

370.7
5375

Inventario IDEP
749

Instituto para la Investigación Educativa
y el Desarrollo Pedagógico - IDEP



000179

INFORME

LAS SUSTANCIAS
COMO EMERGENCIAS:

DE LA CERTEZA
DEL NÚMERO ATÓMICO
A LA INCERTIDUMBRE
DE LAS INTERACCIONES

80/10/22

PRESENTADO POR:

000732

**ESCUELA
PEDAGOGICA
EXPERIMENTAL**

INVESTIGADORA
PRINCIPAL

CLARA CHAPARRO

INVESTIGADORAS

ROSA MARIA GALINDO
RUBIELA MARTINEZ P.
FABIOLA MORENO
AMPARO OTERO

ASESOR

DINO de J. SEGURA R.

Santafé de Bogotá, D.C.
Noviembre - 1999

**INFORME FINAL
I.D.E.P. y C.E.P.E.**

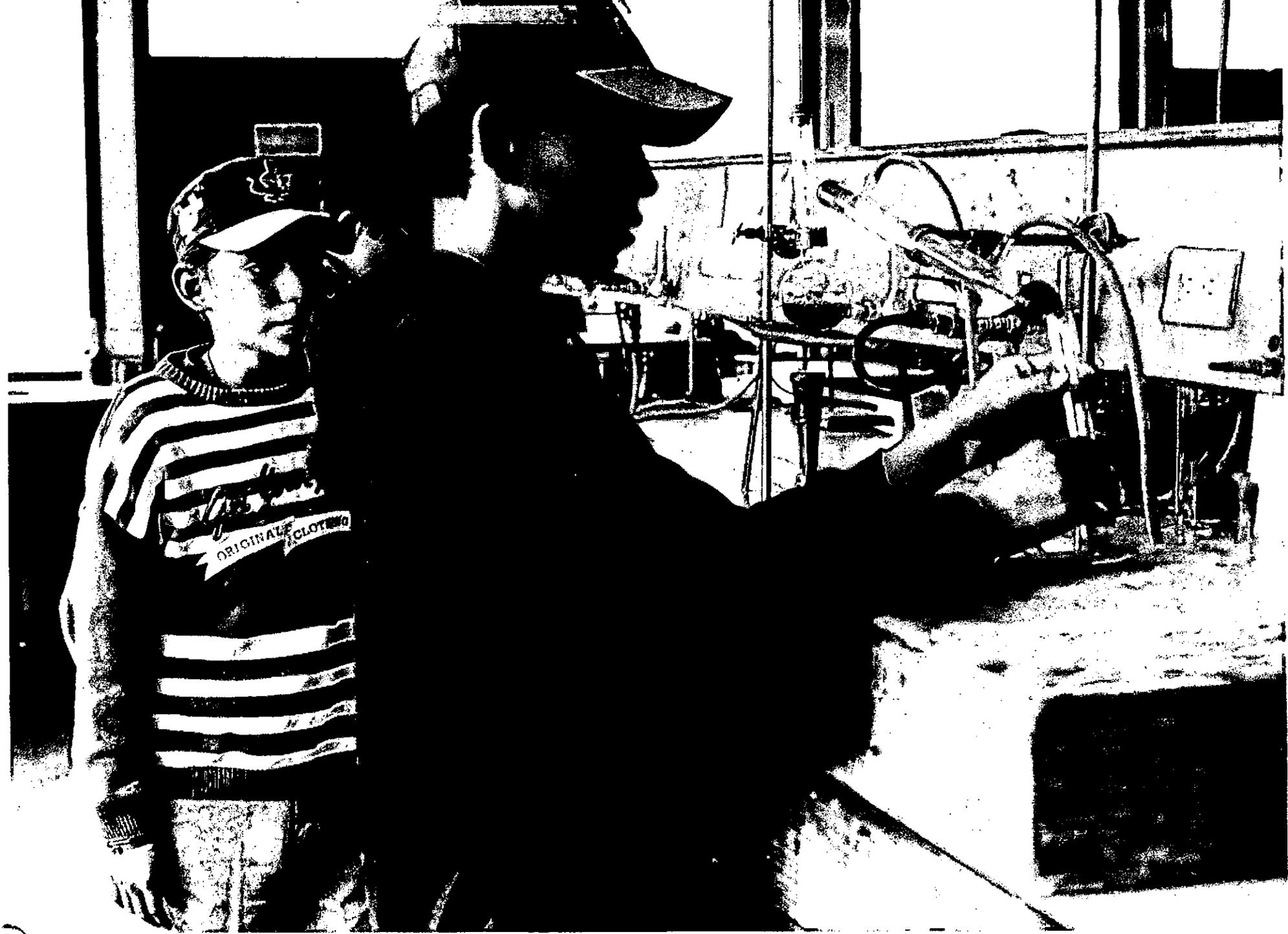
INVESTIGADORAS

Santafé de Bogotá, D.C.
Noviembre - 1999

**LAS SUSTANCIAS
COMO EMERGENCIAS:**

**DE LA CERTEZA
DEL NÚMERO ATÓMICO
A LA INCERTIDUMBRE
DE LAS INTERACCIONES**

**CLARA CHAPARRO
ROSA MARIA GALINDO
RUBIELA MATRTINEZ P.
FABIOLA MORENO
AMPARO OTERO**



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	6
CAPITULO UNO SOBRE EL PROYECTO	9
Planteamiento del problema	9
Metodología	12
Categorías de análisis	14
CAPITULO SEGUNDO ELEMENTOS CONCEPTUALES	16
La certeza del número atómico	16
La incertidumbre de las interacciones	21
Rasgos del pensamiento químico	26
Operatividad	26
Modelación	27

Interacciones	28
Pensamiento lógico	29
Construcción del conocimiento en el aula a través de las ATAs	30
CAPITULO TRES	
SISTEMATIZACIÓN	37
El fenómeno estudiado	37
Descripción del proceso	38
En la Escuela Pedagógica experimental	40
En Centro Educativo Manuel Elkin Patarroyo	43
La construcción de modelos	48
Desde las fuentes bibliográficas	49
Desde las interacciones	56
Desde las explicaciones de los estudiantes	57
Evidencia de otros rasgos del pensamiento químico	61
Operatividad	61
Operaciones lógicas	70
CONCLUSIONES	72
En relación con el equipo de trabajo	72
En relación con las hipótesis del proyecto de investigación	73
En relación con el campo de la enseñanza de la química en nuestro contexto	76
BIBLIOGRAFIA	79

ANEXOS

81

- 1- Modelos sobre el fenómeno de la fermentación
- 2- Modelos de cambio científico
- 3- Artículo para Aula Urbana
- 4- Fichas de trabajo
- 5- Ponencia al Segundo Encuentro Iberoamericana de innovación en el aula en México
- 6- Ponencia al Encuentro de profesores investigadores e innovadores en la enseñanza de la ciencia. ACAC, Santafé de Bogotá
- 7- Flujogramas
- 8- Certificaciones de asistencia a eventos

PRESENTACIÓN

Cuando en 1998 se presentó la posibilidad de conseguir cofinanciación del Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP), ya llevábamos un año de trabajo en la Corporación Escuela Pedagógica Experimental (C.E.P.E), participando en seminarios, lecturas, discusiones del Grupo de Fomento a la investigación, que buscaban propiciar en las docentes reflexiones sobre la labor diaria en el aula. En Febrero de 1998 el grupo se consolidó alrededor de la problemática sobre la enseñanza de la química y se abordó la construcción del proyecto: “Las Sustancias como Emergencias: De la Certeza del número Atómico a la Incertidumbre de las Interacciones”, con el deseo de realizar otras formas de comprender el mundo de las sustancias.

De acuerdo con Manfred Max Neef (1998) comprender aquí no implica describir y explicar como parte del conocimiento, comprender es algo más profundo y no tiene que ver con la ciencia, sino tal vez con la percepción profunda, con la capacidad de vivir integrados a.

En este contexto no podemos continuar suponiendo que estamos aquí y allá afuera hay algo que se llama química, que estamos aquí y existe afuera algo, que se llama materia. En el mundo del describir y del explicar, que es el mundo del conocimiento, estamos acostumbrados a detectar y plantear problemas y soluciones.

Pero en el ámbito del interactuar con el conocimiento, hay transformaciones, de las cuales somos parte y de las cuales no podemos desligar la carga subjetiva de quienes construimos la investigación.

Esta es la perspectiva que guió el desarrollo del trabajo de investigación, realizado por maestras de educación básica secundaria del área de química del Distrito Capital. Los hallazgos que arrojó la investigación tienen que ver con dos aspectos : Uno, relacionado con la metodología de las ATAs y sobre el cual había inquietud por que no se sabía si era pertinente en un contexto diferente al de la Escuela Pedagógica Experimental (donde surge y se aplica esta metodología en la enseñanza de las ciencias), como es el Centro Educativo Distrital Manuel Elkin Patarroyo. Consideramos que los resultados obtenidos fueron positivos tanto en el ambiente educativo, como en el conocimiento. El Segundo aspecto, tiene que ver con el conocimiento en la disciplina química y al respecto la investigación proporcionó evidencias significativas que sustentan los cuatro rasgos que el equipo planteó sobre el pensamiento químico: Operatividad, Modelización, Interacciones y Pensamiento Proporcional.

El presente informe, relaciona los aspectos anteriores y consta de cuatro capítulos: En el primero se encuentra la descripción del problema y la metodología. En el segundo está la fundamentación conceptual acerca de los rasgos del pensamiento químico, (para una mejor comprensión del proceso de desarrollo de la fun-

damentación, sugerimos al lector remitirse a los textos que sobre estos elementos conceptuales aparecen en los documentos del proyecto inicial y del primer informe). El tercer capítulo recoge la sistematización de las experiencias de aula realizadas en dos contextos escolares. Y en el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones del presente trabajo.

Por otra parte se presenta en los anexos el la estrategia de socialización de los proyectos de investigación educativa, que llevó al grupo a presentar el trabajo en diversas instancias, entre otras: El encuentro de maestros investigadores e innovadores organizado por la E.P.E; el encuentro de maestros de la red de ciencias de Suba; El Segundo encuentro Iberoamericano de colectivos escolares que hacen investigación desde su escuela en Ciudad de México y el encuentro de maestros investigadores organizado por la Asociación Colombiana para el avance de la Ciencia A.C.A.C. presentamos en esta ultima parte algunas de las ponencias llevadas a estos eventos así como el artículo elaborado para ser publicado en Aula Urbana del I.D.E.P .

Finalmente, queremos hacer explícito los agradecimientos a todas las personas que de una manera u otra participaron en la construcción de este proyecto, en especial a Juan Carlos Orozco y William Mora, quienes con sus planteamientos, preguntas y sugerencias enriquecieron nuestro marco conceptual, así como a los estudiantes de las dos instituciones escolares que participaron del proceso de investigación.

CAPÍTULO UNO

SOBRE EL PROYECTO

Con el propósito de presentar el contexto en el cual se desarrollo el presente informe, hacemos a continuación una síntesis de lo que constituye para el grupo el problema a investigar y la metodología con la cual se trabajo la investigación. Es necesario aclarar que aun cuando el campo problemático es lo suficientemente amplio, en este trabajo procuramos delimitar las preguntas y los procedimientos, con el fin de realizar las indagaciones más significativas para el equipo y en la medida de lo posible centrar el objeto de esta investigación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____

Consideramos que la enseñanza de la química corresponde por una parte a las concepciones de la química como disciplina científica, y por otra, a las concepciones de aprendizaje

Si la química se considera como la acumulación de los resultados que se han obtenido en los procesos de investigación de problemas químicos, su enseñanza tendrá como meta central el aprendizaje de tales resultados.

Por otra parte, si el aprendizaje es asumido como la repetición y el adiestramiento en la solución de problemas típicos, las actividades escolares que primarán serán la resolución de ejercicios (acertijos, en términos de Kuhn, 1970), la reproducción de experiencias “emblemáticas” de laboratorio y la memorización de nombres de sustancias con sus propiedades y la aplicación mecánica de algoritmos, por ejemplo en la estequiometría.

De la enseñanza de la química así considerada tenemos tres resultados, una imagen deformada de ciencia y en particular de química, una actitud pasiva del estudiante frente a esta disciplina y un fracaso reconocido en el aprendizaje de la química.

En cuanto a la imagen de ciencia, estos métodos conducen a verla como una colección de resultados que son verdades absolutas y definitivas, cuyas fuentes de conocimiento son preponderantemente la autoridad y la tradición y cuyas estrategias están basados en la repetición. Sobra decir que esta imagen riñe con las concepciones actuales de ciencia. Las actitudes que se consiguen con este estilo de enseñanza son las de quien se encuentra respetuosamente ante lo definitivo e inmodificable (la verdad), ante ello lo único posible es tratar de interpretar. Por otra parte, sobran reclamos en cuanto al fracaso de la enseñanza química. En la Universidad Pedagógica Nacional, por ejemplo, el 100% de las tesis de postgrado que se han hecho desde la creación de este programa se justifican en la baja calidad de la enseñanza de la química. Internacionalmente la queja es también frecuente, en su libro, la enseñanza de las ciencias, A. Giordan ya hace más de quince años (1982) llama la atención sobre esta enseñanza nominalista, especialmente en el caso de la química.

Ahora bien, recalquemos que las consecuencias negativas que han resultado de la enseñanza de la química no obedecen sólo a las metodologías y didácticas sino que se derivan fundamentalmente de las *concepciones de disciplina científica* que las soportan. Es así como, si queremos situarnos en una perspectiva de mejoramiento en la calidad de la enseñanza de la química debemos comenzar por redefinir la concepción de la química como disciplina científica. Para nosotros, en vez de considerar la disciplina como una colección de resultados, la concebimos como *un situarse frente al mundo* esto es, como una forma particular de construir la realidad que corresponde a un nivel de organización (Atlan, 1991).

Pero una forma de construir la realidad implica entre otras cosas una manera de pensar, esto determina un conjunto de elementos, las relaciones entre ellos, las reglas que orientan la actividad y las metas concertadas para ella, de una manera parecida a el jugar ajedrez que implica también una manera de pensar. Si se avanza en la constitución de una manera de pensar se avanza en la construcción de una manera de comprender y en una orientación para actuar no para un problema particular sino para la realidad química como totalidad.

En la constitución del pensamiento químico tenemos al menos cuatro elementos:

- La química, como la ciencia moderna, es operatividad, esto es, más allá de la contemplación o de la hermenéutica, la acción que se plantea el químico es intervenir su realidad (Ladriere, 1977).

- Así mismo, el pensamiento químico, como la ciencia contemporánea comparte el pensamiento por modelos, entendiendo este como intermediario, como esquematización del campo concreto que ocupa al químico, cuya estructura es tan simple como se quiera para describirlo. (Ladriere, 1977).
- Ver las propiedades como resultado de las interacciones, en particular, las sustancias como emergencias (Morin, 1977).
- Los pensamientos clasificatorio, proporcional, probabilístico y correlacional, en términos de la escuela de Ginebra (Piaget, 1955).

A partir de la reflexión anterior, el problema puntual que nos ocupa es la deficiente enseñanza de la química. Es por ello que el campo que investigaremos se relacionan con dos aspectos:

(1) explorar la posibilidad de la enseñanza de la química en torno a actividades que afiancen y promuevan el desarrollo del pensamiento químico, y

(2) explorar la posibilidad de aplicar la alternativa didáctica inspirada en las ATAs con el mismo propósito.

El primer aspecto tiene que ver con asuntos tales como:

¿Es posible caracterizar la química como disciplina por un “pensamiento químico”?

¿Es posible desarrollar el pensamiento químico mediante actividades de clase elegidas específicamente para ello?

¿Se logra mediante esta alternativa una mayor comprensión del saber químico?

El segundo aspecto, con exigencias tales como:

¿Es posible mantener una coherencia conceptual en el desarrollo de las actividades de clase?, esto es, mantener una sintonía entre los significados de los alumnos y los significados de las actividades?

¿Es posible mantener una coherencia lógica en el desarrollo de las actividades de clase? Esto es, una sintonía entre la lógica del alumno y la lógica que exigen las situaciones problemáticas que se proponen?

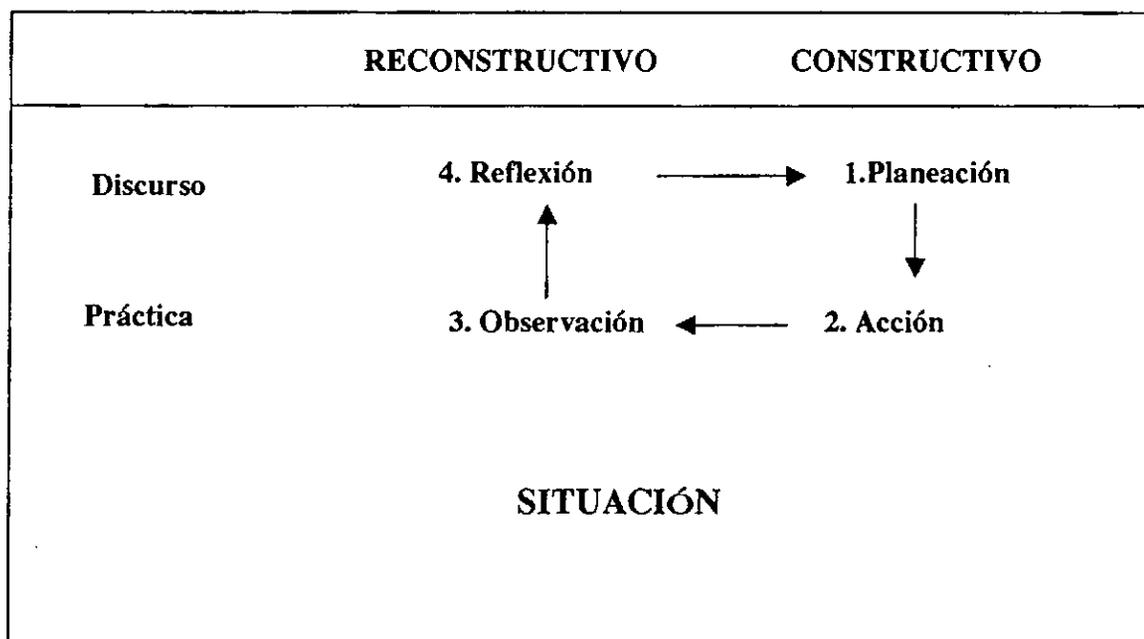
¿Es posible mantener actividades con sentido para los alumnos en la clase de química?

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación se enmarca dentro del enfoque metodológico de Carry Kemmis (1988), es decir, la investigación se realiza desde la perspectiva de la investigación - acción.

En este sentido podemos sintetizar los rasgos que la caracterizan en los siguientes cuadros.

MOMENTOS DE LA INVESTIGACION-ACCION



En relación con los procedimientos seguidos para el logro de los objetivos podemos decir que existen dos niveles de trabajo el primero que tiene que ver con el diseño y puesta en práctica de las actividades para la enseñanza de la química y el segundo con la necesidad de sistematizar la experiencia, con el propósito de iniciar una innovación.

En cuanto al diseño de las actividades, nos basamos en la propuesta de las ATAs, metodología desarrollada en la Escuela Pedagógica Experimental para el área de ciencias. A partir de los rasgos que la constituyen nos propusimos diseñar una alternativa pedagógica en la que los problemas a trabajar en el aula fueron de interés colectivo y se ubicaron en el mundo de la química.

En cuanto a la actividad de sistematización de la experiencia, nos basamos en instrumentos de corte etnográfico tales como la existencia de observadores participantes, el diario de clase, material fílmico y de audio y de los procedimientos de triangulación para la obtención de las interpretaciones del proceso, la triangulación se realizó por una parte entre la maestra y la observadora participante y entre estas y los estudiantes, el cuadro siguiente muestra algunos aspectos que se desarrollaron a lo largo del trabajo.

