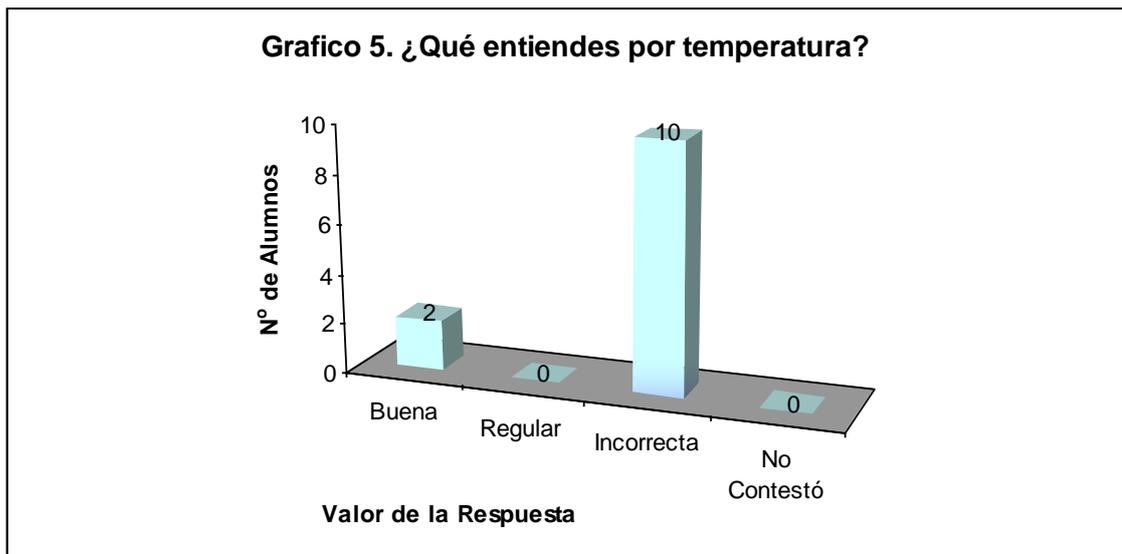
En el grafico 2 puede notarse que los alumnos en su mayoría, no fueron capaces de enunciar de manera correcta cada una de las leyes sobre las que se preguntó, y lo que es mas grave, mas del 80 % de los mismos no respondieron la pregunta, lo que podría interpretarse, por los resultados de obtenidos, que los mismos no recibieron una formación adecuada en cuanto al estudio de los gases en general, en los cursos previos.



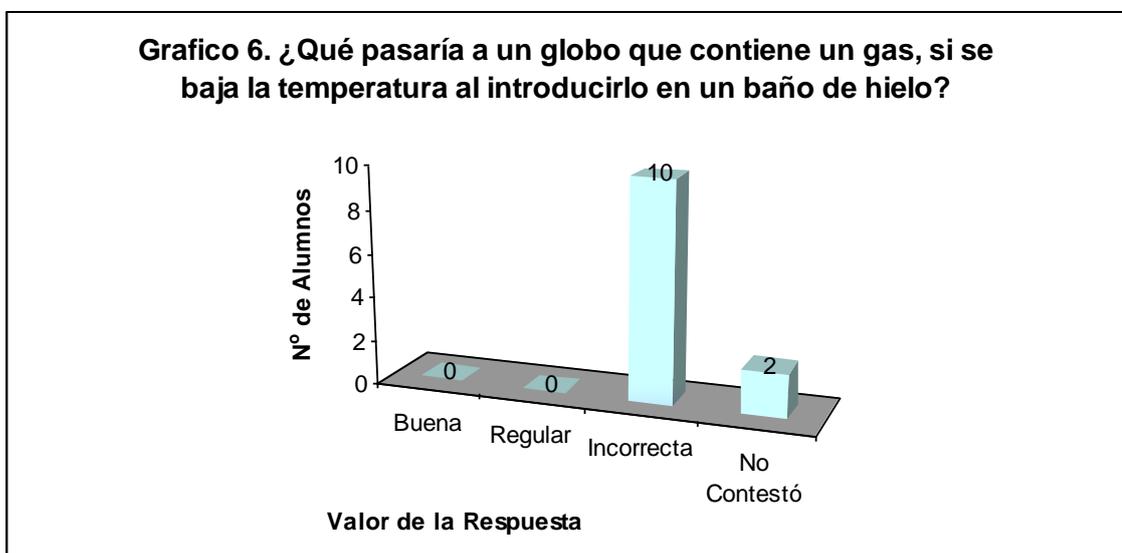
Ante la pregunta de ¿Porqué los gases se distribuyen por todo el espacio volumétrico? El grafico 3, muestra que los estudiantes contestaron de forma errónea o simplemente no contestaron, llevando el problema de sus deficiencias, mas allá del desconocimiento de lo que son los gases ideales, y evidenciando que los mismos tienen serios problemas conceptuales.



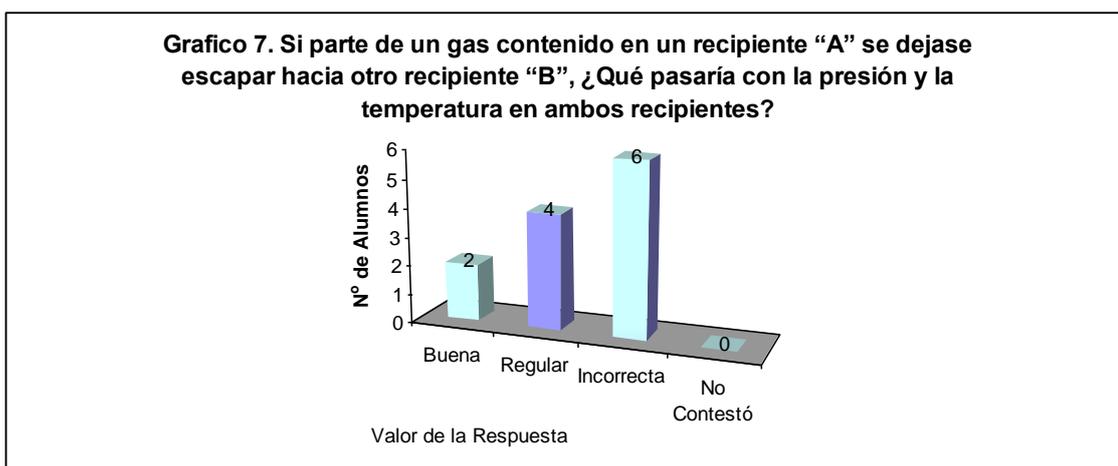
Ante conceptos tan elementales como volumen y temperatura, los resultados mostrados en los gráficos 4 y 5, evidencian o confirman que los alumnos presentan serias deficiencias en el manejo de información que es muy importante conocer para lograr comprender de manera fácil y efectiva los fenómenos relacionados con el estudio de los gases, y de las leyes que los rigen.



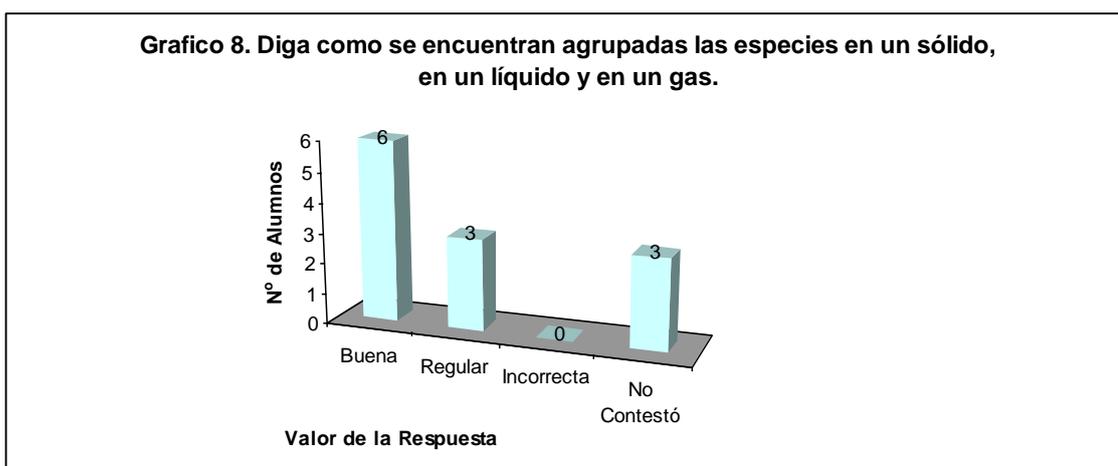
Se puede decir que son serias deficiencias, debido a que, y como se logra ver en ambos gráficos, no más del 25 % de los alumnos lograron definir de manera correcta los conceptos consultados, siendo ello muy grave, debido a que son alumnos que deberían tener aun muy vivos dichos conceptos, si se toma en cuenta que el estudio de los gases ideales se lleva a cabo en el último trimestre del cuarto año de educación diversificada.



Cuando a los alumnos se les formulan las preguntas que se muestran en los gráficos 6 y 7, habría de esperar un alto porcentaje de las respuestas correctamente respondidas, ya que las mismas describen situaciones parecidas a algunas de la vida diaria, y que podrían ser respondidas de manera acertada, incluso sin tener profundos conocimientos en química.



