

24  
123



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“ PROPUESTA DIDACTICA PARA LA MATERIA :  
INTRODUCCION A LA INVESTIGACION ( METODO  
CIENTIFICO EXPERIMENTAL COLEGIO DE  
CIENCIAS Y HUMANIDADES ) ”**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A  
MARIA MARTHA MARTINEZ HERNANDEZ**

**MEXICO, D. F.**

**JULIO DE 1986.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

INDICE

3

	página
Introducción.....	5
Antecedentes sobre el Plan de Estudios del C.C.H.....	7
Planteamiento Institucional sobre la asignatura de M.C.E.....	9
Fundamentos Teóricos.....	11
Metodología.....	22
Resultados y Metodología de las actividades evaluadas en el grupo:	
-Lectura guiada de Revistas de Divulgación Científica.....	28
-Estrategia de la Investigación Científica.....	32
-La elaboración de problemas científicos a través de la Historia.....	37
-Ruptura de esquemas.....	46
-Situación Problemaa.....	50
-Concurso de Problemas.....	57
-Elaboración del Informe:fase de culminación.....	63
-Discusión y Conclusiones de la Investigación.....	71
Limitaciones del Trabajo.....	75
Sugerencias y Alternativas.....	76

APENDICE

I.- Plan de Estudios del C.C.H.....	A 1
II._Objetivos Generales del C.C.C. y Objetivos del Area de Ciencias Experimentales.....	A 2
III.-Mapa Curricular.....	A 3
IV.-Propuesta de programa: Introduccion a la Investigación.....	A 4
V.-Conclusiones de algunos de los trabajos presentados por los alumnos en el informe final.....	A 15

## VI.-Lecturas realizadas en el grupo:

- Lectura 1:.....A.22  
Estrategia general de la Investigación,tomado del libro de:  
Andión,Beller y Dieterich:Guía de Investigación.
- Lectura 2.....A.33  
Los Orígenes del Conocimiento de las Plantas,tomado de:  
Harré:El Método de la Ciencia.
- Lectura 3.....A 48  
La Carta Robada de Edgard Allan Poe.
- Lectura 4.....A 63  
El Método del Discurso Científico,tomado de:Eli de Gortari  
El Método Dialéctico.

## BIBLIOGRAFIA.

El objetivo de este trabajo fue presentar algunos elementos de la teoría Constructivista de J.Piaget, que pueden aplicarse al curso de Método Científico Experimental, materia que se imparte en el 4º semestre del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Es una estrategia para el aprendizaje de los alumnos de como se prepara una investigación experimental a nivel medio superior y estuvo dirigida por la Dra. Luz María López de la Rosa, en el Laboratorio de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias.

La materia de Método Científico Experimental ha sido enfocada desde una concepción empirista, practicista, hasta una concepción teoricista que conducen a resultados semejantes: el alumno memoriza esquemas mecanizados sobre lo que es la ciencia y su método, que lo alejan del conocimiento de como preparar una investigación experimental.

En el Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, esta materia se presenta como uno de los ejes fundamentales del currículo, debido a que uno de los objetivos generales de éste es que el alumno domine el conocimiento del método científico experimental ; además es una materia que intenta integrar conocimientos logrados en los tres cursos previos, lo que en la realidad no se logra.

Por estas consideraciones, este trabajo intenta que los alumnos y el maestro, construyan el conocimiento a partir de la relación entre asimilación-comodación de la teoría constructivista. Piaget conceptúa el aprendizaje como un proceso de construcción de nuevas

estructuras a partir de la relación entre las ya existentes y los nuevos esquemas que asimila el individuo. Se conceptúa a la asimilación como la integración de nuevos elementos sin destruir los anteriores y a la acomodación como la modificación de los nuevos esquemas integrados. El equilibrio logrado a través de este binomio se expresa como nuevos aprendizajes.

Al mismo tiempo se propone un enfoque didáctico distinto al que propone la Tecnología Educativa que prevalece en el Colegio de algunos años atrás a la fecha. Este enfoque es el que propone la Didáctica crítica, que se centra fundamentalmente en:

- Cuidar los vínculos entre maestro-alumno y alumno-alumno.
- Enlazar la teoría con la práctica.
- Explicitar una concepción de Ciencia y Método y su relación con la sociedad.
- Observar el proceso de aprendizaje de los alumnos, evitando ser el centro del mismo.

## ANTECEDENTES SOBRE EL PLAN DE ESTUDIOS DEL C.C.H.

En el documento de aprobación del Colegio de Ciencias y Humanidades en 1971, el rector González Casanova, precisó que: "El Plan de Estudios propuesto es la síntesis de una vieja experiencia pedagógica, tendiente a combatir el vicio que hemos llamado enciclopedismo y a proporcionar una preparación que hace énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante....materias que permitían tener la vivencia y la experiencia del método experimental, del método histórico, de las matemáticas, del español....aprender a aprender a informarse"<sup>(1)</sup>

Desde el punto de vista institucional, las diferencias básicas del Colegio con otras modalidades del bachillerato, en su inicio son:

- 1.-Planes de estudio interdisciplinarios; son la síntesis de enfoques metodológicos aportados por cuatro facultades universitarias.
- 2.-Combinación entre el trabajo académico en las aulas y adiestramiento práctico en talleres, laboratorios y centros de trabajo.
- 3.-Los profesores procederán de las cuatro facultades de la iniciativa; "...así las unidades académicas constituirán un laboratorio de formación de profesores e investigadores de la Universidad".<sup>(2)</sup>

En 1971, el Consejo Universitario aprueba la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades, como un sistema innovador dentro de la misma Universidad, sin cambiar su estructura.

(1) González Casanova P.-Se creó el C.C.H. Documenta 1, 1979.

(2) Documenta 1, junio de 1979.

Su creación intenta resolver, entre otros, dos aspectos fundamentales:

-La creciente demanda de la enseñanza media superior.

-La crisis de los métodos tradicionales de enseñanza.

El plan de estudios está sustentado en una filosofía de renovación y modernización del sistema educativo. Se caracteriza, según las declaraciones oficiales por ser interdisciplinario y atender más a la formación del alumno que a la información enciclopedista. Se pretende formar alumnos con habilidad y capacidad para resolver problemas.

La filosofía del Colegio permitía vislumbrar una concepción humanista de la educación que abría las posibilidades de formar individuos creativos y críticos de la sociedad y de su momento histórico.

Sin embargo se puede observar que el Colegio ha dejado de lado esta concepción humanista para adoptar acriticamente a la tecnología educativa en la búsqueda de la eficiencia, alejándose cada vez más de lo que se llamó sistema innovador.

El plan de estudios contemplado a 15 años de su institucionalización y a la luz de una posición crítica, dista mucho de ser, en términos concretos, de lo que se planteó teóricamente en sus principios. En primer lugar la tan preconizada interdisciplinariedad está ausente, quedando las áreas reducidas a grupos de asignaturas.

En su momento de creación, el Colegio se consideró como una alternativa para los entonces jóvenes profesores, no conformes, con la enseñanza tradicional. El alumno era el centro del proceso y se visualizaba como un posible investigador por el interés del Colegio en su formación metodológica.



Por estas consideraciones el interés de este trabajo se centra en la enseñanza de como se prepara una investigación experimental a través de la materia de Método Científico Experimental. Se seleccionó esta materia por ser uno de los pilares del currículo del Colegio y por ser una de las que presentan mayor dificultad en su aprendizaje.

#### PLANTEAMIENTO INSTITUCIONAL SOBRE LA ASIGNATURA METODO CIENTIFICO EXPERIMENTAL.

Esta asignatura es considerada como: "la fase de síntesis de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de los tres primeros semestres." (3) En el campo de las habilidades se espera que el alumno adquiera capacidades en: (4)

- la observación del fenómeno.
- la identificación y planteamiento del problema
- selección de variables y elaboración de hipótesis.
- diseño y realización de experimentos.
- interpretación, análisis y representación de resultados.
- elaboración del informe escrito.

El proceso de enseñanza-aprendizaje del método científico experimental en el Plantel Vallejo, ha pasado por varias etapas que se manifiestan principalmente en los programas de la asignatura. El primer programa se centraba en los contenidos de: energía, materia, agua, recursos naturales renovables y no renovables. Aun cuando

(3) Documento de trabajo, presentado por la Coordinación del C.C.H. sobre las Nociones Básicas de los programas.

(4) Pantoja, David.-ponencia presentada en el C.C.H., en 1979.

do se orientaba el trabajo experimental, este se veía minimizado a técnicas o a prácticas por el exceso de contenidos. En este primer programa no se tomaba en cuenta las concepciones de Ciencia, método, hipótesis, etc. Se intentaba que a partir de temas fundamentales, como la materia y la energía, el alumno se interesara por experimentar algunos de estos aspectos, abordándolos desde los puntos de vista físico, químico y biológico y que a partir de estos temas, el alumno se planteara problemas a ser experimentados. Sin embargo, como ya se indicó el exceso de temas y la falta de elaboración sobre los aspectos metodológicos, no propició que los alumnos ni los maestros desarrollaran aprendizajes sobre como preparar una investigación experimental. Los aprendizajes se centraban en los contenidos, llegándose a la confusión de ligar Energía y Materia con el método científico.

En un segundo momento el programa de esta materia, redujo los contenidos a solo dos temas: materia y energía, pero sin modificar otra cosa.

En 1978 el programa es modificado en un trabajo de complementación por la profesora Graciela Rivas. En este programa se eliminan los contenidos anteriores, se reconsidera atender las concepciones de Ciencia y Método y su desarrollo histórico. Se deja libertad para trabajar otros contenidos.

Este programa permitía más posibilidades, pero ante la ausencia de un marco conceptual sobre los principios fundamentales de la investigación por parte del profesor y de los alumnos, las confusiones y esquemas se mantienen.

En conclusión, he podido observar las dificultades en la enseñanza -aprendizaje de como se prepara una investigación, que trae

como consecuencia un aprendizaje automático, repetitivo, dogmático, teorístico, que impide la formación de una lógica de pensamiento - en el campo de las ciencias experimentales, tanto en el profesor como en el alumno. Se realiza una práctica verbalista, acrítica y poco creativa.

#### FUNDAMENTOS TEORICOS.

La teoría del aprendizaje en que se apoya esta investigación es la teoría Constructivista de Jean Piaget, en lo que se refiere al binomio asimilación-acomodación, con su resultante adaptación y equilibrio que implica el aprendizaje. Bajo esta teoría, el aprendizaje se explica como un proceso en desarrollo, en la que el individuo construye el conocimiento a partir de la relación entre la incorporación (asimilación) de nuevos esquemas y la reestructuración (acomodación) con los esquemas anteriores.

Piaget concibe el desarrollo intelectual como una progresiva equilibración entre los procesos de asimilación y de acomodación en la que están presentes factores endógenos y exógenos. La asimilación implica un factor externo, sin el cual el conocimiento no es posible, y un sujeto, cuya actividad estructura, engendra el conocimiento. "La acomodación es una reestructuración de los sistemas de comprensión del individuo que le permite una más adecuada interpretación de la realidad." (5)

Piaget señala que: "...a medida que la asimilación va progresivamente coordinándose con la acomodación, la primera se reduce a la actividad deductiva, la segunda a la experimentación y la unión

(5) Moreno M y Sastre G.-Aprendizaje y desarrollo intelectual. Ed. Gedisa, 2<sup>a</sup> Ed. Barcelona, España, 1983.

de ambos se convierte en la relación indisociable entre deducción y experiencia, relación que caracteriza a la razón<sup>(6)</sup>.

Este proceso requiere de un objeto externo y un sujeto; el sujeto reconstruye al objeto, no lo copia; esta reestructuración implica una actividad interna del individuo y no basta la experiencia, por sí misma para que se construya el conocimiento.

"La asimilación y la acomodación no son dos funciones separadas, y si los polos funcionales opuestos entre sí de toda adaptación.... La acomodación es solidaria de la asimilación y se puede decir recíprocamente que toda asimilación va acompañada de acomodación"<sup>(7)</sup>

La intención de este trabajo es estimular la capacidad de reflexión de los estudiantes sobre lo que aprenden y posibilitar la construcción de sus aprendizajes. Se considera al aprendizaje como un proceso de aproximaciones, a veces muy lentas, a través de las cuales se realizan modificaciones que conducen a la adaptación de un nuevo conocimiento. "...una conducta individual o una noción reciente no se generaliza de golpe y cada problema implica dificultades propias"<sup>(8)</sup>

A la luz de esta concepción constructivista es que se piensa que el individuo debe ir consolidando los esquemas de generalización, de relación, etc. para que puedan lograrse aprendizajes de la experiencia física, entendiéndola a ésta como el aprendizaje logrado a partir de la manipulación directa del individuo sobre los objetos y pueda llegar a la elaboración de proyectos de investigación.

(6) J. Piaget. - Psicología y Pedagogía. Ed. Ariel, México, 1978.

(7) J. Piaget. - Biología y Conocimiento. S. XXI. 7<sup>a</sup> edición, México, 1983.

(8) J. Piaget. - Psicología y Pedagogía.

Es por esto que se considera conveniente orientar esta asignatura a estudiar y a vivir como se prepara una investigación, en lugar de presentar los esquemas como recetas. No es repitiendo muchas veces un experimento como se aprende, sino es a través de las estructuras que el individuo construye. Esta creación intelectual lo conduce al descubrimiento de nuevas respuestas a sus interrogantes.

Esta construcción que se pretende lograr en los alumnos se basa en los fundamentos de como se prepara una investigación. Se espera que los alumnos logren modificar los esquemas que tienen acerca de la ciencia y su método, y logren construir con éstos y los nuevos conocimientos un concepto de ciencia, método y su desarrollo en la historia.

#### EL METODO COMO PROCESO.

Se parte de la concepción de que el conocimiento y la ciencia presentan modificaciones sujetas al desarrollo histórico y que no hay verdades acabadas. Asimismo se considera al método, como un camino que se va haciendo y que el individuo al enfrentarse a la necesidad de buscar respuestas a los problemas planteados enfrentará sus esquemas de acuerdo a la naturaleza de éstos.

El surgimiento y desarrollo del método científico experimental ha significado un avance considerable para las ciencias experimentales; visto como un instrumento de trabajo proporciona al investigador bases para llevar a cabo su trabajo de investigación; como parte fundamental de la ciencia, permite la explicación del objeto de conocimiento.

Sin embargo algunos enfoques que se hacen alrededor del método experimental, llegan a significar limitantes al conocimiento, como

el enfoque experimentalista, que deja de lado las múltiples interrelaciones que presenta el objeto de conocimiento, inclusive con el mismo sujeto que experimenta y centra toda su importancia en el experimento, el cual solo proporciona un aspecto del objeto de estudio. Es necesario historizar al objeto para poder explicar sus múltiples relaciones, desde cómo surge el problema, como se relaciona, sus antecedentes, etc.; esto nos permite conocer su proceso histórico.

Eli de Gortari<sup>(9)</sup> plantea que en los métodos empleados en la actividad científica se pueden distinguir tres fases que son: fase investigadora, fase de sistematización y fase expositiva.

La fase investigadora es propiamente indagadora y puede conectarse con la formulación del problema científico, el que no solo parte del hecho empírico, sino también de los datos teóricos existentes. En esta etapa de indagación se buscan los elementos que conduzcan a la construcción del marco teórico referencial, que fundamenta la investigación experimental.

La fase de sistematización permite la relación entre los datos obtenidos y los datos teóricos, lo que hace posible explicar el conocimiento logrado.

Finalmente la fase expositiva, que permite, a través del discurso científico, comunicar a los demás investigadores el conocimiento logrado.

Estas fases fueron consideradas en el proceso de enseñanza aprendizaje de cómo se prepara una investigación y fueron delimitadas en la enseñanza de la fase preparatoria de la investigación. Desde el punto de vista didáctico, permite que los alumnos aprecien los diferentes momentos de la investigación, la necesidad de un marco

(9) Gortari, Eli. - Método Dialéctico. - Ed. Grijalbo. México.

teórico, la importancia de organizar los datos y vincularlos con los observados experimentalmente. Finalmente lo importante que es para la ciencia, comunicar los resultados logrados.

Por cuestiones didácticas y por el nivel en que se elaboró este trabajo, se ha seleccionado como aspectos fundamentales de la fase preparatoria de la investigación: la formulación del problema científico, la construcción de un marco referencial, el diseño de la investigación y la elaboración del proyecto de investigación.

Siguiendo la teoría constructivista, se considera a la formulación del problema científico por el alumno como una etapa fundamental del proceso de asimilación-acomodación. Una persona aprende cuando se plantea dudas, preguntas e intenta dar una posible respuesta.

#### FUNDAMENTOS DEL DISEÑO CURRICULAR.

La asignatura de Método científico experimental, se analizó a partir de los criterios de: continuidad, secuencia e integración, planteados por Margarita Pansza<sup>(10)</sup>, criterios que debieran tener tanto los programas como el plan de estudios.

La continuidad se refiere a la relación vertical de los contenidos de las asignaturas en el plan de estudios y en los programas.

La secuencia se refiere a la profundidad de los aprendizajes sobre los contenidos, en relación a los que preceden y la integración se refiere a la relación horizontal de los contenidos en el programa. Se conceptúan a los contenidos temáticos como los ejes conceptuales de una disciplina, alrededor de los cuales se van generando nue-

(10). Pansza, Margarita. Pérez, E.C., Morán, P. -Fundamentación y Operatividad de la Didáctica/Ed. Garnika, México, 1985. (en prensa).

vos descubrimientos.

Estos criterios permiten hacer el análisis de la materia y su relación con otras en el Plan de estudios. Por ejemplo, en la relación que se establece entre las materias que preceden a la asignatura de Método científico experimental se observa lo siguiente: puede haber continuidad en los contenidos de Física 1, Química 1 y Biología 1, con Método. En las dos primeras se pretende que el alumno conozca las propiedades y características físicas y químicas de la materia; en Biología 1, estos conocimientos le permitirían comprender el comportamiento de la materia viva. Finalmente en la asignatura de Método se lograría la integración del conocimiento, puesto que teóricamente en las cuatro asignaturas se plantean el estudio del método experimental, lo que en la práctica no ocurre.

Esta propuesta considera que la integración de esta materia: Método científico experimental, que debiera llamarse: introducción a la investigación, se puede dar mediante el desarrollo de una lógica de los sistemas de pensamiento y de análisis de los alumnos y del profesor, que faciliten la aplicación de los nuevos esquemas intelectuales a un campo cada vez más amplio de contenidos.

La continuidad, secuencia e integración en el programa de Introducción a la investigación, puede lograrse a través de la elaboración de problemas, hipótesis, diseños y proyectos de investigación por los alumnos. Esta actividad requiere de una reflexión permanente que el alumno generaliza a otros campos del conocimiento.



## FUNDAMENTACION DIDACTICA

Los aspectos didácticos de esta investigación, en lo que concierne a la elaboración de la propuesta de programa y su instrumentación se realizó siguiendo las orientaciones de la didáctica crítica.

La didáctica crítica es una propuesta en construcción, que se propone como alternativa a las corrientes tradicionales, enciclopedistas y a la corriente neoconductista, que domina actualmente el campo de la enseñanza.

Una didáctica crítica requiere una actitud crítica de profesores y alumnos... "requiere que el maestro reconozca al conflicto y la contradicción como factores de cambio, para buscar a partir de ello vías para la superación y transformación de la escuela." (11)

Esta concepción implica la reflexión y el análisis crítico de las interacciones que el profesor propicia en el aula; se intenta con ésto, recuperar la relación dialéctica entre aprendizaje y enseñanza; método y contenido; teoría y práctica.

Algunos de los principios básicos que permiten abordar críticamente el trabajo en el aula y propiciar aprendizajes son:

\*La realidad es histórica y dialéctica

\*El objeto de conocimiento es una construcción, producto de la reflexión-acción

\*Los programas son propuesta de aprendizaje; su carácter es indicativo, flexible, dinámico, que el profesor adapta de acuerdo a condiciones concretas.

\*La didáctica crítica rechaza que el docente se convierta en reproductor o ejecutor de modelos de programas rígidos y

(11) Fundamentación y Operatividad de la didáctica, ya citado.

prefabricador por departamentos de planeación.

La didáctica crítica abre espacios de discusión en relación a la práctica del docente, que le permite al profesor construir colectivamente un marco referencial y conceptual.

La instrumentación didáctica en esta perspectiva requiere: considerar de su competencia el análisis de los fines de la educación; dejar de considerar al maestro como el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y romper la idea de que el docente es solo un técnico interesado en aumentar el rendimiento de sus alumnos.

Según Susana Barco una Didáctica crítica debe: tomar en cuenta las siguientes consideraciones y que las renovaciones o alternativas en el terreno didáctico no pueden ser vistas ya como una implemetación puramente tecnológica, factible de ser aplicada sin grandes transtornos; que las actividades aisladas carecen de valor y en tanto no se encuadren en un sistema de actitudes congruentes, que respondan a objetivos claros y valores asumidos conscientemente, resultan inoperantes." (12)

Resumiendo, bajo esta concepción, el profesor debe reconsiderar sus concepciones de aprendizaje, método, contenido, individuo, sociedad, relaciones de la escuela y su entorno social, etc. Considerarse como un promotor de aprendizajes, a través de una relación de cooperación, para lo cual es necesario estructurar las actividades de aprendizaje, con una nueva óptica: como actividades integradoras que deben apoyarse en criterios como: (12)

-Determinar con antelación los aprendizajes que se pretenden promover, a través de un plan de estudios en general y un programa de estudios en particular.

(12).-Moran, Porfirio.-Reflexiones en torno a la intrumentalización Didáctica.-mimeografiado.

- Tener claridad de la función de cada experiencia.
- Que promuevan aprendizajes de conceptos fundamentales de la disciplina(nociones básicas).
- Incluir diversos modos de aprendizaje:lectura,redacción,observación,investigación,etc.
- Incluir formas de trabajo individual y grupal.
- Considerar el nivel de madurez,experiencias previas,características del grupo.
- Que generen en los alumnos interés y actitudes de aprendizaje.

En la perspectiva de la didáctica crítica el aprendizaje se conceptuó como un proceso que presenta avances y retrocesos, no lineal, y que por lo tanto las experiencias cobran un significado distinto; son "situaciones de aprendizaje, como generadoras de experiencias que promuevan la participación de los estudiantes en su propio proceso de conocimiento." (13).

Se presentan también algunas reflexiones acerca de la evaluación y se intenta evitar la propuesta de tipo instrumental que solo mide cuantifica conductas observables, sin considerar el proceso de internalización que se da en el alumno durante el aprendizaje.

Se hace una diferenciación entre lo que es la acreditación y lo que es la evaluación. La acreditación se considera como "la necesidad institucional de certificar los conocimientos" (14). Es la asignación de una calificación.

(13) Morán, P. obra citada.

(14) Díaz Barriga. -El problema de la Teoría de la evaluación y de cuantificación del aprendizaje. CISE, UNAM. 1980. obra citada por P. Morán.

"La evaluación ...es un proceso que permite reflexionar al participante de un curso sobre su propio proceso de aprender, a la vez que permite confrontar este proceso con el proceso seguido por los demás miembros del grupo y la manera como el grupo percibió su propio proceso"(15)

Con estas bases el problema a investigar fue:

¿En el proceso de asimilación-acomodación de algunos principios básicos de la investigación se propicia la formación de la fase preparatoria de la investigación en los alumnos del grupo 364, del Plantel Vallejo?

Como hipótesis de trabajo de esta investigación:

Si hay una selección de contenidos y temas a trabajar por el maestro con base a la asimilación-acomodación, los alumnos desarrollarán su capacidad reflexiva que se traducirá en la problematización y elaboración.

FUNDAMENTACION DE LA HIPOTESIS.

La práctica docente realizada en la asignatura de Método Científico Experimental, se aprecia como una repetición de esquemas de como se elabora un informe científico, confundiendo a éste con la actividad de investigar.

Esta confusión puede deberse, entre otras cosas, a la ausencia de un marco conceptual en el profesor sobre la ciencia y su método; sobre conocimiento y aprendizaje; hombre y sociedad, etc. Esta ausen-

(15)Díaz Barriga.obra citada.

-cia provoca un aprendizaje esquemático, que impide al alumno nuevas construcciones.

Esta investigación considera que una estrategia para lograr nuevos aprendizajes en los alumnos requiere, por parte del maestro de un marco conceptual que implica aspectos filosóficos, didácticos, teóricos, etc, que le permita fundamentar su práctica como docente.

Este trabajo parte fundamentalmente de la consideración de aprendizaje como un proceso en el que, además de las conductas observadas hay una serie de modificaciones internas (acomodación) en el individuo a partir de la incorporación (asimilación) de nuevos esquemas. Es por esto que el maestro debe tomar en cuenta diversos momentos del aprendizaje y cuidar los tiempos y espacios.

En conclusión se espera que atendiendo y estimulando los momentos y situaciones de aprendizaje de algunos de los principios básicos de la investigación, como: problematizar, ordenar sus conceptos, diseñar proyectos, realizar el trabajo experimental, pueden conducir al desarrollo de una lógica de pensamiento sobre la preparación de la investigación, tanto en el maestro como en el alumno.

## METODOLOGIA

La investigación llevada a cabo en el grupo 364, del 4º semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo, para observar el proceso de aprendizaje sobre algunos aspectos introductorios al trabajo de investigación (Método Científico Experimental), se orientó a lo largo de todo el curso por los siguientes criterios metodológicos:

1.-Se propiciaron momentos de aprendizaje de algunos principios básicos de la investigación, considerando los espacios y tiempos para que los alumnos accionaran y lograran la elaboración de sus productos.

2.-En la selección de actividades de aprendizaje para el grupo se consideraron tres etapas: (A. Rodríguez) (16)

-Etapa introductoria o de Apertura, que es una fase de sensibilización del grupo hacia el objeto a aprender.

-Etapa de Desarrollo, en la que el grupo acciona sobre el objeto.

-Etapa de Culminación, que es la fase de producción del grupo.

3.-Las etapas de sensibilización se iniciaron con: lecturas, problemas planteados al grupo y por el grupo, discusiones grupales, trabajos prácticos. La selección y orden de las lecturas se hizo con los siguientes criterios:

1.-Que fueran lecturas con un lenguaje claro para los alumnos de nivel medio superior.

(16) A. Rodríguez.-El proceso de aprendizaje en el nivel superior y universitario, Revista Colección Pedagógica No 2, C.E.E.V. Veracruzana, 1977.

2.-Lecturas cortas.

3.-Que le permitiera reflexionar sobre el problema científico, la hipótesis, el marco referencial y sobre todo la construcción de conceptos en torno a estos aspectos.

El orden que se dió a las lecturas fue pensando en la construcción de conceptos, propiciando la asimilación-acomodación. De un nivel menos complejo a otro más complejo.

4.-Las actividades de desarrollo se vincularon a los momentos en que se manejó la información, ya sea en la elaboración de probables respuestas a las preguntas planteadas, investigaciones bibliográficas, elaboración de proyectos, etc.

5.-Las actividades de culminación se consideraron en los momentos de producción del grupo, de elaboración de sus proyectos de investigación; la elaboración de los informes, etc. Se considera además que estos momentos de culminación se dan durante todo el proceso: momentos de elaboración y construcción de nuevos conocimientos.

6.-La evaluación del proceso se hizo con base a observaciones fundamentadas en diversos criterios que dependieron de los aprendizajes que se intentaba observar, ya explicados en la introducción y en el marco conceptual explicitado.

#### SECUENCIA DE ACTIVIDADES.

La metodología seguida en esta investigación presentó las siguientes etapas:

1.-Se elaboró una propuesta de programa sobre la fase preparatoria de la investigación, al que se llamó: Introducción a la Investigación, (Método científico Experimental)\* para el 4º semestre del Colegio de C.

\*Apéndice IV.

humanidades.

2.-Se realizó una selección de lecturas acordes con el programa siguiendo un plan de evaluación fundamentado en criterios.