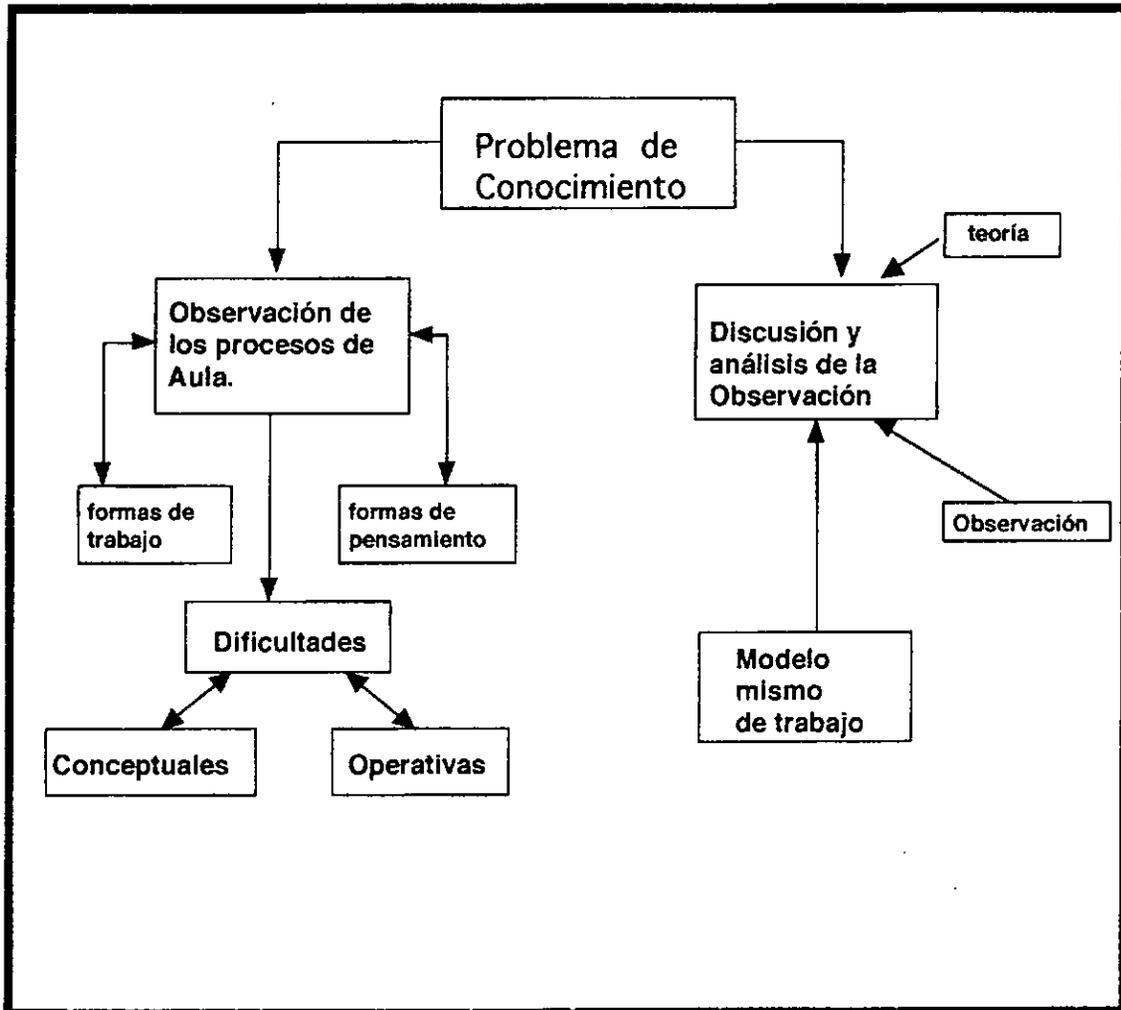
PLANIFICACIÓN	OBSERVACIÓN	REFLEXIÓN	ACCIÓN
-Plan general Requisitos previos. -El problema. Fenómeno a trabajar La fundamentación conceptual -Características de los grupos -Criterios de análisis del Problema. - Focalización.	-Técnicas para la recolección de datos. - Preguntar al grupo clase: entrevistas cuestionarios. Diagramas, cuadernos, escritos. - Observar al grupo clase: video, fotografía. - Analizar el grupo clase : documentos. - Vivir el grupo clase: diario del observador participante.	Conceptos. Categorías de análisis. Cómo: - Validando a través de la triangulación. - Interpretando - Creando. - Documentandose en investigación pedagógica.	Desarrollo de las actividades planeadas por el equipo. Aplicación de las modificaciones propuestas como solución al problema investigado

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Para el análisis e interpretación del material recolectado durante el desarrollo de las actividades de aula establecimos cuatro categorías de análisis basadas en los cuatro elementos del pensamiento químico: Modelos , Interacciones , Operatividad y Pensamiento Proporcional. Con estas categorías y a la luz de la conceptualización construida para el proyecto, se tomaron las intervenciones orales o escritas hechas por los alumnos al dar explicaciones o respuestas a problemas o planteamientos hechos sobre el fenómeno estudiado, se interpretaron y clasificaron como puede observarse en el capítulo tres de sistematización de la experiencia.

Desde los presupuestos de una investigación de corte cualitativo y para efectos de la sistematización del proceso, planteamos que el instrumento central es el propio observador, es decir, que las investigadoras y particularmente la observadoras participantes bajo los elementos conceptuales son las que determinan la recolección de información, su clasificación y su interpretación. Para hacer un poco más explícito este instrumento en el siguiente capítulo se presenta los elementos conceptuales que guían nuestra acción y que determinan nuestra interpretación y nuestras inferencias (las gafas del etnógrafo)

El siguiente cuadro intenta sintetizar el proceso de trabajo desarrollado para lograr las interpretaciones finales. El problema de conocimiento: en este caso, el fenómeno de la fermentación. Las observaciones del proceso: unas relacionadas con las dinámicas de clase propuestas por el equipo y desarrolladas en las dos instituciones educativas y otras que están vinculadas a las formas de pensamiento, no solo de los estudiantes, sino también la de los autores de las fuentes bibliográficas y las de las propias investigadoras, estas observaciones se realiza periódicamente y se replantean las actividades propuestas. Se llevan a cabo conversaciones semanales sobre las dificultades que se revelan en el trabajo y se construyen en conjunto alternativas de solución, que se ponen inmediatamente a prueba. Paralelo a este trabajo se realizaron lecturas de fundamentación, sobre epistemología, investigación cualitativa, sobre el fenómeno estudiado – la fermentación – y sobre química general; las cuales nos brindaron mayores elementos para el análisis de los resultados parciales.



CAPÍTULO SEGUNDO ELEMENTOS CONCEPTUALES

LA CERTEZA DEL NÚMERO ATÓMICO _____

Para todos es conocido que la química, por lo menos la que vemos en el bachillerato, esta basada en la existencia del número atómico, esto se observa claramente cuando: se trabajan las propiedades de los elementos y su posibilidad de relación con otros elementos químicos, se estudia la organización de los elementos en la tabla periódica, se conforman las diferentes nomenclaturas, o se desarrollan los procesos de síntesis o análisis, es decir cuando se abordan cada uno de los temas propuestos en los currículos vigentes. Toda nuestra “química” se trabaja con base en este concepto general, que como resultado de los desarrollos de la actividad científica ha desplazado el concepto de peso atómico tan significativo en los primeros años de la conformación de esta disciplina científica.

Al respecto Bachelard nos comenta (1973):

Qué es, pues, el número atómico que caracteriza un elemento químico dado? Es el número de electrones contenido en uno de sus átomos. Entonces se aclara todo en una nueva explicación electrónica de la sistemática química: el principio ordenador es el número atómico. Y si el sistema de Mendeleev ha podido constituirse ha sido gracias a un paralelismo (paralelismo por otra parte imperfecto) entre el crecimiento del peso atómico y el crecimiento del número atómico que varia de 1 a 92, unidad por unidad este número permite numerar las casillas de la tabla de Mendeleev.

Si los filósofos meditaran este paso del ordinal al cardinal, serían menos escépticos acerca de los progresos filosóficos del pensamiento científico.

Veamos ahora la relación entre el número atómico y las consideraciones de estructura para los diferentes tipos de átomos. Los períodos químicos (longitud de las líneas horizontales de la tabla) se desarrollan cada uno siguiendo el número progresivamente creciente de los electrones de la capa externa de los diferentes átomos del período. Por otra parte, la designación de familias químicas se hace

según el número de electrones de la capa externa. Cuando la capa externa contiene un electrón, el elemento es alcalino, cuando contiene dos electrones, el elemento es alcalino - térreo...con siete electrones en la capa externa tenemos la familia de los halógenos, con ocho electrones la familia de los gases inertes. Así las familias químicas por muy difícil que hayan sido de agrupar por la fenomenología estrictamente química ayudada por las consideraciones de valencia que estaban ligadas a las leyes de Faraday sobre electrólisis, quedan claramente explicadas eléctricamente o, para hablar de un modo más exacto, las familias químicas son explicadas electrónicamente.

Como se desprende de esta cita y como nos lo muestra la historia de la química el número atómico, se perfila como una cantidad más importante que el peso atómico, cuando en química se habla de las propiedades de un elemento: radio atómico, radio iónico, electronegatividad, afinidad electrónica, y todas las demás propiedades que se le asignan a los elementos químicos se hacen a partir del número atómico, o número de electrones que posee un átomo de dicho elemento. De aquí se desprende que un químico experto solo con echar una mirada al lugar que ocupa cualquier elemento químico en la tabla periódica, puede saber de él toda la química y la historia de sus reacciones, si el elemento es un metal o no metal, si forma o no hidruros, que óxido son característicos para este elemento, que compuestos de este elemento serán estables y cuales por el contrario no lo serán, a partir de qué compuestos y por medio de qué procedimientos se obtiene, su estado etc., y si el químico es capaz de extraer toda esta información de un elemento a través de Z , esto hace que se crea que dicho número posee un valor tan grande que se convierte en una verdad incuestionable que sostiene todo el estudio de las sustancias de la naturaleza.

La cita de Bachelard nos revela con claridad la concepción que en este siglo ha predominado en el campo de la ciencia, nos muestra una idea de progreso, como si el saber científico fuera en una ruta de menor a mayor estructuración de las ideas, guardando intimamente la ilusión de encontrar en un tiempo futuro, la verdad de las sustancias. Idea que es hoy en día cuestionada, pues incluso en el ámbito de la biología hoy no se puede sostener el evolucionismo y mucho menos el progreso de la naturaleza y del conocimiento de ella.

Cómo sostener que la tabla periódica basada en los pesos de los elementos, es menos desarrollada de aquella que se basa en el número atómico? Sólo si se ha puesto de antemano que existe una flecha del tiempo y que ella acompaña el desarrollo de las ideas se puede asegurar dicho progreso.

Por otra parte, en el contexto de la enseñanza de la química, fundamentar toda actividad en el concepto de número atómico, a nuestro juicio no permite hacer un acercamiento comprensivo de los estudiantes a este saber. No es que se deseche este concepto en los procesos de enseñanza, lo que estamos proponiendo, a partir del estudio de las nuevas epistemologías, es la posibilidad de estudiar las sustancias, bajo una mirada no reduccionista, es decir configurar diversos niveles de organización desde los cuales trabajar las sustancias sin la pretensión de que los niveles micro, los átomos y los electrones, nos expliquen todas y cada una de las características de las sustancias.

Al respecto son ilustrativos los estudios recogidos por J. Wagensberg y J. Austí (1998) en *El progreso, un concepto acabado o emergente*. En tal obra, M. Ruse (pg. 70) señala,

Los supervivientes, los mejor adaptados, son diferentes de los fracasados, de manera que, dado un tiempo suficiente, se produce un cambio o progreso natural. Pero se trata de un progreso relativo. Lo que es adaptativo en un contexto particular no tiene por qué serlo en otro contexto, por lo tanto, no cabe hablar "como el mismo Darwin se encargó de señalar" de "superiores" ni "inferiores". Y tampoco puede haber progreso en sentido absoluto. La evolución es contemplada como un fenómeno oportunista, y o como algo teleológicamente orientado hacia un fin (un fin que se mide en términos de valores humanos).

....

La conclusión a que se llega es que, en la era moderna de la teoría sintética de la evolución (una combinación de la selección darwiniana y la genética mendeliana, hoy, actualizada por la biología molecular) tenemos un evolucionismo despojado de sus orígenes progresivistas. Ningún biólogo en ejercicio cree hoy en una evolución dirigida, y ciertamente no en una evolución cuyo fin último es la humanidad.

Así mismo si tomamos en cuenta las reflexiones contemporáneas, que nos hablan de las diversas organizaciones y por lo tanto de los diferentes niveles de organización, acompañados de un claro y rotundo No a la reducción, podemos interpretar dichas ideas, a propósito de la disciplina química y el estudio de las sustancias como la posibilidad de realizar estudios rigurosos de las mismas, a partir no ya de los conceptos fundantes del campo de la física, sino de conceptos más cercanos a los propios de la química, como son las propiedades perceptuales de las sustancias.

Con esto estamos iniciando un posible alejamiento, de la certeza que representa el estudio de las sustancias fundamentado en el número atómico, certeza basada en el reconocimiento de la potencialidad de este resultado de las ciencias, hoy en día incuestionable, el cual garantiza el desarrollo de la actividad química, para involucrarnos en un campo disciplinar incierto, donde la capacidad de pensamiento debe ser una exigencia permanente, y donde los procesos y resultados de la actividad de construir explicaciones a los fenómenos del mundo de la química no son posibles de ser homogeneizados. Nos encontramos, entonces, en un espacio intelectual, que tiene como intención: configurar un mundo particular, el mundo de la química, esa realidad particular en donde los objetos de estudio: las sustancias devienen conceptos, pero ellos no son alejados de las características que les hemos asignado desde nuestra capacidad de perceptual, nuestro organismo como un todo que intercambia información con el medio presenta unas características determinadas y es a partir de ellas, que configuramos nuestra realidad y la explicamos, de esta manera en nuestra labor como maestras se hace realmente significativo más que el acercarnos de una manera pasiva o activa a los resultados universales de la comunidad de químicos, realizar procesos en donde, tanto estudiantes como maestros, podamos vivenciar procesos de construcción de explicaciones.

Estos procesos de construcción de explicaciones tienen a nuestro juicio necesariamente implicado los rasgos propios de las culturas y contextos sociales en donde se desenvuelven los grupos o comunidades que desarrollan esta actividad, por ello cuando partimos de la

necesidad de configurar niveles de organización desde donde adentrarnos al estudio de las sustancias lo hacemos convencidas que esta perspectiva es entendible por nuestros estudiantes ya que ellos hacen parte de nuestro mundo contemporáneo y que de alguna manera por habitarlo son más sensibles a las nuevas formas de asumir el conocimiento.

Comprender la existencia de una tendencia no reduccionista en la epistemología contemporánea se hace de vital importancia para nuestra labor de maestros en este sentido traemos el siguiente comentario, de H, Atlan (1991)

La biología molecular ha impuesto un nuevo paradigma, distinto del de la física, en el que la organización en diferentes niveles de integración se ha convertido en la clave de bóveda del nuevo saber científico y en el punto de partida de nuevos interrogantes (pg. 51).

y, continúa, (pg 53)

Ahora bien, esta organización en distintos niveles es, por lo menos, tanto la del discurso organizador con el que dividimos, unificamos, señalamos, clasificamos, explicamos, predecimos, dominamos lo real, cuanto la de lo real en sí mismo. Los niveles de organización son tanto niveles de conocimiento como niveles de realidad, pues corresponden a nuestras formas diferentes de organizar la realidad (es decir de aplicar en ella y, a la vez, descubrir cierto orden) gracias a las distintas disciplinas del conocimiento científico. Podemos suscribir una afirmación de Heisenberg, según la cual, No hay ciencia de la naturaleza sino una ciencia del conocimiento que los hombres tienen de la naturaleza (Heisenberg, citado por ibid. pg. 53).

para finalizar diciendo, con respecto a los fenómenos y características de cada uno de los niveles de organización y la emergencia de propiedades (pg. 69)

Lo que quizás es menos trivial es la relación entre este cambio de signo, esta transformación separación / reunión, y la aparición de nuevas propiedades, a un nivel más global en relación con el nivel elemental; es decir, propiedades (químicas) de las moléculas, nuevas respecto de las propiedades (físicas) de los átomos; propiedades (biológicas) de las células vivas, nuevas respecto de las propiedades (químicas) de las moléculas; propiedades (fisiológicas y de diferenciación) de los organismos, nuevas respecto de las propiedades celulares; propiedades (psicológicas del comportamiento animal y del espíritu humano, nuevas respecto de las propiedades neuro-fisiológicas del sistema nervioso;

propiedades (sociológicas) de los grupos humanos (o animales) nuevas respecto de las propiedades de los individuos.

Con base en las anteriores reflexiones el grupo de investigadoras nos hemos dado a la tarea de construir espacios pedagógicos donde sea posible vivenciar la construcción conocimiento sobre las sustancias, en la segunda parte del presente informe se muestra el proceso desarrollado con estudiantes de noveno grado de educación básica, estamos seguras que las concepciones epistemológicas que guían nuestro trabajo trascienden los enunciados anteriores, sin embargo estos muestran la tendencia en la cual nos movemos y de la cual nos alimentamos para diseñar las diferentes actividades que hicieron parte de este estudio.

LA INCERTIDUMBRE DE LAS INTERACCIONES _____

Como anotamos anteriormente, trabajar en un espacio de la no certeza, es decir, colocando los resultados de la actividad científica como informaciones útiles que aportan a los que realizan la acción de conocer, en tanto son significados y resignificados, en cuanto son articulados a los problemas de conocimiento que se están trabajando y en cuanto nos presentan posibles caminos que otros siguieron en la búsqueda de respuestas a problemas particulares, es un trabajo que nos ubica en el terreno de la incertidumbre, la cual podemos ver con cierta claridad en el estudio de las sustancias, cuando nos alejamos de la visión reduccionista de dar explicaciones a partir de los átomos y de los electrones.

Ahora bien abordar la pregunta ¿qué es la incertidumbre? sin la existencia de la certeza a nuestro juicio es un error. Para que exista incertidumbre se tiene que tener conciencia de certeza, certezas que existen en los principios, leyes, estructuras, regularidades, estados de equilibrio, uniformidad de las situaciones y de los objetos, certeza de conocimientos ya validados, certeza de un pasado, de los valores, establecidos por una comunidad, y certeza de ver propiedades de los objetos. Nuestra cultura, nuestro modo corriente de ser seres humanos, nuestra situación cotidiana nos lleva a vivir en un mundo de certidumbre, de solidez

perceptual, donde nuestras convicciones prueban que las cosas son solo de la manera como las vemos y lo que nos parece cierto no puede tener otra alternativa, en donde toda experiencia de certidumbre es un fenómeno individual, ciego al acto cognoscitivo del otro. Nuestro mundo de experiencias no es solo como aparenta ser. Nuestra experiencia visual, por ejemplo del espacio, es de un espacio continuo por lo que a menos que hagamos ciertas manipulaciones no percibimos que exista una discontinuidad que debería aparecer.

Desde esta perspectiva, la incertidumbre aparece no como una simple medida del conocimiento de nuestra ignorancia, sino que es el resultado de un afinamiento del conocimiento de las leyes de la naturaleza y de la naturaleza de las leyes¹. Aquí el universo es dominado, por la desarmonía de las partes, sus conflictos, sus compromisos; es un universo caracterizado por estados alejados del equilibrio y en permanente evolución. por la riqueza y variedad de las estructuras y de los objetos, por la posibilidad de cambio de las leyes que lo regula. Donde se resquebraja progresivamente el edificio del saber y con él toda imagen acumulativa del desarrollo de los conocimientos; donde los conceptos circulan, renacen y se transforman lejos de su punto de partida; donde se desmorona el lenguaje unitario de la síntesis totalizante; donde aparecen nuevos procedimientos e imágenes entre lo individual y lo colectivo, lo local y lo global; donde se dan nuevas comunicaciones, interconexiones e híbridos, entre la multiplicidad heterogénea de los lenguajes, de los universos locales donde los niveles de organización se abordan con una nueva dimensión desde las interacciones.

En términos de interacciones y emergencias, Morin (Vol 1, 1986) anota,

Todo estado global presenta cualidades emergentes. El átomo como se ha visto es un sistema que dispone de cualidades originales, particularmente la estabilidad, en relación con las partículas que lo constituyen y confiere retroactivamente esta estabilidad a las partículas lábiles que integra. En cuanto a las moléculas, la nueva especie aparecida no tiene ninguna relación con los constituyentes primitivos.