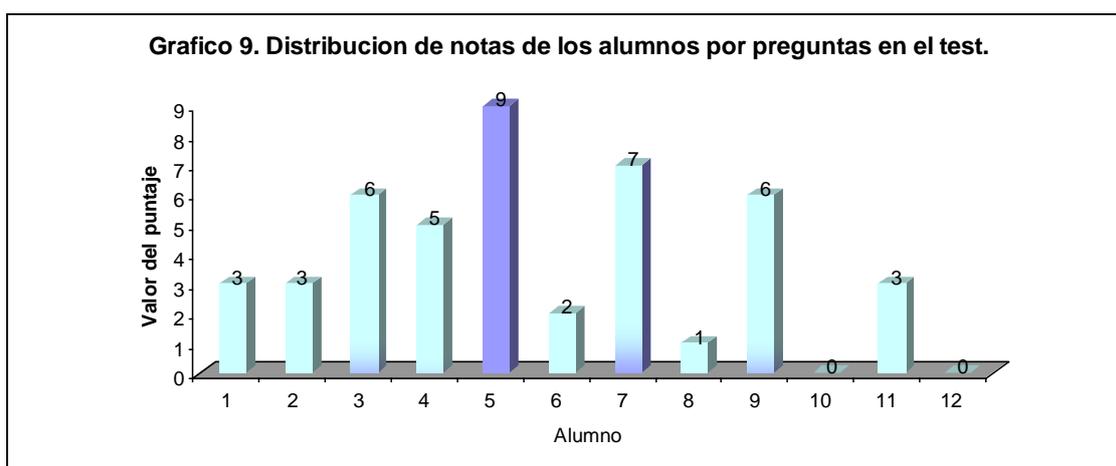
No obstante se logra evidenciar, por los resultados observados, el desconocimiento que tienen los alumnos, (quizás por una mala o falta de formación previa) de lo que ocurriría a los gases cuando los mismos son sometidos a ciertos manejos y/o situaciones, como por ejemplo, ¿Qué le pasaría a un globo lleno de un gas determinado cuando este es sumergido en un baño de hielo y se baja la temperatura?, o



¿Que pasaría con la presión y la temperatura de dos recipientes conectados, cuando el gas contenido en uno de ellos se deja escapar hacia el otro? Donde al menos la mitad de el total de

los alumnos respondió de forma incorrecta a ambas preguntas, y algunos de ellos incluso no contestaron.

Similar a lo que ocurre con las preguntas que se observan en los gráficos 6 y 7, los resultados obtenidos, cuando se les pide a los alumnos decir como se encuentran agregadas las especies en un sólido, líquido y gas, muestran desconocimiento en la forma en que están agregadas o agrupadas las partículas dependiendo del estado físico, obsérvese el grafico 8.



El gráfico 9 muestra como es la distribución de notas de los alumnos en el test en general, y se aprecia que en el mejor de los casos, el alumno que obtuvo la mas alta calificación no logro alcanzar la nota minima aprobatoria (10 puntos en base a 20), evidenciando que era necesario tomar en cuenta las deficiencias conceptuales explícitamente mostradas, así como otras que están de manera implícita y que no fueron exploradas en el test, con la finalidad de diseñar la estrategia metodológica de tal manera, que la misma solventara o corrigiera las deficiencias en cuestión, para de esa forma, lograr obtener resultados satisfactorios.

Cuando durante el test de prueba se les preguntó a los alumnos de que forma les gustaría recibir las clases de química, tal y como se evidencia en la tabla 1, una gran parte de los alumnos contestó que de manera “dinámica” y otro gran numero respondió que con “prácticas y experimentos”. Ello evidencia que los mismos alumnos sienten la necesidad de recibir clases de una manera diferente a la que tradicionalmente han venido recibiendo, muy probablemente porque han percibido que de la manera tradicional, se les dificulta el proceso de aprendizaje y entendimiento de los fenómenos, en su gran parte, complejos que se estudian

en química, y ello a su vez se ve claramente reflejado en el rendimiento, lo cual no solo afecta su record académico, sino también en gran medida su psiquis, pudiendo crear en los alumnos, estados de frustración y de fobia hacia la química, y que puede ir aumentando en la medida que van teniendo experiencias del mismo tipo repetidas veces.

Tabla 1. Respuestas a la pregunta ¿De que forma te gustaría recibir las clases de química?

Alumno N ^o	Respuesta
1	Didácticas y experimentales
2	Experimentales y dinámicas
3	Mas practica
4	Mas practicas y experimentales
5	Dinámica
6	Dinámica
7	Con video beam
8	Con video
9	Tradicional
10	Dinámica
11	Tradicional
12	Mas real y con mas herramientas

Se observa en la tabla 2, que los alumnos proponen acciones donde ellos puedan participar en primera persona, tal como en un laboratorio llevando a cabo experimentos, resolviendo problemas prácticos y reales, y hasta participando en juegos didácticos las clases de química podrían ser más didácticas y divertidas, lo cual, además de estar muy cercano a la realidad, es muy importante porque permitiría una mejor y mas fácil comprensión de los fenómenos en estudio, lo que contribuiría a fijar mas permanentemente los mismos.

Haciendo un análisis profundo de esto, podemos decir que el hecho de que los conocimientos, no solo de los fenómenos relacionados con los gases ideales sino también de todos en general, sean bien fijados en los alumnos tendrá un buen beneficio y un extraordinario efecto a posteriori.

Lo anterior puede afirmarse debido a que los alumnos podrían necesitar, y de hecho muchos lo harán, tales conocimientos para una mejor comprensión de otros fenómenos químicos, no siendo esto, por su puesto exclusivo de química, sino también aplicable para todas las áreas del conocimiento.

Tabla 2. Respuestas a la pregunta ¿Qué propondrías para que las clases de química sean mas didácticas y divertidas?

Alumno N°	Respuesta
1	Juegos didácticos
2	Talleres, Dramatizaciones, Laboratorio
3	Laboratorio
4	Mas didácticas y divertidas
5	Participación del alumno y ejemplos reales
6	Dibujos y rompecabezas
7	Con video beam
8	Mas dinámica
9	Debates
10	Formar grupos y resolver problemas
11	Mas ejemplos reales
12	Clases en grupos

En cuanto a las respuestas requeridas para las preguntas ¿Has recibido clases de química impartidas de diferentes formas? ¿Cuál consideras que te ha permitido entender mejor?, los resultados mostrados en la tabla 3, muestran que la mayor parte de los alumnos respondieron con una contundente negación o no contestaron, pero aunque otros respondieron afirmativamente, al decir de que forma diferente habían recibido las clases, resultan ser en realidad formas también tradicionales, pero que los alumnos consideran diferentes, por ejemplo, debido al simple hecho de utilizar recursos audiovisuales.

Demuestra esto que aunque los alumnos reclaman una manera diferente de enseñar química de parte de los docentes, y de hecho reciben con beneplácito cualquier intento de estos por hacerlo, la realidad es que muy poco parece estar haciéndose (por no decir que nada) al respecto.

Con el fin de evaluar el impacto de las estrategias didácticas desarrolladas, se realizó un diseño estadístico experimental en el que fueron comparados los alumnos del Grupo Control (GC) y del Grupo de Prueba (GP) de acuerdo a las notas obtenidas previo a este estudio, así como también, fueron comparados los alumnos entre cada grupo, es decir, los alumnos con notas mayor a 15 puntos con los alumnos con notas menores a 10 puntos, para cada grupo.

Tabla 3. Respuestas a la pregunta ¿Has recibido clases de química impartidas de diferentes formas? ¿Cuál consideras que te ha permitido entender mejor?

Alumno N°	Respuesta
1	No, con ejercicios
2	No
3	No contestó
4	No
5	No
6	Sí, con video beam
7	Sí, con video beam
8	No
9	Sí, con mucho ejercicio
10	No contestó. Resolución de problemas
11	Sí, con el profesor tratando al estudiante como amigo
12	No contestó. Más Experimentales

En tal sentido, se realizó o aplicó la técnica de análisis de varianza ANOVA, de un factor y una vía para analizar cada uno de los casos, que son mostrados a continuación en los párrafos siguientes. El análisis de varianza ANOVA, es una técnica estadística muy potente que se utiliza para separar y estimar las diferentes causas de una variación.

El incremento porcentual del que a partir de ahora se hará mención en cada caso, se refiere al incremento en términos relativos que fue calculado utilizando el promedio de los exámenes parciales de cada alumno, previos a este estudio, con respecto a la nota del parcial N° 3, cuyos valores se muestran en la tabla 4, para poder medir y comparar la variación y nivel de cambio de las notas de los alumnos, es decir el antes y el después.

Tabla 4. Valores de incremento porcentual y de notas de exámenes parciales en alumnos del Grupo de Prueba y del Grupo Control.

Sección	Alumno	Grupo de Prueba			Grupo Control			Incremento Porcentual	
		PP 1	PP 2	PP 3	PP 1	PP 2	PP 3	Grupo de Prueba, %	Grupo Control, %
A (N> 15)	1	18	18	19	15	15	16	106	107
	2	16	15	18	17	16	16	116	97
	3	17	16	18	18	16	15	109	88
B (N> 15)	1	17	14	17	17	19	17	110	94
	2	16	17	20	16	16	18	121	113
	3	14	17	18	15	16	17	116	110
A (N< 10)	1	10	9	15	6	4	8	158	160
	2	6	8	16	7	1	6	229	150
	3	7	6	12	9	6	7	185	93
B (N< 10)	1	10	8	11	3	10	5	122	77
	2	8	7	13	4	9	7	173	108
	3	10	7	12	7	8	9	141	120

N> 15 : Nota promedio mayor a 15 puntos; N< 10: Nota promedio menor a 10 puntos. PP : Prueba Parcial.

Cuando se estudia el incremento porcentual de alumnos con promedio de notas parciales menor a diez ($N < 10$), del grupo de prueba G.P., y del grupo control G.C., se observa en la tabla 5 que hay un valor de $F \approx 6,85$ con un valor crítico para $F \approx 4,96$; ello indica que en los alumnos del grupo de prueba, las estrategias didácticas implementadas alcanzaron un beneficio mayor a favor del rendimiento de los alumnos, comparado con las estrategias convencionales, siendo significativa la diferencia entre ambos, lo que sugiere que efectivamente, los alumnos que recibieron las clases con las estrategias didácticas basadas en la sugestopedia, si lograron incrementar los niveles de comprensión del tema de los gases ideales y obtuvieron un mejor rendimiento en la prueba. En el grafico 10 puede apreciarse fácilmente como es la diferencia de la cual se hacia mención anteriormente, en el incremento porcentual referido.