3.-Se planteó una situación problema al grupo, con el objeto de discutir de forma concreta, los criterios fundamentales de una investigación experimental y diferenciar sus etapas.

La situación planteada a los alumnos fue la presencia de grumos blancos en una golosina llamada "congelada".

4.-El grupo, coordinado por el profesor, realizó el proyecto de investigación a partir de la situación-problema anterior.

5.-Se orientó la selección y delimitación de problemas en el grupo; se sometió a un concurso los problemas planteados y se seleccionaron tres problemas para su investigación en el grupo, siendo los siguientes:

¿Qué tipo de microorganismos se encuentran en las bebidas envasadas, como el peñafiel, coca-cola y la naranjada?

¿Qué efectos provoca el jabón de origen orgánico y detergentes químicos en el crecimiento y desarrollo de una planta de frijol?

¿Cuáles son las condiciones favorables para el crecimiento de los búlgaros, tomando en cuenta diferentes tipos de leche: de establo, en polvo, condensada y pasteurizada?

6.-Se guió la elaboración del diseño de la investigación experimental, primero en forma grupal y posteriormente por equipo.

7.-Se realizaron lecturas previas al trabajo práctico, sobre las fases de la investigación: elaboración de problemas de investigación, formulación de hipótesis, aspectos históricos de la Ciencia y la investigación.



Las lecturas seleccionadas fueron: revistas de divulgación científica como: Naturaleza, Mundo Científico, Casa del Tiempo y Ciencia y Desarrollo.

Los textos seleccionados fueron:

-Andion, Beller y Dieterich.-Guía de investigación científica.

-Harré.-El método de la Ciencia.

-Barcena y Artis.-Introducción al Método Científico en Biología.

-Eli de Gortari.-Método Dialéctico.

8.-Se orientó la elaboración del reporte de la investigación, el que se entregó en forma individual.

9.-Se realizaron registros de todas las actividades seguidas en el grupo, evaluándose de acuerdo a los criterios previamente seleccionados.

#### CRITERIOS PARA LA EVALUACION DEL PROCESO DE APRENDIZAJE.

Los criterios de evaluación son:

1.-Considerar la actividad reflexiva de los alumnos como un factor fundamental a ser evaluado.

2.-Se consideran las actividades de indagación, búsqueda de información y elaboración de la información como momentos de aprendizaje.

3.-Los proyectos de investigación y sus reportes serán considerados como momentos de culminación.

4.-Se toman en cuenta los siguientes criterios para la evaluación de los momentos de la fase preparatoria de la investigación;

la selección de estos criterios se realizó siguiendo la teoría Constructivista de Piaget; se evalúan las conductas manifiestas que supuestamente implican menos aprendizaje, con un nivel menor, hasta las conductas que supuestamente expresan mayor aprendizaje con niveles más altos. Se considera que los alumnos construyen esquemas que son antecedentes para la construcción de otros y que en la medida que los alumnos logran aprendizajes la conducta manifiesta se ubica en un nivel más alto.

Por ejemplo, la diferencia entre un primer nivel de repetición, para evaluar lecturas realizadas por los alumnos y un nivel 2, en donde el alumno no repite, sino explica, es de comprensión. En tanto que los alumnos que relacionan aprendizajes anteriores con nuevos conceptos, reflejan asimilación-acomodación y se expresa en un nivel mayor (nivel 3). Esta forma de evaluación considera que el aprendizaje es un proceso, que en forma individual y grupal se va construyendo, pero que por condiciones de esta investigación el registro de las conductas manifiestas se hicieron individualmente considerando que: "...una conducta individual o una noción reciente no se generaliza de golpe y cada problema implica dificultades propias"<sup>17)</sup> Se seleccionaron diferentes criterios para la evaluación de actividades o experiencias de aprendizaje diferentes, por considerar que implica niveles de complejidad distintas.

Criterios de evaluación en la discusión de lecturas sobre aspectos de la investigación.

Nivel 1.-Repite, expresa lo mismo que dice el texto.

Nivel 2.-Comprende, explica con sus propias palabras.

Nivel 3.-Relaciona conceptos anteriores con los nuevos.

(17) Piaget, J. Psicología y Pedagogía. (obra ya citada)

Criterios para evaluar el trabajo experimental

-Nivel 1.- Poca atención en el trabajo; se distrae, pide explicaciones por falta de atención.

Nivel 2.-trabaja mecánicamente; no tiene clara la actividad que realiza.

Nivel 3.-Aporta en el equipo; demuestra interés e intenta explicar lo que observa.

Criterios para evaluar el informe escrito de la investigación.<sup>(18)</sup>

-Nivel A.-El informe presenta un orden en las partes que lo forman.

Nivel B.-Coherencia entre los problemas presentados en el grupo.

Nivel C.-Correspondencia entre el planteamiento del problema y la hipótesis.

Nivel D.-Los antecedentes fundamentan al problema y explican a la hipótesis.

Nivel E.-Las conclusiones hacen referencia a la relación entre los resultados, problema e hipótesis planteados.

(18) Los criterios fueron tomados de Bradfield y Moredock, citados por Hilda Taba en :La elaboración del Currículo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las actividades evaluadas en el grupo fueron las siguientes:

- 1.-Lectura guiada de revistas de divulgación científica.
- 2.-Estrategia de la investigación científica.
- 3.-La elaboración de problemas a través de la historia.
- 4.-Ruptura de esquemas.
- 5.-Situación problema: la presencia de grumos blancos en una golosina.
- 6.-Concurso de problemas.
- 7.-Elaboración del informe.

### Lectura guiada de revistas de divulgación científica.

La maestra seleccionó revistas de divulgación científica con el objetivo de fomentar el interés de los alumnos por los hallazgos científicos difundidos en estos medios.

La evaluación de los logros alcanzados en esta actividad se hizo con base a los siguientes criterios:

- Nivel 1.-realizó la lectura sin hacer otra actividad.
- Nivel 2.-Elabora un resumen en el que repite información.
- Nivel 3.-Comprendió el tema e intenta explicarlo.
- Nivel 4.-Analiza y hace síntesis de la lectura.
- Nivel 5.-Identifica problemas y los vincula con su realidad.

Los niveles presentan diferentes formas de participación; de cero aprendizaje(nivel 1) a posibles manifestaciones de aprendizaje:N-3, Nivel 4 y Nivel 5.

### Metodología

Se trabajaron con 7 equipos de 2 y 3 personas cada uno. Se les distribuyeron las revistas al azar y se les indicó que realizaran las siguientes actividades:

a) Seleccionaran el artículo que más les interesara. b) Elaboraran un resumen. c) Elaboración de la ficha hemerográfica. d) Identificarán los problemas principales.

Las revistas seleccionadas fueron:

Revista Naturaleza No 5/80.

Revista Naturaleza No 2779.

Mundo Científico No 37, 1984.

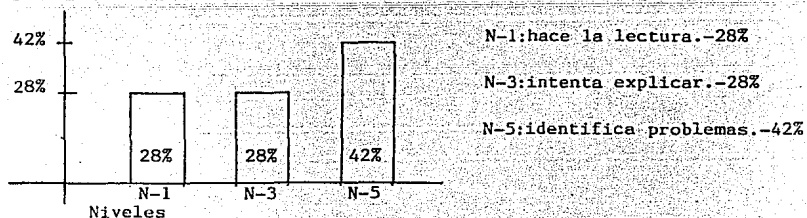
Casa del Tiempo, UAM, Vol. IV, No. 38, 1984.

Ciencia y Desarrollo. No. 47/año VIII, Nov. Dic. 1982.

### RESULTADOS

De los 7 equipos formados, 3 alcanzaron el nivel 5; 2 equipos el nivel 3 y 2 equipos el nivel 1.

### CONDUCTAS LOGRADAS DURANTE LA FASE INTRODUCTORIA: LECTURAS GUIADAS



Algunos de los problemas planteados por los que alcanzaron el nivel 5:

Revista Naturaleza, No. 2/79.

Artículo seleccionado: Invertebrados que neutralizan la acción de los contaminantes.

Preguntas elaboradas por los alumnos:

¿Que mecanismo produce en los organismos una concentración no tóxica?

¿Que mecanismos permiten la eliminación de los metales tóxicos?

¿Bajo que forma se pueden hacer inofensivos a estos metales?

Revista:Ciencia y Desarrollo, No 47, año VIII, Nov. Dic. 1982.

Artículo seleccionado:Plásticos, una opción para la agricultura.

Preguntas elaboradas por los alumnos:

¿Por que no se aplica este proceso en México?

Revista:Casa del Tiempo, UAM. Vol. IV, No. 38, 1984.

Artículo seleccionado:Animales en peligro.

Preguntas elaboradas por los alumnos:

¿Son suficientes las medidas para proteger a los animales?

y si no son suficientes¿Cuáles serían?

Uno de los equipos que solo alcanzó el nivel 1, eligió un artículo del Mundo Científico No. 37: "La fase azul: se aclara el misterio", que presentaba cierta complejidad, por lo que no pudieron explicar ni elaborar preguntas. Al cuestionar el grupo por que habían seleccionado el artículo, su respuesta fue: "porque era el artículo más breve."

Los equipos que alcanzaron el Nivel 3, no lograron identificar los problemas principales ni elaborar problemas.

### DISCUSION

Por los resultados alcanzados se considera que la actividad despertó interés en la mayoría de los integrantes del grupo y que se dieron aprendizajes a lo largo de la actividad; aprendizajes en relación con algunos resultados de investigaciones realizadas en

México y en otros países. A través de las preguntas planteadas se puede observar que los alumnos lograron vincular la lectura con su realidad, lo que expresa que empezaron a operar con los nuevos aprendizajes.

Durante la discusión grupal, los alumnos hacían críticas y preguntas a los alumnos que exponían su resumen. En una evaluación posterior a esta sesión, el grupo señaló que a través de esta actividad habían logrado aprendizajes sobre la actividad del investigador.

Los vínculos generados en esta actividad entre los alumnos, fue en principio de competencia, pero a instancias de la maestra, que hizo notar que la participación de todos los equipos propiciaba el aprendizaje del grupo, se desarrolló la atención y las preguntas a los expositores aumentaron.

El papel del profesor en esta actividad consiste fundamentalmente en estimular el interés de los alumnos por la lectura de materiales de divulgación científica a través de las indicaciones, de preguntas y de su presencia en el grupo.

## ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Se realizó la lectura de un capítulo del libro: Guía de Investigación Científica de Andión, Beller y Dieterich.

El objetivo fundamental de esta actividad era el de discutir en el grupo cómo se prepara una investigación. Los criterios que se tomaron como base para evaluar los resultados fueron:

Nivel 1.- Repite casi textualmente lo que dice el material.

Nivel 2.- Explica con sus propias palabras.

Nivel 3.- Relaciona conceptos anteriores con los nuevos; hay asimilación-acomodación.

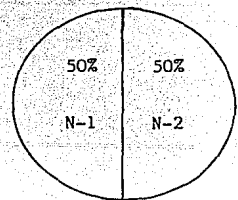
### METODOLOGIA

Se les hizo las siguientes indicaciones: se seguiría la técnica de rejillas, se les explicó como se realizaría ésta y se les distribuyó el material.

### RESULTADOS

Durante la primera etapa de la técnica hubo poca discusión; se realiza más trabajo individual que colectivo. En la segunda etapa los equipos discuten sus conclusiones.

En la plenaria los resultados fueron los siguientes: El 50% repite la información (nivel 1) y el 50% restante explica con sus propias palabras la información (nivel 2)



### DISCUSION

Los resultados en esta 1ª fase de la lectura, indican que se sentían confusos por la lectura y que los aprendizajes eran mínimos.



Las confusiones se observan a nivel de conceptos que emiten acerca de los elementos de la investigación. Algunos alumnos repiten el esquema de "receta" del método experimental que dicen haber aprendido en el primer semestre. Siguiendo la teoría constructivista, estaban en una etapa de asimilación, formando nuevos esquemas sobre la investigación científica, que aun no alcanzaban a acomodar y a relacionar con las anteriores; probablemente por eso no habían alcanzado el nivel 3 (relaciona conceptos anteriores con los nuevos). Requerían por un lado una mayor experiencia operatoria en el campo experimental, pero también era fundamental acompañar a ésta de la creación de estructuras mentales que propiciaran una comprensión de lo que hacían. Por estas consideraciones se pasó a la siguiente fase de la lectura sobre hipótesis.

## 2ª PARTE DE LA ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Se distribuyó en el grupo el material sobre hipótesis del libro Guía de la Investigación Científica de Andión, Beller y Dieterich, continuándose con la lectura de la sesión anterior.

El objetivo principal era el de propiciar que los alumnos construyeran sus esquemas conceptuales sobre la hipótesis y compararan los conocimientos previos con los señalados por la lectura. Esta actividad se ubicaba en cómo se prepara una investigación científica.

Los criterios que se tomaron como base para evaluar los logros de esta actividad fueron los mismos que en la etapa anterior:

Nivel 1.-Repite textualmente el material.

Nivel 2.-Explica con sus propias palabras.

Nivel 3.-Relaciona conceptos anteriores con los nuevos.

Hay asimilación-acomodación.

## METODOLOGIA

La técnica grupal utilizada fue la de Acuario, que consiste en la formación de tres equipos, uno de pescadores de ideas, otro de discusión y un tercero de síntesis. En una 1ª fase exponen los tres equipos formados en el orden señalado y en un 2º momento se hacen preguntas en el orden inverso: el equipo 3 al equipo 2; el equipo 2 al 1.

Equipo 1.: Pescador de ideas; se integró por 6 alumnos.

Equipo 2.: De discusión; se integró por 6 alumnos.

Equipo 3.: De síntesis; se integró por 3 alumnos.

En la 1ª fase se expone la información, y los resultados mostraron como se van resolviendo las confusiones de la sesión anterior.:

Nivel 1: 5 alumnos. 33 %

Nivel 2: 7 alumnos. 46 %

Nivel 3: 3 alumnos. 20 %

En la 2ª fase, los alumnos llegan a plantearse preguntas sobre la importancia de un marco referencial, de la elaboración de la hipótesis, etc. Los resultados fueron los siguientes:

Nivel 1: 5 alumnos 33 %

Nivel 2: 2 alumnos. 20 %

Nivel 3: 8 alumnos. 47 %

Parte de la discusión que se dió en el grupo durante la 1ª fase fue la siguiente:

"La hipótesis es una conjetura que se hace sobre una pregunta previa que se compara para sacar conclusiones". (Nivel 2)

"La hipótesis es una forma de buscar". (Nivel 3)

"La hipótesis es una suposición". (nivel 1)

"La hipótesis proporciona bases para comprobar el conocimiento" (N-3)

Durante la segunda fase, algunas de las preguntas planteadas por los alumnos y las respuestas que se dieron en el grupo fueron:

¿Cuál es la función que tiene el marco referencial en la formulación de la hipótesis?

R= "Permite fundamentar y explicar a la hipótesis"(Nivel 3)

¿Que se entiende por comprobación de la hipótesis?

R= "LLevar a la experimentación o investigación de campo.(Nivel 3)

¿Las hipótesis tienen que ser lógicas?

R=Si, son razonamientos

¿Es aceptable el descartar o modificar una hipótesis?

R="Si, a lo largo de la experimentación se va comprobando la hipótesis y ésta puede modificarse".(Nivel 2).

### DISCUSION

Los resultados de la actividad sobre la lectura expresan un avance en el aprendizaje logrado por los alumnos. Se observa que en la primera parte de la lectura un mayor número de alumnos se queda en el nivel de repetición(50%), en tanto que en la segunda etapa de la actividad, se aprecia un porcentaje del 33%. Además en la primera parte ningún alumno alcanza el nivel 3.

En la segunda etapa, en lo relacionado con la lectura sobre hipótesis, el proceso de construcción de aprendizajes, se manifiesta, cuando de 15 alumnos, el 50% alcanza el nivel 3: relaciona conceptos.

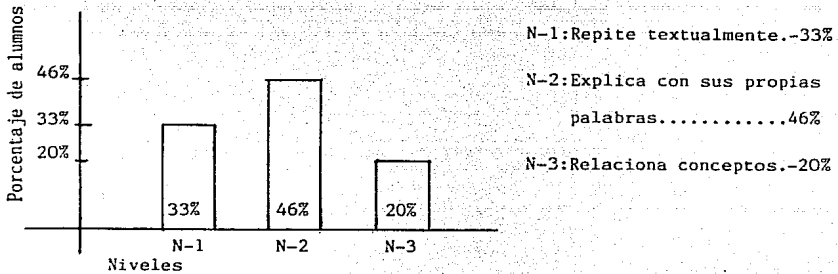
Probablemente la coordinación de la maestra propició que se desarrollara el interés de los alumnos en esta actividad, que al principio les pareció molesta, pero comprendieron la necesidad de construir conceptos sobre los elementos fundamentales que se requieren para

la preparación de una investigación.

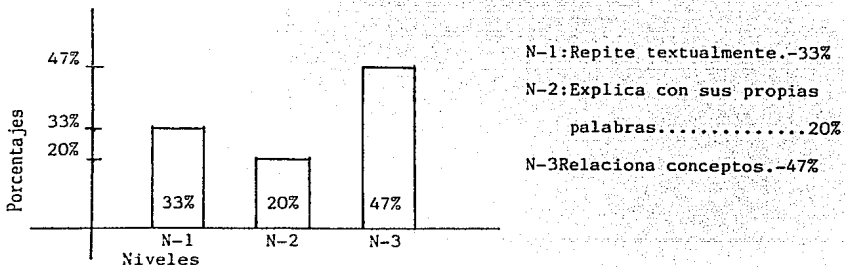
Posiblemente las confusiones iniciales se resolvieron cuando se discutió sobre la necesidad de elaborar un marco referencial, previa a la experimentación y el papel que juega la información en la elaboración de la hipótesis.

Estas actividades de introducción permitieron desarrollar en los alumnos la necesidad de reflexionar en el proceso de investigación.

#### CONDUCTAS OBSERVADAS EN LA 1ª FASE, 2ª ETAPA.



#### CONDUCTAS OBSERVADAS EN LA 2ª FASE, 2ª ETAPA.



## LA FORMULACION DE PROBLEMAS A TRAVES DE LA HISTORIA

Se orientó la lectura del libro de Harré: El Método de la Ciencia capítulo 6: Origen del pensamiento actual sobre la vida de las plantas.

Se pretendía que los alumnos al analizar la lectura y hacer la discusión, percibieran que la forma de preguntarse varía de acuerdo al momento histórico; que el conocimiento científico no es estático y que cambia de acuerdo a: los métodos empleados, las técnicas y al desarrollo de las ciencias que apoyan o auxilian a otras.

### METODOLOGIA

La evaluación se hizo con base a los siguientes criterios\*

Nivel 1: el alumno repite la lectura casi textualmente.

Nivel 2: el alumno ordena los hechos.

Nivel 3: El alumno relaciona ideas, reformula.

Nivel 4: El alumno explica, hace estimaciones.

Nivel 5: Reorganiza, descubre conceptos; plantea nuevas preguntas.

Se distribuyeron las lecturas mencionadas entre los alumnos, dejando algunos días para su elaboración. La maestra formuló 5 preguntas sobre los contenidos del material, siendo las siguientes:

- 1.-¿Cómo se planteaban los problemas de investigación los seguidores de Aristóteles?
- 2.-¿Hay alguna diferencia entre la forma de preguntarse de los investigadores de los siglos XIX y XX a la de los investigadores de los siglos XVII y XVIII?
- 3.-¿Qué actividad fundamental realizan los investigadores en el campo de la Ciencia en el siglo XVIII?

\* Los criterios fueron tomados de Bradfield y Moredock, citados por H. Taba, en Elaboración del Currículo.

4.-¿Qué tipo de problemas se plantearon en el siglo XIX respecto a la vida de las plantas?

5.-¿Qué tipo de hipótesis percibiste en la lectura?

Se interrogó al grupo para determinar que técnica grupal se realizaría;14 alumnos aceptaron haber preparado el tema;4 alumnos que no lo habían hecho y 4 alumnos no asistieron.

Se aplicó la técnica de Observador-Verbalizador,tomada de:

E.Chehaybor y Kuri,Técnicas para el aprendizaje grupal.

Esta técnica consiste en la formación de dos equipos:Verbalizador y Observador.En un primer momento el equipo verbalizador explica lo que entendió de la lectura y el equipo observador escucha,para en un segundo momento cambiar los papeles.El equipo observador tomará en cuenta la discusión inicial para no repetir la información.

#### RESULTADOS

Algunas de las observaciones realizadas por los equipos verbalizadores,con relación a las preguntas planteadas inicialmente,fueron las siguientes:

- \*Los seguidores de Aristóteles elaboraban preguntas mágicas.
- \*A medida que avanza el conocimiento las preguntas son más complejas.
- \*Se inicia la experimentación con las plantas en el siglo XVIII
- \*Las preguntas que se plantean en el sigloXIX se refieren a asuntos internos de las plantas y a sus funciones.
- \*Una hipótesis que percibieron en la lectura es la relacionada con los estambres ;se empiezan a considerar como estructuras que participan en la reproducción.

Los niveles alcanzados por los alumnos fueron:

Primer grupo Verbalizador:el 60% repite textualmente:Nivel 1.

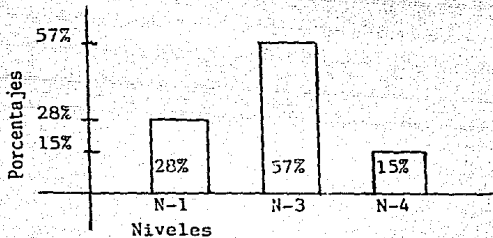
el 40% relaciona ideas:Nivel 3.

Segundo grupo Verbalizador: el 70% relaciona ideas: Nivel 3.

el 30% explica, hace estimaciones: Nivel 4

En términos globales, el 57% queda en el nivel 3, el 28% en el nivel 1 y el 15% en el nivel 4.

CONDUCTAS LOGRADAS DURANTE LA TECNICA VERBALIZADOR-OBSERVADOR.



DISCUSION

Las respuestas y el número de alumnos que relacionan ideas, reformulan (nivel 3) y explican (nivel 4), hacen considerar que el grupo adaptó nuevos conocimientos a los esquemas anteriores.

Sin embargo, como el aprendizaje que se intentaba lograr, era muy importante, se realizó otra actividad para reafirmar el conocimiento logrado, para lo cual se les explicó la necesidad de realizarla.

SEGUNDA FASE

METODOLOGIA: se les aplicó un cuestionario para ser resuelto a nivel individual. Las preguntas fueron las siguientes:

- 1.-¿Qué relación se puede percibir en la lectura entre como se plantean los problemas y el momento histórico en que se encuentra el investigador?
- 2.-¿Pudiste confrontar tus conocimientos sobre las plantas en la lectura de cómo se concebían a éstas en los siglos anteriores?
- 3.-¿A partir de las lecturas qué problemas te plantearías?
- 4.-Las diferencias entre como se planteaban los investigadores en

los siglos anteriores al siglo XX, con los investigadores de este siglo, son solamente la complejidad, su importancia o ¿qué aspectos pueden considerarse sustancialmente diferentes?

Considerando que estas preguntas tienen diferente nivel de comprensión, se evaluaron siguiendo diferentes criterios.

Criterios para evaluar las respuestas a las preguntas 1 y 2.

Nivel 1.-Emite juicios basados en prejuicios; hace una lectura superficial; sus respuestas son primitivas y utiliza un lenguaje confuso.

Nivel 2.-Relaciona sus juicios con los conocimientos emitidos en el material; sus respuestas son más elaboradas; aplica el lenguaje empleado en la lectura.

Nivel 3.-Explica la respuesta incorporando a su lenguaje el usado en el material; fundamenta su explicación.

Nivel 4.-Reorganiza, descubre conceptos; hace nuevas preguntas o nuevas conjeturas.

Criterios para evaluar las respuestas a la pregunta 3.

Nivel 1.-El problema que plantea es confuso y carece de estructura.

Nivel 2.-El problema planteado no representa a un problema a ser investigado experimentalmente; revela poca información.

Nivel 3.-El problema podría conducirlo al campo experimental; expresa información en relación con otros aspectos del conocimiento.

Criterios para evaluar las respuestas a la pregunta 4.

Nivel 0.-No da ninguna explicación.

Nivel 1.-Su explicación carece de fundamentación.

Nivel 2.-Su explicación la fundamenta en otros conocimientos.

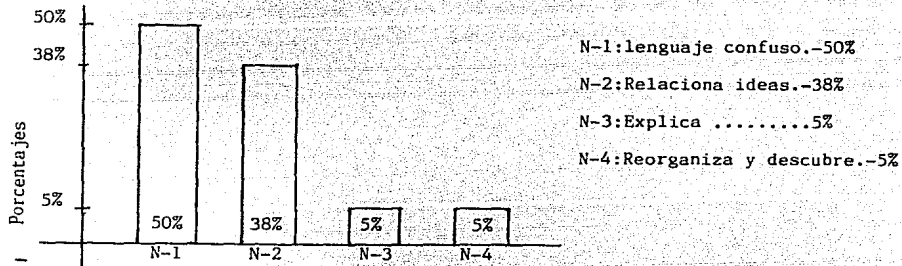


## RESULTADOS

De 22 alumnos, 18 entregaron su cuestionario y los resultados se presentan para cada una de las respuestas.

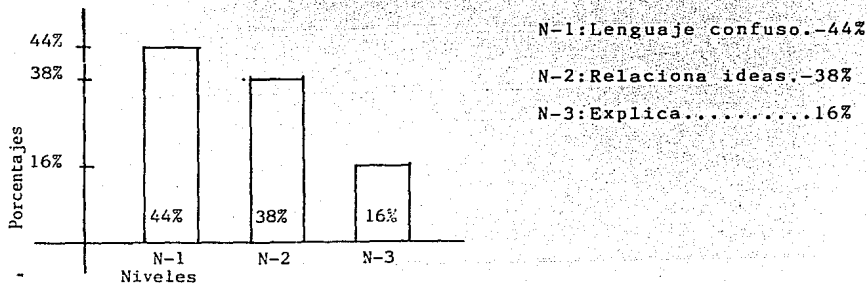
### Respuesta 1.

Probablemente la pregunta era confusa y los alumnos se quedaron en el nivel de repetición: el 50% alcanza el nivel 1; el 38% alcanza el nivel 2; relaciona juicios con los conocimientos emitidos en el material:



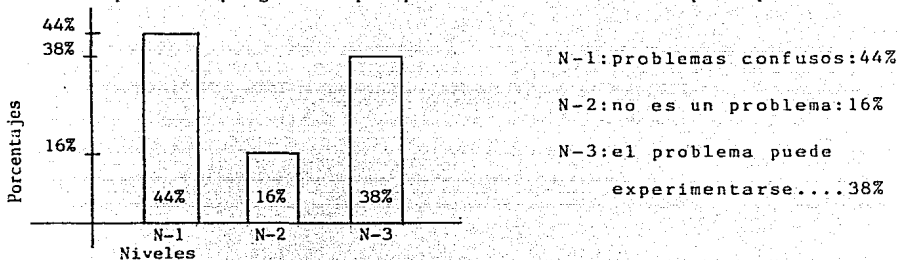
### Respuesta 2

Las respuestas reflejan pocos conocimientos de las plantas. El 44% no rebasa el nivel 1; el 38% en el nivel 2 y el 16% en el nivel 3. Los criterios fueron los mismos que para la pregunta anterior.