¹ Todo aumento decisivo de conocimiento provoca la producción de nueva ignorancia, de nuevos tipos de ignorancia; y las nuevas ignorancias pueden provocar la producción de nuevos problemas y de nuevos universos posibles para el conocimiento.

vos, sus propiedades no son de ningún modo la suma de los suyos y se comporta de manera diferente en todas las circunstancias. Si la masa, la cantidad de sustancia total permanece igual, su cualidad, su esencia es nueva por completo* (Auger, 1966). Así, la mezcla de dos gases que son el amoníaco y el ácido clorhídrico, da lugar molecularmente al cloruro de amonio sólido...

Las cualidades nacen de las asociaciones, de las combinaciones ...

Desde este enfoque, las interacciones resignifican el conocimiento y plantean una mirada por incertidumbre que desde nuestra perspectiva de trabajo, se aleja de la visión reduccionista. Para el maestro, sin embargo, surge un problema : ¿Cómo se puede abordar el conocimiento escolar desde la incertidumbre?, ya que al reflexionar sobre la forma como se ha trabajado la química en la educación media vocacional, es clara la concepción clásica de ciencia donde predomina la aproximación reduccionista y la puesta de límites rígidos entre las disciplinas.

Así, por ejemplo, la forma como se presentan los temas en química parte del supuesto que este saber científico difiere del saber que corresponde a otras disciplinas donde se suponen objetos de estudio preestablecidos, autónomos e independiente de cada disciplina. Es decir, a la química como ciencia le correspondería el estudio de las transformaciones de la materia. Esta mirada es alimentada por los programas, currículos y textos escolares que constituyen los principales referentes para la práctica del maestro de ciencias. Además de establecer divisiones, asume la enseñanza específica donde predomina la acumulación de descubrimientos y síntesis, lo cual impone una lógica natural del conocimiento y determina una secuencia en los procesos de aprendizaje y por ende en los programas.

Otro problema que surge en la química como disciplina es que existen unos principios fundamentales únicos, los cuales se nos revelan en su totalidad y que van de lo simple o de lo particular a lo general , de lo perceptual a lo abstrato, de lo experimental a lo teórico, de lo cualitativo a lo cuantitativo.

Esta forma de ver el conocimiento científico está soportada por una imagen de conocimiento y enseñanza que ha venido siendo cuestionada, pues no da cuenta de las dinámicas propias de la actividad científica, desconoce las múltiples interacciones que tienen lugar en la construcción del conocimiento, el papel altamente significativo que juegan los contextos socio-culturales y la dificultad que tenemos para entrar en ella, supone un fenómeno histórico-cultural en el cual nos encontramos en él. En la escuela, por ejemplo, hemos aprendido a pensar separando, apartamos un objeto de su entorno y lo aislamos con respecto al observador que lo observa. Nuestro pensamiento es disyuntivo y reductor: Buscamos la explicación de un todo a través de la constitución de sus partes, queremos eliminar el problema de la complejidad. Este es un obstáculo profundo, pues obedece al arraigo de una forma de pensamiento que se impone en nuestra mente desde la infancia, desarrollado posteriormente en la escuela y la universidad y que se incrusta en los especialistas.

Por tanto, el conocimiento que genera desde nuestro ámbito la investigación al interior del aula y desde esta nueva perspectiva, es la resignificación del lenguaje, construido sobre las bases de la lógica por interacciones, donde la noción de elemento, rompe toda tradición milenaria y los elementos no son a partir de entonces las últimas realidades sustanciales, constituyentes básicos de toda materia: sustancia, átomo, elemento, resignifican sus conceptos, construidos para una química que no se limita a la mera práctica de nociones que se desprenden de un pasado para asignarle nuevos significados.

A partir de la lectura de Morin se vislumbra así el lenguaje de la química:

“ Todo fenómeno químico es un fenómeno dinámico en conexión con otros fenómenos, la realidad de la sustancia deviene variable y compleja, difícilmente comprensible desde una perspectiva que pretende condensar en un átomo toda la realidad física del mundo. Una reacción química es una historia en sí misma que no puede ser explicada mediante la sucesión de un conjunto de relaciones entre estructuras estáticas, los fenómenos químicos también involucran un tiempo y contribuyen a definir incluso la naturaleza; su comprensión demanda nuevas miradas, nuevas relaciones entre lo micro y lo macro (no basta la explicación de lo micro para dar cuenta de lo que ocurre en lo macro), explicaciones que den cuenta de una estabilidad que surge del azar y el caos y en la que se conecta casi simultáneamente con

los más disímiles eventos de la naturaleza. En esta nueva mirada las simples formulas y las leyes no se conciben. Los fenómenos aleatorios le ofrecen un espacio más complejo a la química introduciendo incertidumbre al pensamiento con sus interacciones propias."

Desde esta mirada las sustancias son emergencias de organizaciones particulares. Nos referimos a que ellas, las sustancias, esto es, todas las que conocemos y las que hacen parte de la realidad que denominamos química, son el resultado de múltiples y complejas interrelaciones, no sólo de elementos químicos, sino de múltiples variables, tales como la temperatura, la presión, la cantidad de sustancia involucrada, la luz, la atmósfera, etc. Esta relación de tan variadas circunstancias hacen posible la aparición de las sustancias en nuestro universo. Poder entrar en el terreno de la construcción de las sustancias, es decir, del estudio de la química desde esta perspectiva hace que nos sintamos con la capacidad de razonar, de comprender nuestro mundo.

Ahora bien, los intentos de encontrarle fundamentación a esta disciplina apuntan entonces a un cambio radical de la visión del mundo. Esta nueva visión considerada en nuestra investigación, correspondería a mirar con reserva el conocimiento clásico y su pretensión de verdad y universalidad y nos ubica en el plano de las condiciones que hacen posible su emergencia y sus límites de verdad. Entendemos que existen algunas imposibilidades que condenan esta nueva visión, según Morin es la imposibilidad de la lógica, otra la presencia omnipotente del principio de disyunción y la presencia del principio de organización del saber y la existencia del saber enciclopédico, este último que impide al ser humano servirse de su propio entendimiento sin la dirección de otro, con la angustia de marchar solos y con el riesgo grande de caer mientras se aprende a caminar, en el universo incierto de la razón, como lo plantea I. Kant en texto sobre la ilustración.

RASGOS DEL PENSAMIENTO QUÍMICO

Operatividad

De acuerdo con Ladriere (1978) una teoría (especialmente para el caso de las ciencias denominadas empíricas) solo puede prestar los servicios a las que esta destinada si esta asociada a la experiencia, y ésta se refiere, no tanto al aspecto perceptivo, de simple observación, sino fundamentalmente a una intervención sistemática en el curso de las cosas. De ahí que la realización de una experiencia esta mediada por la operatividad, la cual comprende, por una parte el diseño y montaje de la experiencia o experimento (que a su vez implica implementos, materiales, instrumentos y la adecuación de condiciones externas apropiadas) y por otra los esquemas de razonamiento, la problematización, las descripciones, las predicciones, el planteamiento de hipótesis, la realización de deducciones, la detección y corrección de errores, etc, en otros términos lo referente a operaciones mentales o intelectuales. Todo lo anterior nos lleva a considerar que el proceso científico puede caracterizarse tanto desde el punto de vista de la elaboración, de la utilización y de la verificación de teorías, cuanto desde el punto de vista de los procedimientos experimentales, por la idea de operación.

Ladriere caracteriza la operación con algunos rasgos:

- La operación consiste en una acción de transformación, a la manera como actúa un "operador" matemático.

- Tiene naturaleza formal, lo que cuenta es la forma de la acción, no su materialidad.

La operación puede tematizarse: todo operador puede servir de argumento de un operador de un nivel apropiado.

- Es generalizable: una operación puede ser representada por un esquema abstracto que indique cómo se produce su efecto y este esquema puede ser utilizado siempre en otro mas general.

- La operación no es una entidad aislada, sino que esta inscrita en una red operatoria, que además puede extenderse sucesivamente a medida que se efectúan nuevas generalizaciones.

Modelación

En cuanto a este rasgo Ladriere (1978) plantea que en la realidad no se puede pasar directamente de la percepción y del comportamiento práctico, espontáneo que le acompaña, a la construcción teórica y a la práctica experimental sino que hay que recurrir a un intermedio: el modelo. Define el modelo como una construcción abstracta a la que se supone proveedora de una aproximación esquemática e idealizada del campo concreto que nos ocupa y cuya estructura es suficientemente simple como para poder ser descrita con los recursos conceptuales existentes.

Ahora bien, la descripción de un modelo es lo que constituye una teoría. Las proposiciones hipotéticas que contiene, caracterizan la estructura del modelo o por lo menos dan cuenta de la forma como evolucionaron en el tiempo. El análisis completo de una teoría debe comportar necesariamente la idea de modelo subyacente, y los términos de la teoría deben ser interpretados en función de las características del modelo.

En otros términos, el modelo es un objeto complejo, de naturaleza ideal, considerado como una aceptable representación esquemática del tipo de objeto estudiado y la teoría es un conjunto de proposiciones que describen las propiedades del modelo y permiten hacer razonamientos a propósito de él; por ejemplo predecir su comportamiento futuro o prever cómo reaccionará si se modifica su estructura de tal o cual manera.

Lo importante del proceso de modelización es la posibilidad de acercamiento científico a la realidad construida por el individuo, precisando aquí que el modelo no es una imagen simplificada de la realidad percibida, sino que es una construcción que reposa sobre algunos a

priori y que construye el comportamiento de los objetos reales a partir de sus propias categorías.

Interacciones

Para Morin (1986) el desmoronamiento de la base conceptual de la ciencia del reduccionismo se sitúa a partir del momento en que el átomo ya no es la unidad primera, irreductible e indivisible, sino que es concebido como un sistema constituido por partículas en interacciones mutuas. Pero la partícula no tomará el lugar del átomo porque ella sufre una crisis de orden, de unidad y sobretodo una crisis de identidad. Ya no se la puede aislar de modo preciso en el espacio y el tiempo como tampoco se la puede aislar totalmente de las interacciones de la observación. La partícula duda entre la doble y contradictoria identidad de onda y de corpúsculo.

Si se pretende definir la partícula como objeto, es necesario recurrir a las interacciones de las que participa y, cuando forma parte de un átomo a las interacciones que tiene la organización de este átomo. Es decir que, los rasgos y caracteres propios de las partículas en el átomo, no pueden ser comprendidos mas que por referencia a la organización de este sistema. De aquí se deduce que “las partículas tienen las propiedades del sistema aunque el sistema no tenga las propiedades de las partículas”.

Es así como surge el átomo como objeto nuevo, el objeto organizado o sistema cuya explicación ya no se puede encontrar únicamente en la naturaleza de sus constituyentes elementales, sino que se encuentran también en la naturaleza organizacional y sistémica, que transforma los caracteres de los componentes.

Ahora bien, al constituir este sistema , el átomo, la verdadera textura de lo que es el universo físico, gases, líquidos, sólidos, moléculas, astros, seres vivos, se ve que el universo no esta fundado en una unidad indivisible, sino en un sistema verdaderamente complejo.

Por otra parte, en la naturaleza no hay un principio organizacional como tal, que provoque la reunión de los elementos que deben constituir el sistema. No hay principio sistémico anterior y exterior a las interacciones entre elementos. Por el contrario hay algunas condiciones físicas de formación donde ciertos fenómenos de interacciones, que toman forma de interrelaciones, devienen organizaciones.

Bajo estas nuevas concepciones, desde la perspectiva o mirada por interacciones, las sustancias, elementos, átomos, etc., se caracterizan parcialmente en relación con las múltiples variables y sistemas de los cuales hacen parte. Es decir, las sustancias no existen como entes aislados, se conceptualizan como emergencias en procesos particulares, los cuales se explican localmente.

Pensamiento lógico

Como es de todos conocido, bajo los presupuestos piagetianos, las formas de pensamiento dentro de una disciplina científica particular, como la química, pueden ser estudiadas a través de las operaciones lógicas concretas, que podemos sintetizar así: la clasificación, la seriación, la correspondencia y la compensación. Y las operaciones lógicas formales: pensamiento proporcional, correlacional y probabilístico. Asumiendo la disciplina química en un contexto del desarrollo del pensamiento en los jóvenes, hacemos un especial énfasis en las operaciones lógicas de tipo formal. Como lo anotamos en el proyecto:

Entre los aportes más importantes de Jean Piaget a la comprensión de la complejidad de los razonamientos y de la manera como se configuran las formas de pensamiento dentro de una disciplina, tenemos las operaciones lógicas. Si bien estas no aparecen en el estudio de los fenómenos de manera aislada, sino constituyendo estructuras más complejas, por ejemplo, en el denominado grupo INRC (Piaget, 1958), es, sin embargo posible identificar ciertas tipicidades que existen entre las formulaciones a que se llega y las operaciones lógicas que

se utilizan. El punto de partida de la reflexión es el reconocimiento de que en la ciencias naturales y, por consiguiente en la química, la teorización surge de la búsqueda de invariantes en las transformaciones (en la elaboración o construcción del mundo) y de la repetibilidad de los resultados experimentales.

Los invariantes pueden ser aditivos o multiplicativos, dependiendo del tipo de compensación que entra en juego. Y cuando es la compensación multiplicativa la que determina la existencia de los invariantes, nos encontramos con el *pensamiento proporcional*. Es entonces cuando lo que se mantiene constante en los procesos son las relaciones (abstracciones de segundo orden), como sucede con las formulaciones en la química. Paralelamente con la existencia del pensamiento proporcional, también se construyen invariantes a partir de la elaboración de taxonomías y es entonces cuando el *pensamiento clasificador* cobra importancia.

Estas dos operaciones son típicas tanto de la química como de la física, más cercana a la química (que a la física) parece estar el *pensamiento correlacional*, en donde el carácter determinista de las relaciones no se presenta en la construcción de invariantes sino que entran en juego múltiples factores, a veces desconocidos y las variables que se correlacionan no necesariamente varían de acuerdo con imperativos de causalidad lineal. Finalmente parece ser que otro tipo de razonamiento que es determinante en la constitución de la disciplina es el probabilístico (-determinista)

CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL AULA A TRAVÉS DE LAS ATAs

Cuando hablamos del conocimiento en este trabajo de investigación lo diferenciamos de lo que comúnmente se ha denominado como tal en nuestro contexto, ya en nuestros anteriores escritos de avances nos hemos referido a la idea de conocimiento como aquello que guía la

acción: en palabras de Maturana (1990) todo hacer es conocer y todo conocer es hacer. Concepción que se distancia de la que asume al conocimiento como una colección de resultados (leyes, algoritmos, procedimientos).

Como lo expone Dino Segura (1999),

El punto central es que los resultados de la actividad científica no son conocimiento sino información. Esta afirmación es más clara si nos aproximamos a ella mediante un ejemplo. La práctica en las disciplinas es muy parecida a jugar, por ejemplo, ajedrez. En tal práctica los grandes maestros han logrado partidas memorables que se encuentran coleccionadas en enciclopedias y tratados. Ahora bien, si se quiere aprender a jugar ajedrez, existen una sola posibilidad: hay que jugar ajedrez. Es jugando ajedrez (podríamos decir, es haciendo ajedrez) como se aprende a jugar ajedrez. En este proceso llega un momento en que el aprendiz tiene que recurrir a los tratados para lograr mayores niveles de juego y entonces estudia aperturas y finales y partidas clásicas, el asalto alekiniano, la defensa francesa, la defensa siciliana, etc. Y las estudia para mejorar su juego. En este recorrido, se constatan los niveles de logro jugando. Sería muy raro que los jugadores de ajedrez constataran su competitividad presentando exámenes tales como:

En 1978 en la partida jugada en Helsinki entre Mijail Tal y Boris Spasky, en la jugada 35 a la respuesta de las negras P6AD, Tal replicó:

- a- CxP
- b- P5TD
- c- C3R
- d- ninguna de las anteriores.

No, lo que se hace es jugar, participar en campeonatos o simplemente jugar.

Lo que se encuentra en los libros de ajedrez son informaciones. Tales informaciones son muy útiles para quienes juegan ajedrez y sólo son comprensibles para quienes viven el ajedrez como un dominio de realidad. Una persona que no viva este dominio de realidad puede repetir mecánicamente buena parte de los libros, pero eso será incomprensible e inútil para él. Lo que hace un jugador cuando va a los libros es informarse con una intencionalidad muy precisa, mejorar su jugar. En otras palabras, en

esta acción el está convirtiendo la información contenida en los libros en conocimiento, en cuanto éste orienta su acción o su comprensión.

De una manera parecida, las disciplinas como las conocemos hoy en día son dominios de realidad. Y lo que se encuentra en los textos son informaciones que solo son comprensibles para quienes viven tales realidades. Una persona que acceda a tales informaciones (por ejemplo al principio de Bernoulli), sólo lo comprenderá en la medida en que se instale en el dominio de realidad correspondiente. Y sólo será conocimiento tal aprendizaje si se proyecta como elemento que orienta la acción (o la comprensión).

De esta metáfora podríamos anotar dos cosas. En primer lugar, si se quiere hacer física, se debe hacer física. Si se quiere hacer ciencia se tiene que hacer ciencia. El acto de aprender informaciones (esto es, los resultados que corresponden al hacer en una determinada disciplina) es solo una transmisión de la información que se encuentra en el texto a la memoria. Pero tal aprendizaje no tiene nada que ver con el hacer en ciencia, o el hacer en física. En segundo lugar, si no se trata entonces de enseñar ciencia sino de hacer ciencia, para los maestros se nos aparece un campo muy rico de problemas que se relaciona con cómo hacer ciencia en el aula.

Así pues, lo que usualmente se incluye en los planes de estudio y en los textos son informaciones que corresponden a dominios de realidad construidos por quienes viven tales realidades, que usualmente no son las realidades de los alumnos, aunque el maestro se esfuerce por encontrar nexos entre ellas. El asunto es que por ejemplo la realidad de la mecánica clásica tiene que ver con péndulos, resortes y movimientos que no existen mas que en la mecánica clásica. Y para trabajar con ella es necesario primero construirla con la imaginación. El intento de tratarlos como objetos que existen independientemente de nosotros, en nuestra cotidianidad, puede llevar más a la confusión que a la comprensión.

A mi manera de ver, no es posible encontrar opciones de integración entre las informaciones correspondientes a cada disciplina (esto es, entre los resultados de la actividad científica en ellas). Volviendo a nuestra metáfora, sería como pensar que es posible encontrar elementos comunes entre una partida clásica de ajedrez y una buena partida de dominó.

Pero si de lo que se trata es de integrar el hacer en física con el hacer en química o en biología, la situación es distinta. Ya no estamos hablando de los resultados, sino de las actividades. Ya no estamos hablando de razonamientos hechos, sino del raciocinio; ya no estamos hablando de leyes y princi-

pios, sino de la búsqueda de patrones y regularidades; ya no estamos hablando de la memoria, sino de formas de pensamiento y creatividad. Y aunque entre los razonamientos hechos, las leyes y principios y las verdades terminadas no existan nexos, en las actividades, en la búsqueda de patrones y regularidades y en las formas de pensamiento y en la creatividad, si podremos encontrarlos, a pesar de que en las actividades puntuales se trate de trabajo en problemáticas que vistas desde las disciplinas son diferentes.

Sin embargo si vemos nuestras escuelas - a pesar de las reestructuraciones que se adelantan y de las reformas que se proponen - la concepción de conocimiento y por tanto de ciencia se mantiene inalterada. Permanece aún la idea de que el conocimiento es un conjunto de verdades absolutas cuyo origen se restringe casi exclusivamente a los textos y a las afirmaciones de especialistas y grandes científicos. De igual forma la ciencia se mira como una colección de resultados (leyes, teorías, fórmulas, etc.) que están allí para ser "aprendidos" y repetidos. En este sentido se pueden ampliar estos planteamientos en las investigaciones adelantadas en la U. Nacional (C.A. Hernández, A. Mockus, J. Charum y otros), en la U. Pedagógica (A. Martínez) y en la U. Distrital (A. Molina y D. Segura).

Para aproximarse a una explicación de esta situación en la escuela es importante retomar a Mellado V. y Carracedo D. en Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias cuando afirman *que la imagen de un conocimiento determina las actuaciones de clase del maestro* y es precisamente en este espacio donde se evidencia la persistencia de dicha concepción cuando las búsquedas de la clase están enfocados a la obtención de resultados, cuando los métodos para acceder al conocimiento son basados en la repetición utilizando guías o descripciones puntuales de los textos y cuando las formas de trabajo evidencian individualismo y pasividad frente al conocimiento.