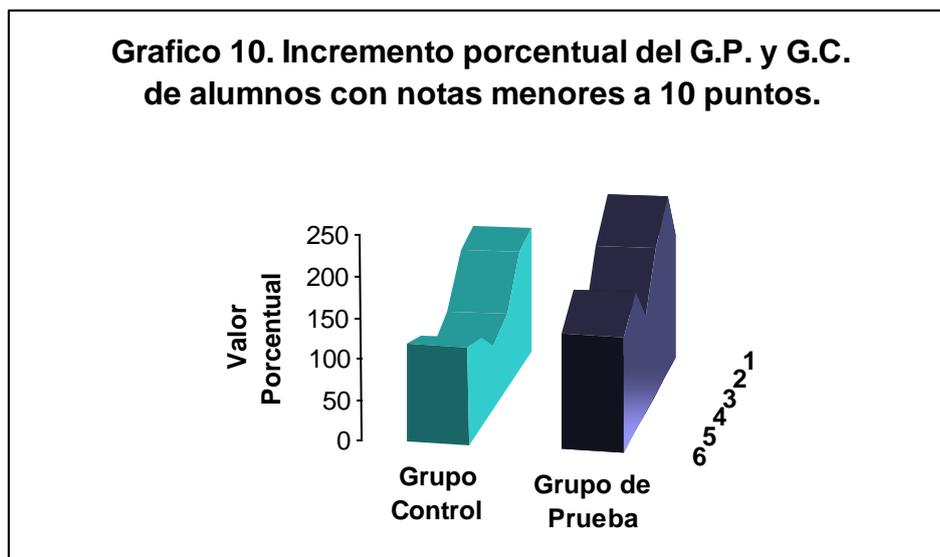


Tabla 5. Significancia del incremento porcentual de notas entre el promedio de los parciales 1 y 2 respecto al 3^{er}o en alumnos con N<10.

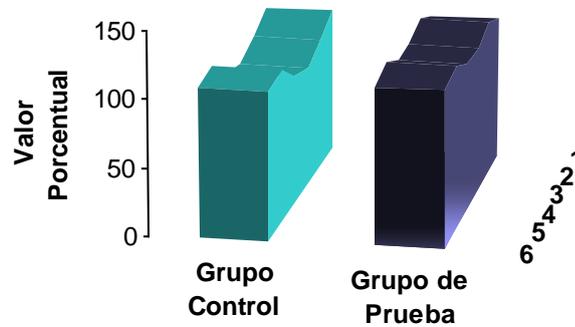
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.P	6	1007,813576	167,9689294	1378,12613		
G.C	6	699,1251885	116,5208648	938,805663		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7940,710055	1	7940,710055	6,85450482	0,02568084	4,964602701
Dentro de los grupos	11584,65895	10	1158,465895			
Total	19525,369	11	-			

En cuanto al incremento porcentual de alumnos con promedios de notas parciales mayor a quince ($N > 15$), del grupo de prueba G.P., y del grupo control G.C., se observa en la tabla 6 que hay un valor de $F \approx 6,08$ con un valor crítico para $F \approx 4,96$; señalando que en los alumnos del grupo de prueba, las estrategias didácticas implementadas rindieron un beneficio mayor a favor del rendimiento de los alumnos, comparado con las estrategias convencionales, aunque no siendo tan significativa la diferencia entre ambos. Observando el gráfico 11 se aprecia fácilmente como es esta diferencia en el incremento porcentual mencionado, tanto para el grupo de prueba G.P., como para el grupo control G.C.

Tabla 6. Significancia del incremento porcentual de notas entre el promedio de los parciales 1 y 2 respecto al 3^{er}o en alumnos con N>15.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.P	6	677,7940697	112,9656783	33,75076793		
G.C	6	608,530602	101,421767	97,64956694		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	399,785664	1	399,785664	6,085002209	0,033287881	4,964602701
Dentro de los grupos	657,0016743	10	65,70016743			
Total	1056,787338	11	-			

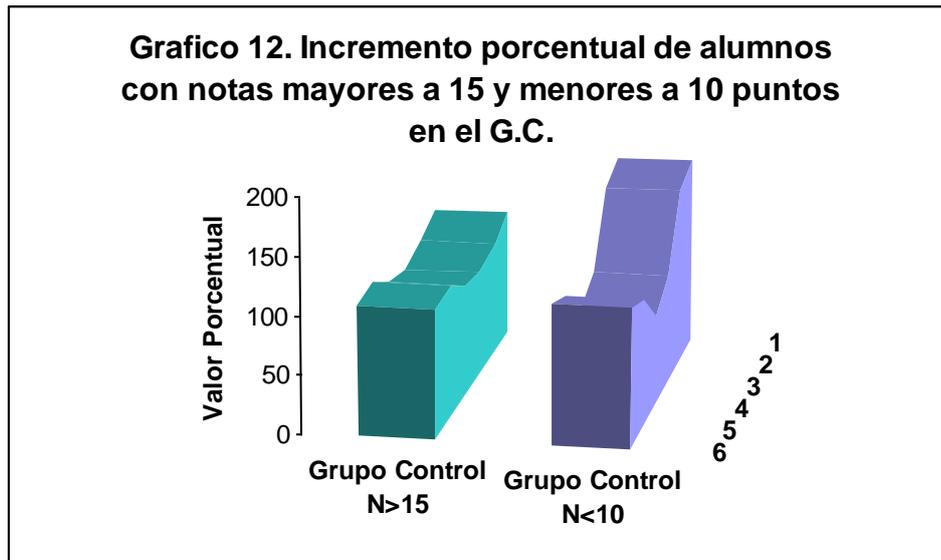
Grafico 11. Incremento Porcentual del G.P. y G.C. de alumnos con notas mayores a 15 puntos.



Al analizar como fue el impacto de las estrategias didácticas implementadas, comparativamente, entre los alumnos con promedios de notas parciales mayor a quince ($N > 15$), y los alumnos con promedio de notas parciales menor a diez ($N < 10$), del grupo control G.C., se aprecia que no hay una significancia en la variación mostrada por cada grupo de alumnos (los de $N < 10$ y los de $N > 15$) utilizando estrategias didácticas convencionales, esto se deduce de los valores reportados en la tabla 7, donde se muestra un valor de $F \approx 1,32$ con un valor crítico para $F \approx 4,96$. ¿Qué significado tiene esto?, pues que las estrategias didácticas tradicionales utilizadas en el G.C., no afectan mas a un grupo de alumnos en particular, es decir los alumnos de mas alto rendimiento se ven afectados por igual que los alumnos de mas bajo rendimiento. En el grafico 12 se observa con más claridad que ambos grupos de alumnos tienen un comportamiento similar en la tendencia de las notas.

Tabla 7. Significancia del incremento porcentual de notas entre el promedio de los parciales 1 y 2 respecto al 3^{er}o en alumnos del G.C.

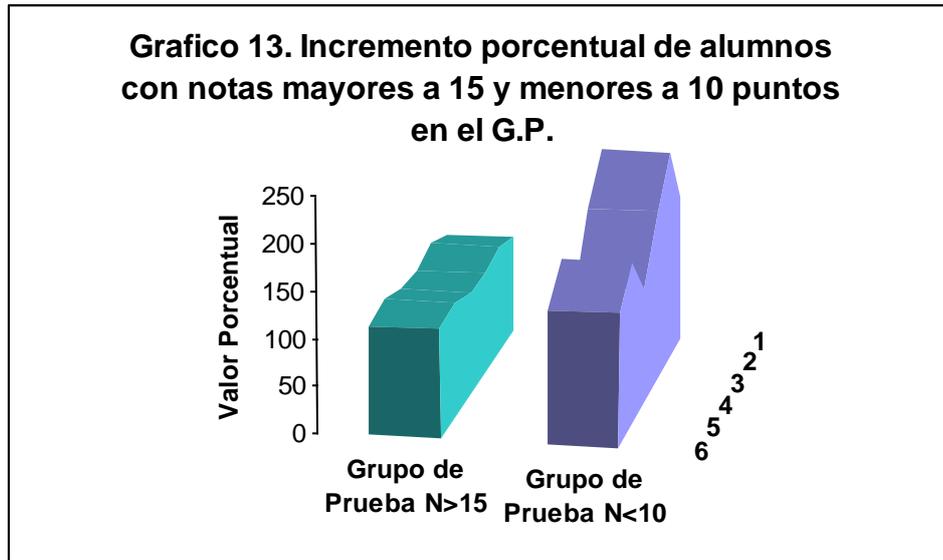
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.C <10 <-> G.C >15	6	699,1251885	116,5208648	938,805663		
	6	608,530602	101,421767	97,6495669		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	683,9482598	1	683,9482598	1,31978351	0,277367585	4,964602701
Dentro de los grupos	5182,276152	10	518,2276152			
Total	5866,224412	11	-			



En el caso donde se compara el impacto de las estrategias didácticas implementadas, entre los alumnos con promedios de notas parciales mayor a quince ($N > 15$), y los alumnos con promedio de notas parciales menor a diez ($N < 10$), del grupo de prueba G.P., si se puede apreciar una significancia en la variación mostrada por cada grupo de alumnos (los de $N < 10$ y los de $N > 15$) utilizando estrategias didácticas basadas en la sugestopedia, dado los valores de $F \approx 12,86$ y el valor crítico para $F \approx 4,96$ como se reportan en la tabla 8. Ello muestra que en este caso, las estrategias didácticas basadas en la sugestopedia tuvieron un mayor impacto en aquellos alumnos que poseían o tenían un rendimiento mas bajo en las pruebas parciales ($N < 10$) previas a este estudio, es decir esos alumnos tuvieron un incremento en sus notas mas notable que el que experimentaron los alumnos con mas alto rendimiento en las pruebas parciales ($N > 15$) previas a este estudio. Obsérvese para mayor claridad el grafico 13.