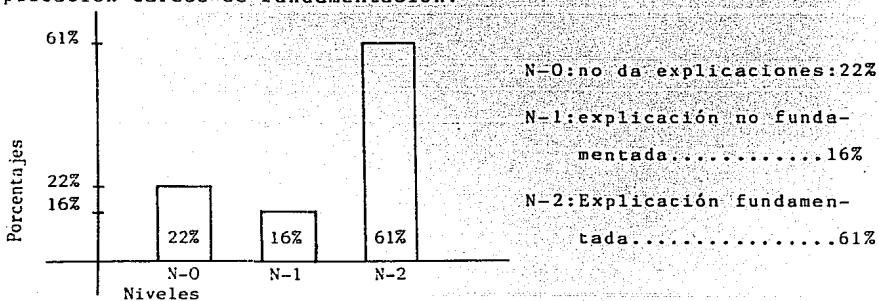


RESPUESTA 3

El 44% de los alumnos planteó problemas confusos(nivel 1);el 16% planteó preguntas que no podían investigarse experimentalmente y el 38% planteó preguntas que podían llevarse al campo experimental.

RESPUESTA 4

En las respuestas a la pregunta 4, se observa que comprendieron la pregunta;el 61% alcanzó el mayor nivel de comprensión:su explicación la fundamenta en otros conocimientos(nivel 2);el 22% no rebasa el nivel 0:no da explicaciones;el 16% queda en el nivel 1:su explicación carece de fundamentación.



Algunos de los problemas planteados por los alumnos en relación a la pregunta 3 son los siguientes:

- \*¿Qué sustancias contiene la clorofila.?
- \*¿Cómo afectan los insecticidas a las plantas?
- \*¿Cuánto tiempo dura una planta o una hoja con color verde?
- \*¿Cómo se alimenta una planta?
- \*¿De qué se alimenta una planta?
- \*¿La contaminación atmosférica provocará cambios en las plantas?
- \*¿Las plantas se adaptarán a estas modificaciones ambientales?
- \*¿Dónde se les va a dar espacio a las plantas si la ciudad crece?
- \*¿A qué se debe la diferencia de crecimiento de las plantas teniendo las mismas condiciones de suelo, humedad, nutrientes, etc?

Algunas de las respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 4 son las siguientes:

- \*Creo que la necesidad de conocer más a las plantas es fundamental para el hombre en el sigloXX, porque conociéndolas más, pueden utilizar mejor a las plantas.
- \*Los problemas planteados en este siglo XX alcanzan mayor profundidad, por el nivel de observación e investigación a que se llega.
- \*La manera de pensar en cada época, la tecnología, la experimentación, creo que son aspectos fundamentales en el planteamiento de problemas en los siglos anteriores y en éste.
- \*Además la complejidad y la importancia, a la forma de estructurar las preguntas; había también un cierto temor que, ahora ha desaparecido.
- \*La ideología con que se planteaban las preguntas, que ahora está fuera de todo idealismo.
- \*Ahora se han desarrollado los medios y se plantean más problemas

y hacen más conjeturas.No hacen tantas deducciones y llevan a la comprobación experimental.

\*Los problemas se plantean ahora según el conocimiento actual, tratando de dar una explicación a lo que no se sabe, mientras que los de épocas pasadas tenían menos conocimientos.

### DISCUSION

La actividad realizada enfrentó algunos problemas, uno de ellos fue el rechazo que tienen los alumnos a realizar lecturas; su formación en el campo de las ciencias experimentales les hace pensar que no es necesario leer, sino hacer. Pero hacer por hacer, solo conduce a un practicismo desgastante, en donde el aprendizaje es mínimo, pues el individuo, para construir aprendizajes requiere construir estructuras (Piaget: A donde va la educación).

Los criterios seleccionados para la primera actividad, siguen una lógica constructivista: en la medida que el hombre aprende puede relacionar ideas y explicar los hechos. Se considera que los alumnos que relacionan ideas, que explican, que descubren nuevos conceptos (niveles 3, 4 y 5) han logrado la acomodación de nuevos aprendizajes.

Sin embargo los resultados obtenidos en la primera parte no me permitían observar los aprendizajes logrados. Además se considera que cada actividad, puede propiciar momentos de aprendizaje y como el objetivo que se intentaba lograr era un eje fundamental de la propuesta didáctica, se realizó la segunda actividad ya mencionada, que fue resuelta individualmente, porque finalmente es el individuo quien construye e internaliza el aprendizaje.

Los resultados de la segunda actividad me permitieron apreciar un avance en el proceso de aprendizaje de los alumnos. De las pre-

guntas planteadas, las dos últimas eran clave para observar su capacidad de relación y de análisis, y fueron en éstas donde un mayor número de alumnos alcanzó niveles de comprensión más altos. Puede considerarse que las dos fases fueron complementarias y que los aprendizajes logrados pasaron de un nivel a otro de mayor complejidad; el aprendizaje grupal se refleja a nivel individual. A manera de conclusión se puede decir que los resultados de las dos actividades realizadas en torno a la lectura de Harré, permitieron apreciar, como, en primer momento hay confusiones que van siendo resueltas en la medida que el grupo va de una pregunta a otra. La reflexión sobre lo que se está haciendo es uno de los aspectos fundamentales a ser evaluados. Probablemente los alumnos que lograron el nivel 2 (explicación fundamentada) ampliaron sus conocimientos con relación a la historicidad de la Ciencia, principal objetivo a lograr en esta propuesta.

## RUPTURA DE ESQUEMAS.

Se tenía el propósito de que los alumnos y la maestra rompieran prejuicios con respecto a lo que es la investigación científica. Esto se debía a las ideas que rodean al hecho de investigar, como son las que ubican a los investigadores y a la investigación científica en un nivel superior a la que solo llegan los elegidos, o la de aquellos que suponen que la investigación científica es una acción cotidiana como hacer un pastel o encontrar a Pepito. Es necesario ubicar el trabajo del investigador en su dimensión más real y las diferencias que se dan entre las distintas actividades del hombre.

Se eligieron varias actividades para los alumnos, desde la lectura de cuentos de detectives, de una lectura de Harré, hasta la elaboración de un problema de investigación vinculado con su vida diaria.

La ruptura de esquemas se inició con la lectura de: La Carta robada de Egard Allan Poe, en donde el autor señala algunos elementos necesarios para realizar una investigación: la observación, recopilación de datos, relación de los hechos y los datos, hacer predicciones y resolver el problema.

El cuento trata, como el título lo indica, encontrar una carta robada a un personaje y que es empleada para hacer chantaje.

### METODOLOGIA

Con la lectura se presentaron a los alumnos unas preguntas que orientaban su análisis:

¿Cuál era el problema principal del cuento?

¿Cómo había procedido el detective?

¿En qué se parecía el trabajo del detective al trabajo de un investigador científico?

## RESULTADOS

Algunas de las respuestas a las preguntas anteriores fueron las siguientes:

Pregunta: ¿Cuál es el problema principal del cuento?

Respuesta: "se intentaba encontrar un documento robado y los alumnos se preguntan ¿Cómo poder recuperar el documento robado?"

Pregunta: ¿Cómo había procedido el detective?

Respuesta: "el autor presenta dos formas de investigación; una sigue un procedimiento correcto y otra sigue un procedimiento incorrecto. Este último lo realizan los policías que apresuradamente intentan recuperar la carta que había sido robada. Por otra parte el investigador sigue un plan, el que fundamenta en datos sobre el posible ladrón, en hechos proporcionados por el mismo ladrón y la policía. El detective logra recuperar la carta usando un método que el ladrón no esperaba."

La mayoría de los alumnos coincide en que:

- 1.-El detective logró obtener resultados favorables porque tenía antecedentes del problema y era muy buen observador.
- 2.-La actividad del detective se parece a la actividad del científico en que: requieren ser buenos observadores; tener información sobre el problema; analizar los hechos y hacer conjeturas que orienten la investigación.

Con esta actividad se intentaba romper prejuicios con relación a lo que se entiende por investigación científica y orientar la reflexión hacia esta actividad, construyendo estructuras conceptuales nuevas.

La realización de esta actividad fue interrumpida por las vacaciones del mes de julio y se considera que los resultados fueron influidos por esta situación. Sin embargo, por las respuestas que se dieron en el grupo, se considera que se cumplió en parte el objetivo planteado. Los alumnos rompen con el prejuicio de que solo los científicos son buenos observadores; una de sus conclusiones es que la observación juega un papel en el trabajo de cualquier investigación. Por otra parte, los alumnos pudieron observar que hay diferencias entre una acción de la vida cotidiana y una acción que forme parte de una investigación científica, en donde la actividad de someter a prueba una hipótesis requiere de una planificación cuidadosa, de una selección de las variables o condiciones del experimento para su control.

Se observó que los vínculos que se generaron en el grupo fueron fundamentalmente de cooperación y que la lectura del cuento constituyó para ellos una sorpresa, en una materia como ésta, donde habitualmente se leen otro tipo de materiales; la sorpresa se transformó en interés, lo que se expresó en las respuestas dadas en el aula en la discusión y posteriormente en la formulación de sus problemas de investigación y en general en la elaboración de sus proyectos.

El interés por la actividad del investigador orientó a los alumnos a elaborar un problema de investigación, a dar una posible respuesta (hipótesis) y a preparar las condiciones para la realización



del experimento. La actividad les permitió reflexionar en un primer momento, que propició el desarrollo de su experiencia operatoria en un segundo momento. Contribuyó también a que tanto los alumnos como la maestra rompieran sus esquemas sobre lo que es la investigación científica.

La maestra propició el desarrollo del interés de los alumnos en la medida que estimuló y orientó la lectura, planteando preguntas sobre la labor del detective y su relación con el trabajo de investigación.

## SITUACION-PROBLEMA: METODOLOGIA Y RESULTADOS.

La situación-problema que la maestra presentó a los alumnos fue la presencia de grumos blancos en una golosina llamada "congelada". Su presentación en el grupo tenía los siguientes objetivos:

- 1.-Que los alumnos formulen un problema de investigación en equipo.
- 2.-Introducir a los alumnos a cómo se prepara una investigación.
- 3.-La realización de un trabajo práctico en el laboratorio para apoyar a los problemas e hipótesis planteados.

El proceso se realizó en las siguientes fases:

1ª fase: apertura e introducción.-se llevan a cabo actividades individuales y grupales; los alumnos se enteran de la situación problema al observar la presencia de grumos blancos en una golosina llamada "congelada".

La maestra plantea las siguientes preguntas a los alumnos, que contestan individualmente:

- 1.-¿Qué piensas que pueda tener la "congelada" que observaste?
- 2.-¿Cuál sería la suposición a tus preguntas?
- 3.-¿Qué podrías hacer para demostrar experimentalmente tu suposición?

Algunas de las respuestas que dieron los alumnos a estas preguntas fueron:

- los grumos blancos son bacterias.
- los grumos son restos de basura que se quedó durante la elaboración del producto.
- son ingredientes y conservadores en estado de descomposición.

Del trabajo de equipo realizado para elaborar el problema, se pa-

só a una discusión grupal, por lluvia de ideas, para seleccionar el problema de investigación que pudiera conducir al grupo al trabajo experimental en el laboratorio.

Algunas de las preguntas y respuestas formulados por los alumnos fueron las siguientes:

¿Qué tipo de microorganismos se encuentran en las congeladas?

Respuesta: "habría que investigar".

¿Hay organismos que puedan sobrevivir en los conservadores?

Respuesta: "por que se considera que puedan ser bacterias si el producto tenía conservadores".

A partir de la discusión se construyó un problema seleccionado en el grupo:

¿Qué tipo de microorganismos pueden sobrevivir y reproducirse en un alimento al que previamente se le han colocado conservadores?

Hipótesis

"Un producto alimenticio que contiene azúcares constituye un medio propicio para que se desarrollen microorganismos".

La maestra orientó el trabajo hacia la observación del material de la "congelada" a través del microscopio. Las observaciones despertaron curiosidad en algunos integrantes del grupo; se hizo una breve evaluación y se les preguntó si estaban convencidos de que eran microorganismos. De los 19 alumnos presentes el 60% contesta que si y el 40% que no.

La maestra planteó la posibilidad de demostrar si lo que habían observado eran microorganismos, utilizando una técnica de cultivo

y se les distribuyó un material sobre técnicas de laboratorio de Gaviño, en lo relacionado con el cultivo de Bacterias.

La maestra explicó en el grupo lo que es un medio de cultivo y las técnicas que llevaríamos a cabo: esterilización del material, observación y cultivo por estría y punteado.

Esta fase despertó el interés del grupo por realizar un trabajo experimental.

### 2ª Fase: dd desarrollo.-

En esta etapa se considera que los alumnos pueden aplicar y operar algunos de los conocimientos logrados y se preparan las condiciones para elaborar el diseño del trabajo. La maestra explicó como se hace el diseño de una investigación, coordina la discusión del grupo y orienta hacia la elaboración del problema y el diseño del trabajo. De esta discusión grupal se elaboró el problema de investigación:

¿Estos microorganismos se pueden reproducir en la misma forma en medios nutritivos que no tienen conservadores que en los que si tienen?

La hipótesis que se plantearon fue que si era probable que los organismos se desarrollaran en este medio de cultivo porque contiene azúcares.

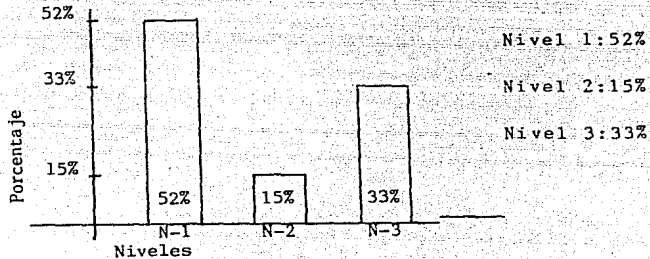
Los alumnos someten a prueba experimental la hipótesis. La maestra registró las observaciones del trabajo del grupo, con base a los siguientes criterios:

Nivel 1: Poca atención en el trabajo, se distrae, pide explicaciones por falta de atención.

Nivel 2: Trabaja mecánicamente; no tiene claro que actividad hay que realizar, pero lo intenta.

Nivel 3: Aporta en el equipo; demuestra interés e intenta explicar lo que observa.

CONDUCTAS LOGRADAS DURANTE LA FASE DE DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA OPERATORIA DE LOS ALUMNOS.



3ª Fase: Culminación

Se considera la etapa en la cual el alumno logra integrar los conocimientos; se expresa el aprendizaje logrado. En esta fase los alumnos entregaron individualmente el informe del trabajo realizado. Para la evaluación del informe se partieron de los siguientes criterios:

Nivel A: Si el informe presenta un orden en las partes que lo conforman.

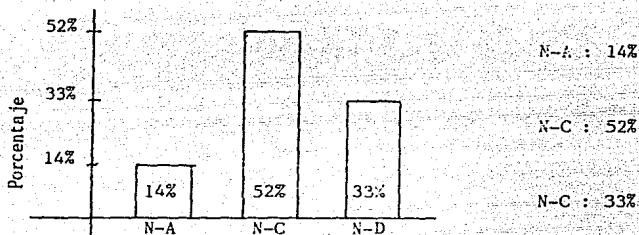
Nivel B: Coherencia entre los problemas presentados en el grupo.

Nivel C: Correspondencia entre el planteamiento del problema y la hipótesis.

Nivel D: Si los antecedentes fundamentan al problema y explican a la hipótesis.

Nivel E: Si las conclusiones hacen referencia a la relación entre resultados, problema e hipótesis planteados.

### CONDUCTAS LOGRADAS DURANTE LA FASE DE CULMINACION



Los resultados de la evaluación del informe son: de 21 alumnos que entregaron el informe, el 14 % se quedan en un primer nivel (N-A); el informe presenta un orden, pero es mecánico, no manifiesta nuevos aprendizajes.

El 52% refleja haber aprendido lo que es la hipótesis y establece en su informe correspondencia entre el problema y la hipótesis. Por ejemplo, una parte de la discusión del informe de un alumno señala: "La segunda observación confirma la idea de que los microorganismos se reproducen en medios ricos en azúcares... las Bacterias pueden reproducirse en medios con conservadores." (Nivel C)

Finalmente el 33% alcanza un nivel de comprensión que se expresa en que fundamentan el problema y explican a la hipótesis (Nivel D).

### DISCUSION

Las actividades realizadas, como la evaluación de éstas, se fundamentan en la teoría constructivista de Piaget. Se esperaba que los alumnos acomodaran los conocimientos y logaran el aprendizaje sobre los elementos que se requieren para preparar una investigación. Por los resultados logrados en las tres fases, se observa que sí se dió la asimilación-acomodación y que el aprendizaje requiere de un

tiempo que le permita al estudiante madurar los conocimientos asimilados

Los resultados de la primera fase de introducción indican que se preparan las condiciones de sensibilización de los alumnos, que participan elaborando problemas sobre la situación-problema que se les presentó. Son momentos de asimilación de los elementos que rodean al problema, en el que el maestro juega un papel muy importante, pues debe encontrar el camino para despertar el interés de los alumnos y orientar la actividad de problematizar la situación que se les presenta.

En la fase de desarrollo de la experiencia operatoria, la conducta de los alumnos en relación a los criterios seleccionados para su evaluación, presenta tres niveles de comprensión, desde la poca atención (N-1) y solicitud de explicación hasta el que intenta explicarse sobre lo que observa (N-3).

Los alumnos que se quedan en los niveles 1 y 2, reflejan una conducta externa de poco interés. Esta conducta puede explicarse si se toma en cuenta el grado de dificultad de las técnicas empleadas para trabajar con microorganismos.

Los alumnos que alcanzan el nivel 3, han logrado acomodar nuevos aprendizajes: logran establecer correspondencia entre el problema y la hipótesis. Piaget afirma que el que explica un hecho es porque ha desarrollado estructuras internas que le permiten hacerlo.

En la fase de culminación o construcción de estructuras intelectuales, los criterios empleados para evaluar conductas presentan una secuencia de niveles de comprensión. Los resultados logrados reflejan que los alumnos desarrollan sus niveles de comprensión en

en la elaboración del informe.

De los 21 alumnos, el 14% queda en el nivel A, que refleja un conocimiento mecánico sobre la investigación realizada; no llegan a rebasar los aprendizajes logrados en los cursos previos a éste.

Los niveles C, D, E, en este caso, probablemente expresan un nivel de análisis y síntesis que reflejan aprendizajes; hay acomodación de nuevas estructuras. Un 52% de los informes evaluados alcanzan un nivel C, en donde se ha logrado comprender la relación entre el problema y la hipótesis; se aprecia una actividad reflexiva.

El 33% de los informes alcanza el nivel D, en donde la elaboración presenta un nivel de explicación: los alumnos intentan explicar el problema y la hipótesis.

Ningún alumno alcanza el nivel E; este nivel implica una mayor actividad de análisis y reflexión; requiere de una formación integradora que los alumnos no alcanzaron en esta actividad.

La actividad que se realizó alrededor de la situación-problema permitió observar las dificultades y avances en el aprendizaje; se pudo observar como de un momento a otro del trabajo, los alumnos fueron avanzando y construyendo nuevos aprendizajes.

Esta actividad se realizó a cuatro semanas de haber iniciado el curso de Método, porque se consideró que previamente a ésta, convenía que los alumnos construyeran algunos esquemas conceptuales sobre el problema, sobre la Ciencia, sobre las dificultades y necesidad de la formulación de la hipótesis, que les permitiera percibir a la actividad de preparar una investigación como una acción reflexiva, ligada a la experiencia operatoria.



### CONCURSO DE PROBLEMAS

Esta actividad consistió en que los alumnos elaboraron problemas de investigación, los que fueron presentados en el grupo y sometidos a una selección con base a criterios previamente planteados. El objetivo de esta actividad fue la de continuar el aprendizaje sobre los elementos fundamentales en la preparación de una investigación científica.

Se tenía como antecedentes:

a) La discusión realizada en el grupo sobre el problema científico y su desarrollo histórico.

b) El trabajo experimental realizado con un problema de la vida diaria.

Estas y otras actividades realizadas, se pensó, que propiciaban que los alumnos se plantearan problemas de investigación.

El desarrollo de esta actividad hasta su culminación, que fue la elaboración del reporte se realizó en tres fases: Apertura, Desarrollo y culminación.

#### METODOLOGIA.

##### Fase de Apertura:

Esta actividad tenía como objetivos los siguientes:

a) Continuar con el aprendizaje de la fase preparatoria de la investigación.

b) Preparar las condiciones para que los alumnos elaboraran un diseño de trabajo.

c) Que los alumnos aprendan a preguntarse sobre lo que les rodea.

d) Seleccionar un problema por el grupo y llevarlo a la experimentación.

A los alumnos se les orientó en la elaboración del problema, con indicaciones que hicieran observaciones cuidadosas de lo que les rodeaba y se hicieran preguntas sobre aquello que les planteara dudas.

Los requisitos para seleccionar el problema fueron:

- 1.-Que el problema pudiera llevarse a la experimentación en el laboratorio.
- 2.-Que fuera de interés para el grupo.
- 3.-Que su realización aportara nuevos conocimientos al grupo.

#### RESULTADOS

Algunos de los problemas planteados por los alumnos fueron los siguientes:

- 1.-¿Qué tipo de microorganismos se encuentran contenidos en el agua potable del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo.
- 2.-¿Qué tipo de microorganismos se encuentra en las bebidas envasadas como refrescos y jugos?
- 3.-¿Cómo se combate la mosca "periquito búfalo" que es plaga de árboles frutales?
- 4.-¿Hay diferencia en el crecimiento de una planta de frijol si se expone a la luz solar y a diferentes tipos de luz artificial?
- 5.-¿Cómo afecta a las plantas la contaminación del agua y del aire?
- 6.-¿Qué medios nutritivos son propicios para el desarrollo de los búlgaros?
- 7.-¿Hay diferencias entre los efectos que provocan el jabón y el detergente a las plantas de frijol?

Como se observa los problemas partían fundamentalmente de problemas de la vida cotidiana; aspectos de nutrición, de contamina-

nación ambiental y presencia de microorganismos en alimentos, fueron los temas sobre los que giraron los problemas planteados en el grupo. Con base a los criterios señalados, el grupo seleccionó tres problemas, los que fueron analizados, discutidos y replanteados por el grupo, coordinados por la maestra.

Finalmente quedaron formulados de la siguiente manera:

- 1.-¿Qué tipo de microorganismos se encuentran en las bebidas envasadas, como el Peñafiel, CocaCola y Naranjada?
- 2.-¿Qué efectos provoca el jabón de origen orgánico y detergentes químicos en el crecimiento y desarrollo de la planta de frijol?
- 3.-¿Cuáles son las condiciones más favorables para el crecimiento de los búlgaros, tomando en cuenta: a) leche de establo; b) leche pasteurizada; c) leche condensada d) leche en polvo.

Para concluir esta fase se les pidió que redactaran en una cuartilla el por qué habían seleccionado el problema de investigación. Las respuestas coincidieron en que su "interés partía de la relación del problema con su vida cotidiana"; que "podrían aprender de esta investigación" y que "se relacionaba con su vida; así podrían seleccionar mejor lo que bebían."

#### Fase de Desarrollo.

Se orientó la elaboración del diseño de trabajo. Como contaban con la experiencia anterior, la realización del diseño llevó poco tiempo y una semana después iniciaron su experimento dos equipos y tres equipos una sesión más tarde.

Los criterios que se tomaron como base para registrar las conductas de los alumnos para esta fase fueron los siguientes:

Nivel 1.-Los alumnos ponen poca atención;piden explicaciones por falta de ésta.

Nivel 2.-Los alumnos trabajan mecanicamente.

Nivel 3.-El alumno aporta en el equipo;e intenta explicar lo que observa.

Estos criterios son los mismos que se utilizaron para evaluar el trabajo realizado en el experimento anterior,con objeto de evaluar el desarrollo de su experiencia operatoria.

#### Resultados de dos semanas de observaciones.

Equipo 1.-estuvo integrado por 7 alumnos;trabajaron con el siguiente problema:

¿Qué tipo de microorganismos se encuentran en las bebidas envasadas como el Peñafiel,la CocaCola y la Naranjada?

Demostraron mucho interés en el trabajo experimental y los registros son los siguientes:

Nivel 3.-5 alumnos.

Nivel 2.-1 alumno.

Nivel 1.-1 alumno.

Equipo 2 .-Formado por 7 alumnos;trabajaron el siguiente problema  
¿Cuáles son las condiciones más favorables para el crecimiento de los búlgaros,tomando en cuenta,diferentes tipos de leche:de establo,pasteurizada,condensada y en polvo?

Las conductas observadas son las siguientes:

Nivel 3.-4 alumnos.

Nivel 2.-2 alumnos.

Nivel 1.-1 alumno.

Equipo 3.-Se integró por 6 alumnos;trabajaron con el siguiente problema:

¿Qué efectos provoca el jabón de origen orgánico y detergentes químicos en el crecimiento y desarrollo de la planta de frijol?

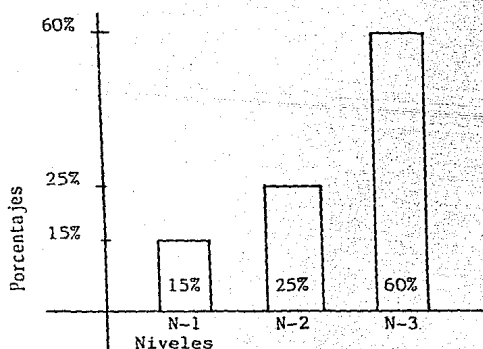
Las conductas observadas son las siguientes:

Nivel 3.- 3 alumnos

Nivel 2.- 2 alumnos.

Nivel 1.- 1 alumno.

#### CONDUCTAS LOGRADAS EN LA EXPERIENCIA OPERATORIA DE LOS ALUMNOS.



N. 3.-60%.explican lo que observan

N. 2.-25% trabajan mecanicamente.

N. 1.-15%.poca atención.

Para concluir esta fase de desarrollo, la maestra hace un nuevo registro de observaciones para evaluar conductas que reflejen aprendizajes.

Se emplearon los siguientes criterios:

Nivel 0.-Los alumnos estan ausentes.

Nivel 1.-Los alumnos realizan el trabajo mecanicamente.

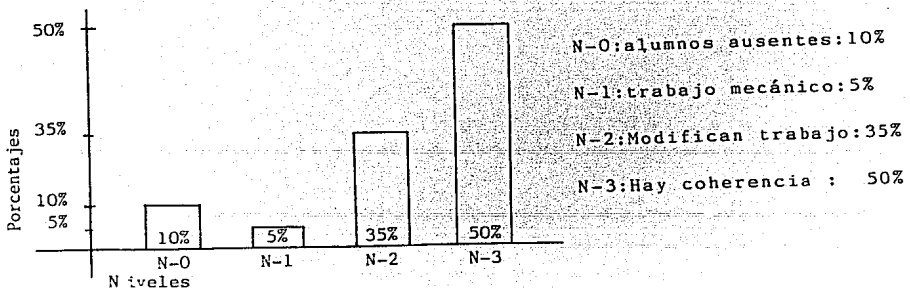
Nivel 2.-Los alumnos logran hacer modificaciones a su trabajo y hacen buenas observaciones.

Nivel 3.-Hay coherencia entre lo que hacen prácticamente y los conocimientos que manejan alrededor del tema.

### RESULTADOS

Niveles	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
Nivel 0		1 alumno	1 alumno
Nivel 1	1 alumno		
Nivel 2	3 alumnos	2 alumnos	2 alumnos
Nivel 3	3 alumnos	4 alumnos	3 alumnos.

### CONDUCTAS LOGRADAS EN LA EXPERIENCIA OPERATORIA DE LOS ALUMNOS.



### FASE DE CULMINACION

Esta fase fue acompañada por la lectura y análisis de una material de Elí de Gortari sobre la elaboración del informe científico\*. Su lectura presentó inicialmente algunas dificultades para los alumnos, las que se observaron en la discusión del material; señalaron que el lenguaje era complicado y difícil de comprender. No pudo hacerse un registro de la actividad por la resistencia del grupo. Sin embargo en la siguiente sesión se volvió a discutir y se señalaron las ventajas de haber leído y discutido el material, pues según palabras textuales: "les daba más elementos de como hacer la relación entre los resultados, el problema y la hipótesis".