Con respecto a esta situación Segura Dino afirma que : *"mientras se continúe concibiendo que los resultados de la actividad científica son conocimiento será muy difícil transformar*

las prácticas escolares”, entonces cómo posibilitar un cambio en la imagen de conocimiento que a la vez repercuta en el modelo didáctico del maestro?

Esto sólo es posible en la medida en que exista la convicción de la necesidad de un cambio que se origina en la extrañeza en el que hacer del maestro y que se enriquece con la reflexión constante sobre su acción que pueda realizarse individual o en equipos de estudio.

De este modo puede verse la escuela como un espacio de construcción de conocimiento donde fundamentalmente se de el verdadero proceso de conocer, se estudien problemas propios (partiendo de las inquietudes e intereses) y se emprenda la búsqueda de alternativas de solución que nos permita comprender los fenómenos del mundo que nos rodea en una dinámica que tenga en cuenta el modelaje de explicaciones y los valores propios de la ciencia como la tolerancia, la confianza en la racionalidad del individuo y del trabajo en equipo.

Estos planteamientos se han venido concretando desde hace 16 años en una alternativa didáctica conocida como Actividades Totalidad Abiertas ATAs, que se desarrollo inicialmente en la Escuela Pedagógica Experimental EPE, después se ha puesto a prueba en otros contextos escolares en la ciudad de Santa Fe de Bogotá y particularmente en algunas escuelas de básica primaria.

La alternativa didáctica ATAs se sustenta en la posibilidad de construir una tensión cognoscitiva - afectiva de deseo entre el individuo y su actividad. Aquí de lo que se trata es de ubicar una problemática interesante sobre la cual se mantenga el interés constante de modo que se propongan diversos caminos que sean posibles para resolver dicho problema de manera que este se convierta para el individuo en un reto.

También se puede decir que en cuanto a las formas de trabajo que se desprenden de esta alternativa se busca privilegiar las situaciones colectivas en las que la libertad de pensa-

miento, la tolerancia, la posibilidad de disentir, la creatividad, y la imaginación que permitan la construcción de un ambiente democrático.

Si se pregunta por la posibilidad de construir conocimiento a través de las ATAs pensamos que dado su carácter abierto y flexible y las formas de interactuar los participantes, tanto maestros como estudiantes, esta metodología permite trabajar centrados en la construcción de explicaciones a los diferentes fenómenos que se configuran en un ámbito particular como la química.

Asumimos como explicación la propuesta en El árbol, del Conocimiento por Maturana, H. Varela, F. 1990

Podemos distinguir esencialmente cuatro condiciones que deben ser satisfechas en la proposición de una explicación científica, las que no necesariamente ocurren secuencialmente, sino en algún orden imbricado.

- a) Descripción del o de los fenómenos a explicar de una manera aceptable para la comunidad de observadores.
- b) Proposición de un sistema conceptual capaz de generar el fenómeno a explicar de una manera aceptable para la comunidad de observadores (hipótesis explicativa)
- c) Deducción a partir de b de otros fenómenos no considerados explícitamente en su proposición, así como la descripción de sus condiciones de observación en la comunidad de observadores.
- d) Observación de estos otros fenómenos deducidos de b.

En primera instancia, se trata de identificar el problema o fenómeno a explicar. Resaltemos el énfasis de Maturana en que la descripción del fenómeno a explicar debe ser aceptable para la comunidad de observadores. Una vez descrito el fenómeno a explicar, se trata de proponer un sistema conceptual, que cumple dos funciones, en primer lugar, que sea capaz de generar el fenómeno a explicar y en segundo lugar, que tal generación lo sea de una ma-

nera aceptable para la comunidad de observadores. Las exigencias de anticipación que se plantean en (c) nos remiten nuevamente a la comunidad de observadores y articulan, por ello, de una manera orgánica la explicación con la comprensión. En otras palabras, cuando se explica, no es suficiente que la hipótesis explicativa (b) exista, sino que además se exigen tres cosas: por una parte, que el enunciado del problema sea compartido por la comunidad de observadores, por otra, que la hipótesis explicativa sea aceptada por la comunidad de observadores y, finalmente, que existan (sean descritas) las condiciones de observación en la comunidad de observadores.

Bajo estas ideas de conocimiento y explicación se elaboraron las diferentes actividades que como más adelante se describen presentan las formas particular para desarrollar nuestra labor como maestras de química, guiadas por la intención de superar la tendencia repetitiva y memorística que ha acompañado la enseñanza de este saber científico en los últimos tiempos.

CAPÍTULO TRES:

SISTEMATIZACIÓN

Durante los meses de abril a julio del presente año se desarrolló la actividad pedagógica diseñada a propósito de esta investigación registrando los sucesos, preguntas, situaciones, comentarios, conversaciones, tanto de estudiantes como del equipo de trabajo de forma que nos enriqueció en la construcción de la alternativa pedagógica ATAs. Con estos registros y el apoyo teórico se llegó a constituir categorías de análisis y a interpretar los sucesos y situaciones propuestas lo que nos permitió mirar la existencia de algunos rasgos del pensamiento químico.

EL FENÓMENO ESTUDIADO _____

*Quien no ha subido a "La Perse"
y no ha probado una totumada de chicha,
pues que no se muera todavía porque no
sabe lo que es la dicha.
Tomar chicha en La Perse es como
caminar sus calles empinadas.
Es su propia historia.*

"En recipientes plásticos de 50 Golones y ollas de barro de no menor proporción, el maíz cumple su ciclo de fermentación, calculando los 25 días necesarios para que a la fecha esperada la chicha estuviera en su punto", asegura María Antonia Gutiérrez, organizadora del V festival de la chicha.

"Nuestro secreto es hervirla en fogón de leña. Claro que hay un toque personal en la miel y la panela, comenta Santiago Pinzón, chichero por tradición².

Zapata Silvia 1999

² Aquí se recuerda que cada año en el barrio la Perseverancia se celebra el festival de la chicha y la dicha.

Con los apartes anteriores se quiere resaltar la importancia del saber cotidiano y la cultura de barrio como elementos a rescatar y a integrar en el trabajo en el aula. Consideramos importante que el saber académico se puede integrar con la información y el conocimiento que algunas comunidades han logrado construir y que se ha venido perdiendo por rupturas de tipo comunicativo a través de las diferentes generaciones o por considerar que este conocimiento no tiene mucha validez en el ámbito científico.

Para llegar al acuerdo de indagar alrededor del fenómeno de la fermentación el equipo de trabajo trabajó desde dos instancias, una que tiene que ver con la indagación de tipo teórico que se ha realizado y otra con las actividades exploratorias en el aula de clase. La primera se da como un intento de ejemplificar un sistema dentro de nuestra disciplina que nos permitiera acercarnos a la idea de organización que desarrolla Edgar Morin para ver la sustancia desde una mirada holística donde se supere la mirada simplificada que busca comprender a partir de lo micro lo que sucede en la totalidad y las características de las nuevas sustancias como una sumatoria de las propiedades de las sustancias iniciales. De allí surge que la producción de bebidas alcohólicas donde se hacen tangibles para el individuo cualidades como el color, el sabor, las sustancias aromáticas, la aparición de burbujas son emergencias que resultan de las múltiples interacciones resultado entre y con diferentes variables como: la temperatura, la presión, la ausencia o presencia de aire, el pH, el contenido de azúcar, la acción de microorganismos. En la segunda se intenta ubicar los intereses de los estudiantes, teniendo en cuenta que este rasgo es característico de las ATAS, alternativa con la cual desarrollaremos nuestro proyecto en el aula.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Consideramos el aula como un lugar donde se involucran nuevos paradigmas, otros diálogos, nuevos desafíos, otros saberes, nuevas intencionalidades, otras construcciones, nuevos espacios de reconocimiento de múltiples pensamientos, de nuevas formas de concertar,

convivir, dialogar y negociar significados; un espacio socializador, vital, mediador de conflictos, rincón de esperanza y escenario rico en expresiones democráticas, ideológicas y afectivas.

Con esta mirada del aula iniciamos el trabajo pedagógico que se realizó en dos instituciones escolares una de carácter oficial, Centro Educativo Manuel Elkin Patarroyo y otra de carácter privado, Escuela Pedagógica Experimental con estudiantes de grado noveno con edades promedio entre 14 y 16 años.

La Escuela Pedagógica Experimental ha venido desarrollando desde hace 16 años la alternativa didáctica ATAs como una posibilidad de enseñanza de las ciencias y que ha sido puesta en práctica en diferentes contextos mientras que este trabajo de investigación logra inaugurar en el Centro Educativo Manuel Elkin Patarroyo, que fue acompañada por las angustias de las maestras y la sorpresa de los estudiantes que acostumbrados a una clase pasiva, disfrutaban ahora las posibilidades que se brindan, contrastan los tratamientos tradicionales con las nuevas formas de trabajo y solicitan con alguna frecuencia que la maestra les indique lo que tienen que copiar, hacer o decidir. De igual forma la transformación de las relaciones entre cada uno de los que estábamos involucrados en el proceso que propició un ambiente más distensionado, más afectuoso y de mayor participación sin mediar la calificación como motivador de las actividades que se proponen.

En cada institución asistieron dos maestras durante 10 semanas, una titular y una observadora participante, que orientaban las discusiones, aportaban en la dinámica del trabajo propuesto y planeaban las actividades teniendo en cuenta las búsquedas de los estudiantes.

Como equipo de trabajo nos planteamos llevar a cabo el proyecto en el aula basado en la alternativa didáctica ATAs que se desarrolló desde dos puntos de partida diferentes en cada una de las instituciones.

Es así como el aula adquirió un ambiente diferente y el actuar del docente y del estudiante fueron diferentes. Pudo ser reconocido una diversa gama de estudiantes el diligente, el perezoso, el juicioso, el desjuiciado, el inteligente, el tímido, el bonachón, el entusiasta, el creativo, el juguetón, a los cuales este tipo de actividades pedagógicas quedara en su recuerdo como anecdóticas, agradables y significativas para su vida cotidiana.

En la Escuela Pedagógica Experimental

En la Escuela Pedagógica Experimental la exploración se inició con una discusión frente al objeto de estudio de la química y de la biología a propósito de una confusión que existía en el horario de las clases de los estudiantes ya que no se tenía certeza de cual de estas disciplinas se desarrollarían durante el año escolar. De allí se propuso establecer las relaciones entre diferentes organismos (planta, animal, hongos, microorganismos, hombre) que después de la presentación por grupos pone en claro que poco o nada se conoce sobre los hongos y allí surgen preguntas como: ¿los hongos son plantas? ¿El moho del pan es un hongo? y si es así, ¿ en qué se parece con los hongos del bosque ?

Es así como se propone realizar un diseño experimental para producir moho en las sustancias que los estudiantes consideran que pueden desarrollarlo, de manera que lo hacen en pan y cítricos que son colocados en diferentes condiciones de luz, humedad, enterrados en el suelo y en condiciones ambientales. Aquí se reflexiona sobre la importancia médica del hongo del pan para la producción de antibióticos que fue desarrollado por Alexander Fleming.

Los siguientes días transcurrieron en medio del bosque haciendo observaciones detalladas que nos permitieron hacer un estudio morfológico, distinguir los diferentes clases de hongos, acercarnos a su hábitat y poder preguntarnos cuanto tiempo vive un hongo, qué sucede en nuestro organismo si se consume uno de estos habitantes del bosque de la EPE. Allí se

comentó lo que cada estudiante sabía de los hongos alucinógenos, de los hongos venenosos, de los mortales y de los comestibles . Para tratar de encontrar respuestas a estas preguntas se realiza la lectura setas y se hacen algunas indagaciones en Internet y algunos textos de consulta en casa.

En esta búsqueda se sabe de la existencia de otros hongos llamados levaduras que tienen aplicaciones industriales, en la elaboración del pan y la cerveza. Entonces se pregunta por los procesos y las condiciones que se requieren para producir estas sustancias y es allí en medio de la discusión que aparece la idea de fermentación del que poco se sabe o que la consideran sinónimo de putrefacción. Sin embargo cuando se cuestiona si acaso consumimos pan podrido o cerveza descompuesta dicen que no. Después se pide a los estudiantes que realicen un listado de las sustancias que ellos consideran que se fermentan y la evidencia, es decir, aquello que nos dice que esta fermentado.

Luego se propone producir en la clase sustancias conocidas, es así como se organizan 6 equipos de trabajo que fueron integrados de la siguiente manera para producir la sustancia elegida : 3 estudiantes guarapo, 3 estudiantes vino de uva, 4 estudiantes chicha a partir de cascaras de papa , 2 estudiantes cerveza casera y una persona para el kumis y otra para el yogur.

Aquí se realizó un diseño del experimento que muestra las etapas del proceso a seguir, la descripción de la sustancia que se va a producir, las condiciones que se requieren y la manera en que rastrean los cambios o la aparición de la sustancia esperada.

Después de tener el diseño de la experiencia se buscaron los elementos necesarios para la producción de la sustancia elegida tales como: el material orgánico, recipientes de vidrio, de plástico y de barro. De igual forma se discutió sobre las condiciones apropiadas para cada proceso entre las que los estudiantes tuvieron en cuenta la temperatura, ausencia o presencia de luz, ausencia o presencia de aire, el uso de agua de acueducto o agua hervida, y el tiempo de producción. Atentamente en cada clase los estudiantes observaron, olfatearon

ron y degustaron las sustancias para verificar si había o no cambios que evidenciaran la formación de nuevas sustancias.

El tiempo requerido para las fermentaciones lácticas fue muy corto (2- 5 días) en comparación con las ^{*Plebeificus*} (lácticas) en las cuales los estudiantes estuvieron registrando los cambios durante 3 ó 4 semanas. De este modo los estudiantes de las primeras fermentaciones decidieron integrarse a los grupos de las fermentaciones alcohólicas lo que les permitió ampliar sus expectativas y poder confrontar sus resultados.

Así transcurrieron varios días, entre sorpresas, desengaños y discusiones que cuestionaban la aparición de características no esperadas. Ante la pregunta de cómo determinar la conclusión del proceso y la emergencia de la nueva sustancia se hace una reflexión que nos lleva a determinar que el color, el olor y el sabor no son pruebas suficientes para afirmar que es una bebida embriagante, entonces surge la propuesta de un estudiante de comprobar la presencia del alcohol a través de la inflamabilidad.

Es aquí donde las maestras organizan un taller sobre las llamas que consistía en acercar a diferentes bebidas alcohólicas conocidas (vodka, whisky, ron, cerveza, vino, brandy) una cerilla encendida de manera que sirvieran como patrón de comparación con las bebidas producidas por los estudiantes en la clase. Esta situación fue desconcertante para los estudiantes ya que por ejemplo, a pesar que el envase de la cerveza decía contener 4% de alcohol no flameo, entonces los estudiantes suponían que las sustancias producidas en la clase no producirían llama, sin embargo esto no indicaba la ausencia de alcohol.

De igual forma se propuso separar el alcohol de las otras sustancias producidas en la fermentación a través de una destilación simple de muestras de vino, guarapo, chicha y cerveza. Esta actividad se realizó en dos momentos, en el primero se realizó una discusión colectiva con respecto a los materiales necesarios, a la forma del montaje, a las condiciones como la entrada y salida de agua, el uso de tapones, el punto de ebullición de alcohol teniendo en cuenta las condiciones ambientales y las propiedades de las sustancias después

de ser separadas. Este último aspecto surge a partir de la pregunta de un estudiante ¿el residuo y el destilado de la chicha emborrachan?

En el segundo momento los estudiantes y las maestras nos desplazamos a los laboratorios de química de la Universidad Pedagógica Nacional. Este hecho generó un ambiente de entusiasmo ya que para algunos chicos era la primera vez que visitaban un centro universitario y más aún tenían una tarea específica que desarrollar. Se instalaron 4 equipos de destilación y en el transcurso de la separación surgieron inquietudes como ¿A qué altura se debe ubicar el termómetro? ¿Cómo se determina la proporción de alcohol en la muestra? ¿Cómo el aroma de cebada fermentada sugiere la presencia de cerveza?.

Después de una hora de iniciada la destilación se recoge el destilado pero fue tal la sorpresa cuando su olor no evidenciaba la presencia de alcohol. Así se sugiere su identificación a través de pruebas particulares para alcoholes que nos indican su ausencia, posteriormente se determina la presencia de aldehído y ácido acético. Aquí los estudiantes se preguntaban cómo ocurrió esto, cuál es la diferencia entre las sustancias destiladas y el alcohol y en las sustancias cotidianas donde este presente el ácido acético y el aldehído?

En el Centro Educativo Manuel Elkin Patarroyo

En el Centro Educativo Manuel Elkin Patarroyo la exploración se inicio hablando de la respiración en diferentes medios y situaciones cuando la maestra preguntó ¿Cómo hace el organismo humano para capturar el oxígeno y no otro gas?. Se propusieron hipótesis acerca del problema, las cuales eran bastantes creativas. Posteriormente los estudiantes trataron de mostrar como en algunas ocasiones cuando se respira muy rápido se emborrachan e hicieron una demostración utilizando para ello una bolsa plástica. Ellos hablaron del momento del parto y la necesidad de respirar adecuadamente en esta situación. En la clase siguiente se pregunto a los muchachos ¿Cómo explican lo que sucede al ser humano cuando se em-

borracha? En esta actividad se pusieron a prueba diversas formas de trabajo individual, en grupo, tareas de consulta, resúmenes de clase, discusiones en pequeños grupos y plenarias generales.

Cuando los muchachos incursionaron en estas discusiones lideradas por compañeros que mostraban interés, se les pidió que explicaran qué cosas componen los licores para que embriaguen. Sorprendidos por algo que era tan cotidiano pero de lo que no se tenía suficiente claridad, se hizo necesario profundizar sobre las explicaciones dadas al respecto; por tanto se propuso realizar una consulta bibliográfica, acompañada de dibujos que mostraran la interacción del organismo con las bebidas embriagantes.

En la clase siguiente se constituyeron nueve grupos de acuerdo a sus intereses y a la amistad entre ellos, para realizar bebidas y licores de fabricación casera así, dos grupos se dedicaron al estudio del vino, otros dos al estudio de la cerveza, uno al aguardiente de hierbas, otros dos al de la chicha, otro al guarapo y finalmente otro se dedicó a realizar sabajón. Esto permitió a los chicos a recordar y contar experiencias cotidianas e historias que sucedían en el barrio la Perseverancia que es barrio donde se ubica el colegio. De allí surge que Freddy Cruz comentara “ para elaborar la chicha las mujeres no podían estar menstruando o si no la chicha se cortaba” ante esta apreciación otra niña cuenta que “la mayoría de las mujeres son las que fabrican la chicha y nadie les pregunta si están o no menstruando. Aquí también se discutió sobre los materiales que se necesitaban y las condiciones (temperatura, tipo de vasija, tiempo, etc) que debían llevar al colegio para hacer el montaje. Luego cada grupo realiza su diseño experimental y realizan la ficha de trabajo propuesta por el grupo de maestras para sistematizar la experiencia de clase.

Es así como los estudiantes animados instalaron los montajes en el laboratorio del colegio , cada uno con las consideraciones anteriormente discutidas.