Tabla 8. Significancia del incremento porcentual de notas entre el promedio de los parciales 1 y 2 respecto al 3^{ero} en alumnos del G.P.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.P <10 <-> G.P >15	6	1007,813576	167,9689294	1378,12613		
	6	677,7940697	112,9656783	33,7507679		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9076,072886	1	9076,072886	12,8567482	0,004965014	4,964602701
Dentro de los grupos	7059,384469	10	705,9384469			
Total	16135,45735	11	-			



Lo anteriormente dicho, puede ser corroborado cuando se analizan los valores de F y del valor crítico de F, mostrados en las tablas 9 y 10. En la primera se observa que la significancia (F) (reportada en la tabla 9) de la diferencia de notas del 3^{er} parcial en alumnos con N<10 del G.P y del G.C., es mucho mayor que la significancia de la diferencia de notas del 3^{er} parcial en alumnos con N >15 del G.P y del G.C. (reportado en la tabla 10).

Tabla 9. Significancia de la diferencia de notas del 3^{er} parcial en alumnos con N<10 del G.P y del G.C.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.P	6	79	13,16666667	3,76666667		
G.C	6	42	7	2		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	114,0833333	1	114,0833333	39,566474	9,0222x10 ⁻⁵	4,964602701
Dentro de los grupos	28,83333333	10	2,883333333			
Total	142,9166667	11	-			

Tabla 10. Significancia de la diferencia de notas del 3^{er} parcial en alumnos con N>15 del G.P y del G.C.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
G.P	6	110	18,33333333	1,06666667		
G.C	6	99	16,5	1,1		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	10,08333333	1	10,08333333	9,30769231	0,012233935	4,964602701
Dentro de los grupos	10,83333333	10	1,083333333			
Total	20,91666667	11	-			

CONCLUSIONES

Una vez tabulados los resultados obtenidos y sometidos al análisis descriptivo-inferencial mediante la contrastación de los valores obtenidos previa y posteriormente a los manejos adecuados de los mismos, para cada uno de los valores que dimensionan las variables de estudio, se procedió a formular las conclusiones de este, en función de los objetivos de la investigación y el diagnóstico del comportamiento de las variables.

1. Es muy evidente que el nivel de conocimientos previos que tienen los alumnos sobre las leyes de los gases ideales en el primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda es muy bajo, ello debido a los resultados obtenidos posterior a la aplicación del test diagnóstico.
2. De acuerdo a los resultados del estudio, bien podrían establecerse los principios básicos de la sugestopedia como estrategia de enseñanza de las leyes de los gases ideales en alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Dichos principios son: *a)* alegría, esparcimiento y psicorelajación por concentración; *b)* la unidad del consciente y el subconsciente; *c)* correlación sugestiva con sentido recíproco entre profesor y alumno. La unidad de los tres principios sugestopédicos se lleva a cabo gracias a tres grupos de medios: los psicológicos, los didácticos y los artísticos. El psicológico involucrando el uso del lenguaje corporal (postura, gestos, contacto visual y mímica con los lenguajes verbales), tono de voz, y compases musicales suaves y apacibles de tipo clásicos o barrocos. Los didácticos, implicando la utilización de herramientas audiovisuales, tales como equipos, materiales e instrumentos de laboratorio. Los artísticos comprendiendo el manejo de procedimientos experimentales, tales como prácticas y ensayos, haciendo uso de técnicas de trabajo en laboratorio.
3. La validación con expertos de las estrategias diseñadas para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, es fundamental y muy útil, porque permite incorporar al diseño de las estrategias, elementos que tienden a resultar ser muy

útiles e importantes para aumentar y potenciar la comprensión y el aprendizaje de los alumnos.

4. La aplicación de la propuesta didáctica basada en estrategias para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, tiende a exigir una mayor disponibilidad de tiempo, tanto en su preparación como durante su desarrollo. Sin embargo no por ello deja de ser muy viable, y además, por los resultados obtenidos, bien merece la pena su diseño e implementación.
5. La propuesta didáctica basada en la estrategia para la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, tiene un impacto significativamente mayor en cuanto a mejorar el nivel de aprendizaje y comprensión, comparado a la estrategia tradicional de enseñanza, basado en los resultados obtenidos tanto en el grupo control G.C. (tratado con los métodos tradicionales) como en el grupo de prueba G.P. (tratado con el método sugestopédico), al observarse un incremento significativo en el rendimiento de los alumnos, siendo mas notable en los alumnos que tenían un rendimiento académico mas bajo en los lapsos académicos previos a este estudio.

Diseño de la Estrategia

El diseño de la propuesta didáctica basada en estrategias para promover la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, a los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, fue la siguiente:

1. Diseño y elaboración de un test diagnóstico. Este se realiza con el objetivo de determinar de manera explícita e implícita los conocimientos previos sobre las leyes de los gases ideales en los estudiantes y cuyos resultados permitirían descubrir fallas que poseían los estudiantes en los conceptos básicos relacionados con el tema. Con el test en cuestión, se pretendía identificar y verificar ciertos conocimientos y capacidades
2. Selección y aplicación del lenguaje vocal, del lenguaje corporal y de la música más acorde con el grupo de prueba, y dependiendo del momento de la clase, como se indicará a continuación.
 - Inicio de la clase, que corresponde a la presentación del tema u objetivo, la música recomendada y empleada para este momento, es la utilizada para relajar mente y cuerpo, tal como la de compases lentos. Música Barroca como El Invierno de las 4 Estaciones de Vivaldi o el Camino de Seda de Kitaro. Aquí se utilizan frases benéficas, que ayudarían a los estudiantes a entender la materia y minimizar el rechazo natural a la química, como “Tu Sí puedes entender los fenómenos estudiados”, “la química es fácil”, entre otros.
 - La mitad de la clase, se utiliza en la exposición los tres tonos de voz y nos apoyamos con un tipo de música que facilitaría el estado de atención del alumno, como un fragmento del Concierto No.1 de Piano de P.I. Tchaikovsky.
 - El cierre de la clase, aquí nos apoyamos con la música que estimularía la imaginación de los alumnos, por ejemplo, *La Danza de las Horas* de Ponchielli.
3. Diseño, construcción y prueba de experimentos correspondientes a cada una de las leyes a estudiar. Los experimentos son especialmente diseñados para visualizar con facilidad el significado de las leyes a estudiar, y donde cada experimento es pensado específicamente para cada ley. Los experimentos se llevan a cabo siguiendo las instrucciones de cada uno,

con la guía del profesor, pero ejecutados por los estudiantes. Todos los experimentos se diseñan de tal manera que sean de fácil implementación y comprensión, y que a la vez pudieran ser llevados a cabo, en lo posible, con materiales de uso común. Por su puesto, durante todo el desarrollo de la clase se va estimulando el subconsciente del alumno con una música de fondo, que corresponderá a cada momento determinado de la clase.

4. Diseño, planificación y ejecución de las clases correspondientes. Cada una de las clases deben ser diseñadas y planificadas con mucho detalle, y para las mismas se debe tener en cuenta muy especialmente, todas las fallas y deficiencias conceptuales que de manera implícita y explícita fueron detectadas con el test diagnóstico aplicado, de manera que estas sean subsanadas, porque ello ayudaría a profundizar y a afianzar mejor el aprendizaje del tema de interés. Dentro de estos parámetros debe ser incluida la guía de estudio que contiene una parte de teoría que debe diseñarse tomando en cuenta los resultados del test diagnóstico aplicado, así como también una parte práctica con la descripción de los experimentos a llevar a cabo
5. Diseño y elaboración de un instrumento de evaluación. Se delimitan los aspectos que ameritan ser abordados en el proceso de recolección de información, tomando en cuenta que debe ser escogido el tipo de evaluación deseada y que sirva para medir, evaluar y calificar, posteriormente se precisa la fuente de información, se identifica el procedimiento a emplear para obtener la información, a partir de la consideración de la naturaleza y características de la fuente de información precisada, se selecciona el tipo de instrumento a emplear. Posteriormente se procede a la elaboración de un esquema con la información que incluirá el instrumento, la cual deberá corresponder a los aspectos determinados. Se lleva a cabo la redacción de la (s) pregunta (s) para cada uno de los puntos precisados en el esquema. Se realiza una revisión de las preguntas redactadas en cuanto a su validez, claridad, precisión y pertinencia técnica. Por último se redactan las instrucciones y diseño de la versión preliminar del instrumento.
6. Validación de la prueba por expertos. Elaboración del formato en el que los expertos registrarán su apreciación y observaciones, se hace entrega del instrumento a personas conocedoras de la información a recolectar con el instrumento, se analizan las apreciaciones y observaciones hechas por los expertos, se procede a la revisión del instrumento en función de las observaciones hechas por los expertos, y finalmente el

diseño de la versión previa del instrumento. El instrumento finalmente debe contener los aspectos mas significativos, positivos y justos para el fin que se diseña, que no son mas que identificar y verificar conocimientos, capacidades, competencias, destrezas, etc., con el objeto de emitir un juicio crítico a cerca de lo que se logró y cuanto se aprendió, para luego tomar decisiones y hacer planes de acción y mejoramiento. Sin embargo también debe incluir las tres premisas tradicionales de medir, evaluar y calificar.

Recomendaciones

1. Realizar un estudio similar sea aplicado o llevado a cabo con algún otro tema de química, cuya comprensión y entendimiento sea tradicionalmente difícil para los alumnos.
2. Hacer estudios comparativos entre la sugestopedia, y alguna otra estrategia de enseñanza diferente a la tradicional, para también tener una clara idea de los beneficios y desventajas existente entre ellos.
3. Realizar un estudio entre los docentes para determinar el grado de aceptación hacia este tipo de estrategias, así como también medir de algún modo su disposición a llevar a cabo un cambio en las estrategias didácticas que han utilizado tradicionalmente.
4. Llevar a cabo un estudio similar a este pero con cursos completos de alumnos, para determinar si esta estrategia metodológica puede ser aplicada a grandes grupos, ya que de acuerdo a la experiencia adquirida en este estudio, no parece ser posible.
5. En otro estudio similar sobre aplicación de estrategias sugestopédicas para procesos de enseñanzas, intentar medir el impacto o influencia de la variable “tiempo” sobre el rendimiento de los alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M; Miranda, C. y Freixas, I. (2003). *“Rendimiento académico y variables modificables en alumnos de 2do. medio de liceos municipales de la comuna de Santiago”*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe / UNESCO: Santiago de Chile, Chile.