### Evaluación del Informe

La evaluación del informe de su investigación experimental se hizo con base a los criterios empleados en la evaluación del informe anterior y son los siguientes:

Nivel A.-El informe presenta un orden en las partes que lo forman.

Nivel B.-Hay coherencia entre los problemas seleccionados.

Nivel C.-Hay correspondencia entre el problema y la hipótesis.

Nivel D.-Los antecedentes fundamentan al problema y explican a la hipótesis.

Nivel E.-Las conclusiones hacen referencia a la relación entre resultados e hipótesis.

### RESULTADOS

A continuación se anotan el problema y la hipótesis planteados por los integrantes de los equipos; Se registra también los nive-

les alcanzados por cada uno de los equipos.

Equipo 1.

Problema: ¿Qué tipo de microorganismos se encuentran en los productos envasados como: agua mineral, CocaCola y Naranja?

Hipótesis: \*Los microorganismos contenidos en los refrescos y jugos son de tipo común como: cocos, bacilos, etc.

\*Los jugos y los refrescos son ricos en azúcares y proporcionan un medio nutritivo propicio para la reproducción de las bacterias.

\*Las técnicas de envasado e higiene no son las mismas y por lo tanto no encontraremos la misma proporción de microorganismos en los tres productos.

Este equipo se caracterizó por el interés en su trabajo experimental y los integrantes lograron hacer observaciones que reflejaron un nivel de aprendizaje: dos alumnos alcanzan un nivel D en su informe; esto significa que logran hacer correspondencia entre el problema, hipótesis y resultados.

Los informes reflejaron los siguientes aprendizajes:

Nivel B.- Hay coherencia entre los problemas seleccionados: 3 alumnos

Nivel C.- Hay correspondencia entre el problema e hipótesis: 2 alumnos

Nivel D.- Los antecedentes fundamentan al problema e hipótesis: 2 ".

Como ejemplo se presenta una de las hipótesis formuladas por los alumnos que reflejan un nivel de comprensión:

"Si el producto envasado está en vías de fermentación, se considera la posibilidad de que se encuentre una mayor cantidad de microorganismos: Levaduras y Bacterias que si se encontrara el producto no fermentado.



Equipo 2.

Problema:

¿Qué tipo de leche es mejor para el desarrollo de los búlgaros?

Hipótesis:

- 1ª Los búlgaros se desarrollarán mejor en la leche condensada, ya que está hecha a base de leche azucarada y la función de estos organismos es transformar el azúcar
- 2ª La leche bronca será el peor medio de desarrollo ya que la cantidad excesiva de grasas que contiene esta leche, impide el desarrollo de estos organismos.
- 3ª En el experimento testigo: los búlgaros en agua, se observará una disminución de peso de éstos, debido a que no tienen alimento.

Parte del equipo demostró en la elaboración del informe interés y conocimientos; lograron explicar los resultados de su trabajo.

Tres alumnos en su informe lograron hacer correspondencia entre los resultados, el problema y la hipótesis.

Los informes reflejaron los siguientes aprendizajes:

Nivel B: 1 alumno

Nivel C: 3 alumnos

Nivel D: 3 alumnos.

EQUIPO 3.

## Problema:

¿Qué efectos provocará el jabón de origen orgánico y los detergentes químicos en la germinación y crecimiento de una planta de frijol?

## Hipótesis:

- 1ª Los jabones orgánicos son biodegradables. los compuestos biodegradables se reintegran al suelo sin problema alguno por la acción de bacterias desintegradoras y no afectan al crecimiento de las plantas.
- 2ª Los compuestos que no son biodegradables persisten sin reintegrarse al suelo y algunos permanecen como venenos y provocan contaminación que afecta al crecimiento de las plantas.
- 3ª El detergente por tener una gran cantidad de productos químicos, reduce la capacidad nutritiva de la planta y por lo tanto no crece; el jabón en cambio ayudará en gran parte al crecimiento de la planta.

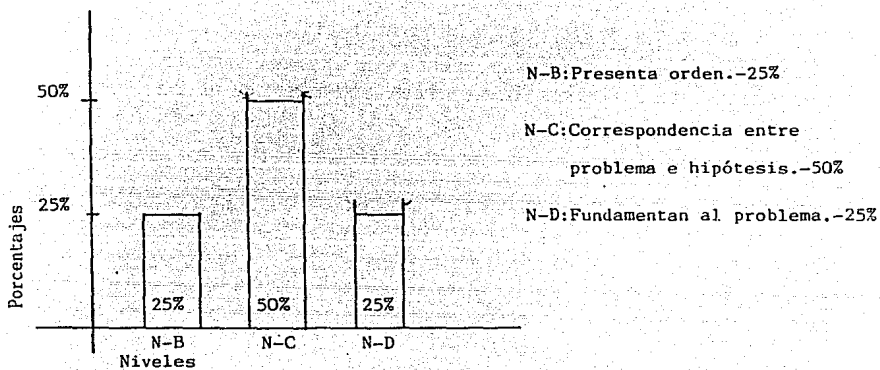
El equipo no llega a explicar claramente a la hipótesis; hay confusión en la discusión de los resultados; no comprueban experimentalmente, por ejemplo, que el jabón es biodegradable y afirman en la discusión que sí lo es, como si fuera un hecho observado; señalan haber encontrado diferencias en el crecimiento de las plantas sin llegar a la observación experimental.

Los informes reflejan los siguientes aprendizajes:

Nivel C: 5 alumnos

Nivel B: 1 alumno

CONDUCTAS LOGRADAS DURANTE LA FASE DE  
CULMINACION: ELABORACION DEL INFORME.



## DISCUSION

El concurso de problemas pretendía que los alumnos continuaran con su aprendizaje sobre la fase preparatoria de la investigación, con base a la Teoría Constructivista de Piaget. De esta manera se tomó esta actividad, como un proceso que se realiza en fases y que requiere de un tiempo de maduración de los nuevos esquemas.

Considerando los antecedentes del grupo, se intentaba que los alumnos elaboraran el diseño de la investigación, lo llevaran a la experimentación y finalmente elaboraran el informe del trabajo realizado. Contaban con la experiencia de un trabajo previo, con la diferencia de que en la primera ocasión, habían sido coordinados por la maestra y en ésta el trabajo solo fue asesorado en cuestiones técnicas. Todo el trabajo de planeación, organización y realización, desde la elaboración del problema, hasta su organización por equipo lo hicieron los alumnos.

La maestra asesoró cuando fue necesario y registró las conductas de los alumnos en el aula.

Los resultados de la primera fase, Apertura, reflejan interés por aquello que les rodea y una cierta disposición para elaborar problemas de investigación.

En la segunda fase, de Desarrollo, se observan diferencias en el trabajo de los tres equipos; por ejemplo, del primer equipo que demuestran mucho interés, 5 de ellos, alcanzan el nivel 3: intentan explicar lo que observan; 1 alumno trabaja mecánicamente (nivel 2) y otro se distrae y no atiende al trabajo (nivel 1). La conducta manifiesta puede deberse a la motivación interna de los alumnos por conocer el grado de contaminación de los alimentos envasados y a

que conocían las técnicas para realizar esta investigación, como son las técnicas de cultivo de microorganismos, de esterilización, de tinción, etc.

Este equipo al igual que los otros dos quedaron motivados por el primer trabajo, los grumos blancos de las "congeladas".

El segundo equipo que trabaja con los búlgaros de la leche, sus conductas externan interés; de la mayoría del equipo, puesto que 4 alumnos alcanzan un nivel 3: intentan explicar lo que observan. Esto puede deberse también al tipo de investigación realizado y que las técnicas empleadas no presentan gran complejidad, si bien requieren paciencia y cuidado en el lavado y pesado de los búlgaros. Esta tarea la realizaron durante tres semanas y se interrumpió por un accidente que es común en los laboratorios del Colegio: desaparecieron los cultivos. Afortunadamente su trabajo había concluido en lo que se refiere a las necesidades nutritivas (tipos de leche) de las bacterias.

El tercer equipo que trabaja con la acción del jabón y del detergente en las plantas de frijol, se caracterizó por trabajar lentamente y tuvo más ausencias; posiblemente se deba a que el curso no despertó en ellos el interés por el conocimiento o porque no desarrollaron las estructuras mentales que posiblemente si se desarrollaron en otros compañeros; también puede deberse a que varios de estos alumnos presentaron problemas de tipo familiar que no les permitieron atender al trabajo experimental.

Los resultados globales de la segunda fase, expresan que el 60% de los alumnos, logra el nivel 3: tratan de explicar lo que observan. Podemos suponer que estos alumnos lograron aprendizajes sobre la fa-

se preparatoria de la investigación y sobre los contenidos de su experimento. El resto, 25% quedó en el nivel 2: trabajó mecánicamente y 15% no atendió, que puede decirse no manifestaron una conducta de desarrollo de su experiencia operatoria, posiblemente por las razones expuestas.

En la tercera fase o de culminación, se reflejan también diferencias en los tres equipos: se observa una mayor comprensión de los alumnos del equipo 2; de los 7 alumnos, 3 de ellos alcanzan el nivel D, 3 el nivel C y 1 queda en el nivel B. En tanto que en el equipo 3 ninguno de los alumnos alcanza el nivel D.

En términos globales, los porcentajes alcanzados: el 50% elaboran un informe que expresa correspondencia entre el planteamiento del problema y la hipótesis, lo que indica, posiblemente, que desarrollaron su conocimiento en torno a la lógica que tiene un trabajo de investigación. El 25% solo llegó al nivel B: el informe tenía coherencia en relación a los problemas planteados y el 25% restante, alcanza el nivel C: fundamentan al problema y explican a la hipótesis.

Estos resultados, en relación al primer trabajo, presentan avances, rebasan al nivel A; el informe muestra una mayor comprensión del trabajo realizado.

En el apéndice se presentan las conclusiones textuales de algunos de los informes presentados por los alumnos, los que expresan los aprendizajes logrados.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION

### El problema que se investigó fue:

¿En el proceso de asimilación-acomodación de algunos principios básicos de la investigación, se propiciará la formación de la fase preparatoria de la investigación en los alumnos del grupo 364 del Plantel Vallejo del Colegio de Ciencias y Humanidades?

### La hipótesis de trabajo fue:

Si hay una selección de contenidos y temas a trabajar por el maestro con base a la asimilación-acomodación, los alumnos desarrollarán su capacidad reflexiva, que se traducirá en la problematización y elaboración.

### Las generalizaciones obtenidas fueron las siguientes:

Las conductas manifiestas en el grupo 364, con base a la teoría constructivista de Piaget y los criterios de evaluación, permiten hacer las siguientes generalizaciones:

- Los alumnos del grupo 364 aprenden a organizar una investigación en este curso.
- Se desarrolla su capacidad de análisis y de reflexión en esta situación concreta.
- Aprenden a plantearse preguntas y a problematizar lo que les rodea; por ejemplo, cuando se realiza el concurso de problemas, las preguntas planteadas eran en torno a su situación, a los alimentos, a la contaminación del medio, a la forma como afecta la contaminación a las plantas, etc.
- Ubican la necesidad de construir un marco referencial previo al

inicio de la fase experimental e investigación posterior si era necesario.

-Esto los conduce a observar la importancia de relacionar la teoría con la práctica.

-Lograron comprender el desarrollo histórico de la Ciencia y su Método. Por ejemplo una de las respuestas de los alumnos en torno a este problema fue el siguiente:

"La manera de pensar en cada época, la experimentación, la tecnología, creo son aspectos fundamentales en el planteamiento de problemas en los siglos anteriores a éste."

Estas observaciones de la conducta manifiesta de los alumnos permiten apreciar en parte, la asimilación-acomodación sobre como se prepara una investigación experimental. Una de las apreciaciones más importantes es la vinculada con la problematización y los alumnos aprenden a plantearse preguntas: "El que se plantea preguntas es que ha aprendido" (Azucena Rodríguez; bibliografía ya citada)

Los resultados coinciden con los objetivos generales del Colegio y con los relacionados con la materia. Estos objetivos plantean la importancia de hacer razonar al alumno, el de buscar su formación como un individuo crítico, alejándose del enciclopedismo.

Por los resultados expuestos y con base al marco teórico, se puede concluir que los alumnos del grupo 364, desarrollaron su capacidad de reflexión. Se percibió el proceso de aprendizaje de los alumnos, el que no fue lineal, sino que presentó avances y retrocesos; pero que pudo observarse a lo largo de la investigación como fue avanzando su capacidad de reflexión y de análisis

Los alumnos, bajo las condiciones ya explicadas, lograron problematizar y elaborar proyectos de investigación.



Se observa una cierta dificultad para asimilar ideas nuevas de las lecturas más complejas, pero sin embargo, lograban aplicar éstas en las siguientes actividades. Esto se puede observar en la lectura que realizaron sobre la elaboración del informe, en el texto de Método Dialéctico de Eli de Gortari; en un principio se expresó una molestia ante el material, porque según los alumnos, tenía un lenguaje confuso, que decían no comprender. Sin embargo, después de la discusión del material y al momento de elaborar su informe de investigación, aceptaron la importancia de haber leído y discutido el material de manera grupal.

Esto refleja como la actividad de la lectura, condujo a los alumnos a reflexionar sobre la importancia del material y de incorporar algunas de las recomendaciones del informe.

Considerando la hipótesis, puede afirmarse, que para las condiciones concretas en que se realizó este trabajo, fue muy importante la selección de temas y contenidos con base a la asimilación-acomodación, puesto que hubo especial cuidado de los momentos de aprendizaje grupal y el papel del maestro en esta propuesta es fundamental, en cuanto a su trabajo de seleccionar actividades de aprendizaje, propiciar momentos de problematización y elaboración grupal. Como dice Piaget en cuanto a la enseñanza activa: "No se trata de dejar hacer por hacer; se trata de ponerlos frente a situaciones que plantean nuevos problemas... es necesario saber dirigirlos, dejándolos en libertad" (19)

De toda la diversidad de condiciones que rodearon el proceso, pueden señalarse algunas como determinantes, como son las que se refie-

(19) Piaget.- A donde va la educación. Editorial Teide. I<sup>a</sup> edición, México, 1983.

ren al Colegio, a su Plan de Estudios, al Currículo, etc. Las características mencionadas permitieron la realización de esta investigación, en la medida que las condiciones y variables que inciden en la docencia en el modelo del Colegio de Ciencias y Humanidades lo permiten. Por ejemplo la materia y su ubicación en el plan de estudios, la importancia que se le da al aprendizaje del método experimental, la posibilidad que tiene el maestro para adecuar el programa de estudios, etc.

En cuanto a las variables individuales en relación a los alumnos, el grupo 364, contó con alumnos interesados en el curso y en las ciencias experimentales; su apoyo en el trabajo fue de consideración, puesto que generaron en el grupo un ambiente de interés en la actividad de la investigación, tanto en el aspecto teórico como experimental. Podría decirse que estos alumnos representan el tipo o modelo de estudiante que el proyecto del Colegio pretende: alumnos críticos.

Por lo tanto una conclusión de este trabajo es que la propuesta que se presenta requiere de estudiantes críticos de su entorno. En cuanto a la maestra, solo podría agregarse que sigue un proceso de búsqueda de mejorar su formación para el trabajo docente e incidir de esta forma en la formación de sus alumnos.

El enfoque didáctico es vital; tratando de superar el esquematismo que ofrece la aplicación de la tecnología educativa, que practicamente domina o intenta dominar en el Colegio de Ciencias y Humanidades, se orientó por la fundamentación teórica que ofrece la Didáctica Crítica, expuesta en el trabajo. Una conclusión es que la propuesta sin esta orientación, carece de valor.

### Limitaciones del trabajo.

La investigación realizada solo abarca una parte del problema educativo y se refiere solamente al aprendizaje de como se prepara una investigación, sin entrar a otros aspectos de los resultados, como sería por ejemplo el tratamiento estadístico.

La evaluación se hace con base a observaciones de las conductas manifiestas de los alumnos, lo que limita al trabajo, puesto que no puede dar cuenta de las conductas no expresadas, de todas las internalizaciones que hace el individuo durante el aprendizaje; además, el observador participa "con sus ideas, emociones, experiencias, y el observar tampoco es una función pasiva..." (Bleger: Psicología de la Conducta). Para superar en parte esta limitación, la observación de un grupo en situación de aprendizaje, deberían realizarla más de una persona.

Si bien, la evaluación no parte solamente de la observación; los alumnos elaboraron varios trabajos, lo que proporciona otros elementos que permiten apreciar el aprendizaje logrado.

Sin embargo se pueden apreciar algunas ventajas de la propuesta; una de estas es la de que el maestro centra la importancia de la enseñanza de la fase preparatoria de la investigación en el proceso de como se realiza ésta, en lugar de repetir datos enciclopedistas que no conducen a la elaboración. El maestro logra hacer de su práctica educativa un trabajo de investigación, que le permite también a él romper esquemas e ir construyendo estrategias de aprendizaje. Desarrolla su actividad creativa que posiblemente evite el anquilosamiento y la repetición esquemática. A los alumnos también les da ventajas trabajar con maestros críticos, pues estas características se hacen extensivas a ellos.

## SUGERENCIAS

### Para el maestro

La organización del trabajo en el aula por el maestro requiere de una preparación previa, no solo de aspectos técnicos, sino como ya se indicó anteriormente, del desarrollo de un marco conceptual. Requiere asimismo cuidar los momentos de aprendizaje del grupo; estos momentos forman en su conjunto el proceso de aprendizaje grupal, que tiene avances y retrocesos; el maestro debe desarrollar su capacidad para observarlos y evaluarlos, evitando el desfazamiento de los momentos de apertura, desarrollo y culminación de aprendizaje grupal.

El maestro deberá buscar la formación del alumno y evitar el enciclopedismo.

La propuesta requiere del trabajo grupal de los profesores, para lo que es conveniente organizar seminarios de trabajo alrededor de la práctica concreta en el aula, en el que no solo se discutan contenidos temáticos del programa, sino también las formas como el grupo va respondiendo ante los diversos enfoques que el maestro y los alumnos plantean. Esto significa que podamos cuestionar nuestra práctica en el aula.

### Para los alumnos.

1. Se propone que la reflexión sea una constante en el trabajo grupal lo que propiciará la ruptura de esquemas sobre la preparación de una investigación experimental.
2. Propiciar la problematización en el grupo. En esta propuesta se considera fundamental que los alumnos formulen preguntas y problemas que puedan ser llevadas a la experimentación; para esto el maes-

tro propondrá en un primer momento, situaciones que presenten un problema, a las que considerará situaciones-problema. Se sugiere que los temas se relacionen con su vida cotidiana, con el fin de despertar mayor interés en los alumnos.

3.-Organizar la actividad del grupo en equipos y cuidar los vínculos entre los alumnos-alumnos y alumnos-maestro, propiciando la cooperación y evitando la competencia.

## A P E N D I C E

APENDICE 1

PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO DEL C.C.H.

PRIMER SEMESTRE	HS	SEGUNDO SEMESTRE	HS	TERCER SEMESTRE	HS	CUARTO SEMESTRE	HS	QUINTO SEMESTRE	HS	SEXTO SEMESTRE	HS		
1 MATEMATICAS I	4	MATEMATICAS II	4	MATEMATICAS III	4	MATEMATICAS IV	4	1a OPCION (A ESCOGER UNA SERIE EN FORMA OBLIGATORIA)		MATEMATICAS V I LOGICA I ESTADISTICA I	4	MATEMATICAS VI LOGICA II ESTADISTICA II	4
2 FISICA I	5	QUIMICA I	5	BIOLOGIA I	5	METODO EXPERIMENTAL FISICA, QUIMICA Y BIOLOGIA	5	2a OPCION (A ESCOGER UNA SERIE EN FORMA OBLIGATORIA)		FISICA II QUIMICA II BIOLOGIA II	5	FISICA III QUIMICA III BIOLOGIA III	5
3 HISTORIA UNIVERSAL, MODERNA Y CONTEMPORANEA	3	HISTORIA DE MEXICO I	3	HISTORIA DE MEXICO II	3	TEORIA DE LA HISTORIA	3	3a OPCION (A ESCOGER UNA SERIE EN FORMA OBLIGATORIA)		ESTETICA I ETICA Y CONOCIMIENTO DEL HOMBRE I FILOSOFIA I	3	ESTETICA II ETICA Y CONOCIMIENTO DEL HOMBRE II FILOSOFIA II	3
4 TALLER DE REDACCION I	3	TALLER DE REDACCION II	3	TALLER DE REDACCION E INVESTIGACION DOCUMENTAL I	3	TALLER DE REDACCION E INVESTIGACION DOCUMENTAL II	3	4a OPCION (A ESCOGER DOS SERIES EN FORMA OBLIGATORIA)		ECONOMIA I CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES I PSICOLOGIA I DEFIENSA I ADMINISTRACION I GEOGRAFIA I CHIIEGO I LATIN I	3	ECONOMIA II CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES II PSICOLOGIA II DEFENSA II ADMINISTRACION II GEOGRAFIA II CHIIEGO II LATIN II	3
4 TALLER DE LECTURA DE CLASICOS UNIVERSALES	2	TALLER DE LECTURA DE CLASICOS ESPAÑOLES E HISPANOAMERICANOS	2	TALLER DE LECTURA DE AUTORES MODERNOS UNIVERSALES	2	TALLER DE LECTURA DE AUTORES MODERNOS ESPAÑOLES E HISPANOAMERICANOS	2	5a OPCION (A ESCOGER UNA SERIE EN FORMA OBLIGATORIA)		CIENCIAS DE LA SALUD I CIBERNETICA Y COMPUTACION I CIENCIAS DE LA COMUNICACION I DISEÑO AMBIENTAL I TALLER DE EXPRESION GRAFICA I	2	CIENCIAS DE LA SALUD II CIBERNETICA Y COMPUTACION II CIENCIAS DE LA COMUNICACION II DISEÑO AMBIENTAL II TALLER DE EXPRESION GRAFICA II	2
A IDIOMA EXTRANJERO		IDIOMA EXTRANJERO		IDIOMA EXTRANJERO		IDIOMA EXTRANJERO							
B SUMA TOTAL DE HORAS	17		17		17		17		30		30		70
OPCIONAL: ADIESTRAMIENTO PRÁCTICO PARA LA O													
NCION DE DIPLOMA DE TÉCNICO, NIVEL BACHILLERATO													

4 AREAS \*

1. Matemáticas
2. C. Experimentales
3. Histórico Social
4. Taller de redacción y Lectura

A - Idioma Extranjero  
B - Opciones Técnicas

OBJETIVOS GENERALES DEL CICLO DEL BACHILLERATO DEL COLEGIO DE  
CIENCIAS Y HUMANIDADES\*

- 1.-el desarrollo integral de la personalidad del educando, su realización plena en el campo individual y su cumplimiento satisfactorio como miembro de la sociedad.
- 2.-Proporcionar la educación a nivel medio superior indispensable para aprovechar las alternativas profesionales y académicas tradicionales y modernas por medio del dominio de los métodos fundamentales de adquisición de conocimientos "los métodos experimental e histórico social" y de los lenguajes español y matemáticas.
- 3.-Constituir un ciclo de aprendizaje en el que se combinen el estudio en las aulas, en el laboratorio y en la comunidad.
- 4.-Capacitar a los estudiantes para desempeñar trabajos y puestos en la producción y los servicios por su habilidad de decidir y de innovar sus conocimientos y por la formación de la personalidad - que implica el plan de estudios.
- 5.-Apuntar el preparar estudiantes al ciclo profesional con una formación integral.

OBJETIVOS GENERALES DEL AREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

El alumno:

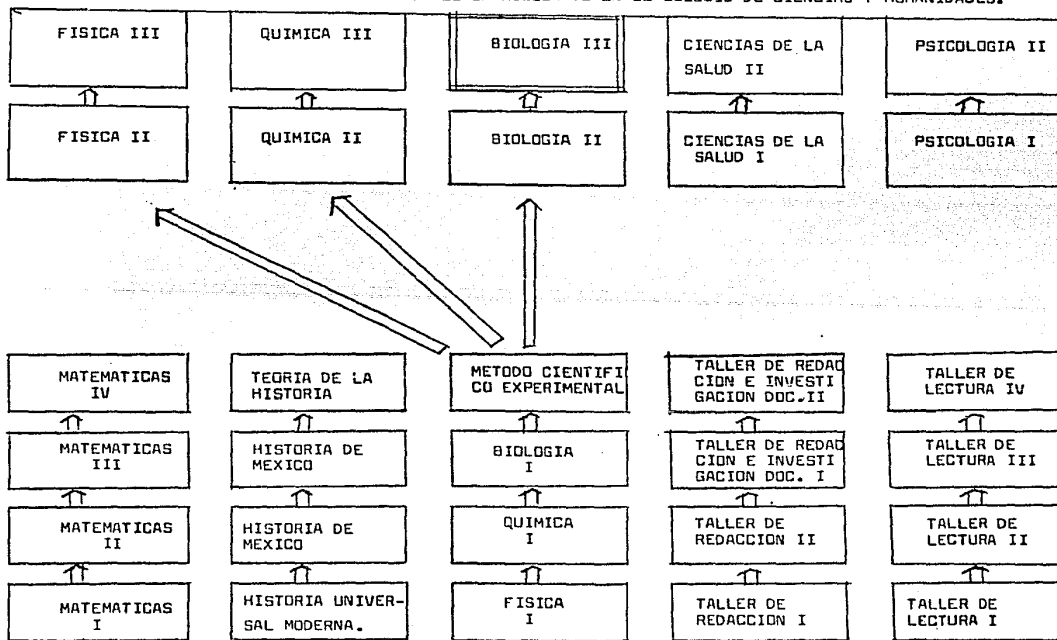
- 1.-Aplicará el método científico experimental a problemas concretos de la naturaleza, empleando las habilidades adquiridas.
- 2.-Integrará el conocimiento de los fenómenos físico, químicos biológicos, psicológicos y de la salud, en una visión general del comportamiento de la naturaleza.
- 3.-Identificará la utilidad de las ciencias naturales en el uso de los recursos en beneficio propio y de la sociedad.

\*Panel sobre cambios recientes en la educación superior. Fis. Rafael Velazquez. julio de 1979.



APENDICE III

MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.



COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
 PLANTEL VALLEJO

PROGRAMA DE INTRODUCCION A LA INVESTIGACION  
 METODO CIENTIFICO EXPERIMENTAL.

PRESENTACION.

Este programa está dirigido a los alumnos que cursan el 4º semestre del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades y tiene como antecedentes en el Area de Ciencias Experimentales a las asignaturas de Física 1, Química 1 y Biología 1.

En los cursos mencionados recibiste información sobre las formas como se investiga en estas ciencias; la importancia de formular problemas, de plantear objetivos, hipótesis, etc. Por estas consideraciones, este curso pretende que reflexiones sobre las bases o principios de la investigación científica. Se entiende a ésta como una actividad que a lo largo de la historia de la sociedad ha sufrido muchos cambios y que el individuo enfrenta desde que empieza a preguntarse el por qué de las cosas; a medida que desarrolla su capacidad de razonamiento va elaborando sus medios para responder a las preguntas que se plantea.

La investigación científica se parece mucho a la actividad que realiza el detective y el artista en cuanto a la búsqueda de respuestas a los problemas que se les presentan y a la creatividad que desarrollan; observan hechos, aparentemente aislados, los interpretan y buscan sus posibles relaciones; emiten juicios sobre las posibles respuestas (hipótesis), etc. El científico requiere además

de ésto, elaborar conceptos, cuantificar los datos y hacer interpretaciones.

En la vida cotidiana te enfrentas permanentemente a problemas y para su solución requieres poner en juego una lógica de pensamiento que te indica un orden y una forma de resolverlos. Esta lógica de pensamiento se logra a través de un proceso en el que tienes - que resolver problemas de diferente índole. Este curso pretende que ejercites tu capacidad de reflexión y así contribuir en tu formación para la vida. En el campo de la investigación científica no solo es necesario desarrollar esta lógica de pensamiento, sino también de una formación teórica que te va a proporcionar elementos para el desarrollo de un pensamiento crítico.