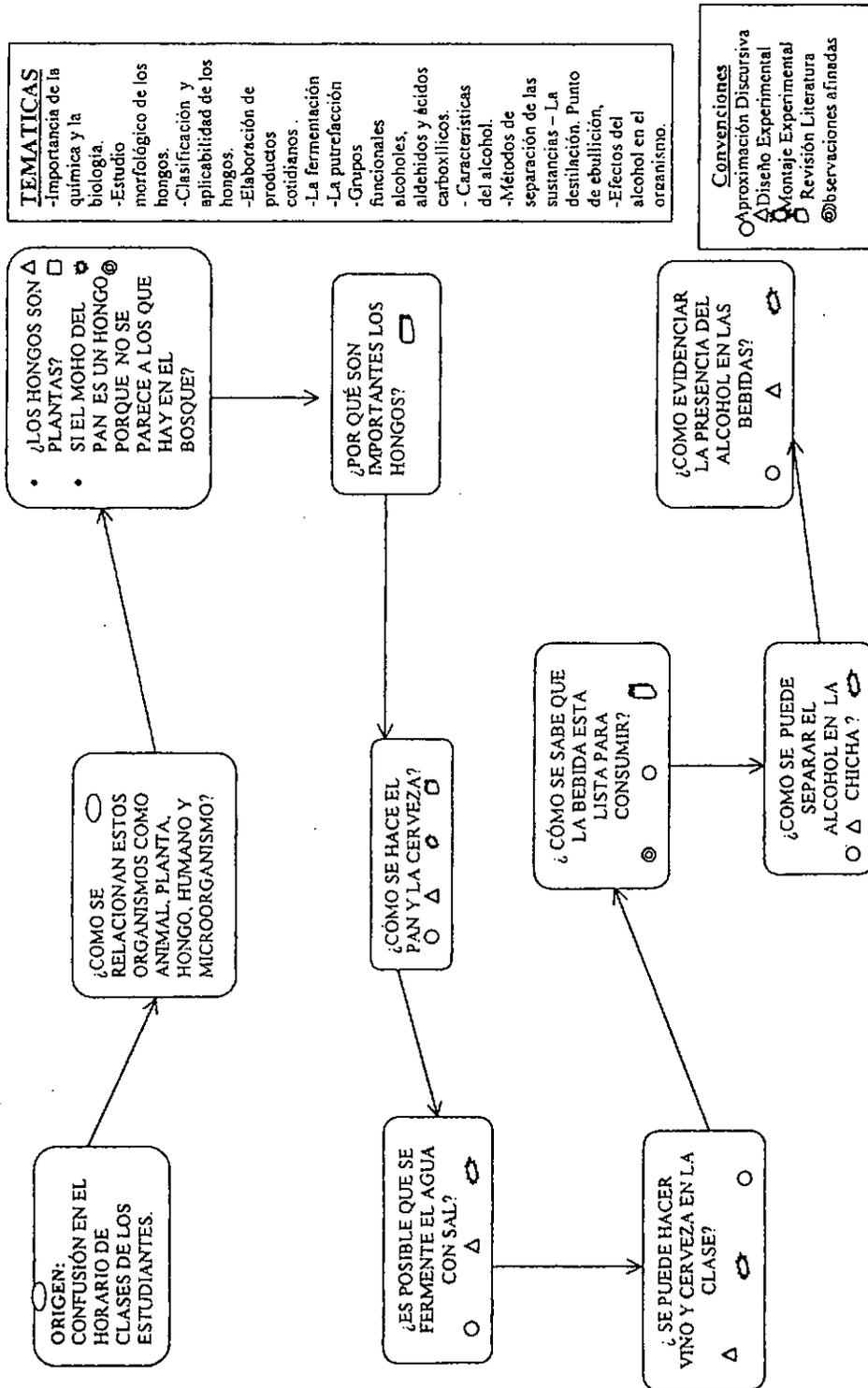
Durante las clases posteriores se hicieron observaciones periódicas de los recipientes para detectar los cambios y tomar nota de ellos. (Ver ficha en el Anexo). Con sorpresa el grupo de la chicha encontró que a los pocos días vieron hervir el líquido sin haberlo calentado.

Entonces se preguntaron qué hacía que el guarapo “sudara”, es decir que sucediera el proceso de fermentación. El grupo que realizó el sabajón realizó con gran algarabía compartiendo y dando degustación a todos los compañeros y como este licor no requería fermentación ni tiempo de observación se propuso para ellos unas lecturas que expusieron la clase siguiente y que posibilitó que se generaran una discusión colectiva y a través de preguntas muy interesantes como: ¿cómo antiguamente hacían los indios para elaborar la chicha? ¿Qué es el alcohol del 80%? ¿Qué es la levadura? ¿Para qué se utiliza la levadura? ¿Siempre se debe usar azúcar para que haya fermentación?.

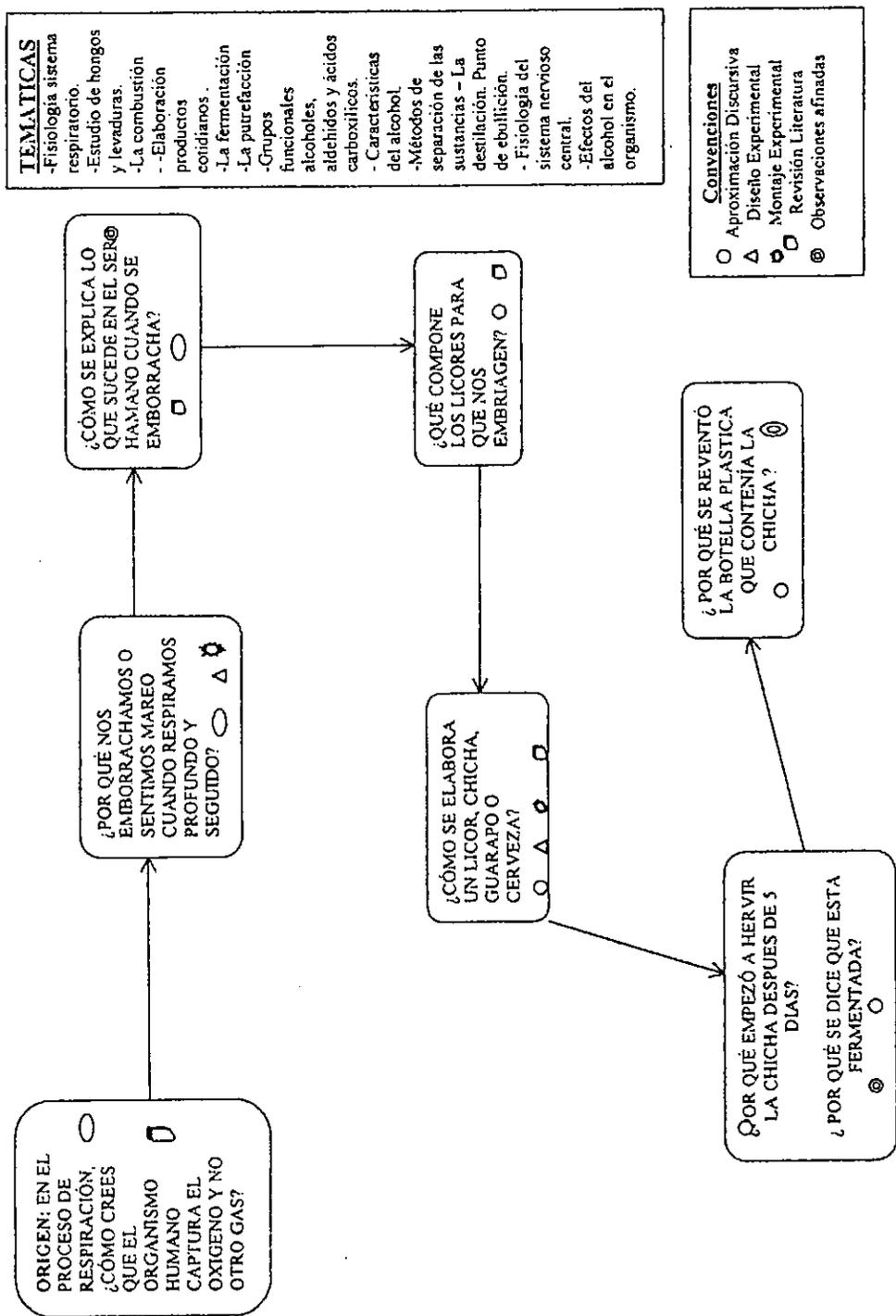
Se reflexionó luego sobre el uso de los términos y las palabras tales como fermentar, agriar entre otros que, aunque se refieren a lo mismo el significado dado no siempre es igual o lo desconocen por completo, ya que en este caso lo importante es la novedad de la palabra para impresionar al grupo. Esta situación es interesante ya que posibilita generar una discusión entre los grupos con la intención de aclarar los significados y llegar a un acuerdo, de igual forma sucede con las situaciones inesperadas que al tratar de comprenderlas se ven abocados a discusiones, como sucedió el día en que se reventó la botella plástica que contenía la chicha y que por la presión del gas carbónico que se produjo explotó.

Después de tener las bebidas fermentadas las maestras proponen realizar una destilación simple para lo cual los estudiantes consultan los materiales que se utilizan, la manera de armar el montaje y la utilidad de este tipo de operación. Este proceso se realiza posteriormente en los laboratorios de química de la Universidad Pedagógica Nacional que genera en los chicos bastante novedad por estar fuera del contexto escolar. Es así como se inicia la actividad con una reflexión del por qué y para que realizar una destilación, sobre las sustancias que se esperaba obtener, entre las que mencionan las sustancias puras, que se caracterizan por ser combustibles y cuya combustión da una llama de color azul y que además hierve a una temperatura entre 65- 72 ° C. Después de que el estudiante Camilo explica a sus compañeros como se hace el montaje de la destilación y además dice “ que se espera obtener un alcohol del 80%” los compañeros lo aplauden, por que es líder del grupo y sus aportes son tenidos en cuenta.

RUTA DE TRABAJO DESARROLLADA EN LA ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL



RUTA DE TRABAJO DESARROLLADA EN EL CENTRO EDUCATIVO DISTRITAL
MANUEL ELKIN PATARROYO



TEMATICAS
 -Fisiología sistema respiratorio.
 -Estudio de hongos y levaduras.
 -La combustión
 --Elaboración productos cotidianos.
 -La fermentación
 -La putrefacción
 -Grupos funcionales alcoholes, aldehidos y ácidos carboxilicos.
 -Características del alcohol.
 -Métodos de separación de las sustancias - La destilación. Punto de ebullición.
 - Fisiología del sistema nervioso central.
 -Efectos del alcohol en el organismo.

Convenciones
 ○ Aproximación Discursiva
 △ Diseño Experimental
 ⊕ Montaje Experimental
 ⊖ Revisión Literaria
 ⊗ Observaciones afinadas

Posteriormente se hace el montaje con ayuda de los maestros que van comentando los nombres de los recipientes que ellos desconocen y en este proceso van apareciendo preguntas como ¿Qué sucede cuando el masato no se destila? ¿Qué pasa en el organismo con las bebidas adulteradas? ¿Por qué algunas bebidas que tienen alcohol no producen llama azul?. Para finalizar esta actividad se recogen sus comentarios a través de una ficha de trabajo.

A partir de las rutas de trabajo expuestas se reinterpreta el desarrollo de las actividades en los esquemas siguientes, que muestran la estrecha relación entre las temáticas y los nuevos puntos de partida que son posibles de abordar (ver esquemas de las rutas de trabajo).

LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS _____

La herramienta fundamental que en la ciencia posibilita a su vez su comprensión y la explicación de los fenómenos naturales, es la elaboración de modelos.

Una de las preguntas de fondo en el momento de planear una clase de ciencias se relaciona con la determinación de las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. Esto determina no sólo la escogencia de los problemas a explorar, sino también el nivel de profundidad que puede esperarse de ellos y la forma metodológica específica de las actividades que se elijan y el manejo de las explicaciones surgidas de las inquietudes de los estudiantes.

Puede decirse, sin exagerar, que en rigor las explicaciones de los alumnos se logran mediante la incorporación de lo que se quiere explicar dentro de un modelo, o en su enunciado en términos de éste. Al respecto Arcá M. Y Guidoni P. anotan:

“Tanto en las construcciones cognitivas de los individuos, como en las construcciones culturales realizadas a lo largo del tiempo por las sociedades humanas, todo conocimiento del mundo es en realidad conocimiento de distintas series de modelos del mundo. En su desarrollo cultural, el conocimiento científico humano ha producido, sucesiva y alternativamente modelos progresivamente mas adecuados para explicar y para permitir la representación de aspectos más y mas complejos de la realidad. En el desarrollo individual, el niño se dedica a la organización, tanto sucesiva como alternativa, de modelos progresivamente mas adecuados para representar aspectos específicos y generales de su experiencia del mundo”.

Desde las Fuentes Bibliográficas

En nuestro trabajo planteamos que uno de los rasgos del pensamiento químico es la modelación, es por ello que el equipo considero pertinente además de construir el modelo de la fermentación por interacciones aproximarnos a los modelos que presenta la literatura con respecto a este fenómeno. A continuación presentamos un ejemplo de cada uno de los estudios realizados en diferentes fuentes bibliográficas.

Anotamos que las fuentes bibliográficas que se tomaron para realizar este estudio son de circulación en nuestro contexto académico, por ello no realizamos un muestreo ni tipificamos de manera particular las obras consultadas.

Tomamos como referencia una clasificación de las fuentes bibliográficas muy general, y que de acuerdo con nuestros fines se presta para hacer un estudio de casos. La clasificación que asumimos es la siguiente: Libros de corte histórico, aquellos que muestran los textos originales de científicos de siglos pasados. Libros textos, los textos escolares, Artículos de carácter científico, que aparecen en revistas especializadas y libros de divulgación científica, que circular en la población no especializada.

APARTES EN EL TEXTO DE DIVULGACION CIENTIFICA

<p>Cornejo Isidro et al. Fermentación continua de melazas de remolacha para la producción de alcohol. No. 118, 1967. Madrid</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo</p>
<p>“Actualmente, la mayoría de la industria viene empleando para fermentar las melazas levadura de panadería. El empleo de esta levadura hace que el proceso no sea del todo rentable, debido a que <i>Saccharomyces cerevisiae</i> es de las cepas de mayor poder fermentativo, debiendo diluir excesivamente la melaza, para transformar todo el azúcar en alcohol. A bajas concentraciones de azúcar la levadura actúa mejor y la fermentación es mas rápida , pero no es conveniente emplear concentraciones demasiado bajas, por que el proceso no sería rentable, por el gran volumen de líquido que se ha de fermentar y aumento de gastos en la destilación posterior”.</p> <p>“Para la producción de alcohol de melazas, existen sistemas que obtiene simultáneamente alcohol y levadura-alimento, estando provistos los dispositivos de fermentación como los sistemas de aireación, agitación que determina la velocidad de fermentación y la multiplicación de la levadura".p386</p> <p>“Según se agraden el cambio insignificante en el carácter de la levadura y la diferente producción de compuestos minoritarios como consecuencia del proceso continuo, puede dar considerable diferencias en el sabor y aroma del producto acabado”.</p>	<p>En el modelo que los autores plantean nos muestran ventajas e inconvenientes de trabajos experimentales alrededor de la fermentación para su aplicación a escala industrial y en la cual muestran un algoritmo o secuencia de pasos para la obtención de un producto de óptima calidad. Las explicaciones nos dibujan un modelo analítico de un proceso, técnica de control en e cual incluyen diversas condiciones (T°, aireación, cepas utilizadas, Ph, Adición de sustancias como SO4(NH3)2 y PO4H2K, que influyen en la velocidad de fermentación y las características organolépticas del producto (aroma, sabor, y grados de alcohol).</p> <p>Nótese que el modelo incluye el concepto de proporcionalidad al hablar de niveles de concentración , dilución y relaciones líquido- sustrato en el proceso. Posteriormente , indican algunas variables que inciden en la multiplicación de las levaduras.</p>

APARTES EN EL TEXTO ESPECIALIZADO³

Choppin Gregory y Jaffe Bernand. Química Ciencia de la materia , la energía y la materia. Mexico D. F. 1968	Elementos a tener en cuenta para la construcción del modelo
<p>“El etanol (alcohol etílico o de grano) líquido incoloro e inflamable, se prepara hoy como hace miles de años, por fermentación que es una acción química realizada por hongos, bacterias y levaduras. Estos producen compuestos orgánicos complejos llamados enzimas los cuales actúan como catalizadores en la escisión química de las moléculas. Cuando las células de las levaduras p.e. se colocan en una solución azucarada y se mantienen a unos 30 °C, la levadura viva produce una enzima llamada zimasa. Esta actúa catalíticamente ayudando a incrementar la velocidad de la ruptura química de la molécula de glucosa en etanol y CO₂. Cuando la concentración de la solución alcohólica alcanza de un 8 a 12%, las levaduras mueren y la reacción cesa. La concentración de la solución alcohólica puede llegar a 95 %en volumen mediante destilación fraccionada”. p621</p>	<p>En este texto se mira la fermentación como una acción que es realizada por un agente activo que esta dada por ciertos organismos vivos, que producen enzimas las cuales, actúan en la escisión de las moléculas por medio del incremento de la velocidad de reacción. Además a través de un ejemplo se expone la relación entre la concentración del alcohol y la vida de las levaduras y por tanto del proceso de fermentación.</p>
<p>“El etanol es el componente básico de las bebidas alcohólicas, que se prepara únicamente por fermentación del azúcar procedente de diversas fuentes vegetales. Durante la fermentación del azúcar se produce una pequeña cantidad de otro alcohol, glicerina o glicerol de un vocablo griego que significa dulce”.p622</p>	<p>Entre las propiedades de la sustancia alcohol están ser líquido, incoloro e inflamable. Esto supone que estas características se mantienen independientes de las condiciones en las que se realiza la fermentación.</p>

³ Otras fichas, del estudio de las fuentes bibliográficas se encuentran en los anexos.

APARTES EN EL TEXTO HISTORICO

Louis Pasteur 1822-1895	Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo
<p>En 1856 fue consultado por dirigentes de la industria vitivinícola francesa. El vino y la cerveza se agriaban a menudo con el tiempo y así se perdían millones de francos. Qué podía hacer un químico para impedirlo?</p> <p>En el microscopio observó que cuando el vino y la cerveza se añejaban normalmente, el líquido contenía pequeñas y esféricas células de fermentos. Cuando el vino y la cerveza se agriaban, las células de los fermentos también aparecían, pero tenían una forma alargada. Ello demostraba claramente la existencia de 2 clases de fermentos: uno que producía alcohol y el otro más lento que agriaba el vino.</p> <p>Si se calentaba el vino lentamente, las células de fermento morían y el proceso se detenía. Si ello se realizaba en el momento preciso, después de producirse el alcohol y antes de que el vino se agriase, todo se solucionaría, y así fue!</p> <p>Observó 2 circunstancias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las células de fermento eran vivas pues el calor destruía su poder para producir fermentación. 2. Solo las células vivas de fermento podían producir fermentación, no así las muertas. 	<p>Vitalista</p> <p>Las células de fermento eran vivas Solo las células vivas de fermento podían producir fermentación (Anselme Payen 1795-1871).</p> <p>Extrajo una sustancia del germen de la cebada que podía transformar el almidón en azúcar más rápidamente aunque el ácido, y a la cual llamo diastasa. La diastasa y otras sustancias similares fueron denominadas fermentos porque esa transformación es preliminar de la fermentación de la semilla.</p> <p>Posteriormente los fermentos se dividieron en 2 clases: Fermentos no organizados, que actuaban fuera de las células, como la pepsina. Fermentos organizados, que actuaban únicamente dentro de las células, como los que hacen posible que la levadura transforme el azúcar en alcohol.</p>

APARTES DEL TEXTO ESCOLAR

DESCUBRIR 9. Ciencias Naturales y Salud. Grupo Editorial Norma Educativa. Colombia. 1996	Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo
<p><u>Capítulo 6 El estudio de los microorganismos</u></p> <p>“Los procesos de fermentación se utilizan para la elaboración de productos como queso, yoghurt, vinos y cervezas p163.</p> <p>Si durante los procesos de fermentación (láctica o alcohólica) se examinan, con el microscopio, muestras de esos productos, se detecta la presencia de microorganismos”.</p> <p>“En estas industrias, los microorganismos se emplean para transformar materias primas en determinados productos. Los microorganismos toman la materia prima como alimento; como resultado de su metabolismo, se consigue el producto de interés industrial, por ejemplo el vinagre (vino agrio) se obtiene por la fermentación de los vinos con bacterias del vinagre. En este caso las bacterias se alimentan con el etanol y excretan agua y ácido acético, principales componentes del vinagre”. p164.</p> <p>“Las bebidas alcohólicas son producto del crecimiento de la levadura <i>S. cerevisiae</i>, la cual transforma los azúcares de la cebada y de la uva en alcohol. Tanto el alcohol como otras sustancias son producto del crecimiento microbiano en nutrientes especiales y bajo condiciones controladas de temperatura y pH. La actividad de los microorganismos depende de que se produzcan unas proteínas especiales: las enzimas, que se encargan de degradar los nutrientes y producir las sustancias deseadas”. p172</p>	<p>En este texto se mira la fermentación como un proceso de tipo fisiológico que se evidencia en las expresiones:</p> <p>-“Los microorganismos toman la materia prima como alimento; como resultado de su metabolismo, se consigue el producto de interés industrial, por ejemplo el vinagre (vino agrio) se obtiene por la fermentación de los vinos con bacterias del vinagre”.</p> <p>- “La actividad de los microorganismos depende de que se produzcan unas proteínas especiales: las enzimas, que se encargan de degradar los nutrientes y producir las sustancias deseadas”.</p>

APARTES EN EL TEXTO UNIVERSITARIO

Routh J. , Eyman D. y Burton D. Compendio esencial de química general orgánica bioquímica Ed. Reverté	Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo
<p>“El alcohol comercialmente se obtiene por dos métodos principales. Uno de ellos consiste en la fermentación de los azúcares y el almidón de los cereales, las patatas o las melazas. La levadura empleada en la fermentación contiene enzimas que catalizan la transformación de los azúcares más complejos en azúcares sencillos y a continuación en CO₂ y alcohol”. p 499</p> <p>“ La mezcla enzimática llamada zimasa, presente en la levadura común del pan, actúa sobre algunas hexosas convirtiéndolas en alcohol y CO₂. La levadura no fermenta las pentosas pero si las hexosas corrientes.p 632</p> <p>“Cuando la leche se agria, la lactosa se convierte en ácido láctico por un proceso de fermentación”</p> <p>“ la sacarosa se puede fermentar con levadura , puesto que contiene las enzimas sacarasa y zimasa. La sacarosa hidroliza primero la sacarosa y después la zimasa fermenta los monosacáridos a CO₂ y alcohol” p 635</p>	<p>En este texto la fermentación es entendida como una transformación de sustancias grandes y complejas hasta sustancias mas sencillas donde se hace responsable básicamente a las enzimas , que contienen las levaduras. Es por ello que se considera un modelo analítico de descomposición de sustancias.</p> <p>Si se miran los cambios que se presentan en las sustancias (sabor de la leche p.e) se hace referencia a la fermentación como una conversión de un disacárido a un ácido.</p>

En las páginas anteriores aparecen los apartes de cada uno de los textos abordados y los elementos tenidos en cuenta para la construcción de los modelos. Cuando se planteó la revisión de diferentes textos (históricos, escolares, especializados y de divulgación científica) para determinar los modelos implícitos en ellos, suponíamos que cada clase de texto tendría varios modelos. Sin embargo después de la lectura, análisis, discusión e identificación de los principios comunes que subyacen en las conceptualizaciones sobre el problema, las investigadoras construimos tres modelos que recogen algunas miradas sobre este fenómeno.