Arias, O.; Dávila, F. (2008). *“Diseño y aplicación de estrategias basadas en la sugestopedia para la enseñanza de las Leyes de Newton”*. Caracas, Venezuela. Escuela de educación, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela.

Bronwn, Theodore; Lemay, H. Eugene. (1987). *“Química General”*. (3era Edición). Prentice Hall. Madrid, España. Pp 259-265.

Chadwick, C. (1979). *“Teorías del aprendizaje”*. Editorial Tecla: Santiago.

Chang, R. (2002). *“Química”*. (7ma Edición). Editorial McGraw-Hill Interamericana editores, S.A. de C.V. Mexico D.F., México. Pp 153-172

Chávez, A. (2006). *“Bienestar Psicológico y su Influencia en el Rendimiento Académico de Estudiantes de Nivel Medio Superior”*. T.G.; Universidad de Colima. Colima, Colombia.

De Pantoja, M. (1995), *“Orientación, educación y creatividad. Ideas pedagógicas: Sugestología y sugestopedia”*. (1^{ra} Edición). Bilbao, España.

García, M. (1990). *Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: La teoría del aprendizaje verbal significativo en “Desarrollo psicológico en educación” de Coll C., Palacios J., Marchesi A.* Editorial Alianza, Madrid. Pp 81 – 86.

Hernández, S.; Fernandez, C.; Baptista, Lucio. (2003). *“Metodología de la Investigación”*. Mexico D.F., México. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores, S.A. de C.V.

Izquierdo, M. (2004). “*Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar*”. The Journal of the Argentine Chemical Society - Vol. 92 - N° 4/6, Pp. 115-136.

Izquierdo, M.; Espinet, M.; Sanmarti, N. (1999). “*Fundamentación y Diseño de las Prácticas Escolares de Ciencias Experimentales. Enseñanza De Las Ciencias*”. Pp 45-59.

Kenneth Whitten, Raymond E. Davis and M. Larry Peck (1998). “*General Chemistry*”. (6th Edition). . MacGraw Hill Co. New York, New York, USA. Pp 433-453.

LaCueva, A (2007).”*Ciencia y Tecnología en la Escuela*”.(Primera Edición). Ediciones Popular. Madrid, España.

Lozanov, G. (1971). “*Aplicaciones Médicas y Pedagógicas de la Sugestión*” Bulgaria.

Lozanov, G. (1979), “*La enseñanza acelerada y las reservas del Individuo*”. Perspectivas “Revista trimestral de educación” Volumen. IX, N° 4. Paris, Francia.

Lozanov, G. y Gateva, E. (1989). “*The Foreign Language Teacher’s Suggestopedic Manual*”. Gordon and Breach Science Publishers. New York, New York, USA.

Luzardo, L. (2002) “*El arte de enseñar con CLASE*”.(1^{ra} Edición). Caracas, Venezuela: Editorial SIAP.

Martínez, M.; Balocchi, E.; Modak, B. (2005). “*Aplicacion de una Estrategia Innovativa de Enseñanza de la Química para las Leyes Ponderales*”. Revista Chilena de Educación Científica; 4, (1). Pp 20.

Mills, G. y Aitken, C. (1986). “*Introducción a la Tecnología en los Primeros años de la Escolaridad*”. Editorial Unesco. Montevideo, Uruguay.

Pizarro, R. (1985). “*Inteligencias múltiples y aprendizajes escolares*”. Universidad Católica de Valparaíso: Chile.

Ramia, M. (2001). *“La sugestopedia como estrategia para promover los aprendizajes afectivos”*
Barcelona, Venezuela.

Reyes, Y. (2003). *“Relación entre el rendimiento académico, la ansiedad ante los exámenes, los rasgos de personalidad, el autoconcepto y la asertividad en estudiantes del primer año de Psicología de la UNMSM”*. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Psicología, Lima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ELECTRÓNICAS

Breton, Juan. (2007). Conoce el Aprendizaje Acelerado. [Home Page]. Consultado en Octubre de 2008 de la World Wide Web:

<http://www.pnlnet.com>

Doval, Luis. (2000). El Proyecto Tecnológico. [Home Page]. Consultado en Octubre de 2008 de la World Wide Web:

http://www.tecnologia.mendoza.edu.ar/proyecto_tecnologico/p_tecnologico.htm

Lozanov, Georgi. Suggestology and Suggestopedy. [Home Page]. Consultado en Octubre de 2008 de la World Wide Web: <http://lozanov.hit.bg/> 4

Mendoza, Duvraska (2007). Ensayo Sugestopedia o Sugestología (Prof. Psicólogo Georgi Lozanov). [Home Page]. Consultado en Octubre de 2008 de la World Wide Web:

<http://www.citla.com/cgi/pagina.pl?id=12952>

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato de solicitud de colaboración de los expertos

Ciudad Universitaria de Caracas, febrero de 2009.

Profesor:

Estimado colega,

Nos es grato dirigirnos a usted en la ocasión de saludarle muy cordialmente y, por este medio, solicitar su valiosa colaboración con respecto a la validación del contenido de un diseño de una propuesta didáctica basada en estrategias para promover la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, a los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Este proyecto forma parte de un trabajo de grado de la **ESCUELA DE EDUCACIÓN, PROGRAMA COOPERATIVO DE FORMACIÓN DOCENTE, FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN - UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

Con el objeto de esta validación, se anexa a la presente una copia del diseño propuesto con una hoja de valoración donde se anotaran los aspectos a ser evaluados, su correspondiente escala para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo y las observaciones que sean pertinentes.

Sin otro particular al cual hacer referencia y agradeciendo su colaboración anticipadamente, nos despedimos.

Atentamente,

Lic. José Leonardo Rivas

Lic. Adolfo Javier Lander

Apéndice 2. Formato de validación del test
Ciudad Universitaria de Caracas, febrero de 2009.

Profesor:

Estimado colega,

Nos es grato dirigirnos a usted en la ocasión de saludarle muy cordialmente y, por este medio, solicitar su valiosa colaboración con respecto a la validación de un instrumento de evaluación, a utilizar en el estudio de una propuesta didáctica basada en estrategias para promover la enseñanza de las leyes de los gases ideales bajo los principios de la sugestopedia, a los alumnos del primer semestre de ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Este proyecto forma parte de un trabajo de grado de la **ESCUELA DE EDUCACIÓN, PROGRAMA COOPERATIVO DE FORMACIÓN DOCENTE, FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN - UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

Con el objeto de esta validación, se anexa a la presente una copia del diseño propuesto con una hoja de valoración donde se anotaran los aspectos a ser evaluados, su correspondiente escala para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo y las observaciones que sean pertinentes.

Sin otro particular al cual hacer referencia y agradeciendo su colaboración anticipadamente, nos despedimos.

Atentamente,

Lic. José Leonardo Rivas

Lic. Adolfo Javier Lander



**Universidad Nacional Experimental
"Francisco de Miranda"
Departamento de Química
Prueba Parcial N° 3.**



Parte I.

- 1.- ¿Que entiendes por Gas Ideal? 3 Ptos.
- 2.- Enuncia las Leyes de Charles, Boyle y de Avogadro. 3 Ptos.
- 3.- ¿Por qué los gases se distribuyen por todo el espacio volumétrico? 3 Ptos.
- 4.- ¿Qué entiendes por Volumen? 2 Ptos.
- 5.- ¿Qué entiendes por temperatura? 2 Ptos.
- 6.- ¿Qué pasaría a un globo que contiene un gas, si se baja la temperatura al introducirlo en un baño de hielo? 2 Ptos.
- 7.- Si parte de un gas contenido en un recipiente "A" se dejase escapar hacia otro recipiente "B", ¿Qué pasaría con la presión y la temperatura en ambos recipientes? 2 Ptos.
- 8.- Di como se encuentran agrupadas las especies en un sólido, en un líquido y en un gas. 3 Ptos.

Parte II.

- 1.- ¿De que forma te gustaría recibir las clases de química?
- 2.- ¿Qué propondrías para que las clases de química sean más didácticas y divertidas?
- 3.- ¿Has recibido clases de química impartidas de diferentes formas? ¿Cuál consideras que te ha permitido entender mejor?

NOTAS:

- Contestar las preguntas en el mismo orden en que son formuladas, usando para ello las hojas grapadas junto a esta.
- Este examen no tiene ningún valor y/o peso sobre la nota del curso, por tanto debe ser respondido con la mayor sinceridad posible, puesto que va en beneficio de los alumnos.

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 ESCUELA DE EDUCACIÓN
 PROGRAMA COOPERATIVO DE FORMACIÓN DOCENTE**

Formato para la Revisión y Validación del Examen Parcial N° 3.

Apellidos y Nombres: _____

Título Universitario: _____

Especialidad: _____

Lugar de Trabajo: _____

Pregunta	Dejar	Modificar	Incluir	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
Aspecto				

Marque con una equis (X) el valor de cada aspecto según su criterio y haga las observaciones que considere apropiadas.

Apéndice 3. Modelo de guía de estudio entregada a los estudiantes
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL FRANCISCO DE MIRANDA
ÁREA DE TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CATEDRA DE QUÍMICA I

GUÍA DE ESTUDIO
DE GASES IDEALES

COMPLEJO ACADÉMICO LOS PEROZO, SANTA ANA DE CORO.
MARZO DE 2009.