El programa esta organizado en cuatro unidades que son:

- Generalidades sobre la fase preparatoria de la investigación.
- Elaboración de proyectos de investigación.
- Diseño de investigación.
- Comunicación de la investigación: el reporte.

#### OBJETIVO GENERAL:

El alumno elaborará un proyecto de investigación y el reporte escrito, acorde a los principios de la investigación.

#### EVALUACION DEL CURSO

Periodicamente se evaluará el trabajo grupal e individual a través de discusiones grupales y otras modalidades.

Se entiende por evaluación el proceso de reflexión sobre las actividades realizadas, los aprendizajes logrados; sobre si se cumplieron o no lo que esperábamos; en este caso nuestro objeto a evaluar es si se ha logrado desarrollar la capacidad de reflexión sobre la actividad de la investigación.

## UNIDAD 1

## GENERALIDADES DE LA FASE PREPARATORIA DE LA INVESTIGACION.

Esta unidad está orientada a proporcionarte una visión general de las condiciones que son necesarias para llevar a cabo una investigación, por lo que se presenta desde la formulación del problema, la elaboración del proyecto hasta el reporte.

El método es un proceso histórico que ha cambiado a través del tiempo. Las formas de investigar no han sido siempre las mismas y dependen de muchos factores como son: el desarrollo de la sociedad, su cultura, su tecnología, sus formas de transformar la naturaleza, de interpretarla, etc.

Así observamos que desde la forma de preguntarse (plantearse problemas), su forma de resolverlos; su lógica para enfrentar el problema dependen de los factores históricos mencionados.

Partimos del conocimiento de que el método no es una receta que pueda seguirse en forma lineal; el que investiga, va descubriendo y elaborando y va a depender de los factores mencionados. Por lo tanto, esta unidad no pretende imponer esquemas, sino el de ser una guía para preparar mejor el camino y llegar a las posibles soluciones a los problemas planteados.

OBJETIVO DE UNIDAD.

El alumno elaborará un trabajo que tendrá como elementos básicos: formulación de un problema, planteamiento de una respuesta probable (hipótesis) y la elaboración de los antecedentes o marco referencial.

CONTENIDO DE LA 1ª UNIDAD.

Tema 1.- Problema Científico.

- a) su formulación y elementos de un problema.
- b) Problema científico en la historia a través de un ejemplo.

## UNIDAD 1

## GENERALIDADES DE LA FASE PREPARATORIA DE LA INVESTIGACION.

Esta unidad está orientada a proporcionarte una visión general de las condiciones que son necesarias para llevar a cabo una investigación, por lo que se presenta desde la formulación del problema, la elaboración del proyecto hasta el reporte.

El método es un proceso histórico que ha cambiado a través del tiempo. Las formas de investigar no han sido siempre las mismas y dependen de muchos factores como son: el desarrollo de la sociedad, su cultura, su tecnología, sus formas de transformar la naturaleza, de interpretarla, etc.

Así observamos que desde la forma de preguntarse (plantearse problemas), su forma de resolverlos; su lógica para enfrentar el problema dependen de los factores históricos mencionados.

Partimos del conocimiento de que el método no es una receta que pueda seguirse en forma lineal; el que investiga, va descubriendo y elaborando y va a depender de los factores mencionados. Por lo tanto, esta unidad no pretende imponer esquemas, sino el de ser una guía para preparar mejor el camino y llegar a las posibles soluciones a los problemas planteados.

OBJETIVO DE UNIDAD.

El alumno elaborará un trabajo que tendrá como elementos básicos: formulación de un problema, planteamiento de una respuesta probable (hipótesis) y la elaboración de los antecedentes o marco referencial.

CONTENIDO DE LA 1ª UNIDAD.

Tema 1.- Problema Científico.

- a) su formulación y elementos de un problema.
- b) Problema científico en la historia a través de un ejemplo.

b) problema científico en la historia a través de un ejemplo.

Tema 2.-Proyecto de Investigación

a) Sistematización de la información.

b) Hipótesis.

c) Diseño de la investigación.

Tema 3.-Diseño de la Investigación.

a) Factor de estudio: variable independiente.

b) Variable de respuesta: variable dependiente

c) Variables constantes.

Tema 4.-Formas de comunicación: reporte de la investigación.

#### INSTRUMENTACION

Se proponen las siguientes actividades:

- formulación de problemas por el profesor y el grupo.

- discusión de un problema histórico: Conocimiento sobre la estructura y funcionamiento de las plantas (Harre).

- presentación de una situación problema por el profesor, a partir de un problema de la vida cotidiana. El grupo, a partir de ésta, formulará un problema (con la orientación del profesor).

- el profesor coordinará la elaboración de un proyecto a partir del problema seleccionado.

#### ACREDITACIÓN

Para acreditar esta unidad deberás entregar un trabajo individual que parta de la discusión elaborada en el grupo, con la formulación del problema, elaboración de los antecedentes y una posible respuesta al problema: hipótesis de trabajo. Esto se hará con base en los resultados de la investigación experimental en el grupo.

## BIBLIOGRAFIA

Andión, Beller y Dieterich.-Guía de investigación Científica.

UAM., México, 1983.

Barcena y Artis.-Introducción al Método Científico en Biología.

CECSA-CNEB. México, 1982.

Harré.-El Método de la Ciencia.-CONACYT. México, 1980.

López de la Rosa.-en prensa.

## UNIDAD 2

## PROYECTO DE INVESTIGACION.

Para elaborar un proyecto de investigación requieres tener claros dos aspectos fundamentales: el problema y los objetivos. Un problema bien delimitado y objetivos definidos son los mejores orientadores de una investigación. Asimismo, al preguntarte, emites o anticipas - una respuesta que a medida que investigas la puedes formular de mejor forma, hasta elaborar la hipótesis.

La elaboración del problema parte no solo de la observación, sino también de los antecedentes teóricos de lo que vas a investigar; la investigación bibliográfica es una actividad permanente en el proceso y es la forma como vas construyendo la fundamentación teórica o los antecedentes o marco referencial del proyecto.

Esta unidad pretende que reafirmes tu capacidad de hacer investigaciones bibliográficas, de hacer análisis y síntesis de la información; que reflexiones sobre el problema que seleccionaste y lo relaciones con los antecedentes teóricos de éste.

Una vez fundamentado el problema a investigar es conveniente explicar la respuesta que anticipaste y formular lo más claramente posible la hipótesis de trabajo.

El proyecto deberá contener además una selección del diseño del trabajo que pondrá a prueba la hipótesis y la forma de registrar resultados. Por la importancia del diseño de la investigación, este será tratado en una tercera unidad.

OBJETIVO DE UNIDAD.

Se elaborará en equipo un proyecto de investigación a partir de un problema planteado en el grupo.



CONTENIDO

Tema 1.-Problema,determinación de objetivos e hipótesis.

Tema 2.-Organización de la información:antecedentes o marco referencial.

Tema 3.-Características generales del diseño de la investigación y el registro de los datos.

INSTRUMENTACION.

-Lectura guiada y discusión de los siguientes materiales:

\*Guía de investigación científica.-4.2:Estategia general de la investigación,pp 33-52.

\*lectura guiada y discusión de un cuento de detectives,los que pueden seleccionarse entre los siguientes autores:Conan-Doyle, Egard Allan Poe y Chesterton,entre otros.Con estas lecturas se pretende romper prejuicios y esquemas,tanto del profesor como del estudiante,sobre lo que se conceptúa como investigación.Se espera que puedas detectar el o los problemas en la lectura al seguir el relato del investigador,que emitas juicios y además puedas comparar el trabajo del detective con el trabajo del investigador.

-Concurso de problemas en el grupo,con la finalidad de seleccionar uno o varios que puedan ser experimentados en el laboratorio,que representen un interés para los alumnos y que les aporten nuevos conocimientos.

ACREDITACION

Para acreditar la unidad deberás entregar un trabajo de la investigación proyectada que contenga:el problema seleccionado y su fundamentación teórica.

BIBLIOGRAFIA

Andión,Beller y Dieterich.-Guía de investigación científica.

## DISEÑO DE LA INVESTIGACION.

Cuando te enfrentas a dar respuesta a una pregunta y comprobar experimentalmente una hipótesis, piensas la forma y el como lo vas a realizar; que aspectos tienes que tomar en cuenta, como lo vas a observar, a medir, a registrar, etc.

Para esto haces un plan de trabajo; como cuando vas a dar respuesta a un problema cotidiano y tienes que planificar tus actividades. La diferencia entre una investigación experimental y un problema cotidiano es que en el primero, para poder confiar en los datos, es necesario controlar, cuidar las condiciones (que llamaremos variables) que rodean a lo que intentas investigar. Un experimento es una actividad planificada en que se han cuidado los aspectos que influyen en el proceso, en el que además de que se controla se miden los resultados, se registran las observaciones con un orden previamente establecido.

A este plan de trabajo se le conoce como diseño de la investigación; este nos permite pensar, prever las condiciones de control, de registro de las observaciones y su representación, que puede ser con gráficas, tablas, esquemas, fotografías, etc.

En el diseño de la investigación se señalan: que aspectos vamos a controlar, cuales son las condiciones que se van a mantener constantes, el número de organismos o funciones o de sustancias, etc. que se van a emplear y las formas de registro y de representación. Se pretende que esta unidad te de los elementos para organizar lo mejor posible tu trabajo experimental.

OBJETIVO DE UNIDAD

Los alumnos elaborarán y realizarán por equipo un diseño de investigación para probar la hipótesis formulada en el proyecto iniciado en la 2ª unidad.

CONTENIDO

- Hipótesis de trabajo.
- objetivos
- variable de respuesta
- factor de estudio
- constantes experimentales
- niveles de tratamiento.
- observación y tipo de mediciones
- registro de datos.

INTRUMENTACION

El profesor y los alumnos discutirán una propuesta para la elaboración del diseño de la investigación.

En el grupo se realizarán discusiones sobre el trabajo experimental seleccionado, en forma grupal y por equipo.

Acreditación

El alumno acreditará la unidad por la entrega del diseño de la investigación y la realización experimental del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Andión, Beller y Dieterich.-Guía de investigación científica.

UAM, México, 1983.

López de la Rosa.-en prensa.

## COMUNICACION DE LA INVESTIGACION:EL REPORTE.

El ser humano tiene la necesidad de comunicar a los demás sus experiencias, las que pueden ser de diferente índole; pueden ser verbales o escritas; su forma de comunicación está de acuerdo a las situaciones en que se encuentra. Tú, por ejemplo, te comunicas en un convivio de una forma y en un salón de clases y en el trabajo del laboratorio de manera distinta: tus formas de comunicación verbal cambian.

La comunicación escrita, ya sea cuando elaboras una ficha de trabajo o un análisis literario o un reporte de investigación, guarda un cierto estilo, el que deberá ser sencillo, claro, ordenado, etc. seguirá ciertas reglas para que pueda ser comprendido por otros. El reporte de una investigación, requiere además un cierto nivel de rigurosidad, en la medida que le antecede una investigación experimental, a lo largo de la cual se intentó probar la hipótesis. Se pretende que comprendas lo importante que es el informe de un trabajo y la necesidad de que cubra las normas propuestas, puesto que está orientado a comunicar los resultados logrados.

OBJETIVO DE UNIDAD

Los alumnos elaborarán los reportes de sus investigaciones, siguiendo las normas propuestas.

CONTENIDO

El reporte de la investigación se integra de las siguientes partes:

- 1.- Título
- 2.- Introducción, en donde se incluyen antecedentes, problemas, objetivos e hipótesis.

3.-Material y Método.

A 14

4.-Resultados.

5.-Discusión

6.-Bibliografía.

### INSTRUMENTACION

Se proporcionará la lectura de Eli de Gortari, acerca de como elaborar un informe científico. Se discutirá en grupo a través de la técnica de acuario o de rejillas.

Otra actividad a realizar es la elaboración de un periódico mural sobre la importancia del informe científico.

### BIBLIOGRAFIA.

Eli de Gortari.-Método Dialéctico.-Ed. Grijalbo. México.

CONCLUSIONES TEXTUALES DE LAS INVESTIGACIONES PRESENTADAS POR  
LOS ALUMNOS.

Se seleccionaron cinco trabajos presentados por los alumnos del grupo 364, considerando las más representativas en función de la reflexión y análisis.

ALUMNO "A "

CONCLUSIONES.

Para poder establecer unas conclusiones es necesario primero citar los resultados generales de la investigación, los cuales son:

-en las observaciones de Coca Cola, solo se encontró basura; ausencia de bacterias.

-Las observaciones de Peñafiel, sabor toronja, solo se encontró basura, pero en pequeñas cantidades.

-En las primeras observaciones del primer experimento con la naranjada, solo se encontró bacterias: cocos, bacilos, estreptococos y estreptobacilos.

-En las segundas observaciones de la segunda experimentación se encontraron los mismos tipos de bacterias.

Ahora, para establecer una relación de causa, es necesario confrontar hipótesis con resultados.

-lo que se esperaba en todas las bebidas de acuerdo a que son ricas en azúcares, solo se encontró en la Naranjada, lo que nos hace pensar que es más rica en azúcares.

-también se consideró que si contenían diferentes tipos y cantidades de conservadores serían variables los resultados; lo cual se comprobó al encontrar solo bacterias en la naranjada. Esto nos da idea de como son los conservadores de cada producto.

-Se consideró la posibilidad de encontrar bacterias:cocos,bacilos, espirilos, en todos los productos. Aunque no se encontraron bacterias en todos los productos, los resultados confirmaron que si se encuentran las bacterias mencionadas, además estreptococos y estreptobacilos.

-Nosotros mencionamos que si el producto se encontraba en vías de fermentación se encontraría una variedad abundante de bacterias; es posible que se afirme esto, ya que la naranjada contiene componentes de tipo natural, lo que puede propiciar una cierta fermentación originada desde su elaboración hasta su venta.

-Como dijimos en la hipótesis la presencia de microorganismos nos hace suponer que el control de calidad es pésimo y comparando los resultados pensamos o suponemos que la Planta de la CocaCola y Peñafiel se encuentran en un nivel óptimo y la Planta de la Naranja en un estado deplorable, hasta cierto punto.

Los objetivos y finalidad del problema a mi juicio fueron cumplidos; ya que se detectaron microorganismos y basura en los productos; también se sembraron, observaron y se estudiaron los microorganismos.

#### OBSERVACIONES, ADVERTENCIAS Y SUGERENCIAS.

Se observó que aunque existió cierta variación en los resultados y que muchos de ellos no se esperaban, cabe señalar que esta investigación no resultó obsoleta y se obtuvieron progresos.

Se observó que en esta investigación se aprovechó más el tiempo y que las técnicas se facilitaron.

Lo que se refiere a advertencias, quiero señalar la existencia de ciertos errores de mecanografía.

NOTA: las conclusiones de los alumnos se respetaron, modificándose solamente las faltas de ortografía.

Alumno "B"

#### DISCUSION DE RESULTADOS.

Al analizar y discutir los resultados obtenidos en esta investigación obtenemos lo siguiente:

La naranjada Bonafina contiene bacterias (cocos, bacilos, estreptococos y estreptobacilos) así como basura y materia orgánica.

La CocaCola contiene una gran cantidad de basura y material o elementos artificiales.

El agua mineral, etiqueta azul de naranja contiene muy poca basura y elementos artificiales. (colorantes y saborizantes.)

Las bacterias contenidas en la Naranjada se pueden clasificar como Bacterias Gram -(negativas), por su color rojo.

#### CONCLUSIONES

Relacionando los resultados con nuestra hipótesis obtenemos:

-que nuestra primera hipótesis resultó verdadera, porque las bacterias contenidas son de tipo "común": cocos, bacilos.

-la segunda hipótesis no resultó como nosotros pensábamos porque solo un producto de los tres que contenían azúcares, resultó contaminado por bacterias.

-la tercera hipótesis resultó verdadera porque al encontrarse algún tipo de contaminación en gran escala, el nivel de higiene es el mínimo.

-la cuarta hipótesis resultó verdadera porque al encontrar en un solo producto bacterias y en los otros resultados diferentes es obvio que el nivel de higiene y envasado no es el mismo.

Conclusión general: La materia orgánica y los conservadores así como las técnicas de envasado o enlatado influyen de manera determinante en la reproducción de las bacterias.



## OBSERVACIONES

Observé que no todo se aprende de un día para otro, las técnicas que utilizamos no las podemos aplicar perfectamente como yo habría querido, como por ejemplo la técnica de Gram no logramos los resultados que nosotros queríamos. El tiempo es un factor indispensable para una buena investigación, así como el deseo de realizarla.

Alumno "C"

## DISCUSION DE RESULTADOS.

Después de analizar los resultados obtenidos al finalizar esta investigación, podemos darnos cuenta de que la mayoría de nuestra hipótesis resultaron estar equivocadas.

En la primera, la leche condensada no resultó ser la más propicia para el desarrollo de los búlgaros, al contrario, resultó ser de las peores, debido a que la acidez producida por la transformación del exceso de azúcar que contiene es bastante tóxica para los búlgaros. En la segunda, la leche bronca, no resultó ser la peor, sino la mejor y más conveniente para el desarrollo de los búlgaros, probablemente porque es más pura y contiene más vitaminas que ayudan a su desarrollo.

En la tercera hipótesis, si fue verdad que los búlgaros disminuyeron de peso y quedaron transparentes y muy pequeños, debido a que el agua no representa ningún alimento para ellos, no contiene azúcar, además la acidez excesiva que produjeron fue demasiado tóxica. En la cuarta hipótesis, no pudimos comprobarla, y la única anotación que fue posible realizar, indica que la temperatura más adecuada para el desarrollo de los búlgaros es la de 30 °C, porque esta es la temperatura ideal para el desarrollo de Lactobacillus y la fermentación láctica.

Con respecto al problema, obtuvimos la solución que necesitábamos a la primera parte del experimento y pudimos alcanzar a medias el objetivo propuesto, porque determinamos que el mejor tipo de leche para el desarrollo de los búlgaros es la leche bronca, superando por un poco a la leche de cartón; pero no pudimos determinar con certeza la mejor temperatura y con la única anotación que hicimos creemos que efectivamente, la temperatura más conveniente para el desarrollo de los búlgaros es de 30 °C.

Alumno "D"

#### DISCUSION DE RESULTADOS.

De los dos objetivos que se plantearon solo pudimos determinar el que decía: cual de los cuatro tipos de leche que utilizamos (bronca, Lala, en polvo y condensada) es la más propicia para el desarrollo de los búlgaros; se comprobó que la leche bronca es el mejor de los cuatro tipos de leche. Rechazamos así la hipótesis número 2, la cual hacía mención que esta leche por el exceso de grasas impedía el desarrollo de los búlgaros.

La primera hipótesis fue rechazada ya que los búlgaros no se desarrollaron en mayor cantidad que en la leche bronca.

La tercera hipótesis es aceptada ya que los búlgaros debido a la falta de alimento tienden a perder peso más no a morir.

El segundo objetivo, debido a causas de fuerza mayor, no pudo efectuarse. Este objetivo planteaba que a cual de las tres temperaturas: 5°C, 30 °C y temperatura ambiente (20 °C) era la más propicia para el crecimiento de los búlgaros.

La hipótesis planteada por consiguiente no se pudo aceptar o rechazar, quedando esta parte del experimento sin resultados.

Alumno "E"

## DISCUSION

Según los antecedentes los jabones son biodegradables y los detergentes no son biodegradables y al compararlos con los resultados se comprobó que las hipótesis que se habían planteado resultaron ciertas.

También se comprobó que las dicotiledonias en condiciones normales crecieron más que las otras, que fueron regadas con agua jabonosa y agua con detergente.

Los porcentajes de crecimiento de la planta testigo comparando con las plantas en condiciones experimentales son las siguientes:

Planta testigo	plantas con jabón	plantas con detergente
crecimiento: 21 cm.	jabón 1: 6 cm	6 cm
	jabón 2: 7 cm	5 cm

crecimiento en porcentaje:

Planta testigo: 100%

planta con jabón: 28.57%  
33.3%

planta con detergente: 28.57%  
23.8%

APENDICE VI.-Lecturas que se trabajaron en el curso de Introducción a la Investigación (Método Científico Experimental).

Estas lecturas fueron analizadas en el grupo y evaluadas por el maestro.

Lectura 1.- ANDION, BELLER DIETERICH. Guía de Investigación Científica. UAM, 2ª Edición, México 1983. p.p. 33-45.

Lectura 2.- Harré R. El método de la ciencia. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1ª ed. española 1979. México. p.p. 73-89.

Lectura 3.- Edgard Allan Poe. La carta robada. El que la hace la paga. Ocho detectives célebres. Ed PEPSA. México 1976. p.p. 15-36.

Lectura 4.- Elí de Gortari.- El Método Dialéctico. Ed Grijalbo. Método del Discurso Científico, p.p. 15-37.

## ESTRATEGIA GENERAL DE LA INVESTIGACION\*

En un sentido amplio, el método científico es el procedimiento planeado o estrategia que sigue el investigador para descubrir o determinar las propiedades del objeto que estudia. El método es el instrumento de la actividad científica, esto es, aquello de que nos servimos para conseguir el conocimiento del objeto elegido y determinar así, de una manera rigurosa y ordenada, sus cualidades, las fases de su desarrollo, sus enlaces internos y externos, sus relaciones con otros objetos o procesos, y las condiciones de su transformación práctica. Por consiguiente, el investigador deberá adecuar este instrumento al objeto específico con el que trate, y además deberá aplicarlo no solo con rigor sino con habilidad, inteligencia e imaginación.

Siendo el método un instrumento de trabajo, jamás deberá perderse de vista que su finalidad práctica impone la necesidad de tener en cuenta las posibilidades de su aplicación. Estas posibilidades dependen—según lo explicamos antes—de la situación concreta del investigador y de los medios materiales con los que cuenta en el momento de estar haciendo la investigación. Al mismo tiempo, los logros que se consiguen a través del método están en relación directa a su manejo: el método usado con rigor nos conduce a resultados precisos y consistentes; en cambio, cuando es utilizado de manera vaga sólo nos puede llevar a resultados confusos. De ahí que el método científico ocupe una posición central y definitiva en el proceso investigativo, vinculado estrechamente con el investigador, sus medios y el objeto investigado.

\*Andión, Beller y Dieterich.—Guía de investigación Científica. pp.33-52.

Cuando se participa en la ejecución de una investigación científica se advierte que por lo que se refiere al método, nunca se trata de un camino (método es etimológicamente el camino que conduce al conocimiento) directo, que la ruta trazada no es invariable y que es imposible visualizar todos y cada uno de los detalles de la investigación. En cierto modo, el método científico es un camino que se va haciendo o que, cuando menos, el método científico es un camino que se va completando y perfeccionando al irlo recorriendo en cada investigación particular. El investigador, pues, deberá estar preparado para sortear las eventuales dificultades con las que se vaya encontrando en el trayecto investigativo, poniendo en juego todas sus habilidades, capacidades y todos los medios materiales de que se dispone.

Por otra parte, el método científico, tal y como ahora se le encuentra expuesto, ha sido forjado por los avances de las ciencias. En realidad constituye un producto de la experiencia acumulada y verificada por la humanidad en el curso histórico del desarrollo de la ciencia. Por lo tanto, su formulación responde a la reflexión, paciente y escrupulosa, acerca de las fases y las soluciones que los diferentes científicos han cumplido y resuelto efectivamente en el ejercicio de sus quehacer investigativo. Por lo cual se puede decir que el método expresa instrumentalmente los principios, las bases y el orden que rigen el trabajo científico en el logro de nuevos científicos.

Entonces, en el método científico se encuentran comprendidos el conjunto de procedimientos que se utilizan regular y consistentemente en la adquisición y elaboración de nuevos conocimientos.

El método comprende las siguientes etapas principales, que se des-

pliegan en el proceso de investigación científica: 1) el planteamiento del problema; 2) la estructuración de un marco teórico; 3) la formulación de hipótesis; 4) la comprobación de la hipótesis; 5) la elaboración de los resultados y conclusiones de la investigación.

El método científico es la estrategia de la investigación y, por ende engloba el ciclo completo de la investigación, mientras que las fases arriba enumeradas corresponden a cada una de las operaciones estratégicas. La ejecución concreta de cada una de esas operaciones dependerá del objeto de la investigación, de los recursos del investigador y del conocimiento que el investigador tiene respecto a dicho objeto.

El ciclo de la investigación principia con un problema (o conjunto de problemas). El sentido de la investigación es que el investigador, con los medios disponibles, le encuentre una resolución fundamentada en el desarrollo teórico y/o en la experimentación científica.

#### 4.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Por problema de investigación vamos a entender: cualquier dificultad que no se pueda resolver automáticamente; es decir con la sola acción de nuestros reflejos instintivos y condicionados, o mediante el recuerdo de lo que hemos aprendido anteriormente, o mediante el simple sentido común. En términos generales, cada vez que nos enfrentamos a situaciones desconocidas, respecto de las cuales carecemos de conocimientos específicos suficientes, se están suscitando ante nosotros una pluralidad de problemas. Y es entonces cuando nos vemos presionados a buscar la solución o el comportamiento adecuado para poder enfrentarnos venturosamente a tales situaciones.

En cuanto a la investigación que realizan los alumnos del TID,

el problema se presenta una vez que han delimitado el objeto de la investigación, al redactarlo conforme a la técnica de la oración tónica. En efecto, cuando el tema ha quedado así acotado, aún es demasiado genérico. Es necesario desglosarlos todavía, antes de empezar con la investigación propiamente dicha.

La forma más útil y sencilla de componer el objeto de la investigación consiste en plantearse preguntas a su respecto. Formular preguntas es, entonces, plantear el problema o los problemas de la investigación.

#### 4.2.1.1. FORMULACION DE PREGUNTAS.

Cuando hemos delimitado el objeto de nuestra investigación, las preguntas que se pueden hacer son aquellas que nos permitan especificarlo en cuanto a sus partes componentes. Las preguntas tradicionales—surgidas en la práctica periodística—¿qué?, ¿quién? ¿dónde? ¿cuándo? ¿cómo? ¿por qué? y ¿para qué?, planteadas en relación con el objeto de estudio, orientarán nuestra investigación, puesto que de esa manera podremos concretar aquello que desconocemos y que, sin embargo, constituye el conjunto de conocimientos específicos indispensables para realizar un trabajo investigativo serio y apoyado en conceptos científicos.

.....

Dado que en el correcto planteamiento del problema descansa la posibilidad de su solución, la formulación de preguntas tiene que hacerse siguiendo ciertas reglas de ampliación general; es decir, que se trata de reglas que permiten la especificación de cualquier problema posible. Dichas reglas son:

1) Todo problema debe ser establecido explícitamente—mediante preguntas específicas—y formulado en términos claros y precisos, evi-



tando las palabras ambiguas o confusas.

2) El planteamiento debe ser consecuente con los conocimientos comprobados por las teorías científicas (por ejemplo es inconsecuente preguntarse si la vida tiene un origen divino o surge por generación espontánea, puesto que ninguna teoría científica ha podido comprobar que la vida surge de la nada).

3) Toda resolución que se establezca debe ser aplicable en la práctica y, además tanto el punto de partida como la estimación de los resultados debe implicar solamente la ejecución de operaciones y experimentos posibles, de acuerdo a las limitaciones reales del investigador.

4) Todas las definiciones incluidas en el planteamiento o que estén implícitas en éste, deben ser de tal carácter que permitan el reconocimiento y la identificación de los procesos o las relaciones definidas.

5) Por último, cuando en el curso de la investigación lleguemos a advertir que las condiciones planteadas resultan insuficientes para la solución de problemas, hay que proceder a modificar su planteamiento e, incluso, a transformarlo por completo.