MODELO A:

Este modelo se caracteriza por la presencia de un principio cuya actividad se manifiesta en el metabolismo del microorganismo ya sea este hongo o bacteria, que sólo sobrevive en ciertos bajo unas condiciones particulares y que mira la fermentación como un proceso de secreción de dichos microorganismos⁴.

MODELO B:

Este modelo esta sustentado en una visión mecanicista del mundo en la cual todo en él funciona como una máquina que esta formada por poleas y piñones que se mueven con exactitud y que busca comprender a partir de la parte lo que sucede en la totalidad. Desde aquí se construye este modelo que da cuenta del fenómeno de la fermentación que se caracteriza por la presencia de dos sustancias simples, una de las cuales se comporta como un agente que propicia la fermentación (catalizador) y que se transforma uniéndose para formar sustancias más complejas proceso que puede ser reversible. Los principios sobre los cuales se basa este modelo son: La conservación de la masa, la discontinuidad de la materia, la causalidad, y la reversibilidad.

MODELO C:

⁴ Es importante anotar que la fermentación se ve como un proceso de secreción y no de excreción ya que su connotación es peyorativa y dejaría, por lo tanto de ser una sustancia comestible.

Para este modelo se consideran tres sustancias que se evidencian en forma secuencial: la glucosa, el gas carbónico y el alcohol donde las características organolépticas cambian en forma clara, en un tiempo determinado y con la intervención de un organismo vivo. Los principios que subyacen en este modelo son la causalidad y la temporalidad.

Desde las Interacciones

Este modelo fue construido por el grupo de investigación basados en los planteamientos de Edgar Moran que considera “la naturaleza como una extraordinaria solidaridad de sistemas encabalgados edificándose los unos sobre los otros, por los otros, con los otros, contra los otros: la Naturaleza son los sistemas de sistemas, en rosario, en racimos, en pólipos, en matorrales, en archipiélagos”.

MODELO D:

Desde esta visión consideramos las sustancias que intervienen en el fenómeno de la fermentación como sistemas organizados, los cuales interactúan en sí mismos con unas condiciones particulares del medio y entre ellas, estableciéndose múltiples relaciones que hacen posible las emergencias de nuevas organizaciones estables en un tiempo determinado. Cada una de ellas tiene cualidades tangibles, permanentes y disímiles que permiten identificarlas en el tiempo logrando separarlas y caracterizarlas. De otra parte, se considera en este modelo que se construyó un espacio conceptual para que allí sucedieran las interacciones y emergieran las nuevas sustancias. Podríamos afirmar que “encerramos” en una vasija una serie de factores tales como el aire, la luz, la temperatura, el agua, los microorganismos, el tiempo, el sustrato (concentración y cantidad) para permitirles relacionarse de diversas formas de manera que se constituyen en una unidad global.

Este modelo está soportado por cuatro principios:

- Todo proceso ocurre en el tiempo
- Todos los objetos pueden construirse como sistemas organizados.
- Las relaciones e interacciones que constituyen la organización están determinados por el individuo que participa en el contexto.
- La organización se da en diferentes niveles.

Desde las Explicaciones de los Estudiantes

De las explicaciones construidas por diversos grupos de estudiantes en las dos experiencias de aula desarrolladas podemos inferir la existencia de incipientes modelos de explicación, algunos de ellos coincidentes con los elaborados a partir de las fuentes bibliográficas y otros muy cercanos a nuestro modelo explicativo que hemos venido denominando por “interacciones” .

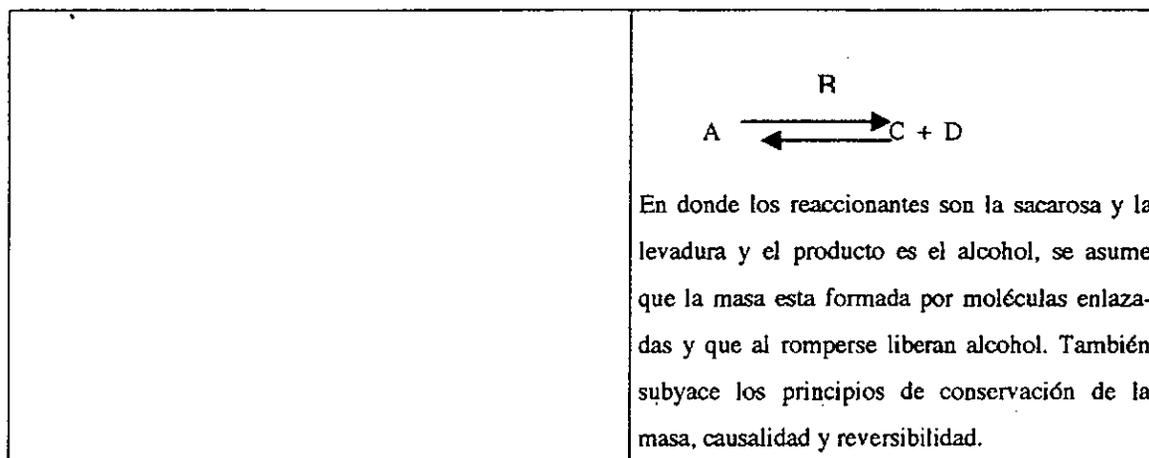
A continuación se presentan las explicaciones que elaboran los estudiantes sobre el fenómeno de la fermentación y la interpretación que hace el grupo de investigación:

EXPLICACIONES DE LOS ESTUDIANTES	INTERPRETACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN
<ul style="list-style-type: none">• David Rojas dijo que: “ <i>el recipiente se debía mantener tapado porque se necesita que no entre oxígeno para que la levadura tome el oxígeno de los azúcares y producir alcohol</i>”.	<ul style="list-style-type: none">• Desde esta perspectiva se encuentra que esta explicación corresponde al modelo que hemos llamado A donde hay un principio activo vivo que en este caso son las levaduras que deben tener un medio azucarado para

<ul style="list-style-type: none"> • Entre las cosas que le parecieron sorprendentes a Felipe en la actividad de destilación esta. “ <i>la aparición del etanol, el olor y el sabor a causa de la electricidad</i> “ y teniendo en cuenta el diseño experimental propuesto por el grupo para elaborar vino: <ul style="list-style-type: none"> a. Machacamos las uvas b. Sacamos el jugo c. Dejamos que se fermente 8 días d. Le agregamos el etanol • David dice que para el la fermentación “<i>es cuando los azúcares que contiene el guarapo por la panela se cortan en dos y queda el alcohol, eso se produce por la mala conservación de las sustancias, entonces las bacterias son las que cambian los azúcares a alcohol comiéndose la parte que contiene mas azúcar</i> “ 	<p>que pueda realizar el proceso de la respiración y excretar produciendo alcohol. Es muy común este modelo entre jóvenes y niños que dicen que los peces en la pecera tomaran el oxígeno directamente de la molécula del agua y como no airean el agua los peces mueren y los chicos quedan desconcertados.</p> <p>El análisis de la explicación supone dos instancias de organización, una “antes” en la que no existe alcohol y otra después de mediar la electricidad, que calienta, destila las sustancias y dispara la aparición del etanol. Los principios que subyacen a esta explicación son.</p> <p>La causalidad y la existencia de un principio activo (la electricidad)</p> <p>La temporalidad.</p> <p>Este modelo no se enmarca dentro de los construidos por el equipo.</p> <p>Cuando David se refiere a que las bacterias se comen la parte que contiene mas azúcar esta resaltando la importancia de un microorganismo en el proceso que aparece bajo la “mala conservación” (Modelo A) y cuando expresa que el azúcar se parte en dos subyace una visión mecánica del fenómeno (Modelo B).</p>
---	---

<ul style="list-style-type: none">• Juan Guillermo nos cuenta que la fermentación <i>“es que las sustancias se descomponen y nacen unos hongos y por eso cambia su sabor y embriaga. Estos hongos no nos hacen daño por que se alimentan de la panela”</i>. <p>Juan Camilo dice: <i>“ que es el proceso mediante el cual se añejan o se dejan en reposo ciertas sustancias para la aparición del alcohol”</i>.</p> <ul style="list-style-type: none">• Alicia expresa que <i>“ es un procedimiento de algunos días para realizar una bebida embriagante”</i>. <p>Daniel <i>“la fermentación tiene que tener un procedimiento largo (como de tres semanas para poder obtener el vino)”</i>.</p> <p>Wilson <i>“la fermentación es cuando uno pone una sustancia en un recipiente y lo deja por días tapado esto produce unos hongos que amargan o endulzan la sustancia. Esto es cada vez mas fuerte hasta su finalización”</i>.</p> <p>Ivan dice que <i>“ se trata de dejar el vino o un líquido en una bodega oscura por muchos años para que tenga un buen sabor para las personas ”</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Juan Guillermo tiene la idea que las sustancias complejas se descomponen a unas más sencillas (Modelo B). Por otra parte cuando se plantea que “nacen unos hongos” y “la aparición del alcohol” que expresa Juan Camilo se vislumbra la concepción de la vida por generación espontánea, teoría trascendental en la historia de la ciencia. Aquí también el termino añejar nos hace suponer una idea de temporalidad. <ul style="list-style-type: none">• Las explicaciones de este grupo de estudiantes se caracterizan por tener en cuenta el tiempo como un principio esencial en la obtención de las bebidas embriagantes. Aquí vemos reflejado uno de los principios que sustentan el modelo por interacciones (Modelo D) que se complementa con la explicación de Ivan que relaciona la oscuridad con el buen sabor y Wilson que relaciona el amargo o el dulce de la sustancia con la presencia de hongos producidos cuando se deja el recipiente tapado.
--	--

<ul style="list-style-type: none">• Luis Camilo nos comenta que para el <i>“la fermentación es la transformación de una sustancia por medio de las bacterias transformándolas en ácidos o alcoholes.”</i> Oscar dice que son : <i>“unos organismos que están en las bebida que cuando se unan las bacterias se comen los azúcares y se convierten en sustancias embriagantes”.</i> Francisco expresa que la fermentación: <i>“ es la reproducción de una especie de hongos que descomponen las sustancias,, pero no se dañan por que sus componentes sirven para alimentarse.”</i>• Camilo cuando se refiere al recipiente nos dijo que : <i>“La olla de barro es mejor porque la luz impide el proceso de la fermentación ya que las levaduras se alimentan. Cuando la levadura se esta alimentando se ven muchas burbujas como si estuviera hirviendo , pues ella toma oxígeno y se alimenta del azúcar de la panela”.</i>• Camilo explica que las levaduras tienen como función en la fermentación, <i>“La levadura lo que hace es romper las cadenas de sacarosa y eso produce alcohol”</i>	<ul style="list-style-type: none">• Los tres estudiantes dan importancia a la actividad de los microorganismos (hongo y bacteria) cuyo papel en el proceso de la fermentación es : transformar, convertir y descomponer las sustancias, rasgos que ubican sus explicaciones en el modelo B.• Esta explicación se enmarca dentro del modelo A ya que aquí se asocia la vida con el fenómeno de la fotosíntesis y la fermentación con la oscuridad donde ocurren reacciones de tipo anaerobio. Además se asocia las burbujas en la fermentación como los peces abren la boca para comer y se desprende burbujas de aire.• Camilo expone una explicación que se ubica en el modelo B donde se da un proceso químico en el que esta implícito un modelo mecánico
--	--



EVIDENCIA DE OTROS RASGOS DEL PENSAMIENTO QUIMICO

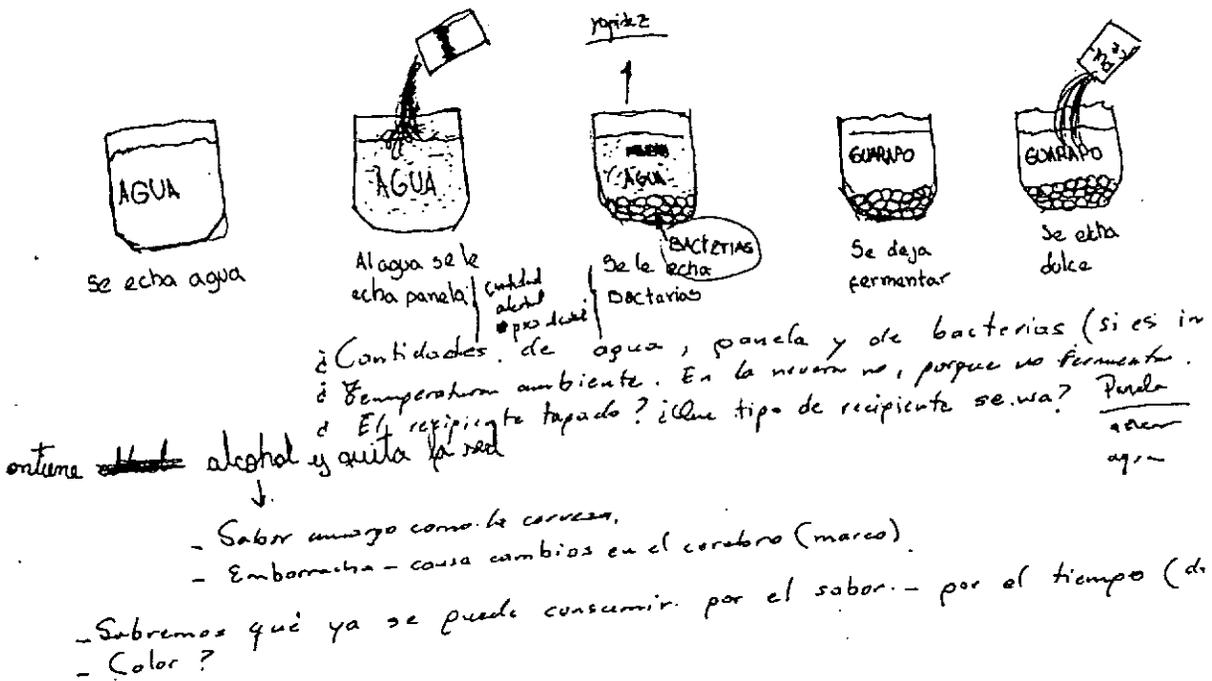
Operatividad:

De acuerdo con Ladriere

“El proceso experimental, como el proceso teórico, puede ser analizado en términos de operaciones. Se tratará, por una parte, de operaciones materiales (montaje de aparatos de registro de datos, preparación del sistema estudiado, establecimiento de interacciones, registro automático o no, de los datos) y por otra parte de operaciones de tipo intelectual que hacen intervenir diversos esquemas de razonamiento (eliminación de errores, adecuación de las curvas a los datos obtenidos, tratamiento estadístico de los datos, operaciones inductivas y deductivas necesarias para obtener enunciados significativos, utilizables en el ámbito de una discusión teórica sobre el alcance de la experiencia emprendida)”.

Dentro de este rasgo el equipo de investigación ubicó las siguientes acciones :

- Elaboración del flujograma, el cual representa gráfica y secuencialmente el procedimiento de fabricación de la sustancia elegida para cada uno de los grupos de estudiantes. Estos diagramas fueron construidos por ellos teniendo en cuenta las entrevistas realizadas a personas cercanas que se sabían realizaban este tipo de bebidas, entre ellas abuelos, amas de casa, muchachas del servicio, vecinos y por la consulta realizada en textos y en Internet. Además, el diseño experimental final es el resultado del consenso del equipo de muchachos⁵.

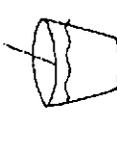


⁵ La legitimidad de la información esta dada por la tradición. Ejemplo: Cuando se propuso realizar chicha a partir de cáscaras de papa, todos sorprendidos dijimos: ¿De cáscaras de papa? Y Juan Guillermo contestó que su mamá lo hacía así.

PROCEDIMIENTO DE EL KUMIS

$\begin{matrix} = & \text{Jugo limón} & = & \text{bebe} \\ + & \text{Jugo limón} & - & \text{leche} \\ - & \text{Jugo limón} & + & \text{leche} \end{matrix}$

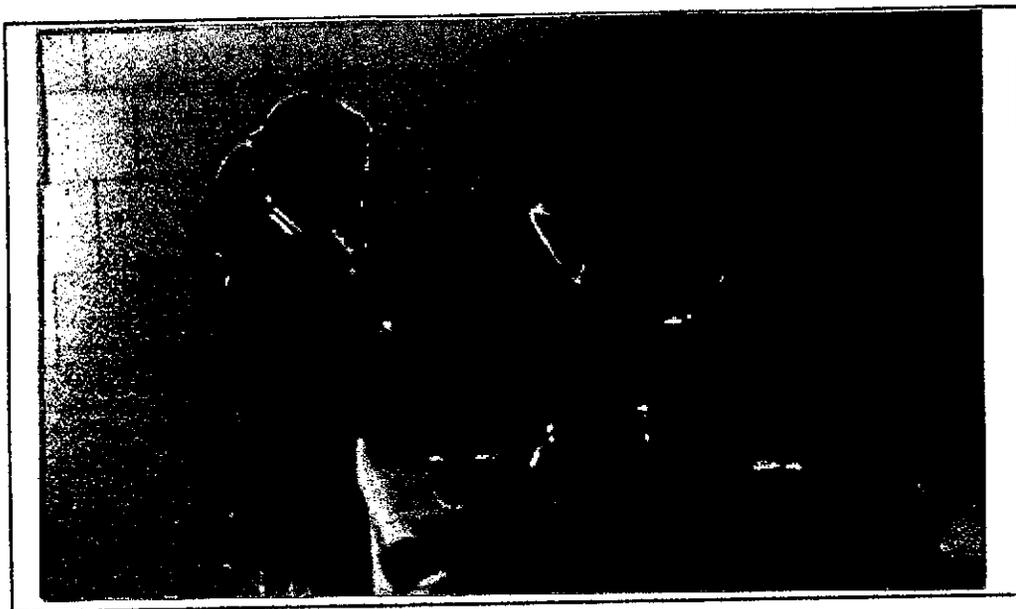
- 1/2 cantidad jugo + 1/2 cantidad limón - queda muy ácido

 <p>limón azúcar bebida leche</p>	 <p>SE LE ENTRA EL ZUMO DE UN LIMÓN</p>	 <p>CUANDO ESTÁ CORTADO SE BEBEN</p>	 <p>SE LE ENTRA AZÚCAR</p>
 <p>SE VUELVE A DAR</p>	 <p>SE ENTRA</p>	 <p>¡ YA ESTÁ!</p>	<p>ANTES espeso, azucarado, hondo, dulce.</p>

- Es posible gustarle el limón a los bebés.
No, xq' ya está mucho preparado.