Sección I Teoría

Leyes de los Gases

Muchas sustancias familiares para nosotros existen a temperaturas y presión normal en forma gaseosa, estas incluyen muchos elementos (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 y los gases nobles) y una gran variedad de compuestos. En condiciones apropiadas, las sustancias que ordinariamente son líquidos o sólidos también pueden existir en estado gaseoso y se conocen como vapores. Por ejemplo el H_2O es común encontrarla como agua líquida, hielo o vapor de agua. Con frecuencia, una sustancia existe en las tres fases o estados de agregación de la materia al mismo tiempo. Por ejemplo, un envase térmico contiene una mezcla de hielo y agua a $0\text{ }^\circ\text{C}$ y tiene cierta presión de vapor de agua en la fase gaseosa sobre el líquido y la fase sólida.

En condiciones normales, los tres estados de la materia difieren entre sí. Los gases se diferencian en forma marcada de los sólidos y los líquidos en varios aspectos. Un gas se expande hasta el recipiente en el cual está contenido. En consecuencia, el volumen de un gas es dado al especificar el volumen del recipiente que lo contiene. El volumen de los sólidos y los líquidos no está determinado por el recipiente. La conclusión acerca de esto es que los gases son altamente compresibles. Cuando se aplica una presión a un gas su volumen se contrae con facilidad. Los líquidos y los sólidos, no son muy compresibles. Se debe aplicar una presión elevada para hacer que el volumen de un líquido o un sólido disminuya en una cantidad insignificante como un 5%.

Por otro lado, los sólidos y los líquidos son varias veces más densos que los gases. Las moléculas deben estar mucho más apartadas en los gases y mucho más cercanas en líquidos y sólidos. Por ejemplo, el volumen de un mol de agua líquida es cercano a 18 mL, mientras un mol de vapor de agua comprimido ocupa cerca de 30.600 mL a $100\text{ }^\circ\text{C}$ y presión externa de una atmósfera (1 atm). Los gases son, en consecuencia, fácilmente compresibles y llenan completamente cualquier envase donde estén contenidos.

Dos o más gases forman mezclas homogéneas en todas proporciones, independientemente de que tan diferentes sean los gases entre sí. Los líquidos por otra parte, con frecuencia no forman mezclas homogéneas. Por ejemplo, cuando el agua y la gasolina se mezclan en una botella, el

vapor de agua y el vapor de la gasolina que están encima del líquido forman una mezcla homogénea de gas. Por el contrario, los dos líquidos quedan separados

Las propiedades características mencionadas y otras más de los gases, son explicables con base en las moléculas individuales que se encuentran relativamente separadas unas de otras. En un líquido, las moléculas individuales se encuentran más cercanas unas de otra y ocupan aproximadamente el 70 % del espacio total. Al realizar una comparación con el aire que respiramos, las moléculas solo ocupan el 0,1 % del volumen, por estar tan separadas una molécula de la otra. En los líquidos, las moléculas están constantemente en contacto con las moléculas vecinas. Estas moléculas experimentan fuerzas de atracción entre sí; y tratan de mantenerse unidas dentro del líquido. Sin embargo, cuando un par de moléculas se acercan mucho, las fuerzas de repulsión evitan que se aproximen demasiado. Estas fuerzas de repulsión y atracción diferencian una sustancia de otra. El resultado es que distintos líquidos se comportan de manera diferente. Por el contrario, las moléculas de un gas están bien separadas y no sufren muchas influencias entre sí. Las moléculas de un gas se encuentran en constante movimiento y con frecuencia chocan. Por este motivo quedan separadas entre sí. Así, en el aire, la distancia promedio entre las moléculas es aproximadamente 10 veces el tamaño de las mismas. Cada molécula en este estado tiende a comportarse como si no hubiera otras. El grado relativo de aislamiento de las moléculas hace que los diferentes gases se comporten en forma similar, aun cuando se trate de moléculas diferentes.

Por definición, se llama gas, al estado de agregación de la materia que no tiene forma ni volumen propio. Su principal composición son moléculas no unidas, expandidas y con poca fuerza de atracción, lo que provoca que no tengan volumen y forma definida, produciendo que este se expanda para ocupar todo el volumen del recipiente que la contiene. La importancia de los gases, puede entenderse simplemente entendiendo, que vivimos en el fondo de un océano de aire cuya composición porcentual en volumen es aproximadamente de 78% de N_2 , 21% de O_2 y 1% de otros gases, incluyendo CO_2 . En la década de 1990, la química de esta mezcla de gases vitales se volvió un tema muy relevante debido a los perjudiciales efectos de la contaminación ambiental, y que estaba, entre otras relacionada con la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera.

Los experimentos hechos con varios gases demuestran que las cuatro variables: temperatura (T), presión (P), volumen (V) y cantidad de gas en moles (n) son suficientes para definir el estado o condición de muchas sustancias gaseosas.

Presión se define, como la fuerza aplicada por unidad de área. Dentro de los diferentes tipos de presiones (diferentes porque son provocadas por distintos elementos o fenómenos) la presión atmosférica o barométrica es una que debe mencionarse, y no es más que la presión que ejerce la atmósfera de la tierra, como resultado del peso de la columna de aire que se encuentra ejerciendo una fuerza sobre una superficie expuesta a la atmósfera. Otra importante es la presión manométrica, que es la presión que se mide dentro de un recinto que posee una presión diferente a la atmosférica, y que es una relación entre la presión absoluta o real del sistema y la atmosférica. Las unidades más importantes para medir presión son, psi, pascal (Pa), Bar, Atmósfera (atm).

Temperatura por otro lado, es una medida de la energía calórica de un objeto o cuerpo, y puede ser Relativa o Absoluta. La Relativa es aquella que se mide respecto (aunque no es dependiente) a un nivel y/o propiedades de las sustancias que constituyen un cuerpo, y se expresa como grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y también como grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). La temperatura Absoluta es aquella que si depende de las propiedades o niveles de la materia, y se expresa como Kelvin (K) y Rankine (Ra).

El Volumen, es una magnitud física extensiva asociada a la propiedad de los cuerpos físicos de ser extensos, que se define como el espacio ocupado por un cuerpo. Las unidades de medida de volumen mas utilizadas son, el metro cúbico (m^3), y el litro (L).

Ley de Boyle

La primera relación entre algunas de las variables fue descubierta en 1662 por Robert Boyle (1627-1691). La Ley de Boyle establece que: *“el volumen de una cantidad fija de gas mantenida a una temperatura constante es inversamente proporcional a la presión del gas”*, en la grafica 1 puede verse una representación. Esto significa que a medida que la presión aumenta el volumen disminuye, si la presión se duplica el volumen del gas disminuye a la mitad de su valor original.

Esta relación puede expresarse como $V \propto 1/P$ (en donde \propto se lee “proporcional a”) o bien $V = c/P$ (en donde c es una constante de proporcionalidad, que depende de la temperatura y de la calidad de gas). La ley de Boyle expresa el hecho importante de que un gas es compresible.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Donde:

P_1 = Presión Inicial

P_2 = Presión Final

V_1 = Volumen Inicial

V_2 = Volumen Final

Ejemplo: Una cantidad de gas ocupa un volumen de 80 cm^3 a una presión de $0,98 \text{ atm}$. ¿Qué volumen ocupará a una presión de $1,2 \text{ atm}$. si la temperatura no cambia?

$$(0,98 \text{ atm} * 80 \text{ cm}^3) = (1,2 \text{ atm} * V_2)$$

$$V_2 = (0,98 \text{ atm} * 80 \text{ cm}^3 / 1,2 \text{ atm}) = 65,3 \text{ cm}^3$$

Ley de Charles

La relación entre el volumen de un gas y la temperatura fue descubierta en el año de 1787 por Jacques Charles (1746-1823), un científico francés. Charles encontró lo que se conoce hoy día como Ley de Charles: *“el volumen de una cantidad fija de gas a una presión constante aumenta en proporción lineal con la temperatura”*, en la grafica 2 puede verse una representación.

En 1848 William Thomson (1824-1907), un físico británico cuyo título era Lord Kelvin, propuso la idea de una escala de temperatura absoluta, conocida actualmente como escala Kelvin,

con $-273^{\circ}\text{C} = 0 \text{ K}$. En términos de esta escala, la Ley de Charles puede expresarse de la siguiente manera: el volumen de una cantidad fija de gas mantenido a una presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta. La mencionada relación puede expresarse como $V \propto T$ o como $V = cT$, en donde c es la constante de proporcionalidad que depende de la presión y de la cantidad del gas. De esta manera al duplicar la temperatura absoluta, es decir de 200 K a 400 K, el gas también aumenta su volumen al doble. Esto se debe a que "temperatura" significa movimiento de las partículas. Así que, a mayor movimiento de las partículas (temperatura), mayor volumen del gas.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Donde:

V = volumen

T = temperatura absoluta (es decir, medida en Kelvin).

Ejemplo: El volumen inicial de una cierta cantidad de gas es de 200 cm^3 a la temperatura de 20°C . Calcula el volumen a 90°C si la presión permanece constante.

Lo primero es convertir las temperaturas relativas en absolutas

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

$$K = 20^{\circ}\text{C} + 273 = 293$$

$$K = 90^{\circ}\text{C} + 273 = 363$$

$$\left(\frac{200 \text{ cm}^3}{293 \text{ K}} \right) = \left(\frac{V_2}{363 \text{ K}} \right); \quad V_2 = 247,78 \text{ cm}^3.$$

Ley de Avogadro

La relación entre el volumen del gas y la cantidad del gas se debió a los trabajos del científico francés Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) y al científico italiano Amadeo Avogadro (1776-1856). Gay-Lussac es una de las figuras extraordinarias en la historia de la ciencia moderna que puede denominarse realmente un aventurero. Él se interesó en globos más ligeros que el aire y en 1804 hizo un ascenso a 23000 pies. Este fue un récord de altitud por muchas décadas, pero Gay-Lussac tuvo otras razones para hacer el vuelo: probó la variación del campo magnético de la Tierra y muestreó la composición de la atmósfera en función de la altitud.