La estricta aplicación de estas reglas es una condición necesaria, aunque no suficiente—puesto que nunca sustituyen la imaginación y preparación del investigador—, para poder llegar a una solución satisfactoria de cada problema concreto.

#### 4.2.2. ESTRUCTURACION DEL MARCO TEORICO.

Una vez que hemos delimitado nuestro objeto de investigación y hemos planteado correctamente el problema, el siguiente paso dentro de la estrategia científica consiste en la estructuración de un marco teórico.

El marco teórico se va estructurando en la medida que vamos delimitando y especificando el objeto de nuestra investigación. Para delimitar y especificar nuestro objeto de estudios tuvimos que recurrir a una serie de conocimientos previos acerca de éste; y son precisamente esos conocimientos los que han hecho posible que podamos colocar en un cuadro al objeto que nos proponemos investigar. Es por eso que podríamos caracterizarlo como el proceso de exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos que practica el investigador con el fin de establecer un correcto encuadre del objeto que investiga.

Por lo general el marco teórico es construido por el propio investigador, en el sentido de que es él el que se encarga de seleccionar, dentro del conjunto de teorías que se ocupan del objeto de la investigación, aquellos elementos significativos y explicativos que le permitirán avanzar una hipótesis científicamente fundamentada.

En este sentido se puede decir que el marco teórico establece el nexo entre el problema o conjunto de problemas y la hipótesis que formulara el investigador.

.....

#### 4.2.2.2.COMPOSICION DEL MARCO TEORICO.

Volviendo a la estructuración del marco teórico, hay que observar que una vez elegido el enfoque teórico y destacados los conceptos y las definiciones más importantes y necesarias, el investigador ha logrado aislar y destacar los aspectos más relevantes de su objeto de investigación. Es decir podrá hacer una descripción científica-puesto que se apoya en conocimientos científicos y no en nociones de sentido común-del objeto que estudia. Esta descripción se-

rá objetiva y fidedigna si corresponde efectivamente a los rasgos fundamentales del propio objeto.

Con todos los medios materiales, técnicos y teóricos a su alcance, el investigador formula una descripción del objeto en la que ha hecho abstracción de algunas de sus propiedades. (en este caso, abstraer es aislar y destacar una propiedad respecto de otras). En rigor, la descripción así lograda es consecuencia de la abstracción de las propiedades secundarias del objeto, haciendo resaltar las fundamentales; lo cual supone que el investigador conoce, si no todas, cuando menos la mayoría de las propiedades del proceso que investiga. De éstas hará una elección basada en su marco teórico.

La descripción que ofrece el investigador no surge espontáneamente pues no basta con percibir a través de los sentidos el objeto que estudia. Más bien, es resultado de la serie de preguntas que se planteó y del marco teórico que fue estructurando para darles respuesta. En este sentido, la descripción del objeto de la investigación se basa en el planteamiento del problema y de la estructuración del marco teórico. Por consiguiente, si el investigador no ha hecho un planteamiento sistemático del problema ni ha encuadrado teóricamente el objeto, no podrá hacer una descripción científica y objetiva de dicho objeto.

En suma, cuando ha logrado aislar y destacar las propiedades fundamentales del objeto, el investigador está en condiciones de formular una o varias hipótesis.

#### 4.2.3. FORMULACION DE HIPOTESIS.

La palabra hipótesis tiene más de un significado. Por un lado se llama hipótesis a la conjetura que se hace de un hecho que en un momento dado y por diversas causas, no está al alcance de nuestro

conocimiento, pero que podemos establecer sin necesidad de especiales investigaciones, pero se entiende también por hipótesis una suposición de tipo especial que se aplica en la investigación científica.....Ahora vamos a tratar únicamente de la hipótesis de la investigación científica.

Antes de formular una hipótesis de este tipo es necesario reunir suficientes conclusiones teóricas y/o resultados experimentales, comparar un número tan grande como sea posible de datos pertinentes, disponiendo para ello de una buena documentación. Sin embargo, para establecer una hipótesis se requiere seguir el camino de lo conocido y ya descrito a lo supuesto; por consiguiente, lo más importante viene a ser el empleo de la imaginación. En este aspecto el investigador tiene que apoyarse en varios recursos, como la extrapolación, la ampliación, la sustitución y la analogía.

#### 4.2.3.2. REQUISITOS DE LA HIPOTESIS CIENTIFICA.

Ahora bien, para formular científicamente una hipótesis, es indispensable satisfacer varias condiciones que son:

- 1) La hipótesis tiene que estar apoyada efectivamente en conocimientos comprobados.
- 2) La hipótesis necesita estar relacionada, de manera clara y precisa, con el marco teórico elaborado correspondiente al objeto de investigación.
- 3) La hipótesis tiene que estar lógicamente bien formulada.
- 4) La explicación ofrecida por la hipótesis debe tener el mismo alcance que el problema propuesto.
- 5) La hipótesis debe ser susceptible de conducir (inclusive por medio de cálculos matemáticos, en particular estadísticos) a la pre-

dicción de los fenómenos reales, ya que esas predicciones son justamente las que se someten a prueba para verificar la hipótesis.

6) Las consecuencias previstas por una hipótesis tienen que ser verificables a través de alguna técnica científica, en un experimento posible, una comprobación estadística, etc.

Cuando una hipótesis es formulada conforme a tales exigencias, podemos decir que cumple bien su función en la investigación científica. En todo caso, una hipótesis cuyas predicciones no sean verificables, es tan inútil científicamente como una hipótesis de la cual no se pudieran desprender consecuencias lógicas.

#### 4.2.3.3. LA BASE Y EL CUERPO DE LA HIPOTESIS CIENTIFICA.

Las hipótesis científicas constan de dos partes: una base o cimiento y un cuerpo o estructura. El cimiento está formado por los conocimientos ya comprobados en los cuales se apoya objetivamente la hipótesis (este cimiento es, para nosotros, el marco teórico); en cambio el cuerpo de la hipótesis es la explicación supuesta, es decir la estructura de relaciones que se edifica con explicación sobre el cimiento del marco teórico. Entonces es la estructura de la hipótesis la que tiene que ser sometida a prueba (puesto que el cimiento ya está comprobado), para saber si se verifican o no las consecuencias que se han establecido conjeturalmente.

En el momento en que se postula una hipótesis, muchas veces no están bien delimitados sus rasgos, los cuales se van precisando luego, poco a poco en contacto con los hechos.

Para formular una hipótesis, el investigador tiene que rebasar los límites de la descripción que ha logrado establecer, mediante el planteamiento del problema y la estructuración del marco teórico, del objeto en cuestión.

#### 4.2.3.6.FASES EN LA FORMULACION DE HIPOTESIS CIENTIFICAS.

La primera consiste en la explicación de una conjetura, que el investigador hace fundado en ciertos hechos y en el marco teórico que ha estructurado previamente. La conjetura no puede deducirse de un modo puramente lógico del conjunto de planteamientos en el que se basa el marco teórico, ni constituye tampoco el resultado directo de la experiencia. Si la hipótesis se pudiera inferir de manera estrictamente lógica del conocimiento delimitado en el marco teórico o de la experiencia, no habría necesidad de formularla. El investigador, al pasar del planteamiento del problema a su explicación en forma de hipótesis da un salto que es claramente visible cuando se compara el cimiento de la hipótesis en el cuerpo de la misma. De ahí que una explicación supuestamente hipotética que se concrete a repetir lo ya sabido, no puede considerarse ninguna innovación, ni la investigación que la sustenta como aporte original....

La segunda fase comprende el análisis de la hipótesis y el estudio de las consecuencias que de ésta se desprenden. En esta fase el investigador reflexiona sobre las variables que va a considerar y trata de establecer si su hipótesis es admisible. Para ello, en primer lugar, ha de indagar cuales son las variables que se consideran pertinentes. Luego intenta establecer los posibles enlaces de esas variables y los cambios de éstas, cuyos cumplimientos espera encontrar en los procesos o en caso dado en sus representaciones abstractas. En segundo lugar ha de determinar si de la hipótesis o de su negación se puede obtener como conclusión un absurdo manifiesto. (lo absurdo es aquello que viola las leyes lógicas). Entonces tiene que considerar las siguientes posibilidades: a) si de la afirmación de la hipótesis se puede concluir un absurdo mani-

fiesto, entonces la hipótesis es menos admisible; b) si de la negación de la hipótesis se puede concluir un absurdo manifiesto, entonces la hipótesis es más plausible o admisible.

Finalmente la tercera fase nos viene dada por la comparación de resultados obtenidos analíticamente al examinar las variables intervinientes y las consecuencias lógicas que se desprenden de la hipótesis, con los datos que nos proporciona la observación y el experimento. Si dicha comparación nos revela que todas las consecuencias inferidas de la hipótesis se dan en la realidad, quedará demostrado que dicha hipótesis es probable. Es decir que la explicación contenida en la hipótesis es una posibilidad. Quizá se crea que si las consecuencias que de la hipótesis se enfieran corresponden a hechos observados en la realidad, ha de considerarse como verdad cierta. Sin embargo, esto no es así. Una misma consecuencia o consecuencias puede derivarse de distintas causas o variables independientes. De ahí que la concordancia de hechos reales con la hipótesis no demuestre aún que ésta es cierta. Tales hechos pueden hallarse condicionados por otra regularidad, desconocida por el investigador. Por consiguiente esta última fase ha de continuar con la indagación de cuáles son las consecuencias particulares que pueden ser verificadas, ya sea inmediatamente o en un lapso finito. Y por último, se establecen las predicciones que sea posible hacer con apoyo en la hipótesis formulada, en los datos ya obtenidos y en las técnicas de verificación disponibles o factibles.

De ello se desprende que el paso siguiente es la verificación. Para eso es necesario planear los medios para someter a prueba las predicciones, diseñando los experimentos necesarios, encontrando los procedimientos de medición adecuados y los instrumentos utilizables.

LOS ORIGENES DEL CONOCIMIENTO DE  
LAS PLANTAS\*

La historia de nuestro conocimiento de las plantas sigue el mismo curso que otras ramas de conocimiento natural. Los clásicos griegos hicieron un trabajo magnífico. Este se incorporó a la tradición puramente literaria durante la Edad Media, en la que prácticamente no hubo ningún avance en Botánica, y las actividades de los que estudiaban la vida de las plantas se reducían a copiar y recopiar, esencialmente, los trabajos de dos o tres grandes botánicos de la antigüedad. Las ilustraciones se deformaron y llegaron a ser irreconocibles, se corrompieron los textos y los glosarios de términos botánicos perdieron su valor como lenguajes al dejar de utilizarse. Paradójicamente fue la degeneración total de la botánica medieval la que la llevó a su desarrollo posterior. Los libros de botánica estaban para utilizarse, para enseñar a hombres como los farmacéuticos a reconocer las plantas importantes. Esta necesidad llevó a una restauración gradual del arte de la botánica durante los siglos XV y XVI. El conocimiento de la botánica se expresaba en unos libros a los que los escolares llamaban "herbarios". Contenían descripciones y dibujos de plantas, con una relación de sus aplicaciones en la cocina y particularmente en la medicina. Se sabía muy poco de la estructura de las plantas, y prácticamente nada de su modo de vivir. Lo que se suponía no era suficiente o era totalmente erróneo.

Siguiendo a Aristóteles, la mayoría de los botánicos hasta el siglo XVII aceptaban la idea de que la vida de las plantas se debía a la posesión de un "alma vegetal". Aristóteles pensaba que había tres clases de "alma" o principio animado: la vegetativa, que sólo

\*Harré: El método de la Ciencia.



concierno a la nutrición y al crecimiento; la animal, que controla el movimiento voluntario, y la racional, que dota al que la posee de la capacidad de pensamiento racional. Las plantas ni se mueven ni piensan, por tanto sólo poseen alma vegetal. Esto tiene relación con un error posterior, el que las plantas no pueden elaborar su alimento, suponiéndose que las plantas tomaban las sustancias de la tierra para su nutrición en un estado ya digerido. Se consideraba a la Tierra como el "estómago" general de las plantas, y la única función de las raíces era conducir el alimento al cuerpo de la planta. Se pensaba que las hojas eran órganos de protección, para guardar a la fruta del sol y la lluvia, cuya producción era el fin y significado propio de la vida de las plantas. Por último se suponía que había una analogía entre plantas y animales; la amplitud de esta analogía fue tema de discusión hasta mediados del siglo XIX. Las plantas ocupaban su lugar dentro del marco general de una creación determinada, y existían para alimento, cura y placer de la especie humana. Desde mediados del siglo III A.C. hasta los comienzos del siglo XV, se impuso la tradición literaria, y no hay ninguna prueba en los trabajos que han llegado hasta nosotros de que sus recopilaciones, a excepción de algunos, comparasen lo que leían en los grandes herbarios clásicos con lo que podían ver en los campos y jardines o boticas.

Las principales fuentes clásicas fueron los trabajos de dos grandes botánicos, que han llegado a nosotros bastante completos. El primero fue Theophrastus, el segundo Dioscorides. La mayoría de los herbarios que se han hecho posteriormente, e incluso muchos que se han publicado en épocas bastante recientes, son esencialmente copias de sus libros o recopilaciones que indirectamente se sacaban de ellos.

Theophrastus: nació en Lesbos, probablemente en el año 370 a.C. estudió con Platón en el Liceo, y a la muerte de Platón fue alumno y amigo íntimo de Aristóteles. Aristóteles le dejó su biblioteca y jardín y le sucedió como cabeza de la academia. El testamento de Aristóteles se conserva entre los escritos de Diógenes Laertius, que aunque escribió en una época bastante posterior a la de estos dos hombres, el testamento parece tener gran autenticidad. Se sabe que Theophrastus cuidó del hijo de Aristóteles después de su muerte. Escribió mucho y sobre otros temas ha sobrevivido bastante su obra aunque por supuesto no toda. Sus dos grandes libros de botánica nos han llegado completos: Las investigaciones sobre las plantas y Causas de las Plantas.

Theophrastus trata con claridad el mundo real de las plantas. Reunió gran cantidad de información, parte de ella obtenida sin duda por él mismo y otra, según sugiere Hort, proporcionada por sus alumnos y asistentes a la Academia, y alguna otra obtenida de los investigadores científicos que llevaba Alejandro con las expediciones militares en sus conquistas. El libro nos describe las variedades, localizaciones, estructura y aplicaciones de una gran diversidad de formas vegetales, incluyendo muchas regiones remotas. Es obvio que Theophrastus conocía las diferencias entre la flora de distintas regiones, y constantemente hace referencia al hábitat de las plantas que describe. En la relación que nos da de pinos y abetos, por ejemplo, no sólo distingue con precisión muchas especies, sino que describe el tipo de situación en que crecen estas especies y variedades, si es en lugares húmedos o secos, si es en montañas o en tierras bajas, si es mejor hacia el norte o hacia el sur, etc. Incluso menciona el chovinismo de algunas personas que insisten en lla-

mar abetos a sus pinos, porque se piensa que desprenden mejor aroma. Tras estas cuidadosas descripciones se esconden las ambiciones de un clasificador notable. Pretendía agrupar sus plantas en clases que reflejasen sus verdaderas analogías y diferencias, es decir, en clases que correspondiesen a las diferencias esenciales entre las formas de la planta. Lucha una y otra vez con la plasticidad del material, con la dificultad de criticar algunos de los principios de clasificación que sirven de un modo general. Al principio del libro en el Libro 1, Cap. 1, p. 3, observa: "Al considerar los caracteres distintivos de las plantas y su naturaleza, generalmente deben tenerse en cuenta, sus partes, sus cualidades, como se origina su vida, así como el curso que siguen en cada caso (no miramos su comportamiento y actividades como lo hacemos con los animales). Las formas diferentes en que se origina su vida, sus cualidades y su historia son relativamente fáciles de observar, mientras que lo que se refiere a sus "partes" presenta una mayor complejidad. Ni siquiera se ha determinado lo que debería llamarse "partes" y lo que no, y parece que existe dificultad en determinarlo". Theophrastus no solo era un notable clasificador, sino también un científico auténtico empirista, y el tono cauteloso de este pasaje introductorio se manifiesta a lo largo del libro. Sus clasificaciones son burdas, y él mismo es consciente de ello. No llega a comprender la esencia de la vida de las plantas y él mismo nos lo recuerda. Los tres principios generales de clasificación que emplea, aunque muy cautelosamente son:

- 1.-La identificación de las partes por analogías con las partes de los animales.
- 2.-El tamaño relativo y el modo de vida de las plantas, dividiéndolas en tres: arbustos, matorrales y hierbas.

3.-El tipo de localidad en que florece la planta. Por tanto, podríamos clasificar un árbol diciendo que tiene tal tipo de raíz, de tronco, de hojas, propio de climas húmedos y localizados en el norte.

Las aplicaciones médicas de las plantas son una parte importante del Enquiry, aunque no todo. En estas materias es donde más se manifiesta el carácter fuertemente empírico de Theophrastus. En cuestiones médicas la magia aparece con cierta frecuencia, y la recolección de hierbas y de raíces para la preparación de remedios siempre ha tenido un fuerte elemento mágico. Se creía entonces e incluso todavía hoy lo cree mucha gente ajena a la cultura científica, que las hierbas deben recogerse de formas especiales para que el recolector esté protegido y la hierba sea efectiva al realizar una cura.

Dioscórides: la Historia Natural de Plinio fue una fuente importante del saber popular sobre plantas para los estudiosos de hierbas, pero era un producto literario, siendo más una recopilación de libros que una descripción de la naturaleza tomada de la misma naturaleza. Otro libro de mayor importancia y sacado por primera vez de la misma Naturaleza, fue On Materia Médica de Dioscórides. Este trabajo fue escrito aproximadamente en el 60 D.C. por un hombre que bien pudo ser un doctor del ejército. Su libro fue la fuente más utilizada para herbarios y se hicieron innumerables ediciones, en muchos idiomas y con una amplia variedad de ilustraciones, desde la precisa y hermosa De Juliana Anicia Codex escrito e ilustrado antes del 500 D.C. hasta las versiones absurdas y de estilo corrompido en la Edad Media.

On Materia Médica sigue el modelo de Theophrastus al describir las plantas y enumerar sus habitats y aplicaciones médicas. Las i-

Ilustraciones eran parte importante de este trabajo y con los intentos de los pintores europeos nórdicos de ilustrar las ediciones de manera que pudieran servir para reconocer las plantas de sus propias regiones, comenzó el renacimiento de la ilustración de las plantas. Las plantas de Dioscórides son en su mayoría del Mediterráneo Oriental, y pocas de ellas florecen en la Europa Nórdica. Ilustrar un herbario con dibujos sacados del campo y de los jardines ingleses, cuando el texto tra de plantas de una región bastante diferente, da lugar a una gran confusión. Algunas veces el ilustrador del herbario intentaba encontrar la planta que más se parecía a la descrita y a la que se le daba un uso tradicional similar. El resultado fue un intento cada vez mayor de preparar herbarios a partir de la Naturaleza, adecuados a las regiones donde iban a ser utilizados. En parte esta fue la causa del ocaso de la tradición literaria. A mediados del siglo XV tanto en Alemania como en Inglaterra se hicieron herbarios auténticos y nativos con ilustraciones extraídas de la Naturaleza.

Pero con este renacimiento del estudio auténtico de la naturaleza se produjo un nuevo resurgir de la magia, un resurgir que dominó a pesar de las objeciones escépticas, durante unos 200 años y que influyó intensamente en la práctica de la botánica. Esta magia nueva estaba en consonancia con el resto de las artes mágicas del Renacimiento. Era la doctrina de los símbolos, sobre la que ya hemos visto algo en los comienzos de la historia del magnetismo, en la astrología y el Hermetismo. La filosofía de los símbolos sostenía que cada planta, con alguna aplicación medicinal o práctica, tenía algún parecido en la forma con aquello para lo cual se iba a emplear. Normalmente se atribuye a Paracelso la creación de esta doc-

trina, aunque hay poca seguridad de que así fuera. Es más probable que naciese como parte de la simpática magia natural.

Nuestro viejo amigo Della Porta fue seguidor de esta doctrina y escribió un libro muy valioso defendiéndola. Su *Phytognomonica* fue publicado en Nápoles en 1588 y contenía una exposición bastante detallada de la teoría.... Porta justificaba esta teoría peculiar, en los términos de que Dios pone señales en las plantas para guiarnos en la búsqueda de remedios. Esto lo hace EL en virtud de su "infinita" benevolencia. La doctrina se apoya en dos principios subsidiarios de gran importancia. La señal o una semejanza era una guía para saber para qué era bueno un extracto de la planta, así vemos plantas que parecen dientes y que por ello son buenas para los dientes. Pero también era posible tras descubrir la señal, averiguar contra qué la planta era buena. Una planta parecida al escorpión, no era una planta buena para los escorpiones, sino útil contra la picadura de dicha criatura. Dios no hizo al mundo para beneficio de los escorpiones, sino de los hombres y de ahí este principio.

Esta doctrina se mantuvo con fuerza hasta el siglo XVII, siendo la base de algunos de los trabajos de William Coles, buen botánico y herborista influyente. Publicó dos libros importantes, *The Art of Simpling* (London, 1656), una corta recopilación de los tipos y aplicaciones de las plantas, y algo más tarde un magnífico e interesante libro de botánica, *Adam in Eden*, un herbario en el verdadero sentido de la palabra. En *Art of Simpling*, Coles ofrece una clasificación de las plantas que no supone un gran avance de la obra de Theophrastus, 2000 años anterior. Establece una división general de las plantas en cinco categorías: "1. Árboles; 2. Arbustos; 3. Matorrales; 4. Hierbas; 5. Neutras." A su vez subdivide las hierbas en: "1. hierbas

culinarias; 2. Cereales; 3. Legumbres. 4. Hierbas medicinales; 5. Flores; 6. Pastos; y 7. Aquellas que en Inglaterra llamamos malas Hierbas." Evidentemente es una clasificación que atiende a las aplicaciones y no a la naturaleza esencial. Por último en el capítulo XXVI, introduce un nuevo principio de clasificación, atendiendo a si la planta es caliente, fría, húmeda o seca.

En Adam in Eden, Coles describe 342 plantas. Dedicó a cada una un capítulo, y en la mayoría de los casos va acompañado de una ilustración pintada a mano, algunas veces a color. Generalmente tanto las ilustraciones como las descripciones son muy precisas. El texto que dedica a planta se divide en varias partes, los nombres, las especies, la forma, el lugar, la época, la temperatura y las señales y propiedades que describen el valor medicinal de las plantas.

Coles piensa que "aunque el pecado y el demonio han hundido a la humanidad en el mar de las enfermedades (porque antes de la caída, el hombre no tenía enfermedades), todavía la misericordia de Dios que está por encima de todo esto, hace que crezca la hierba de las montañas y también las hierbas para uso del hombre, y no solo posee diferentes formas, sino que tienen también señales particulares, por las que un hombre puede leer, incluso en caracteres legibles la utilización de éstas." Por ejemplo, "Heart Trefoyle (el trébol acorazonado) recibe este nombre, no solo porque la hoja es triangular como el corazón de un hombre, sino también porque cada hoja contiene la imagen perfecta de un corazón, y con el color adecuado, es decir un color carne, protege al corazón de los vapores nocivos del bazo". Logicamente Coles sabía que muchas plantas útiles no tienen señales. Necesitamos experimentos prácticos para conocer las propiedades de

las plantas "porque el hombre no fue traído al mundo para vivir como un vago, perezoso o haragán, sino para ejercitar su mente en aquellas cosas que son en alguna medida oscuras e intrincadas." A partir de esta aparición lenta de herbarios elaborados empíricamente junto con los principios de clasificación nacientes, se desarrolló una nomenclatura por la cual cada planta recibía dos nombres, uno por el grupo general al que aparentemente pertenecía y el otro para su descripción particular. Algún tiempo después y sobre esta misma base, Linnaeus creó el sistema moderno de clasificación y nomenclatura. Pero para entoces, se sabía más de las plantas gracias a los estudios anatómicos y fisiológicos de éstas.

#### ORIGEN DEL PENSAMIENTO ACTUAL SOBRE LA VIDA DE LAS PLANTAS.

Ya hemos visto como el desarrollo del arte de la ilustración condujo a un cuidadoso estudio de las plantas reales y una reproducción cada vez más precisa de sus características externas principales. En lugar de copiar las ilustraciones de libros viejos, los artistas empezaron a dibujar en los herbarios copiando de la naturaleza. Este hecho trajo consigo un mayor conocimiento de la anatomía de las plantas, que se incrementó enormemente cuando en el siglo XVII se incorporó el microscopio al estudio de la estructura de las plantas. Robert Hooke observó que las plantas tienen estructura celular, y es a él a quien debemos la palabra célula. Estaba claro el hecho de que las plantas tienen una estructura interna compleja con células no solo agrupadas en varios órganos, sino también diferenciadas unas de otras. Nehemiah Grew fue el anatomista de plantas más prolífero y preciso de esta época.... En muchos estudios de Grew el sistema vascular de las plantas aparecía con -



toda claridad. En el interior de una planta hay vasos por los que pasa el aire y los líquidos. El cómo se inicia este movimiento y la forma en que contribuye a la vida de las plantas se convierte en una de las principales preocupaciones de los estudiosos de la fisiología vegetal durante 200 años.

Principalmente estaban preocupados por dos problemas: ¿Cómo se reproducen las plantas? ¿Cómo se alimentan y crecen, Aristóteles sabía que muchas plantas se reproducen a sí mismas, aunque muchas personas continuaran creyendo, hasta hace poco tiempo, que las plantas se reproducían por generación espontánea. Se sabía que muchas plantas se reproducen por injerto. ¿La producción de semillas era un tipo especial de injerto, o tenía algo en común con la reproducción de los animales? Si las semillas eran parte de un proceso de reproducción parecido al de los animales ¿Se diferenciaban en las plantas el macho y la hembra?

A la hora de responder a estas preguntas había varios factores que producían confusión. Por una parte no se comprendía totalmente la reproducción de los animales. Era creencia general que el papel del macho era producir semillas que germinarían en la hembra. Por tanto, se creía que las plantas eran los machos y la tierra la hembra y madre universal de todas las plantas. El hecho de que pudieran existir plantas hembras era inconcebible. El problema se agravó por la tendencia, dentro del saber popular sobre las plantas a llamar machos a las plantas fuertes y robustas, y hembras a aquellas que eran más débiles y delicadas. Algunos botánicos antiguos diferenciaban las especies de la siguiente forma: por ejemplo, las variaciones en la forma externa y apariencia general entre los pinos las señalaban llamando machos a los más "afilados" y hembras

a los más "ligeros." Sin embargo, Theophrastus había observado que unas ramas tienen frutos y otras no, y otros botánicos vieron que eso sucede con los diferentes árboles de un huerto. Apesar de ello continuaban sin asociar estas observaciones con ninguna teoría. Incluso en el siglo XVI Cesalpino, el último botánico aristotélico que nos ha llegado conocía muy poco el papel del polen en la reproducción de las plantas. Aceptaba la opinión clásica de que la propagación de las semillas era la forma más pura del injerto, de que una semilla no es más que un injerto aislado. Al no tener idea del papel que juega el polen, no sabía que las semillas son auténticos embriones de las plantas, producto de una forma compleja de reproducción esencialmente sexual.

La hipótesis de la sexualidad de las plantas y de su verdadera forma de reproducción se la debemos a Sir Thomas Millington. Fue el primero que identificó los estambres como los órganos masculinos en la generación de las plantas, seguido por Grew. Al hablar del polen, Grew nos dice: "...He llegado a pensar que los glóbulos o pequeñas partículas que hay dentro de la Teca de las fibras o hilos y sobre las hojas floridas, son el cuerpo que las abejas recogen y transportan en sus patas" Después dice: "hablando con nuestro ilustre profesor Sir Thomas Millington, me dijo que él pensaba que el hilo hace de macho en la generación de las semillas". Ninguno de los dos conocía bien los detalles. Grew continúa hablando: "y los glóbulos y las otras partículas pequeñas que hay sobre la hoja o pene y dentro de la teca, son como el esperma vegetal, el cual, tan pronto como se obliga al pene o rompen los testículos, cae en el saco de semillas o útero y de esta forma le dota de una virtud prolífica". Está claro que Grew y quizás también Millington, creían

que el polen fertilizaba a las células femeninas dentro de la planta. No parece que se les ocurriese que las abejas pudieran llevar el polen a las otras flores. La planta es hermafrodita pero no se fertiliza a sí misma.