JIA Jiménez / Gustavo Rodríguez

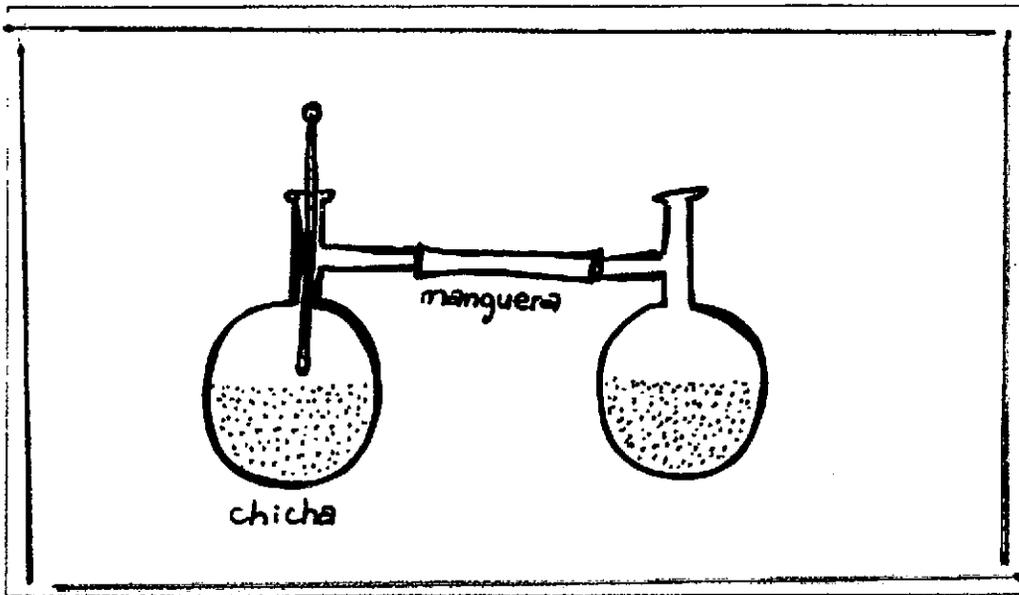
- Montaje de las sustancias a fermentar. El montaje es la materialización de las arduas discusiones que tuvieron los estudiantes acerca de las condiciones mas propicias para la obtención del licor.



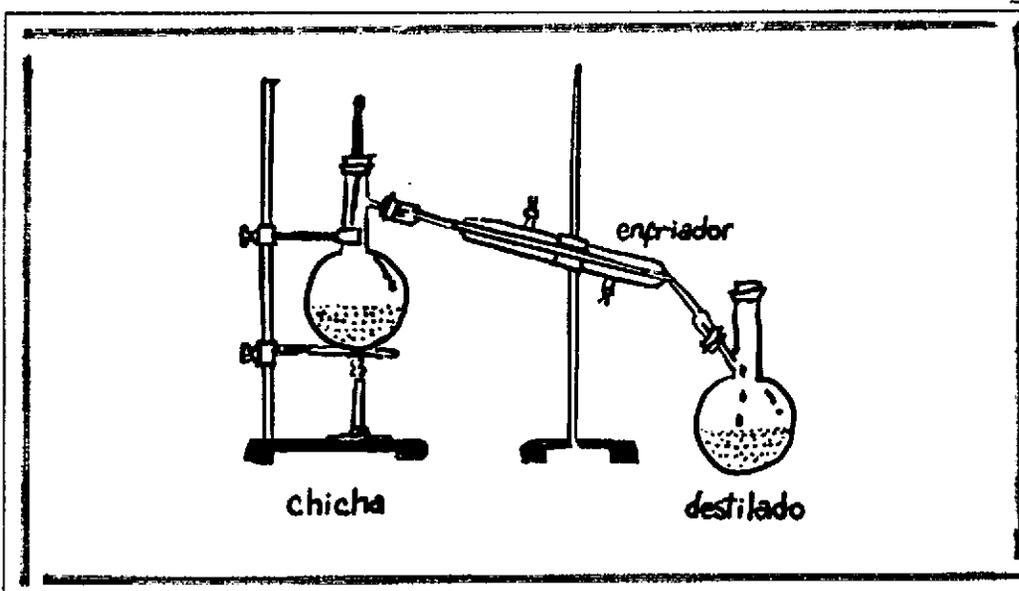
En la foto se observa la realización del proceso de fermentación en diferentes vasijas.

- Método de separación del alcohol de otras sustancias

En la clase del 8 de junio se realizó una discusión colectiva con los estudiantes a propósito de la destilación que servía, según comentaban, para purificar, separar el alcohol de otras sustancias . Se generó una disputa acerca de cómo las sustancias en vapor se convertían en una sustancia líquida. A este respecto Francisco comentó: *que " la presión hacia que cambiara de estado "* y realizó un diagrama del montaje de esta operación.



Sin embargo David intervino realizando un segundo diagrama ya que al primero, según él, le hacía falta el refrigerante y la sustancia que cumplía esta función, el agua.



Después intervino Juan Guillermo preguntando si era necesario utilizar tapones en los balones para que no ocasionará una explosión.



En la foto aparecen varios estudiantes manipulando el montaje de destilación.

- Taller de las llamas

Esta actividad se realiza a propósito de plantear que el color, el sabor, el olor de las sustancias no era suficiente evidencia para determinar la presencia de alcohol y es aquí donde Juan Guillermo propone que se debería realizar la prueba de la inflamabilidad con las sustancias que contienen alcohol. En la clase se discutía como el volumen de alcohol presente en la bebida influía en la formación de la llama, entonces se toman diferentes muestras de licores comerciales en cápsulas de porcelana y se les aproxima una cerilla a cada una, luego se repite el procedimiento anterior con las sustancias fabricadas por ellos mismos.

- Ejercicios argumentativos: La actividad argumentativa se torna predominante durante todo el desarrollo de la ATA donde se *“fomenta el trabajo en grupo y se relega a un segundo plano la actividad individual. Si alguien cree poseer la aproximación correcta no basta con estar convencido de ello, ni que el maestro este de acuerdo con él. Lo importante es que esté en capacidad de convencer al grupo acerca de la justeza de su aproximación “*

A continuación presentamos dos ejemplos de las discusiones adelantadas durante el proceso pedagógico:

-Uno de los grupos que preparó chicha la dejó tapada en una botella plástica y posteriormente la encontraron rota y vacía y con un residuo sólido extendido en el piso del laboratorio. Ante esta situación Adriana y Felipe comentan:

A: Miren, alguien nos rompió la botella y toda la chicha se regó ¡Qué rabia!

F: Boba, fue que la botella se reventó

A: No, eso fue que nos dañaron el experimento

F. La chicha produce gas y como la botella estaba tapada, el gas no tenía por donde salir.

-Cuando se realizó la actividad de destilación del guarapo se presentó una discusión entre David y Luis Camilo respecto a la ubicación del termómetro en el balón de destilación.

D: El termómetro debe colocarse que toque el líquido

L: No, eso no importa que no lo toque

D: ¿Cómo así que no importa?

L: Pues claro que no. No ve que la temperatura va a estar igual en todo el recipiente.

Interacciones :

“¿Será esa combinación singular de barro, piedras ya exposición a la luz del sol - el terroir de una viña -lo que deja en el vino su huella inconfundible?”

“Está claro, el clima: una lluvia que caiga muy próxima al inicio de la vendimia hincha las uvas y agua el vino. Lo mismo puede provocar demasiado abono, o la falta de voluntad de un viticultor para castrar sus racimos y reducir el rendimiento de una año de abundancia”

“Luego viene la variedad de técnicas para fermentar el azúcar y convertirla en alcohol: qué tipos de levadura, qué temperatura y cuál método de remojaren el jugo la masa flotante de cáscaras será mejor para obtener color y cuerpo. Y están por último las barricas para añejarlo: de roble o de otra madera, y en tal caso cuál, y por cuánto tiempo deberá calentar las duelas el tonelero”(Kunzig,R 1999)

A través de las citas anteriores se muestra la multiplicidad de factores que interactúan para hacer posible la producción de una bebida de excelentes cualidades para paladares expertos y refinados.

Bajo las nuevas conceptualizaciones y la nueva mirada de la química como disciplina científica, la sustancia no es una unidad u objeto aislado que responde a leyes objetivamente universales; no se puede explicar por las unidades elementales que la componen. La sustancia es una realidad diversa que depende del entorno, del observador y de su organización, es decir, de la organización del sistema o sistemas que la componen, quedando implícitos allí los elementos constitutivos y sus interrelaciones.

Por otra parte, la sustancia puede considerarse como un sistema intermedio que se constituye como parte de otros sistemas mayores de la naturaleza. A su vez el sistema sustancia comprende otros subsistemas, como pueden ser las moléculas, los átomos, las partículas.

Lo anterior permite vislumbrar la importancia de fomentar el desarrollo de este rasgo del pensamiento químico, que lleve al individuo a establecer múltiples interacciones que posibilitan la emergencia de una organización estable en el tiempo, como lo es una sustancia.

Encontramos este rasgo en las siguientes situaciones:

A través de una ficha de trabajo (Ver Anexo) se pide a los estudiantes que establezcan la influencia de diversos factores en la producción de la sustancia por fermentación:

-El grupo de Juan Camilo que elaboró chicha escribe que “El color del recipiente no influye por que no cambia la chicha. El recipiente es de barro y esto ayuda a atrapar los hongos en su interior porque estaba baboso en el fondo”.

“La temperatura ambiente es fría y no sirve fría y por eso la pusimos en un lugar cálido (vivero). La razón por la que no sirve es que los microorganismos necesitan el calor para su reproducción”.

El grupo de Wilson que preparó vino de uva argumenta por escrito: “ el recipiente tuvo que ser oscuro para que su fermentación fuera mas efectiva . En caso de haberlo hecho en envase de madera se hubiera fermentado mas rápido y con diferente sabor”.

El grupo de Luis Camilo que hizo guarapo respecto a la actitud del grupo opinó: “ el grupo tiene que estar muy pendiente de las bacterias para que no se mueran y estar pendiente de que no se pase la fermentación”.

Durante el taller de las llamas Juan Camilo registró esta actividad en su cuaderno escribiendo que “ *las sustancias que son más inflamables son las que tienen mayor grado de alcohol*”.

El grupo de Zulma ante la pregunta ¿Qué sucederá con la sustancia que están preparando?(Aguardiente de hierbas) nos comentó: “*Va a quedar una bebida alcohólica y va a embriagar a los que la consuman*”.

Cuando se indagó sobre los resultados esperados si la experiencia se hiciera en Barranquilla o en el páramo, hubo respuestas como la de Francisco “ *Sería distinta la chicha por el cambio de clima y la presión atmosférica*” y Carlos también comentó al respecto: “ *se esperaría que la sustancia elaborada estuviera mas rápido , porque hay mas calor, porque allá se esta a la altura del mar*”.

Operaciones Lógicas:

Ladriere a este respecto (1978) afirma que:

“ la acción de una teoría hace intervenir operaciones lógicas que son de carácter formal y que eventualmente pueden representarse por medio de algoritmos, como las construcciones propiamente matemáticas. La teoría debe proporcionar por lo menos un marco que permita manejar razonamientos relativos al dominio estudiado; que permita por ejemplo, hacer predicciones sobre lo que se puede esperar en tal o cual circunstancia”

o, por ejemplo establecer relaciones cuantitativas entre diversas variables que influyen a la hora de construir un fenómeno como totalidad, sin dejar de lado sus particularidades.

A propósito de este rasgo, presentamos a continuación unos ejemplos en los que se vislumbra uno de los elementos del pensamiento lógico, la proporcionalidad.

Cuando se preguntó a los estudiantes sobre la influencia de las cantidades en la fermentación encontramos afirmaciones como:

Adriana: “ *entre menos agua más cebada y la fermentación es mayor y entre menos cebada y más agua menor es la fermentación*”.

Nubia: “ *La importancia de los ingredientes en su medida influye mucho, porque si agregamos de una mas que de la otra puede cambiar el sabor*”.

Oscar: *“ Si se le echa mucha agua al guarapo queda muy simple; la cantidad de bacterias influye en el tiempo de fermentación y su sabor amargo depende de la cantidad de melao”.*

Y por ultimo David hace referencia a la concentración de la bebida elaborada por su grupo diciendo que: *“Nuestro guarapo resultó con un 30% de alcohol, porque pusimos a destilar 100ml y recogimos 30ml”.*

CONCLUSIONES

Entrar a cristalizar, a manera de conclusiones, el proceso vivido durante estos 12 meses de trabajo, es un ejercicio de síntesis, en el cual necesariamente se quedan por fuera muchos aspectos, que en los diferentes momentos de la investigación fueron altamente significativos, pero que a la hora de hacer una mirada global del proceso, no aparecen como tales, pues emergen nuevos aspectos que hoy cobran mayor importancia y ordenan el proceso.

Como es de todos conocido, la lógica del proceso reflejada en el informe de investigación, no es la misma que se da, en la vivencia del trabajo, por ello los caminos recorridos en el proceso de investigación, no necesariamente están presentes en los informes, este último muestra en términos generales los aspectos que constituyen la ruta reconstruida desde una mirada retrospectiva de la investigación.

A partir de lo anterior podemos decir que las conclusiones siguientes son el resultado parcial del trabajo de investigación y que algunos hallazgos e implicaciones del proceso, no se muestran claramente. Con el propósito de ordenar las reflexiones finales del trabajo hemos elegido tres aspectos que consideramos importantes, ellos son:

En relación con el equipo de trabajo

El grupo de investigación se constituye cuando nuestras preguntas de carácter individual confluyen y a partir de esta articulación se construye un proyecto de trabajo colectivo, que nos permite generar espacios de discusión, construcción y reconstrucción de nuestro ser y hacer como maestras de química. Es así como hoy, luego de la experiencia de realización del proyecto, sentimos que el grupo nos aportó elementos conceptuales sobre los que sub-

yace una nueva mirada de la disciplina química y a la vez, la concreción de la sistematización de un trabajo de aula. Esto sólo fue posible gracias al compromiso de cada una de las personas que integramos el equipo, el cual se manifestó en un ejercicio permanente de escritura, lectura y reflexión que se dio al interior del mismo.

Las vivencias en el grupo de investigación han sido de un verdadero equipo activo, participativo, caluroso en donde cada elemento humano es altamente valioso y aporta todo lo que puede para llegar al objetivo común de trabajo. Además se observa que la capacidad discursiva y escritural ha aumentado durante el desarrollo de la investigación, esto debido principalmente a la exigencia de lectura permanente y de análisis crítico de nuestra práctica docente. Podemos decir en términos generales, que el trabajo nos cualifica y enriquece la práctica y con ella la labor de nuestras instituciones escolares.

En relación con las hipótesis del proyecto de investigación

Con este proyecto se planteo trabajar dos aspectos que configuran el problema de investigación: 1) *explorar la posibilidad de la enseñanza de la química en torno a actividades que afiancen y promuevan el desarrollo del pensamiento químico.* y 2) *Explorar la posibilidad de aplicar la alternativa didáctica inspirada en las ATAs con el propósito anterior.*

Estos aspectos están fundamentados en dos hipótesis de trabajo:

- Es posible desarrollar el pensamiento químico en los estudiantes de nuestra educación básica, mediante actividades escolares diseñadas específicamente para ello.
- Las ATAs son la alternativa didáctica que posibilitan el desarrollo del pensamiento químico en los maestros y estudiantes que trabajan esta asignatura en educación básica.

Como se enuncia en la primera parte de este informe, el pensamiento químico presenta cuatro características, la modelación, la operatividad, la interacción, y las operaciones lógicas, cada una de ellas no se encuentra aislada sino que son complementarias y se expresan en cada una de las explicaciones que los participantes del proceso educativo elaboran, en nuestro caso, se presentan en las explicaciones que los jóvenes y maestras elaboran acerca de los fenómenos químicos tratados, esto es en los conocimientos químicos que elabora, tanto el individuo como el grupo.

Como se observa en la segunda parte del informe, podemos afirmar que se produjo *conocimiento en nuestras aulas*, ya que las preguntas legítimas, pertinentes y explosivas que hacían los estudiantes, guiaban las acciones no solo del aula, sino fuera de ella, en un constante enriquecimiento de la vida de los estudiantes y de las maestras, en este proceso podemos ver que se validan fuentes de conocimiento distintas a la autoridad, en particular el texto y el especialista y se privilegian otras como: el saber popular, la experiencia de los estudiantes y el razonamiento⁶.

Así mismo, mediante las actividades pedagógicas realizadas, los estudiantes desarrollaron procesos de pensamiento tales como: planteamiento de problemas e interrogantes, imaginación de posibles soluciones, formulación de hipótesis, elaboración de diseños experimentales, realización experimentos, deducciones y establecimiento de relaciones entre las variables que conforman un fenómeno químico, particularmente del fenómeno de fermentación. Así podemos concluir que entre todas estas actividades aparecen los rasgos de operatividad, modelación, intervención y pensamiento lógico (proporcional), propuestos inicial-

⁶ Si se nos pregunta cómo validar esta afirmación sino se presenta un instrumento de evaluación cuantitativa en nuestro proyecto, podemos decir que dado el tipo de investigación de carácter cualitativo que se realizó, nos permitimos inferir a través de los registros duros reportados a lo largo del trabajo, estos resultados y corroborar con ello la hipótesis del proyecto. Sin embargo es claro que si se decidiera hacer un análisis de tipo cuantitativo se podría mirar los niveles de verbalización, redacción, razonamiento lógico y diseño de procesos, y reportar en un estudio de tendencias los desarrollos del pensamiento químico alcanzados por los estudiantes.

mente como elementos característicos del pensamiento, sobre los fenómenos químicos el cual denominados pensamiento químico.

Para el caso de la característica denominada operaciones lógicas, resulta muy ilustrativo el trabajo de interpretación, análisis e inferencias - de los documentos elaborados por los estudiantes -, los registros duros y blandos no aportaron mayor evidencia sobre aspectos tales como: pensamiento correlacional, o probabilístico, de allí que en este informe solo hacemos mención al pensamiento proporcional.

En relación a la segunda hipótesis, la alternativa didáctica ATAS se reveló como una estrategia pertinente para el desarrollo del pensamiento químico de los estudiantes entre 14-16 años. Esta metodología didáctica nos posibilitó ver el fenómeno de la fermentación como totalidad, explorarlo con la intención de construir explicaciones que dieran cuenta de las experiencias llevadas a cabo por los estudiantes en la producción de las bebidas y fundamentalmente recuperar para el aula, la coherencia conceptual, la coherencia lógica y el sentido; es decir, traer al espacio escolar los significados y conocimientos del estudiante, posibilitar una relación entre la lógica del estudiante y la lógica de las situaciones propias del ámbito científico propuestas por el maestro y fundamentalmente construir sentidos altamente significativos para cada uno de los participantes del proceso.

En términos generales podemos decir, luego de la realización de este trabajo de investigación que la alternativa didáctica ATAs fue una estrategia pertinente en el desarrollo del pensamiento químico de los estudiantes entre 14-16 años, y que nos posibilitó ver el fenómeno de la fermentación como totalidad, explorarlo con la intención de construir explicaciones que dieran cuenta de las experiencias llevadas a cabo por los estudiantes en la producción de las bebidas.

En relación con el campo de la enseñanza de la química en nuestro contexto.

Abordar el conocimiento en química, mirar los fenómenos desde el nivel de organización macro, fue un cambio grandísimo en la perspectiva y concepción de saber disciplinar, ya que como docentes hemos sido formados en una imagen de ciencia basada en el reduccionismo y en el determinismo, y cuando se aborda la construcción de fenómenos químicos y se están buscando las explicaciones en el aula de clase, por momentos sentimos que se nos quita el piso epistemológico y disciplinar, esto hace que nos exijamos en buscar nuevas explicaciones, nuevas maneras de abordar el proceso de construcción de conocimiento y que estemos en permanente alerta para consolidar una coherencia entre nuestra nueva forma de ver y construir la realidad.