Para poder controlar los globos más ligeros que el aire, Gay-Lussac debió conocer más acerca de las propiedades de los gases. Con este propósito realizó muchos experimentos. El más importante de estos experimentos fue el descubrimiento que hizo en 1808 de la ley de combinación de volúmenes. Esta ley establece que los volúmenes de los gases que reaccionan entre sí a la misma presión y temperatura mantienen una relación numérica expresada en números enteros pequeños.

El trabajo de Gay-Lussac condujo a Avogadro en 1811 a proponer su conocida “hipótesis de Avogadro”, y que luego se convirtió en la Ley de Avogadro: *“igual volumen de gases a la misma temperatura y presión contienen igual número de moléculas”*, en la grafica 3 puede verse una representación.

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Donde:

V = volumen

n = número de partículas

Ejemplo: Si 3,5 L de un gas se sabe que contienen 0,875 moles. ¿Qué pasará con el volumen del gas si se aumenta la cantidad del mismo hasta 1,4 moles, a presión y temperatura constantes?

$$\left(\frac{V_1}{n_1} \right) = \left(\frac{V_2}{n_2} \right)$$

$$\left(\frac{3,5L}{0,875mol} \right) = \left(\frac{V_2}{1,4mol} \right) = V_2 = 5,60L$$

El volumen del gas aumenta hasta 5,6 litros.

Sección II Experimentos

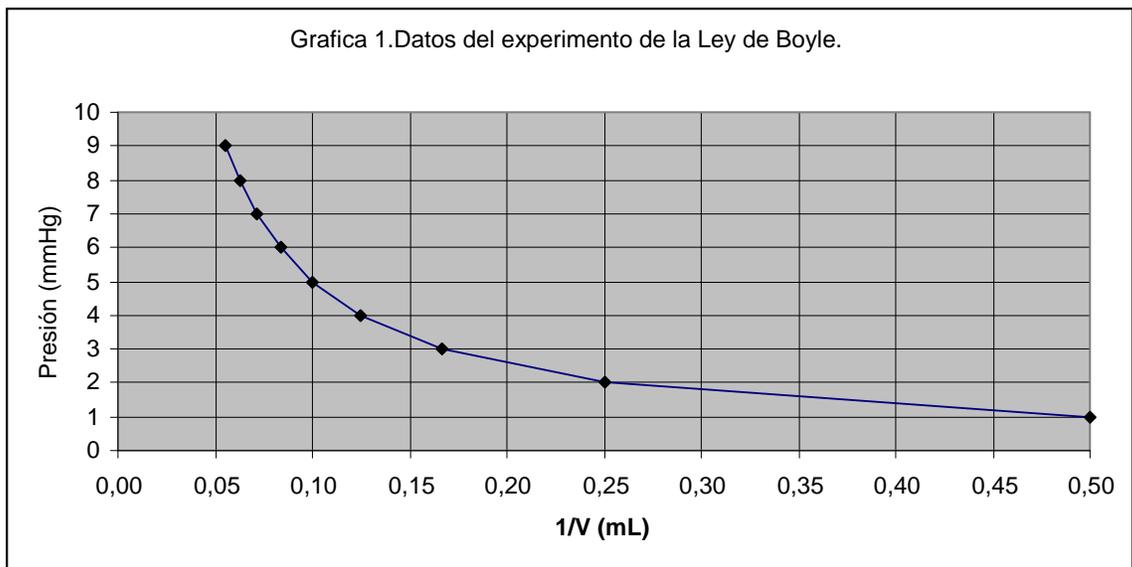
Experimento N° 1: Ley de Boyle.

Para este experimento se utiliza el manómetro de un equipo para uso médico de medición de presión arterial de aguja y una jeringa de 60 cm^3 , el objetivo es encontrar la relación entre el volumen y la presión, evaluando el comportamiento de la presión al modificar el volumen. En un experimento típico, se grafican las variaciones de presión en función del inverso del volumen, debiéndose obtener una línea recta, que permite hacer estimaciones de volumen o presión cuando se tiene el valor de uno de ellos.

Basándonos en los fundamentos teóricos, debemos suponer que el aire tiene comportamiento de gas ideal, y así cuando, por ejemplo, una jeringa llena de aire se conecta a un medidor de presión (manómetro) que esté marcando cero y se va desalojando lentamente el aire de la jeringa por presión sobre el émbolo, debe observarse un incremento en el valor de la presión, producto de la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie de él (presión).

La figura 1 es una representación de lo descrito anteriormente. Aquí, cuando el émbolo está totalmente retraído hacia la parte posterior de la jeringa hay un volumen aproximado de 60 cm^3 y el manómetro marca un valor de cero milímetros de mercurio (mmHg), así que inicialmente, para $V = V_0 (\approx 60 \text{ cm}^3)$ debe el manómetro marcar cero milímetros de mercurio (mmHg), y se registran estos valores y los sucesivos, producto del desalojo del aire de dentro de la jeringa (por presión sobre el émbolo), realizando esto hasta que se alcance el límite de la escala de los instrumentos o de alguno de ellos.

Antes de instalar el manómetro con la jeringa se tira el émbolo hasta el máximo volumen de esta (60 cm^3), luego se conecta al manómetro a través de un conducto tubular rígido de poca longitud (por ejemplo manguera). Seguidamente se presiona el émbolo para disminuir el volumen cada 2 cm^3 (guiándose por las divisiones de la jeringa), luego a los datos de volumen y presión se agrega una tercera columna con los valores del inverso del volumen a objeto de construir un gráfico que permita estudiar los resultados (ver ejemplos en grafica 1 y tabla 1).



Experimento N° 2: Ley de Charles.

En este experimento se utiliza una botella de vidrio refractario, un tubo de vidrio, termómetro y plancha de calentamiento. El objetivo es encontrar la relación entre la temperatura y el volumen, evaluando el comportamiento del volumen al modificar la temperatura. En un experimento típico, se grafican las variaciones de temperatura en función del volumen, debiéndose obtener una línea recta, que permite hacer estimaciones de volumen o temperatura cuando se tiene el valor de uno de ellos.

Basándonos en los fundamentos teóricos, debemos suponer que el aire tiene comportamiento de gas ideal, y así cuando, por ejemplo, un líquido como el agua contenida en un recipiente cerrado, se calienta gradualmente, también comienzan a hacerlo los gases que se encuentran dentro del recipiente ganando energía cinética (a ellos se suman también moléculas gaseosas del líquido que se van evaporando y que tienen mucha energía cinética). Las moléculas al aumentar su energía cinética se mueven más de prisa, y esto hace que los choques contra las paredes del recipiente sean mas fuertes. Ellas son apenas perturbadas, al contrario del líquido que si lo es. El líquido esta sometido a una presión externa que lo mantiene hasta cierto límite en su posición. Esa presión externa conocida como presión atmosférica, se debe a la columna de aire situada justo encima de los objetos y seres vivos, y ejerce una fuerza vertical en sentido hacia la

tierra, pero adicionalmente tiene como toda fuerza, una fuerza de reacción que es opuesta a ella. La presión atmosférica actúa entonces contra el líquido contenido en la botella, pero ahora, los gases también lo hacen, y al hacerse más fuerte la presión de los gases que la atmosférica, empuja al agua y esta cede, subiendo por el tubo de vidrio hasta desalojar el recipiente gradualmente. Se registran los valores de temperatura y volumen de aire en un tiempo inicial cero, así como los sucesivos cada intervalo de tiempo fijo, realizando esto hasta que se alcance un valor mínimo en el volumen de agua diferente de cero, a objeto de construir un gráfico que permita estudiar los resultados (ver ejemplos en gráfico 2 y tabla 2).

La figura 2 es una representación de lo descrito anteriormente. Aquí, antes de calentar el recipiente, el volumen de gases dentro del recipiente corresponde a un valor inicial $V = V_0$ (y es la diferencia entre el volumen del recipiente y el volumen de líquido), en la medida que empieza a desalojarse el agua, el volumen de la misma, dentro del recipiente empieza a decrecer, indicando que los gases comienzan a ocupar más volumen.

En el procedimiento de preparación de los materiales y equipos, se toma el recipiente refractario y se le hacen graduaciones (si no las tiene) y se llena de agua hasta un cuarto aproximadamente. Luego se hace un agujero en el centro del corcho que permita pasar el tubo de vidrio. Sellar el espacio entre el tubo y el corcho. Se sumerge un extremo del tubo en el agua del recipiente. Debe cuidarse que el tubo tenga fisuras, y que por el corcho no pueda entrar ni salir aire, de lo contrario el experimento no funcionará. Para finalizar, colocar el recipiente sobre la plancha de calentamiento, y calentar a una temperatura cercana a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

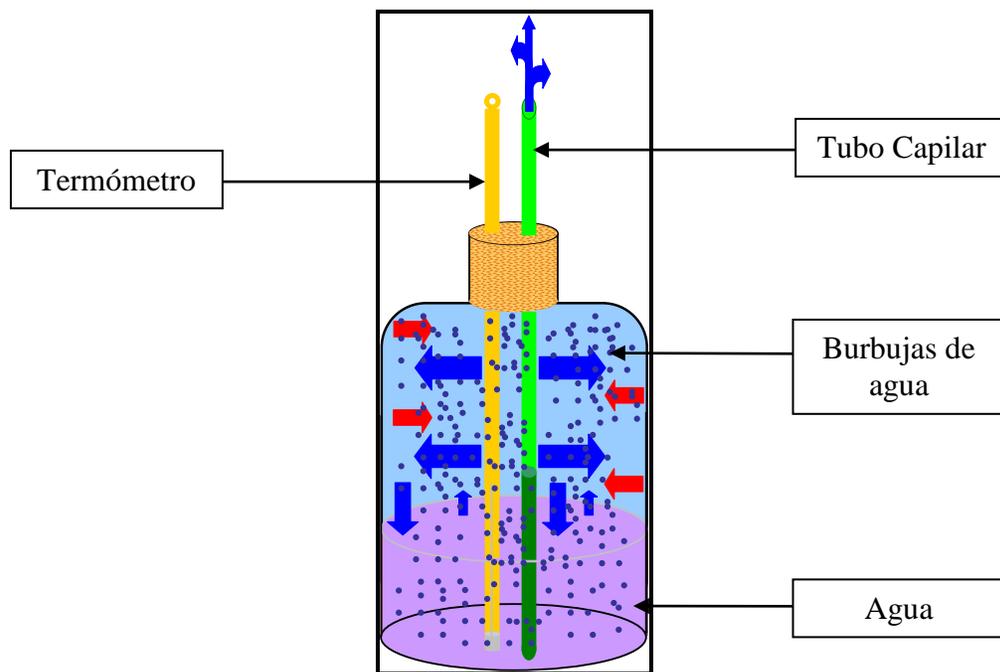


Fig. 2

Experimento N° 3: Ley de Avogadro.