La demostración final del papel del polen, los estambres y las anteras parece que debe a Camerarius, quien en los años 1691-94, demostró que no se puede producir ninguna semilla que germine sin la cooperación del polen. Sachs lo cita en History of Botany cuando escribe: "Cuando quitaba las flores masculinas del Ricino antes que se hubiesen extendido las anteras e impedía el crecimiento de las más jóvenes presevando los ovarios que ya estaban formados, nunca obtenía semillas perfectas, sino que observaba vasos vacíos que acababan cayendo en la tierra y secándose. De la misma forma corté con cuidado los estigmas del maíz que ya estaban colgando, a consecuencia de lo cual el útero se quedó totalmente sin semillas, aunque fue muy grande el número de cáscaras abortadas".

En un principio no se aceptó este descubrimiento y por supuesto lo atacaron con fuerza muchos botánicos. Fue en el S. XIX cuando todos los botánicos serios aceptaron la sexualidad de las plantas como un hecho establecido, y se conocieron los detalles del proceso por el que los granos de polen penetran en el estilo, y la forma en que se juntan los gametos para formar las semillas.

Los procesos de nutrición de las plantas daban lugar a cuestiones más complicadas que el problema de reproducción. En realidad fue necesario responder correctamente a tres cuestiones pendientes antes de formular la teoría básica de la nutrición de las plantas. 1. ¿Reciben las plantas su alimento de la tierra totalmente elaborado, o es la planta misma la que transforma los elementos simples

en las diferentes sustancias que posee una planta madura? Aristóteles, así como sus seguidores hasta el S XVII, pensaban que la planta tomaba de la tierra las sustancias totalmente elaboradas.

2. ¿cuáles son las funciones de los diferentes órganos de la planta? ¿Para qué están las hojas? ¿Las raíces absorben solo agua? Si no ¿Cómo distinguen las sustancias buenas de las nocivas? ¿Cuál es la función de su alma vegetal? Se creía que las hojas estaban para proteger y dar sombra en el desarrollo del fruto.

3. ¿Circula la savia en el interior de la planta? Si es así, ¿Qué fuerza la mueve? ¿Su circulación se produce por latidos, como la sangre de los animales?

El trabajo de Stephen Hales... proporcionó las respuestas correctas a algunas de estas cuestiones, aunque se tardó bastante en aceptar sus resultados. Hales fue el Newton de la fisiología vegetal.

Aunque fue el último aristotélico, Cesalpino fue también el primer fisiólogo vegetal moderno, y en sus observaciones sobre la nutrición de las plantas se aleja ligeramente de la teoría de Aristóteles. La influencia de Aristóteles se manifiesta en la opinión de Cesalpino de que las plantas no están calientes, porque todo su alimento lo utilizan para el desarrollo del cuerpo, y no para moverse activamente o para pensar racionalmente. No necesitan pensar porque no tienen que buscarse el alimento, ni tienen que reconocer lo que es comestible de lo que no; por tanto, no tienen órganos sensoriales. Cesalpino utiliza también mucho la analogía entre plantas y animales para explicarse el crecimiento, y dice que la savia es como la sangre, que rezuma a lo largo de unos vasos finos del tallo y de las raíces de la planta. Menciona el "desangramiento" de los higos y de las vides como muestra de que existe movimiento de sa-

via en las plantas. Todavía en sus ideas no alude a la circulación de la savia. Parece evidente que la idea tenía que esperar la demostración "previa" de la existencia de circulación de la sangre en los animales. Cesalpino va más allá de las ideas aristotélicas al encontrar misterioso que las raíces puedan coger savia líquida de la tierra. Rechaza la opinión de que a semejanza de la naturaleza sea el agua la que entra en la planta. No encuentra que es lo que la impulsa a llenar un cierto vacío, y lo explica mediante una analogía entre la estructura leñosa de las raíces y la naturaleza de la esponja. Es la propia sequedad de las raíces la que a modo de esponja, atrae el agua del suelo húmedo de alrededor. Todo esto es chapucero y especulativo y está basado en muy poca observación.

El primer experimento serio en fisiología vegetal lo realizó J. B. Van Helmont a principios del s. XVII, experimento que todavía ocupa un lugar en los libros de Botánica. Van Helmont pesó un sauce joven y lo plantó en un recipiente de tierra que también había pesado. Al cabo de cinco años pesó al árbol y la tierra. El árbol había aumentado de peso en unos 45 K., mientras que la tierra había disminuído de peso como unos 57 gr. La materia del árbol no podía salir de la materia de la tierra. Van Helmont dedujo que la mayor parte del árbol debía provenir del agua con que se regaba regularmente el recipiente, y que por elaboración del agua, el árbol había creado sus propias materias. Boyle realizó otra serie de experimentos destinada a rechazar la teoría aristotélica de que los materiales se elaboraban en la tierra.

Boyle en sus experimentos ataca la idea de que las propiedades de la planta vienen elaboradas por la tierra. Van Helmont solo demostró que la mayor parte de la materia de la planta viene del

agua, pero dejó como posibilidad que esos 57 gr. obtenidos de la tierra llevasen consigo todas las propiedades del árbol, tal como lo aceitoso de la oliva, lo dulce de la pera madura, la blancura de la flor, etc. Boyle hizo dos experimentos para refutar esa teoría. En el primero injertó peras en las ramas de un espino blanco. El fruto del espino blanco es una baya ácida, mientras que el producto del injerto de pera es una fruta agradable y dulce. Puesto que la raíz del espino es la misma para los dos productos es difícil entender como la raíz podría seleccionar propiedades ácidas para la baya del espino blanco y dulces para la pera. La acidez y la dulzura deben derivar de las diferentes elaboraciones de las materias básicas dentro de la planta durante el proceso de formación del fruto. Las plantas no toman de la tierra las sustancias totalmente elaboradas, ni sus propiedades. En el otro experimento Boyle puso plantas sólo en agua, sin nada de tierra, y observó que podía destilar de la planta crecida un aceite insoluble en el agua en que había crecido. Este aceite tenía unas cualidades diferentes a las del agua. Boyle sacó la conclusión de que estas cualidades nuevas habían aparecido como resultado de las elaboraciones de partículas elementales del agua dentro de la planta y no venían ya elaboradas dentro del agua. No eran cualidades del agua. Por tanto, entre Van Helmont y Boyle habían demostrado que no vienen de la tierra, ni la mayor parte de la planta ni sus cualidades y que el aire juega un papel esencial.

Las raíces toman el agua de la tierra; en alguna parte de la planta esta sustancia y quizás otras más, se transforma en la materia de las plantas.

## EDGAR ALLAN POE.- LA CARTA ROBADA.

En un desapacible anochecer del otoño de 18.., me hallaba en París, gozando de la doble fruición de la meditación taciturna y del nebuloso tabaco, en compañía de mi amigo C. Auguste Dupin, en su biblioteca, au troisieme, No. 33, Rue Dunot, Faubourg St. Germain. Hacía lo menos una hora que no pronunciábamos una palabra; parecíamos lánguidamente ocupados en los remolinos de humo que empañaban el aire. Yo, sin embargo, estaba recordando ciertos problemas que habíamos discutido esa tarde; hablo del doble asesinato de la Rue Morgue y de la desaparición de Marie Rogert. Por eso me pareció una coincidencia que apareciera, en la puerta de la biblioteca, Monsieur G., Prefecto de la policia de París.

Le dimos una bienvenida sincera, porque el hombre era casi tan divertido como despreciable, y hacía varios años que no lo veíamos. Estábalos a oscuras cuando entró, y Dupin se levantó con el propósito de prender una lámpara, pero volvió a sentarse sin haberlo hecho, porque G. dijo que había venido a consultarnos, o más bien a consultar a Dupin, sobre un asunto oficial que les daba mucho trabajo. -Si se trata de algo que requiere reflexión-observó Dupin, absteniéndose de dar fuego a la mecha-, lo examinaremos mejor en la oscuridad. Esa es otra de sus ideas raras-dijo el prefecto, que llamaba raro a todo lo que no comprendía. y vivía por consiguiente, entre una legión de rarezas.

-Es la verdad-respondió Dupin, ofreciéndole un sillón y una pipa.

-¿Cuál es el problema?-interrogué ¿Otro asesinato?

-No, nada de eso. El asunto es muy simple y no dudo que lo resolverán

mis agentes; pero he pensado que a Dupin le gustaría oír los detalles. Son muy extraños.

-Extraños y simples-dijo Dupin.-Y bien, sí. El problema es simple y sin embargo, nos desconcierta.-Quizá es precisamente la simplicidad lo que los desconcierta.-¿Qué desatinos dice Ud! exclamó el prefecto, riendo efusivamente.

-Quizá el misterio es demasiado simple-dijo Dupin.

-Y cuál es, por fin el misterio-le pregunté.

-Selos diré a ustedes-contestó el prefecto-se los diré en pocas palabras; pero antes de empezar, les advertiré que este asunto exige la mayor reserva y que perdería mi puesto si llega a saberse que lo he divulgado. -Prosiga-dije. -o no prosiga-dijo Dupin.

-Un alto funcionario me ha comunicado que un documento de la mayor importancia ha sido robado de las habitaciones reales. El individuo que lo robó es conocido; lo vieron cometer el hecho. El documento sigue en su poder. -¿Cómo lo saben?-interrogó Dupin.

-Lo sabemos-contestó el prefecto-por el carácter del documento y por el hecho de no haberse ya producido ciertos resultados que surgirían si el documento no estuviera en poder del ladrón.

-Sea usted un poco más explícito-dije.-Bien me atreveré a decir que ese documento otorga a su poseedor un determinado poder en un determinado sector donde ese poder es incalculablemente valioso.

-El prefecto era aficionado a la jerga de la diplomacia.

-No acabo de entender-dijo Dupin. -¿No? bueno. La exhibición del documento a una tercera persona, que me está vedado nombrar, afectará el honor de una persona de la más encumbrada categoría. El honor y la libertad de esta última quedan, pues, a merced del ladrón.

-Para ese chantaje-observé-es imprescindible que el dueño conozca



el nombre del ladrón. Quién se atrevería...

-El ladrón-dijo el prefecto-es el ministro D., quien se atreve a todo. El robo no fue menos ingenioso que audaz. El documento-una carta, para ser franco-fue recibido por la víctima del posible chantaje, mientras estaba sola en la habitación real. Casi inmediatamente después entra una segunda persona, de quien deseaba especialmente ocultar la carta. Apenas tuvo tiempo para dejarla, abierta como estaba sobre una mesa. La dirección quedaba a la vista. En este momento entra el ministro D., percibe inmediatamente el papel, reconoce la letra, observa la confusión de la persona a quien ha sido dirigida y adivina el secreto. Después de tratar algunas cuestiones, saca una carta algo parecida a la otra, la abre, finge leerla y la coloca encima de la primera. Sigue conversando, casi durante un cuarto de hora, sobre negocios públicos. Al marcharse, toma de la mesa la carta que no le pertenecía. El dueño legítimo lo vio pero, como se comprende, no se atrevió a decir nada en presencia del tercer personaje. El ministro se fue, dejando la carta suya, que no era de importancia sobre la mesa.

-He aquí-me dijo Dupin-lo que Ud. requería: el ladrón sabe que el dueño sabe quien es el ladrón. -Si-replicó el prefecto-y el ladrón ha abusado de ese poder, en los últimos meses. La persona robada se convence cada día más de la necesidad de recuperar la carta. Pero ésto como Ud comprenderá, no puede hacerse abiertamente. Al fin, de seaperada, me ha encomendado el asunto.

-Y ¿quién puede desear-dijo Dupin, arrojando una bocanada de humo o siquiera imaginar, un agente más sagaz que usted? -Ud. me colma-respondió el prefecto-pero entiendo que muchos opinan así.

-Es evidente-dije-que la carta sigue en posesión del ministro; en

esa posesión está su poder. Vendida la carta el poder termina.

-Es verdad-dijo G.-De acuerdo a esa convicción he obrado. Lo primero que hice fue ordenar una búsqueda minuciosa en la casa del ministro; la dificultad consistía en que él no se enterara. Me han advertido que cualquier sospecha puede ser peligrosa. Pero-dije-UD. es un especialista en estas tareas. No es la primera vez que la policía de París acomete empresas análogas.-Ya lo creo, y por eso no he desesperado. Además las costumbres del ministro facilitaron las cosas. Es muy común que falte de su casa toda la noche. Tiene pocos sirvientes. Duermen lejos de las piezas de su patrón y como son napolitanos es fácil embriagarlos. Como Ud. sabe tengo llaves que pueden abrir todos los gabinetes de París. Hace tres meses que no he dejado pasar una noche sin dirigir personalmente el examen de la casa de D. Mi honor está empeñado, y para revelar un gran secreto la recompensa es enorme. No abandonaré la partida hasta convencerme de que el ladrón es todavía más astuto que yo. Creo haber examinado todos los rincones y todos los escondrijos en los que puede estar oculto, el papel.-¿Pero no es posible-dijo Dupin-que la carta siga en poder del ministro, y que éste no la guarde en su propia casa?

-Es apenas posible-dijo Dupin -el estado actual de los asuntos de la corte y especialmente de esas intrigas en la que D. está envuelto, hacen que la inmediata accesibilidad del documento sea no menos importante que su posesión. -Cierto-observé-El documento no puede estar escondido muy lejos; sin embargo excluyo la posibilidad de que el ministro lo lleve consigo. -Desde luego-dijo el prefecto-Ha sido atacado dos veces por salteadores falsos, y rigurosamente registrado bajo mi vista. -Ud. podía haberse ahorrado ese trabajo-dijo Dupin- Presumo que D. no es un insensato. Tiene que haber previsto

esa táctica.-No será un insensato-dijo el prefecto-Pero es un poeta, lo que no es muy distinto. -Cierto-dijo Dupin-aunque yo mismo haya cometido algunas rimas. -Refiéranos los detalles de la investigación-propuse yo. -He aquí los hechos: tomábamos nuestro tiempo y buscábamos por todas partes. Tengo mucha experiencia en estos asuntos. Recorrimos el edificio, cuarto por cuarto, dedicando una noche entera a cada uno. Examinábamos primero los muebles. Abríamos todos los cajones. Supongo que Ud. sabe que para nosotros no hay cajones secretos. Solo un imbécil puede no descubrir un cajón secreto. El asunto es muy simple. Cada escritorio tiene una capacidad determinada, fácil de calcular. Hay normas muy precisas. No se nos escapa una línea. Después tomamos las sillas. Investigamos los almohadones, con esas largas agujas que Ud. me ha visto emplear. Desarmábamos las mesas. -¿Por qué? -A veces la persona que desea ocultar un objeto levanta una de las tablas de la mesa, hace una cavidad en lo alto de la pata, deposita adentro el objeto y repone la tabla. Suele hacerse lo mismo con las perillas de las camas. -¿Pero no suenan a hueco esos muebles?-pregunté. -De ningún modo, si la cavidad se rellena con algodón. Además teníamos que trabajar sin hacer ruido. -Pero ustedes no pueden haber desarmado todos los muebles. Con una carta puede hacerse un delgado cilindro en espiral, una especie de aguja, que puede introducirse en el travesaño de una silla. ¿Ustedes no desarmaron todas las sillas? -Claro que no; pero hicimos algo mejor: examinamos los travesaños de cada silla y todas las juntas, con un poderoso microscopio. Hubiéramos notado inmediatamente cualquier reajuste. Una partícula de aserrín hubiera sido tan visible como una manzana. -Supongo que ustedes registraron cada espejo, entre el cristal y el marco y las camas y la ropa de cama, y también

las cortinas y las alfombras. -Por supuesto; y cuando acabamos con los muebles registramos el edificio. Dividimos toda la superficie en compartimentos, que numeramos, para evitar omisiones. Después registramos el terreno y las dos casas contiguas, con el microscopio como siempre. -¿Las dos casas contiguas!-exclamé-ustedes han trabajado muchísimo.-Pero la recompensa que ofrecen es prodigiosa. -¿Examinaron también el terreno de las casas? -Todo el terreno está enladrillado; nos dió poco trabajo. Examinamos las juntas de los ladrillos y estaban intactas. -¿Examinaron los papeles del ministro y todos los volúmenes de la biblioteca? -Por cierto; abrimos todos los paquetes y legajos; no solo abrimos todos los libros: los examinamos hoja por hoja. Medimos también el espesor de cada encuadernación, con la más cuidadosa exactitud, empleando siempre el microscopio. Si cualquiera de las encuadernaciones hubiera sido tocada para ocultar la carta lo habríamos notado inmediatamente. -¿Registraron el suelo, bajo las alfombras? -Removimos todas las alfombras y revisamos los bordes con el microscopio. -¿Y el empapelado? -También- Registraron los sótanos? -Sí- Entonces dije-ustedes se han equivocado, y la carta no está en la casa del ministro. -Temo que tenga Ud. razón-dijo el prefecto-Y ahora, Dupin, ¿Qué me aconseja? -Volver a revisar la casa del Ministro.- -Es absolutamente innecesario-respondió G- Estoy seguro de que la carta no está en la casa. -Pues no tengo mejor consejo que darle -dijo Dupin-Tendrá Ud., como es natural, una precisa descripción de la carta. -Ya lo creo. El prefecto sacó la cartera y nos leyó en voz alta una descripción de la carta robada. Poco después se fue abatisísimo. Al mes siguiente volvió a visitarnos, casi a la misma hora. Tomó una pipa, se dejó caer en un sillón y cuidadosamente ha-

bló de cosas triviales. Por último le dije: -Y bien G., ¿Qué hay de la carta robada? ¿Se ha convencido Ud. de que es imposible sorprender al ministro? -Que el diablo se lo lleve: así es. Seguí el consejo de Dupin, revisé la casa, pero todo fue inútil. -¿A cuánto asciende la recompensa? preguntó Dupin. -A una gran cantidad. A una suma muy importante. No quiero decir cuánto precisamente, pero diré una cosa; estoy listo a firmar un cheque por 50,000 francos a quien me dé la carta. -En tal caso-dijo Dupin, abriendo un cajo y sacando un libro de cheques-hágame un cheque por la cantidad mencionada. Cuando haya firmado le entregaré la carta.

Quedé atónito. El prefecto, durante algunos minutos, permaneció en silencio e inmóvil, mirando fascinado a Dupin. Después, como colviendo en sí, tomó temblorosamente una pluma, llenó el cheque y lo entregó a Dupin. Este lo examinó sin apuro, y lo depositó en su cartera; luego, abriendo un escritorio, sacó una carta y la puso en manos de G. Este se abalanzó sobre ella con éxtasis, la abrió, la contempló largamente y, sin una palabra, sin un saludo, salió del cuarto y de la casa, transfigurado.

Cuando nos quedamos solos, mi amigo entró en explicaciones. La policia de París-dijo-es muy eficaz. Es perseverante, ingeniosa y muy versada en los conocimientos que sus tareas exigen. Así cuando G. nos detalló su modo de registrar la casa del Ministro, no puse en duda la perfección de ese trabajo, dentro de sus limitaciones. -¿Dentro de sus limitaciones?- \_Sí-dijo Dupin-Las disposiciones adoptadas eran las mejores; su ejecución, perfecta. Si la carta hubiera estado al alcance de la búsqueda, los agentes la habrían descubierto. Me sonreí; pero mi amigo prosiguió con evidente seriedad. Las disposiciones y la ejecución eran perfectas; pero no eran apli-

cables ni al caso ni al hombre. Una serie de recursos muy ingeniosos son para G. una especie de lecho de Procusto, que deforma todos sus planes. Continuamente se equivoca por exceso de profundidad o de superficialidad, y muchos escolares razonan mejor que él. Me acuerdo de uno de ocho o nueve años, cuyo éxito en el juego de pares e impares provocaba unánime asombro. Este juego es muy simple; se juega con bolitas. Un jugador tiene en la mano unas cuantas bolitas y pregunta al otro si el número es par o impar. Si este adivina, gana una bolita; si no, pierde una. El niño del que hablo ganaba todas las bolitas de la escuela. Tenía por supuesto un procedimiento: se fundaba en la observación de la mayor o menor astucia de los contrarios. Por ejemplo, el contrario es un imbécil. Levanta la mano y pregunta: ¿son pares o impares? El niño dice impares y pierde. pero gana la segunda vez, porque reflexiona: en la primera jugada el tonto puso un número par y su pobre astucia apenas le alcanza para poner impares en la segunda; apostaré que son impares. Apuesta y gana. Con un adversario algo menos tonto, hubiera razonado así: este, para la segunda jugada, se propondrá una mera variación de pares e impares, pero enseguida pensará que esta variación es demasiado evidente y, finalmente, se resolverá a repetir un número impar; apostaré a impar. Apuesta y gana. Ahora, ¿en qué consistía el procedimiento de este niño a quien llamaban afortunado sus compañeros? Consistía - dije - en la identificación de su inteligencia con la del contrario. - Así es - dijo Dupin - y cuando le pregunté como lograba esa identificación, me respondió: cuando quiero saber lo inteligente, lo estúpido, lo bueno, lo malo que es alguien, o en qué está pensando, trato de que la expresión de mi cara se parezca a la suya y luego observo los pensamientos y sentimientos que surgen en mí. Esta contestación

del niño contiene toda la sabiduría que se atribuyen La Rochefoucauld, La Bruyere, Maquiavelo, Campanella. Y esa identificación-dije depende, si no me engaño, de la precisión con que se adivina la inteligencia del otro. -En efecto-dijo Dupin-, G. y sus hombres fracasan porque nunca toman en cuenta el tipo de inteligencia del adversario; se atienen a su propia inteligencia, a su propia astucia; cuando buscan un objeto escondido, se guían fatalmente por los medios que ellos habrían empleado para esconderlo. En general no se equivocan; su astucia es la del vulgo. Pero cuando la astucia del delincuente difiere de la de ellos, éste, por supuesto los derrota. Así ocurre cuando esa astucia excede a la de ellos, y, a veces, cuando es inferior. Sus principios de investigación no varían; cuando es extraordinario el estímulo, cuando les ofrecen una gran recompensa, exageran las prácticas habituales, sin modificar los principios. Por ejemplo, en el caso del Ministro, ¿Qué variación ensayaron? Ese escrutinio numerado, clasificado y microscópico ¿que es sino la exageración del principio o serie de principios de busca, que siempre ha ejercido el prefecto, en la larga rutina de su deber? Ha postulado que, ante el problema de esconder una carta, todos los hombres recurren, si no precisamente a una cavidad hecha por un taladro, a un subterfugio análogo. Ahora bien los escondrijos de ese tipo corresponden a ocasiones comunes y a inteligencias comunes; pues en todos los casos de ocultación de un objeto, los pesquisadores presumen que ha sido escondido de esta manera, y el descubrimiento depende, no de la perspicacia, sino del mero cuidado, paciencia y perseverancia; y cuando el caso es importante-o lo que significa lo mismo para la policía, cuando, la recompensa es considerable-siempre se descubre el objeto. Por eso dije que si hubieran escondido la carta en el sector pre-

visto por la investigación del prefecto-vale decir, si el método seguido en la ocultación hubiera sido el método seguido en la pesquisa-el descubrimiento habría sido inevitable. El prefecto sin embargo, ha sido burlado; y la causa remota de su fracaso es la suposición de que el Ministro es un imbécil, porque ha logrado fama de poeta. Todos los imbéciles son poetas; así lo siente el prefecto e incurre en una non distributio medii al inferir que todos los poetas son imbéciles. -Pero, se trata del poeta? -pregunté-Son dos hermanos, ambos de renombre en las letras. Entiendo que el ministro ha escrito sobre el cálculo diferencial. Es matemático, no poeta-Usted se equivoca. Lo conozco bien: es ambas cosas. Como poeta y matemático habría razonado bien. Como simple matemático no habría razonado, y estaría meced del prefecto. Esas opiniones-le dije-contradicen la experiencia del mundo. Siempre se ha pensado que la razón matemática es la razón por excelencia.

-Il y a parier-dijo Dupin, citando a Chambort-que toute idee publiee, toute convention recue est une sottise, car elle a convenu au plus grand nombre. Concedo que los matemáticos han hecho todo lo posible para divulgar ese error. Con un arte digno de mejor causa, han introducido el término análisis en el álgebra. En este caso particular, los responsables somos los franceses; pero si las palabras tienen alguna importancia, si el uso les da algún valor, análisis tiene tanto que ver con álgebra como en Latin ambitus con ambiviación, religio con religión, homines honesti con un conjunto de hombres honestos. -Ud. va a tener una polémica-dije-con todos los algebristas de París, pero continúe.

-Niego la validez y, por consiguiente, el valor de una razón que se cultiva de una manera que no sea la abstractamente lógica. Las ma-



temáticas son la ciencia de la forma y de la cantidad; el razonamiento matemático no es otra cosa que la lógica aplicada a la observación de la forma y de la cantidad. El error consiste en suponer que las verdades de lo que llamaremos álgebra pura, son verdades abstractas o generales. Y este error es tan evidente que me asombra la unanimidad con que ha sido aceptado. Los axiomas matemáticos no son axiomas de verdad general, lo que es verdad respecto a las relaciones de forma y cantidad suele ser falso respecto a la ética, por ejemplo. En esta última ciencia es generalmente incierto que la suma de las partes sea igual al todo. En Química el axioma falla también. Falla en la consideración de motivos; pues dos motivos, cada uno de un valor dado, no tienen necesariamente, cuando se les une, un valor igual a la suma de sus valores individuales. Hay muchas otras verdades matemáticas que solo son verdades dentro de los límites de la relación. Pero el matemático infiere, de sus verdades finitas, todo un sistema de razonamientos, como si esas verdades fueran de aplicabilidad general, según la opinión de la gente. Bryant en su muy erudita Mitología, menciona una equivocación análoga cuando dice que "aunque las fábulas paganas no son creídas, lo olvidamos continuamente y sacamos conclusiones de ellas". Los algebristas todavía más equivocados, creen en sus fábulas paganas y sacan conclusiones, no tanto por un defecto de su memoria, como por inexplicable confusión mental. En una palabra, no he conocido un algebrista que pudiera alejarse sin riesgo del mundo de las ecuaciones o que no profesara el clandestino artículo de fe de que  $(a+b)^2$  es incondicionalmente igual a  $a^2 + 2ab + b^2$ . Diga Ud. a uno de esos caballeros, que en ciertas ocasiones,  $(a+b)^2$  puede no equivaler estrictamente a  $a^2 + 2ab + b^2$ , y antes de acabar su explicación eche a correr

para que no lo destroce.

-Quiero decir-prosiguió Dupin-que si el ministro hubiera sido un simple matemático,el prefecto no mehabría entregado ese cheque.Yo sabía,sin embargo,que era matemático y poeta,y me atuve a esa doble capacidad.Lo conocía como cortesano,tambien,y como un audaz intrigante.Un hombre así,pensé,no podía ignorar los métodos habituales de la policia.No podía no prever los atracos a que sería sometido.Tiene que haber previsto,reflexioné,los secretos exámenes de su casa.Comprendí que sus frecuentes ausencias eran deliberadas el propósito era facilitar los registros,convencer a la policia de que la carta no se hallaba en su casa.Comprendí que D.había seguido un razonamiento análogo al mío sobre los invariables principios de la policia para buscar objetos ocultos.Ese razonamiento le haría desdeñar todos los escondrijos posibles.No podía ignorar que los rincones más intrincados y remotos serían evidentes a los ojos,a las sondas,a los barrenos y a los microscopios del prefecto.Vi que la necesidad y la reflexión le aconsejarían el empleo de un recurso muy simple. -Hay un juego de niños-continuó Dupin-que se juega con un mapa.Un jugador pide a otro que encuentre una palabra determinada-el nombre de una ciudad,de un río,de un estado o de un imperio-,una de las palabras que registra la abigarrada y confusa superficie del mapa.El novicio trata de confundir a su adversario eligiendo nombres impresos en letra diminuta.Pero los expertos eligen palabras impresas en enormes letras.Estas,de tan evidentes que son resultan imperceptibles.Tal vez,ante el problema de la ocultación de la carta,el Ministro había seguido un criterio análogo. Una mañana me puse unos anteojos ahumados y me presenté en casa del Ministro.Lo encontré bostezando,haraganeando y fingiendo tedio.

s, quizá el hombre más enérgico de París, pero solo cuando nadie lo ve. Para no ser menos, me quejé de la debilidad de mi vista y deploré la necesidad de usar anteojos. Mientras tanto, examiné, cautelosamente la pieza. Examiné con atención especial una gran mesa de trabajo en la que había una carta, unos papeles, uno o dos instrumentos musicales y algunos libros. Ahí, sin embargo, nada suscitó mis sospechas.

Mis ojos, ya recorrido todo el cuarto, dieron con una miserable tarjetera de cartón, que pendía de una cinta azul, sobre la chimenea. En esa tarjetera, que tres o cuatro compartimientos, había unas cuantas tarjetas de visita y una sola carta. Esta última estaba arrugada y manchada. Estaba casi partida en dos, por la mitad; como si alguien hubiera querido romperla y luego hubiera cambiado de propósito. Tenía un gran sello negro, con el membrete de D. muy visible y estaba dirigida, con diminuta letra de mujer, al mismo D. Estaba metida de un modo negligente, casi desdeñoso en uno de los compartimientos superiores. Apenas miré esa carta comprendí que era la que buscábamos. Es verdad que difería totalmente de la que había descrito el prefecto. El sello no era ni pequeño ni rojo, ni ostentaba las armas de la familia de S.: era grande y negro con el membrete de los D. El sobre estaba dirigido al Ministro, con diminuta letra de mujer; el de la carta original estaba dirigido a una persona de la casa reinante, con ostentosa letra de hombre; solo coincidía el tamaño del sobre. Pero lo simétrico de esas diferencias, era excesivo; las manchas, lo roto y sucio del papel, tan incompatibles con las costumbres metódicas del Ministro y tan sugestivas de un propósito de insinuar al observador la total insignificancia del documento; estas cosas, digo, y su deliberada exhibición a la vista de todos,

corroboraron mis sospechas. Prolongué mi visita y, mientras discutía con D. un tema que invariablemente le interesaba, no dejé de observar la carta. Aprendí de memoria su apariencia y disposición en el tarjetero; ese exámen intermitente me permitió descubrir un detalle que eliminó mis últimas dudas. Vi que los filos del papel parecían muy chafados. Tenían la apariencia de un papel rígido cuyos dobleces han sido invertidos. Este descubrimiento me bastó. La carta había sido dada vuelta como un guante, de adentro para fuera. Le habían puesto una nueva dirección y un nuevo sello.

Saludé al Ministro y me fui olvidando sobre la mesa una caja de oro, para rapé. Al día siguiente fui a buscarla y renovamos la conversación de la víspera. Bajo la ventana, en la calle, sonó un disparo, seguido por gritos de terror. D. se precipitó a la ventana, la abrió y miró hacia la calle; aproveché ese instante para cambiar la carta del tarjetero por un facsímil que había preparado en casa.

El tumulto había sido ocasionado por un hombre con un fusil; había hecho fuego en medio de la calle. Probó sin embargo que el arma estaba descargada y le permitieron que siguiera sus caminos como a un lunático o a un ebrio. Al poco rato me despedí. El supuesto lunático era, naturalmente un empleado mío.

-Pero ¿qué propósito tenía Ud.- pregunté- para reemplazar la carta por un facsímil? no hubiera sido mucho más simple apoderarse de ella en la primera visita?

-El Ministro- replicó Dupin- es inescrupuloso y valiente. Además no carece de servidores fieles. El acto que Ud. me sugiere podía haberme costado la vida. Otros fines me obligaban a ser prudente. Ud. conoce mi tendencia política: en este asunto he obrado como partidario de la dama comprometida. Durante 18 meses el Ministro la ha tenido

en su poder. D. ignora que le han sacado la carta y continuará con sus exigencias. El mismo será, de ese modo, el artifice de su ruina política. Su caída, además, no será más abrupta que torpe. Es muy común hablar del *facilis descensus averni*; pero en todas las cuestas, como la Catalani dijo del canto, es más arduo bajar que subir. En este caso, no tengo simpatía ni piedad por el que desciende. Es el *monstrum horrendum*, es el hombre genial, inescrupuloso. Confieso, sin embargo, que me gustaría ver su reacción cuando, desafiado por la persona a quien el prefecto llama "de la más encumbrada categoría" se vea obligado a abrir la carta que he dejado en el tarjetero.

-¿Cómo? ¿Ud. no dejó un sobre vacío? --No, eso hubiera sido injurio so. D., en Viena, me jugó una mala jugada y yo le dije, con todo buen humor que no la lovidaría. Pensé que le interesaría conocer la identidad de la persona que lo había derrotado; le dejé un indicio. D. conoce mi letra; me limité a escribir, en medio de la página, estas palabras:

-Un dessein si funeste,

S'il n'est digne d'Atrée, est digne de Thyeste.

Pertenecen a la Atrea, de Crebillon.

(Collected Works, 1850)

## APENDICE VI, LECTURA 4

## METODO DEL DISCURSO CIENTIFICO

Los artículos científicos tienen una importancia primordial dentro de la actividad científica, porque constituyen el medio de expresión y de comunicación de los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que ponen de manifiesto las orientaciones y tendencias que se destacan en la investigación. La redacción de su texto es la parte final y, en cierto modo, culminante del trabajo de investigación. Desde luego, para que los resultados obtenidos en una investigación sean conocidos, es indispensable que sean comunicados, es indispensable que sean comunicados a los otros investigadores que trabajan en el mismo campo. Por lo tanto, el discurso científico es el instrumento a través del cual se consigue el reconocimiento objetivo de los resultados logrados. Además es también el medio para que los nuevos conocimientos se incorporen efectivamente en la ciencia. En épocas pasadas llegó a ocurrir, con cierta frecuencia, que algunos resultados obtenidos después de tenaces y fructuosos trabajos de investigación, no se incorporaron de inmediato al conocimiento científico debido a la defectuosa exposición que de ellos hicieron sus autores o por haberlos publicado en revistas inaccesibles para la mayoría de los investigadores interesados. O sea en otras palabras, que dichos resultados fueron ignorados por los demás—y por lo tanto, no traspusieron propiamente el dominio de lo subjetivo—porque no pudieron ser comunicados eficazmente y, por ende, no se transmitió objetivamente la información en cuestión. En consecuencia, dichos resultados sólo fueron conocidos realmente hasta mucho tiempo después, o bien tuvieron que esperar hasta que otros investigadores los obtuvieran de nuevo en forma independiente.

hora bien, no obstante que el propósito fundamental de todo discurso científico es la comunicación, por desgracia hay un gran número de artículos científicos que no parecen haber sido escritos con ese propósito. En rigor, la inmensa mayoría de los autores no se preocupa de exponer correctamente sus resultados. Y, lo que es más grave todavía, incluso cuando el artículo parece estar bien presentado, al hacer un examen riguroso de sus expresiones se pone de relieve que el autor pretende tranquilamente que sus lectores acepten, sin objeciones, una multitud de supuestos tácitos y de argumentos complicados expuestos en forma incompleta, como si la brevedad fuese garantía de la validez de su exposición. A este respecto, una preparación más completa en lógica y filosofía de la ciencia permitiría que los científicos asumieran una actitud crítica en relación con la manera de exponer los resultados de sus investigaciones. El cultivo de la crítica rigurosa es imprescindible en todo el curso de la realización de una investigación y, por ende, debe mantenerse estrictamente en la presentación de los resultados de la misma. Pero, de un modo absurdo, de hecho se deja a los investigadores que encuentren por su propia cuenta las formas de pensar y de expresarse. Debería haber una preparación más profunda en la metodología—y particularmente, en la metodología del discurso científico—, para que los investigadores estuvieren en condiciones de adoptar y practicar una actitud crítica, con conocimiento de causa, respecto a la manera de exponer sus resultados. Sería recomendable que el futuro investigador científico tuviera oportunidad de hacer personalmente análisis críticos de trozos selectos de los clásicos de la investigación científica, bajo la dirección orientadora de filósofos de la ciencia. En todo caso, se le debería enseñar los mé-

todos y las formas de exposición utilizados por los grandes investigadores. En este sentido, el humanista lleva la ventaja de que en sus estudios tiene necesidad de leer, por lo menos, algunos textos clásicos; mientras que el científico rara vez lo hace, entre otras cosas, porque se considera que le basta aprender los conocimientos en los textos escolares.

El valor de un artículo científico depende tanto de los nuevos materiales que se aportan o sea, de su contenido como de la presentación que se les da - esto es, de su forma. En realidad, no solamente una estrecha relación entre la forma y el contenido de un discurso científico, sino que ninguna investigación puede considerarse terminada rigurosamente antes de que se le haya dado una forma adecuada para exponerla. Un artículo científico será mejor en la medida en que se haya logrado conjugar armoniosamente un contenido valioso con una forma correcta y una presentación convincente. La exposición del trabajo realizado y la mostración del material influyen decisivamente en la impresión que produce y, en consecuencia en el interés que suscita de inmediato. Es indispensable que la exposición sea siempre directa, y esto debe acentuarse más todavía en todo aquello que se considere medular. Los conceptos expuestos deben ser fácilmente inteligibles y las oraciones deben tener un significado inequívoco, de tal manera que la exposición entera sea suficientemente clara y precisa. Al mismo tiempo, deben eliminarse las palabras y frases superfluas y solo deben hacerse repeticiones cuando resulten indispensables para la comprensión, debiendo huirse sistemáticamente de las vaguedades, las exageraciones y las expresiones incompletas. También debe tenerse un cuidado esmerado para que el artículo sea breve, conciso, sin detalles innecesarios y sin



referencias extensas sobre aspectos particulares o incidentales. Por lo tanto, el artículo debe inscribirse en forma densa y sintética, pero sin que por ello quede trunca ninguna parte indispensable. Las cuestiones marginales y los asuntos secundarios deben ser reducidos al mínimo y, si es posible, deben ser eliminados por completo. Es relativamente fácil alargar un escrito o una comunicación; en cambio la abreviación es mucho más difícil, ya que requiere de un proceso crítico consciente para acortar y seleccionar, sin que se pierda o se esfume lo que es realmente importante. Además, la eliminación del material innecesario permite destacar en todo su valor los caracteres fundamentales; ya que, como ocurre en las esculturas en relieve, conviene dar volumen y contraste a lo importante, sobre el fondo subordinado. No obstante, siempre hay que tener presente que la brevedad, por sí sola, no garantiza la comprensión, ni menos, la validez de un discurso científico. En todo caso la claridad jamás debe ser sacrificada en aras de la concisión.

Lo primero que se debe establecer claramente, antes de emprender la redacción del artículo es el plan general de la exposición. Desde luego, la estructura del plan debe corresponder a su consecuencia lógica. Antes de intentar la redacción, se debe tener a la mano el material completo, incluyendo las referencias bibliográficas, las ideas fundamentales que motivaron el trabajo, los antecedentes utilizados, los resultados conseguidos y las conclusiones obtenidas. Entonces se vuelven a leer todas estas notas, haciendo las reordenaciones necesarias y suprimiendo las repeticiones eludibles. En seguida se escribe un bosquejo en que se resume el contenido en su conjunto, con lo cual se tendrá una especie de esqueleto del trabajo. Después se desarrollan los puntos principales en extenso. Luego

se revisa su coherencia lógica y su ordenación convincente, suprimiendo los enlaces inoperantes, acentuando las relaciones pertinentes y procurando la consecuencia rigurosa entre los elementos desarrollados. Entonces se emprende la elaboración escrita propiamente dicha.

.....

Las partes principales de un discurso científico son: la introducción; la tesis, que comprende la exposición del material y los métodos empleados, junto con la descripción de los experimentos y las demostraciones ejecutados; la enunciación de los resultados; la discusión de los mismos; la formulación de las conclusiones y el resumen. Desde luego el título general debe denotar precisamente el tema de la investigación realizada y expresar claramente su objetivo; por lo tanto, debe ser informativo y conciso a la vez, siempre que esto último sea compatible con la expresión clara de la función que desempeña. Los subtítulos facilitan la presentación lógica del material, permiten destacar las partes y ayudan a romper la monotonía de la exposición. Tanto el título general como los subtítulos son los que llaman primero la atención del posible lector, quien al recibir un nuevo ejemplar de una revista, comienza por examinar el índice y, luego echa una ojeada rápida a sus páginas. De esta manera es como empieza a seleccionar el artículo o los artículos que llaman su atención..... Ahora bien para practicar la selección de lo que va a leer, el investigador se basa primordialmente en el tema del artículo, expresado en su título, y en el resumen que de él se hace, ya sea en la misma revista o en algún boletín bibliográfico. Es más, como los títulos y los resúmenes aparecen en algunas revistas y en todos los boletines bibliográficos en algunos de los idio-

mas más conocidos, entonces, casi siempre su información es la que resulta decisiva para conocer después el artículo en su integridad; ya sea porque el investigador pueda hacer directamente su lectura o porque tenga manera de hacer que se lo traduzcan. Por lo tanto debe ponerse un cuidado esmerado en la redacción del resumen. Desde luego, un resumen bienhecho suscita el interés y estimula la lectura del artículo completo. Por supuesto, el resumen debe ser efectivamente breve y, al mismo tiempo, tiene que dar una noción muy precisa de la parte fundamental del artículo. Además los resúmenes son muy valiosos porque facilitan en gran manera la publicación de fichas analíticas en los boletines bibliográficos. Para elaborar el resumen es indispensable tener a la vista el artículo ya terminado, escogiendo así los puntos medulares y resumiéndolos en la forma más condensada posible. Luego se organizan adecuadamente estas síntesis parciales, para escribirlas conjuntamente con la mayor precisión y en la forma más sucinta. En el resumen se deben recapitular las observaciones, principio y resultados de la investigación, incluyendo siempre datos muy concretos y hechos importantes. Indudablemente es indispensable que contenga la enumeración de los resultados y las conclusiones principales, ya sean positivas o negativas. Algunas veces es conveniente que en el resumen se exprese también el propósito de la investigación y el método empleado en ella, siempre de manera compendiada.

.....

En primer lugar, se deben expresar exactamente las razones y propósitos del trabajo realizado, indicando las lagunas o hiatos del conocimiento que se intentan llenar, los pasos de avance que se considere haber dado, y la interpretación o explicación que se trata

de formular. En todo caso, el problema abordado se debe plantear y exponer con gran claridad. Una vez planteado y expuesto el problema, se requiere hacer una revisión de los esfuerzos realizados anteriormente, señalando explícita y precisamente cuáles hallazgos se tomaron como base de la investigación y cuáles se desecharon por considerarlos erróneos o no se utilizaron por ser impertinentes para el caso en cuestión. También se exponen las limitaciones advertidas en los experimentos y las demostraciones previas, reinterpretando los resultados a la luz de los nuevos conocimientos y haciendo una estimación crítica de las aportaciones anteriores. Ahora bien, desde la introducción es indispensable hacer citas o referencias bibliográficas que remitan al lector a las fuentes utilizadas en la ejecución del trabajo. La cita bibliográfica constituye una parte integrante de la prueba científica de una investigación y es, además un elemento indispensable de su estructura lógica. Por lo tanto, las referencias nunca deben remitir a fuentes secundarias ni tampoco deben ser indirectas. Solamente en los casos excepcionales en que no se haya podido tener acceso a las fuentes directas.... Por otra parte, las referencias bibliográficas deben estar relacionadas directamente con el problema tratado, y el investigador debe limitarse a incluir únicamente las que sean estrictamente indispensables, sin pretender multiplicarlas para hacer alarde de erudición o para dar la impresión de que sus lectores ignoran por completo el tema tratado. Por lo demás, se preferirán siempre las citas de los trabajos importantes más recientes en las cuales se impliquen o se resuman las referencias anteriores y se haga una estimación crítica de ellas..... Al iniciar la exposición de la tesis propiamente dicha, se debe señalar el móvil

directo de la investigación y las posibilidades tomadas en cuenta para emprenderla. Luego viene la formulación de la hipótesis y de un esbozo de los planes establecidos para someterla a prueba. Después se presentan los hechos nuevos que se hayan encontrado, lo mismo que los procedimientos de aplicación práctica o las relaciones generales que se hayan descubierto, estableciéndolos de modo objetivo. A la vez, se exponen en forma clara y sintética los resultados de las investigaciones originales que se hayan ejecutado. En seguida se resumen en forma completa los hechos concernientes al problema planteado, para estar en condiciones de inferir conclusiones valiosas y legítimas. Estos antecedentes se deben presentar en una ordenación lógica correcta y conducente al planteamiento preciso del problema y al acotamiento del mismo. Después de esta recolección de la información y las experiencias y trabajos anteriores que sirven de base al artículo, debe venir la descripción de las características de los elementos y materiales empleados. A continuación se tiene que hacer una relación suficientemente clara y detallada de los experimentos propios o demostraciones del autor, que constituyen la parte medular del trabajo de investigación.

Al mismo tiempo, es indispensable revisar esmeradamente los resultados por medio de comprobaciones adecuadas, probando cuidadosamente todas las operaciones ejecutadas, criticando los datos, verificando reiteradamente las cifras y los cálculos matemáticos y examinando atentamente las tablas, gráficas e ilustraciones utilizadas. Las tablas deben presentar en forma condensada y fácilmente comprensibles los datos importantes, mostrando directamente las relaciones entre los elementos presentados; además dichas tablas deben ser explicativas y no constituir meros catálogos de observa-

ciones o datos. Las gráficas tienen por objeto la presentación conjunta de datos, para que puedan ser captados de un modo simple y directo, ayudando así de manera importante a la comprensión de los propios datos, de sus relaciones y de sus consecuencias. Por su parte, las ilustraciones tienen que ser precisas y explícitas, ofreciendo imágenes claras y simples, de manera que solo requieran un mínimo de aclaraciones.

Los resultados obtenidos deben ser formulados en forma rigurosa y completa, antes de pretender establecer alguna interpretación sobre ellos. Por lo tanto, no se ha de sacrificar en nada la objetividad del hecho observado o del resultado obtenido, en favor de una interpretación determinada, por más atrayente u obvia que pueda parecer. Así debe hacerse una exposición clara y ordenada de los aspectos de la investigación que han resultado positivos, negativos o dudosos, cuando de ellos se desprendan enseñanzas aprovechables. Esto es, que se deban exponer los resultados verificados que se hayan encontrado, haciendo una relación detallada de cada uno de ellos y de los aspectos en que se hayan puesto de manifiesto.... También es indispensable exponer la metodología utilizada, lo mismo que las técnicas, aparatos, instrumentos y en general todos los procedimientos prácticos y teóricos que se hayan empleado.... En fin, lo que es fundamental es que las observaciones, experiencias y razonamientos se expongan con la precisión y latitud suficientes para que puedan ser verificados de nuevo; es decir de tal manera que cualquiera otro investigador que trabaje en el mismo campo científico, tenga todos los elementos y conozca completamente las condiciones para poder repetir la investigación y comprobarla.

En la discusión que sigue inmediatamente a la descripción de los

resultados obtenidos, se debe hacer una reproducción abreviada, pero bastante explícita, del proceso lógico que lleva de los datos iniciales a las conclusiones. Por consiguiente, se deben salvar los pasos secundarios que carezcan de interés especial en el conjunto, lo mismo que los tanteos infructuosos, para describir el trabajo final de comprobación siguiendo la línea que resultó fructuosa. Ahora bien, lo que imparte vertebración a un trabajo científico es la hipótesis o grupo de hipótesis utilizadas durante la investigación. Desde luego, un trabajo que careciera de hipótesis resultaría inadmisibles, aun cuando la investigación se hubiera llevado al cabo en forma correcta en otros aspectos. Es más, en rigor, ni siquiera es posible imaginar la realización de alguna investigación científica sin contar con una hipótesis; y, cuando se tiene la apariencia de que así sucede, lo que realmente ocurre es que se estarán empleando implícitamente—o peor aún, incoscientemente—ciertas hipótesis. Otro defecto grave en una investigación es el de formular inicialmente algunas hipótesis sin llegar después a establecer conclusión alguna acerca de ellas; o sea, que al terminar el trabajo quedan tal y como estaban al principio, en calidad de hipótesis. En todo caso es, es necesario comprobar que las hipótesis se encuentren bien fundadas y sirvan realmente a la investigación emprendida. También es preciso asegurarse de que no se presenten hipótesis ya conocidas como si fueran nuevas, o lo que es peor, de que en el caso de utilizar esas hipótesis ya conocidas no se diga cuándo y cómo han sido empleadas antes. Todas las hipótesis utilizadas deben ser establecidas explícitamente y, por lo tanto, se debe excluir rigurosamente el empleo de hipótesis implícitas. Tampoco se deben formular hipótesis ad hoc para cada paso que se da en la investigación, porque

entonces se obtienen explicaciones tan singulares que realmente no explican nada. Por lo demás, es indispensable que en el curso del trabajo se demuestre, rectifique o deseche efectivamente la hipótesis utilizada; o que, por lo menos, se contribuya de manera cierta a su demostración, su modificación o su refutación. Nunca hay que olvidar que la interpretación racional de los hechos concretos requiere que entren en acción todos los conocimientos, la experiencia, la capacidad y la imaginación científica del investigador. Desde luego, la interpretación debe incluir todas las implicaciones inmediatas y mediatas que ofrezcan los resultados de la investigación realizada, hasta donde lo sea posible advertirlas al investigador. Además la interpretación se debe hacer sobre bases sólidas y tiene que ser establecida rigurosamente, sin pedir a los resultados más de lo que efectivamente pueden dar.... La demostración es el enlace de los nuevos conocimientos con el conjunto de los conocimientos anteriores, mismo que debe quedar expresado claramente en el discurso científico. Una vez lograda la demostración, es posible partir de cualquiera de los elementos del sistema de conocimientos de una disciplina para llegar a cualquiera otro de esos elementos, ya sea directamente o a través de una concatenación de inferencias. Así mediante la demostración se consigue explicar unos conocimientos por medio de otros, y recíprocamente; de tal manera que un nuevo conocimiento se prueba racionalmente con fundamento en el sistema de los conocimientos anteriores. Sin embargo, a pesar del rigor que se emplee en una demostración racional, nunca se obtiene así una comprobación plena y objetiva del conocimiento.... En rigor la única demostración objetiva de un conocimiento es la que se logra mediante su verificación en la experiencia. Entonces es ineludible



hacer siempre un análisis objetivo y concreto de los hechos; descubrir las conexiones internas entre todos sus aspectos y elementos integrantes; poner de manifiesto las vinculaciones e influencias recíprocas con otros hechos y examinarlas cuidadosamente. Comprobar reiteradamente en el experimento todo lo que haya sido reconstruído, generalizado y explicado racionalmente, con base en los experimentos anteriores; y profundizar y ampliar constantemente la investigación, porque el conocimiento científico es siempre inagotable. Por consiguiente, cuando los enlaces racionales que constituyen una demostración quedan comprobados por la experiencia, entonces a su racionalidad se agrega la objetividad. Por ello es muy importante que, en la exposición de los resultados obtenidos en una investigación, se diga expresamente si las demostraciones han sido comprobadas objetivamente o si se han establecido unicamente dentro del dominio racional.

Una vez expuestos con detalle los experimentos, observaciones y demostraciones pertinentes, junto con sus correspondientes interpretaciones, llega el momento de establecer las conclusiones en forma sucinta y clara. La inferencia de las conclusiones se debe hacer con todo rigor y con estricta honestidad científica. Siempre hay que volver a verificar, una y otra vez, que las conclusiones correspondan realmente a los resultados obtenidos y que se hayan establecido mediante un procedimiento legítimo. Hay que saber discriminar con acierto entre lo que aparece como plausible y lo que sucede en realidad; porque es fácil creer encontrar lo que se quisiera hallar o, bien, confundir lo que apenas son indicios inciertos con resultados definidos. En suma se deben evitar los prejuicios y omitir todo lo que sea producto de ellos, separando cuidadosamente lo

o objetivo de lo subjetivo. Únicamente se deben formular conclusiones fundadas en conocimientos bien establecidos con anterioridad, o en conocimientos incluidos explícitamente en la investigación expuesta. No se deben poner en duda ni someter a discusión las cuestiones científicas fundamentales o los principios y leyes generales, a menos que se tengan efectivamente elementos suficientes para hacerlo. Las conclusiones representan la culminación lógica del trabajo y, por ende, se debe tener especial cuidado de que no se pierda o debilita en ellas la consecuencia lógica del conjunto. Además las conclusiones deben ser concretas, convincentes, claras, ordenadas, precisas y concisas. Las conclusiones no deben contener nada más que las implicaciones legítimas de la investigación realizada, pero tampoco nada menos. Entonces, se debe ser exclusivamente prudente en la extracción de las conclusiones; pero cuando realmente haya motivo que lo fundamente, no hay que tener temor alguno, sino que se debe tener la osadía de reconocer lo nuevo, por desconcertante que pueda parecer. Sin embargo, salvo que se encuentren bases suficientes para ello, hay que huir de las conclusiones demasiado categóricas y de las generalizaciones exageradas. Es preciso adoptar muchas precauciones para el establecimiento de concatenaciones causales, tanto respecto a las supuestas causas como a los pretendidos efectos.

.....

Casi está por demás decir que aquí solamente hemos intentado esbozar en que consiste el método del discurso científico, para destacar su importancia y apuntar la necesidad de tratarlo ampliamente, con base en un análisis penetrante de las comunicaciones escritas por los investigadores más fructuosos... La única manera de aprender es... mediante la práctica reiterada y reflexiva .

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-ANDION, BELLER Y DIETERICH. GUIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA.  
UAM. 2ª Ed. México, 1983.
- 2.-Díaz Barriga.-Didáctica y Curriculum. Ediciones Nuevomar. México,  
1984.
- 3.-Fedoseev.-Metodología del Conocimiento científico. Ed. de Ciencias  
Sociales de la Habana, Cuba, 1978.
- 4.-Gortari Eli.-Método Dialéctico.-Ed. Grijalbo, México, 1970.
- 5.-Harré, R...-El Método de la Ciencia.-CONACYT. México, 1980.
- 6.-López de la Rosa L.M. Estrategias para la enseñanza de la Biología  
Experimental. en revisión, Fondo Educativo Interamericano.
- 7.-Moreno, M. y Sastre G.-Aprendizaje y Desarrollo Intelectual.  
Ed. Gedisa, 1ª Ed., México, 1983.
- 8.-Pansza M., E.C. Pérez, y P. Morán.-Fundamentación y Operatividad  
de la Didáctica. México, Ed. Garnika, 1985. texto en prensa.
- 9.-Piaget, J.- Psicología y Pedagogía.-Ed. Ariel Barcelona, 1977.  
-Biología y Conocimiento., Siglo XXI, México, .  
-Explicación en las Ciencias. Ediciones Martínez Roca.  
Barcelona, 1977.  
-A donde va la Educación.-ed. TEIDE. Iª ed. mexicana,  
1983.
- 10.- Rodríguez A., El proceso de aprendizaje en el nivel superior  
y universitario. Revista Colección Pedagógica No. 2, C.E.E.V.  
1977.
- 11.-Taba H. La elaboración del Currículo .-Ed. troquel.
- 12.-Rojas Soriano.-El proceso de investigación científica. Ed. Trilas.