En este experimento se utiliza una botella de vidrio refractario, un tubo de vidrio, pastillas efervescentes y termómetro. El objetivo es encontrar la relación entre la la cantidad de materia y el volumen, evaluando el comportamiento del volumen al modificar la cantidad de materia. En un experimento típico, se grafican las variaciones de la cantidad de materia en función del volumen, debiéndose obtener una línea recta, que permite hacer estimaciones de volumen o cantidad de materia cuando se tiene el valor de uno de ellos.

Basándonos en los fundamentos teóricos, debemos suponer que el aire tiene comportamiento de gas ideal, y así cuando, por ejemplo, a un líquido como el agua contenida en un recipiente cerrado, se le adiciona gradualmente un sólido efervescente, el agua empezará a subir gradualmente por el tubo, en la medida que se aumenta la cantidad de gas que se genera, y que es proporcional a la cantidad de materia efervescente que posee la pastilla. El agua reacciona con la materia efervescente, y esto hace que aumente la cantidad de gas en el espacio libre de líquido dentro de la botella. La cantidad de moléculas de gas aumentan y esto hace que los choques contra las paredes de la botella sean más frecuentes al aumentar la cantidad de moléculas

gaseosas. El líquido está sometido a una presión externa que lo mantiene hasta cierto límite en su posición. Esa presión externa conocida como presión atmosférica, se debe a la columna de aire situada justo encima de los objetos y seres vivos, y ejerce una fuerza vertical en sentido hacia la tierra, pero adicionalmente tiene como toda fuerza, una fuerza de reacción que es opuesta a ella. La presión atmosférica actúa entonces contra el líquido contenido en la botella, pero ahora, los gases también lo hacen, y al hacerse más fuerte la presión de los gases que la atmosférica, empuja al agua y esta cede, subiendo por el tubo de vidrio hasta desalojar el recipiente gradualmente. Se registran los valores de masa de material efervescente y volumen de gases iniciales, así como los sucesivos, realizando esto hasta que se alcance un valor mínimo en el volumen de agua diferente de cero, a objeto de construir un gráfico que permita estudiar los resultados (ver ejemplos en gráfico 3 y tabla 3).

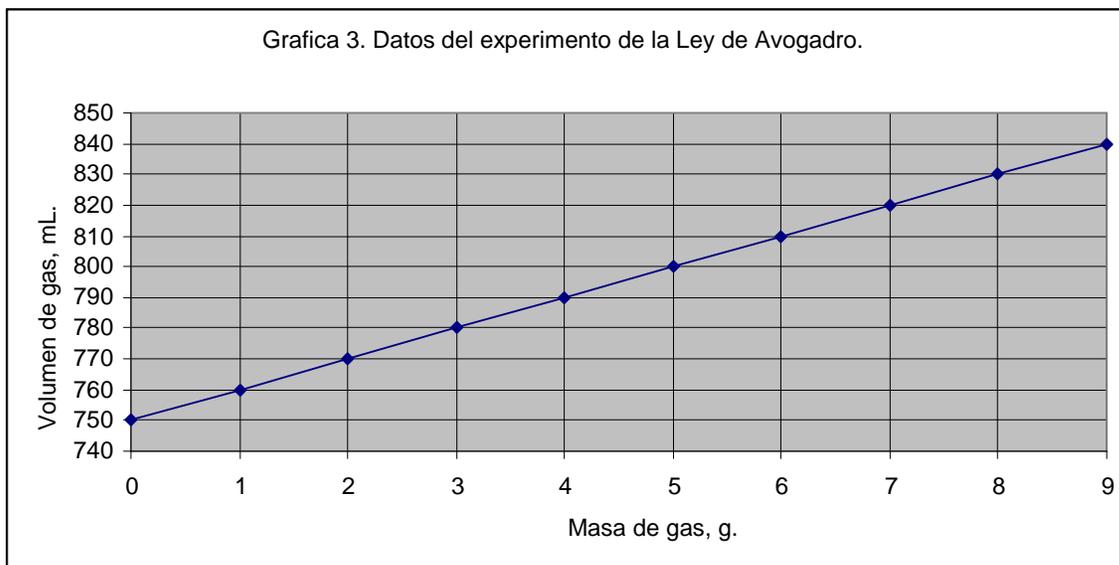
La figura 3 es una representación de lo descrito anteriormente. Aquí, antes de adicionar el sólido efervescente en el recipiente, el volumen de gases dentro del mismo corresponde a un valor inicial $V = V_0$ (y es la diferencia entre el volumen del recipiente y el volumen de líquido), en la medida que empieza a desalojarse el agua, el volumen del mismo dentro del recipiente empieza a decrecer, indicando que los gases comienzan a ocupar más volumen.

En el procedimiento de preparación de los materiales y equipos, se toma el recipiente refractario y se le hacen graduaciones (si no las tiene) y se llena de agua hasta un cuarto aproximadamente. Luego se hace un agujero en el centro del corcho que permita pasar el tubo de vidrio. Sellar el espacio entre el tubo y el corcho. Se sumerge un extremo del tubo en el agua del recipiente. Debe cuidarse que el tubo tenga fisuras, y que por el corcho no pueda entrar ni salir aire, de lo contrario el experimento no funcionará. Para finalizar, añadir en una primera tanda, una cantidad de material efervescente y anotar el volumen máximo de gas que se obtiene; preparar de nuevo el sistema como estaba inicialmente y añadir una cantidad mayor de material efervescente. Repetir este procedimiento, pero aumentando cada vez la cantidad de materia efervescente.

Tabla 3. Datos del experimento de la Ley de Avogadro.

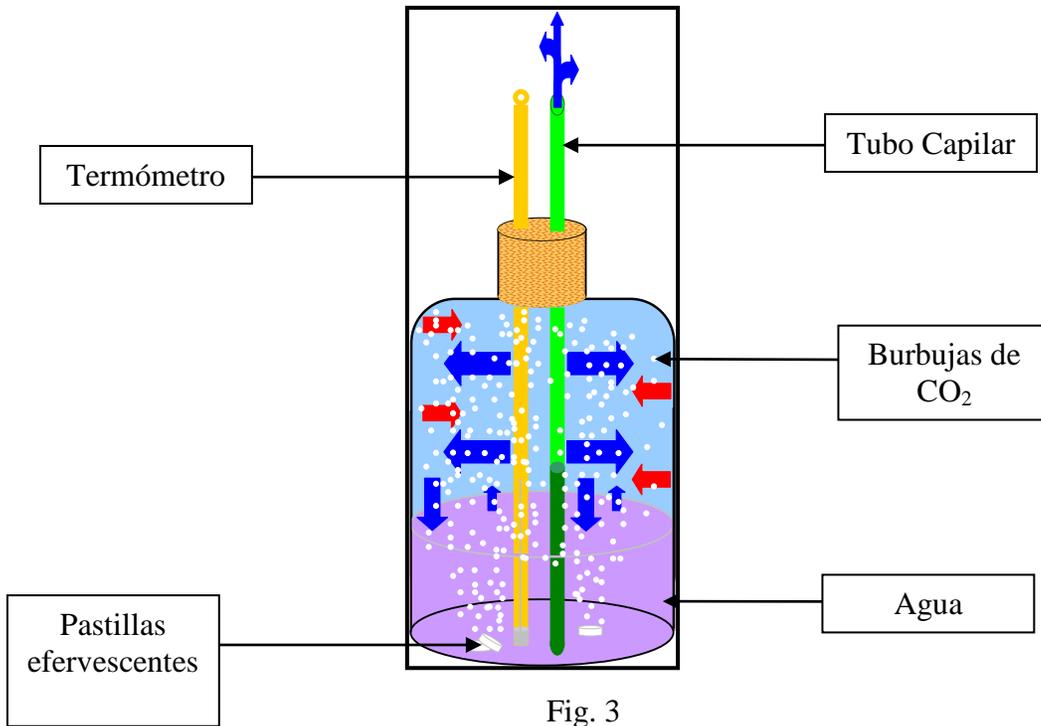
Masa Gas (m gas), g	Volumen Agua (V agua), mL	Volumen Gas (V gas), mL

Grafica 3. Datos del experimento de la Ley de Avogadro.



Materiales

- 1 Recipiente de vidrio refractario.
- 1 Tubo de vidrio.
- 1 Corcho.
- 1 Termómetro.
- 2 Pastillas efervescentes de antiácido.



Apéndice 4. Montajes experimentales para estudio de Ley de Boyle



Foto 1.a



Foto 1.b



Foto 1.c



Foto 1.d

Apéndice 5. Montajes experimentales generales



Foto 2.a



Foto 2.b



Foto 2.c

Apéndice 6. Montajes experimentales para estudio de Ley de Charles



Foto 3.a



Foto 3.b



Foto 3.c

Apéndice 7. Montajes experimentales para estudio de Ley de Avogadro



Foto 4.a



Foto 4.b



Foto 4.c



Foto 4.d

Apéndice 8. Montajes experimentales típicos



Foto 5.a



Foto 5.b