Los procesos desarrollados en las clases de química bajo nuestra orientación produjeron espacios en donde los estudiantes plantearon que se notó mucho interés, entusiasmo y participación lo que contrasta con la apatía e indiferencia frente a las clases tradicionales. Hubo menor tensión en la relación profesor alumno y mayor gusto por los problemas a tratar, así mismo surgen bastantes preguntas y las explicaciones son dadas o buscadas por ellos mismos. Esto permite una actividad discursiva mayor, y de compromiso, pues en toda intervención y planteamiento de hipótesis esta en juego lo que ellos piensan, como ven la realidad y de allí surge el liderazgo y nuevas formas de validación del conocimiento.

Se podría decir que el proyecto es una disculpa para tener la oportunidad de desarrollar actitudes deseables que se contextualicen dentro de una cultura, una concepción de ambiente educativo y del proceso de conocimiento que hemos desarrollado en los capítulos anteriores. Las actitudes deseables entre otras son aquellas que críticamente van surgiendo en la cotidianidad y de la compleja interpretación que haga el individuo de su hacer y de lo que lo rodea, dentro de una comunidad científica que se exprese en actitudes tolerantes y coherentes entre lo que se dice y lo que se hace, y desde esta perspectiva el trabajo no pue-

de ser replicado o tomado como un método más, lo cual no riñe con la posibilidad de tener un efecto multiplicador de lo que se considera una nueva visión que no atropelle las propuestas que traen los estudiantes.

Si el curriculum es la prescripción anticipada de los caminos que deben recorrerse para lograr las metas que los colegios, (maestros y textos) se proponen, la investigación concertó en reemplazar las asignaturas por proyectos, los cuales carecen de un plan de estudio, y se encuentran diseñados sobre la base del conocimiento que poseen los alumnos y del intercambio de ideas y sobre la prospección y su reconocimiento de lo que puede lograrse en contextos escolares particulares, de acuerdo a las problemáticas e intereses de los maestros y estudiantes involucrados en el proceso.

En el campo de la enseñanza de la química a nivel básico, podemos concluir del trabajo de investigación que las actividades escolares deben tener muy en cuenta la actitud de vida de los estudiantes, por eso creemos necesario que los trabajos que se adelanten deben dejar espacio al pensamiento de los estudiantes en el cual se involucren un juego de variables que permitan visualizar el proceso de elaboración, del caos al orden, distinguir entre la percepción y la ilusión, entre la certeza y la incertidumbre, equilibrante e inquietante y se aproximen a la visión actual de conocimiento, donde la emoción y la razón no se antepongan sino que se complementen en quienes construyen un nuevo camino del saber .

Finalmente podemos hacer una reflexión relacionada con el estilo de trabajo y la metodología que el grupo de investigación asumió como central.

Las actividades desarrolladas a lo largo del proyecto de investigación, mostraron que la perspectiva metodológica propuesta al inicio del trabajo basada en los bucles de planeación, acción, observación, reflexión, se constituye en una excelente alternativa para ordenar los procesos y las actividades en un proyecto de investigación como el presente. Aclaramos que la metodología, no fue estrictamente explícita en cada uno de los momentos del proyecto sino que se constituyó en un telón de fondo para la organización de la investigación,

es decir, que, si se hace una lectura retrospectiva, la orientación de los diseños, ejecución y análisis de las acciones que se realizaron a lo largo de este año, obedecen a la estructura de bucles anotada anteriormente.

Podemos decir que la metodología denominada Investigación Acción de corte anglosajón, representada en los bucles (P - A - O - R) es una herramienta muy útil no solo para un proyecto de investigación en el aula, sino también para el diseño y puesta en práctica de las alternativas pedagógicas y didácticas escolares, en este proyecto particularmente se elaboraron las propuestas a desarrollar en las dos instituciones educativas y se llevaron a su realización, siguiendo cada uno de estos momentos, de tal manera que las nuevas actividades se desarrollaron a partir de la reflexión de las anteriores realizando varios bucles de estos momentos.

Como se puede deducir de la descripción de las actividades llevadas a cabo en los dos colegios, también los estudiantes que participaron de la experiencia asumieron dicha metodología, en este sentido podemos decir que ella no solo guió las actividades del equipo de investigación, o las actividades de los docentes, sino que se convirtió en un elemento orientador de los procesos de construcción de conocimiento escolar en los propios estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ATLAN. Con Razón y sin ella. Editorial Tusquets. España. 1986.
- BACHELARD G. Epistemología. Editorial Anagrama. 1973. Barcelona.
- BESSIS. R y otros. Bases de la tipificación de los vinos. En Rev. Innovación y Ciencia. Febrero 1995 p 62 – 69.
- CARDENAS Fidel y GELVEZ Carlos. Química y ambiente 2. Ed. Mc Graw Hill. Santa Fe de Bogotá. 1996.
- CORNEJO Isidro etal. Fermentación Continua de Melazas de Remolacha para la Producción de alcohol. No.118. Sep -Oct 1967. Madrid.
- Cosmos 8. Ciencia integrada. Ed. Voluntad. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1997.
- CHALMERS Alan F.. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. Siglo XXI de España Editores S.A. Madrid. 1982.
- CHOPPIN Gregory y JAFFE. Bernard Química. Ciencia de la materia y la energía. Mexico. 1968
- Descubrir 9. Ciencias Naturales y Salud. Grupo editorial norma educativa. Colombia. 1996.
- DEVORE G. y MUÑOZ E. Química orgánica. Mexico. 1986.
- ESTANY Anna. Modelos de Cambio Científico. Editorial Crítica Barcelona. 1990.
- GIORDAN A. La enseñanza de las ciencias. Editorial Siglo XXI. España 1982
- KARR W y KEMIS S Teoría crítica de la enseñanza. Editorial Martínez. Roca. Barcelona. 1988.
- KUHN T. La estructura de las revoluciones científicas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México 1976

- KUNZIG Robert. La química de hacer vino. En : Discover en español. Mayo 1999.
- MARTINEZ et al. Microbiología general. Ed. Educación y pueblo. 1989. La Habana.
- MORIN E. El método: la naturaleza de la naturaleza. Editorial Cátedra. Madrid España. 1986
- PIAGET y INHELDER. B. The Growth of logical Thinking. Editorial Basic Books 1958.
- POVEDA Julio y GUTIERREZ Lilia. Química 11. Educar editores. Santa Fe de Bogotá. 1996.
- ROUTH J, EYMAN D y BURTON D. Compendio esencial de química general orgánica y bioquímica.
- ROGERS Peter. Las fermentaciones. En : Revista Muy Interesante. Abril 1989.
- SARMIENTO Fernando et al. Vida, Ciencia y Naturaleza. Editorial Pime . 1986.
- SEGURA y otros. Vivencias de conocimiento y cambio cultural. Colciencias Escuela Pedagógica Experimental. Editorial EPE. Colombia . 1995.
- Actividades de Investigación en las clases de ciencias. Editorial Diada España. 1997.
- (1999) LA INTEGRACIÓN, más allá de las disciplinas Ponencia en el PRIMER CONGRESO NACIONAL DE PEDAGOGÍA: UNA VISIÓN INTEGRADORA DE SABERES. Gimnasio Moderno Octubre de 1999. Santafé de Bogotá.
- WAGENSBERG J. y AUSTIN J. El progreso un concepto acabado o emergente. Tusquets. Ediciones Barcelona. 1998.
- ZAPATA Silvia. Chicha, maíz y dicha. El Espectador , 17 de octubre de 1999 p.1D

ANEXOS

ANEXO N° 1

Modelos Sobre El Fenómeno De La Fermentación

REVISIÓN DE LITERATURA ACERCA DE LA FERMENTACIÓN

<p>Martínez et al . Microbiología general . De Educación y Pueblo. 1989. La Habana. APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo</p>
<p>“ Pasteur fue el primero en darse cuenta de que la degradación de compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno puede ser también utilizada por algunos organismos como medio de energía. Como él mismo lo estableció La fermentación es vida en ausencia de aire. Muchos organismos, utilizan la respiración aeróbica, pero pueden utilizar la fermentación si no hay oxígeno libre en su medio ambiente. p 5</p> <p>Debemos definirla “como un proceso metabólico de generación de ATP, en el cual los donantes y los aceptores de electrones son moléculas orgánicas. Los</p>	<p>El modelo que exponen los autores se caracteriza por tener los siguientes elementos :</p> <p>*Partir de un desarrollo histórico que hace relación a los aportes del padre de la microbiología, Louis Pasteur que aborda el estudio de la vida de los microorganismos.</p> <p>*La fermentación es entendida como un proceso de transformación redox de los sustratos (orgánicos) donde no participa el oxígeno, siendo anaerobio. Esta condición particular, la ausencia de aire que hace posible dicho proceso aunque no</p>

<p>compuestos que llevan a cabo estas dos funciones son usualmente dos metabolitos diferentes derivados de un sustrato fermentable simple (como azúcar, por ejemplo). En la fermentación del sustrato da lugar una serie de compuestos , unos mas oxidados y otros mas reducidos: en el proceso fermentativo se mantiene un estricto balance oxidación- reducción.”</p> <p>La fermentación posee tres características distintivas:</p> <ul style="list-style-type: none">*En la fermentación , tanto donantes como aceptores de electrones son moléculas orgánicas- en ocasiones es la misma molécula la que se oxida y se reduce.*El proceso ocurre en ausencia de oxígeno*Existe un riguroso balance de C, H, y O entre los sustratos y los productos. p59 <p>Los microorganismos han desarrollado una función histórica en la fermentación de una variedad de materiales orgánicos a alcoholes , ácidos y CO₂, relacionados con la fabricación de alimentos y bebidas (cerveza, vino) p60 , 65</p>	<p>se descarta que existen organismos- las bacterias ácido lácticas- que pueden mantener la fermentación aún en presencia de aire.</p> <p>*De otro lado esta la aplicabilidad de la fermentación en la producción de sustancias de uso cotidiano (bebidas, silajes, yoghurt, encurtidos , kefir , vinagre).</p>
--	---

<p>Enciclopedia La Química: Energía para la vida. Editado por Martin Sherwood. Bogotá Colombia .1986. APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo</p>
<p>La fermentación es un proceso microbiológico en el que el azúcar es convertido en alcohol por células de levadura. Hoy día se emplea a menudo este termino para hacer referencia a la producción industrial de cualquier sustancia útil (por ejemplo un antibiótico) mediante un microorganismo.</p> <p>“La elaboración de pan lo mismo que la de cerveza, constituyen antiguos procesos bioquímicos, basados ambos en la fermentación por levadura que se traduce en la fermentación de dióxido de carbono, responsable de que la masa se esponje... Durante miles de años , la humanidad ha aprovechado las actividades bioquímicas de las células vivas. La elaboración del pan y la cerveza dependen totalmente de la capacidad de unas células microscópicas de distintas levaduras para convertir azúcares en dióxido de carbono y etanol. Lo mismo puede decirse del queso y del yoghurt. Cada microorganismo es una fábrica en miniatura, capaz de llevar a cabo funciones bioquímicas básicas”</p>	<p>En este texto se mira la fermentación como un proceso que se da gracias a las actividades bioquímicas de las células vivas de un microorganismo. Esto se hace posible por las enzimas, que contienen las levaduras y cuya actividad no depende si se realiza dentro de la célula o fuera de ella (visión microscópica)</p> <p>Si se miran los cambios que se presentan en las sustancias (esponjamiento de la masa del pan p.e) esto es consecuencia de los productos del proceso en estudio. (visión microscópica)</p>

<p>La fermentación debida a las levaduras es producto de una serie de enzimas existentes en las células. No obstante la actividad catalítica de una enzima no depende de que esté o no dentro de una célula; muchas enzimas producidas naturalmente por microorganismos son extracelulares." p 124</p> <p>El alcohol (etanol) se ha obtenido desde antiguo por f.: unas enzimas procedentes de células de levadura provocan la descomposición de féculas o azúcares en alcohol y CO₂. Este proceso sigue siendo la base de la industria productora de vinos y cervezas y de la fermentación con destilación que da lugar a licores como el whisky." . p 80</p>	
---	--

<p>Devore G. y Muñoz E. Química Orgánica Mexico .1986 APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo</p>
<p>"se entiende por fermentación toda transformación de un cuerpo orgánico, que se acelera por la acción de pequeña cantidad de otro, llamado fermento , el cual se pone en contacto con él y aparentemente no se modifica." P611</p>	<p>El modelo que exponen los autores se caracteriza por tener los siguientes elementos:</p>

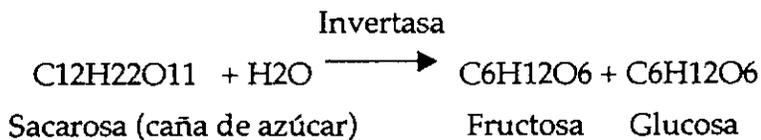
<p>El proceso fermentativo...es el correspondiente a la transformación del zumo de la uva madura (mosto) en vino. Como en él se produce abundante desprendimiento de gas carbónico y el líquido adquiere la apariencia de una ebullición, se dio a este fenómeno el nombre de fermentación del latín <i>fervere</i> que significa hervir, pero este proceso solo se estudio científicamente hasta 1648 por Helmont y luego por Pasteur, este ultimo que demostró que todas las sustancias orgánicas se mantienen inalteradas si se colocan en condiciones que impidan toda contaminación con los gérmenes capaces dar lugar a esta clase de fenómenos” p612</p>	<p>*Se tiene en cuenta el desarrollo histórico que hace relación a los aportes de diferentes investigadores que intenta caracterizar lo que es la fermentación.</p>
<p>La fermentación alcohólica hasta 1240 no se había identificado como productora de alcohol que realizó Arnaldo de Vilanova. Lavoisier(1789) caracterizó el gas carbónico y Gay Lussac (1810) que establece la ecuación que relaciona tres sustancias (glucosa, gas carbónico y alcohol) indicando al mismo tiempo quien se necesitaba el concurso del aire purificado. En 1897 gracias a Buchner se explicó que la fermentación no exige la intervención del oxígeno , es decir es anaerobia p 612 -614</p>	<p>*Dejan en claro que los procesos fermentativos han adquirido tanta importancia que se hace necesario que para estudio y comprensión una simbiosis entre los químicos y los bacteriólogos. Desde esta mirada de proceso donde el sustrato pasa de un estado uno a un estado dos bajo unas condiciones determinadas y donde se hace fundamental la enzima para que se lleve cabo dicho proceso.</p>
<p>El proceso global de la F se realiza en presencia en presencia de catalizadores bioquímicos llamados enzimas, diastasas o asas. Estas son elaboradas por organismos vivos , su acción catalítica se ejerce “in situ” en las células elaboradas o en su liberación del organismo en el medio exterior . Así es como un jugo de levadura hace fermentar</p>	<p>*En cuanto al fen 6-</p>

<p>la glucosa o que un macerado de cebada germinada hidroliza el almidón</p> <p>La temperatura óptima de la f alcohólica es sitúa entre 30^o y 37 ^oC . La concentración en osa en el mosto fermentescible no debe pasar de 10 a 15%.p 614</p> <p>Dejando jugos de frutas(uvas , manzanas) que contiene osas fermentescibles se obtienen bebidas alcohólicas y bebidas de boca.. el jugo de remolacha y de la caña de azúcar en presencia de la levadura de cerveza . El almidón de los cereales y la fécula de patata se hidroliza...y la celulosa del algodón y de la madera , son todos estos mostos cuya fermentación alcohólica se obtiene sembrando una levadura seleccionada para evitar el desarrollo de bacterias indeseables, capaces de producir otras fermentaciones (láctica, butílica).</p> <p>p 615-616</p> <p>El sabor ácido del vinagre se debe sobretodo al ácido acético, resultado de la oxidación enzimática de líquidos alcohólicas y en particular del vino. Se puede realizar en presencia de bacterias anaerobias y aeróbicas. Un medio demasiado alcohólico no permite esta f es por ello que deben tener entre 6 a 9^o de alcohol y la temperatura más favorable es del orden de 30 ^oC. p 616</p> <p>Entre los productos que se pueden obtener por f están: La acetona y el ácido butílico se obtienen mediante bacterias especiales sobre el maíz u otros hidratos de carbono... el</p>	<p>meno en particular se puede decir que se da relevancia papel que juegan las enzimas que es de vital importancia en el metabolismo de los seres vivos y que tienen como tarea acelerar la transformación de las sustancias orgánicas. También e tienen en cuenta ciertas variables para que este proceso se lleve a cabo: temperatura, pH, clase de sustrato, proporciones de las sustancias, microorganismo específico.</p> <p>* Si se miran los cambios que presentan las sustancias se puede decir que el desprendimiento de CO₂ y la apariencia de ebullición que caracteriza la fermentación alcohólica.</p>
---	--

<p>ácido láctico se forma por la acción de cierta bacteria sobre la melazas u otros materiales que contengan azúcar. El ácido cítrico que se obtiene por la acción de <i>Aspergillus niger</i> sobre azúcar y se trabaja con un pH =2.2 al comenzar el proceso para evitar la formación de ácido oxálico y... el ácido butírico que se forma por f de hidratos de carbono o de protefnas , en los quesos choucrout. p 617</p> <p>*****Para ampliar consultar la obra "fermentos" de José Giral Pereira, químico español . Impreso por Fondo de Cultura Económica. Mexico 1940.</p>	
--	--

<p>Poveda Julio Cesar y Gutiérrez Lilia . Química grado 11 Educar Editores. Santa Fe de Bogotá. 1996. APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo</p>
<p>Capítulo 9,Alcoholes, fenoles y eteres</p> <p>Los azúcares son degradados a moléculas más sencillas mediante el proceso denominado fermentación, generado por la acción de unos biocatalizadores, producidos por microorganismos que se denominan enzimas o fermentos p175.</p>	<p>En este texto se mira la fermentación como un proceso de tipo fisiológico que se evidencia en las expresiones:</p>

La acción enzimática es de tipo específico. Por ejemplo en la levadura de la cerveza se halla presente el microorganismo denominado *Sacharomyces cerevisiae*, que produce dos enzimas que actúan sobre la sacarosa. La primera hidroliza el disacárido sacarosa en dos monosacáridos isómeros; la fructosa y la glucosa



La segunda enzima, la zimasa, actúa sobre los monosacáridos oxidándolos a etanol con el correspondiente desprendimiento de CO₂ p175.

Durante los procesos de fermentación (láctica o alcohólica) se examinan, con el microscopio, muestras de esos productos, se detecta la presencia de

En estas industrias, los microorganismos se emplean para transformar materias primas en determinados productos. Los microorganismos toman la materia prima como alimento; como resultado de su metabolismo, se consigue el producto de interés industrial, por ejemplo el vinagre (vino agrio) se obtiene por la fermentación de los vinos con bacterias del vinagre. En este caso las bacterias se alimentan con el etanol y excretan agua y ácido acético, principales componentes del vinagre. p164.

-“Los microorganismos toman la materia prima como alimento; como resultado de su metabolismo, se consigue el producto de interés industrial, por ejemplo el vinagre (vino agrio) se obtiene por la fermentación de los vinos con bacterias del vinagre”.

-“ La actividad de los microorganismos depende de que se produzcan unas proteínas especiales: las enzimas, que se encargan de degradar los nutrientes y producir las sustancias deseadas”

<p>Las bebidas alcohólicas son producto del crecimiento de la levadura <i>S. cerevisiae</i>, la cual transforma los azúcares de la cebada y de la uva en alcohol. Tanto el alcohol como otras sustancias son producto del crecimiento microbiano en nutrientes especiales y bajo condiciones controladas de temperatura y pH. La actividad de los microorganismos depende de que se produzcan unas proteínas especiales: las enzimas, que se encargan de degradar los nutrientes y producir las sustancias deseadas. p172</p>	
---	--

Lavoisier- tratado elemental de química. 1789. APARTES DEL TEXTO	Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo.
<p>Todo el mundo sabe cómo se hacen el vino, la sidra, el hidromiel y en general, todas las bebidas fermentadas espirituosas</p> <p>".. Al poco tiempo aparece un movimiento rápido de fermentación, numerosas burbujas de aire estallan en la superficie".. "parece que el licor está sobre un brasero ardiendo que le provoca una ebullición violenta."</p> <p>De dulce y azucarado que era el zumo de uvas, se cambia por ésta operación en un licor vinoso que, cuando se ha completado la fermentación no contiene nada de azúcar y del cual se puede sacar por destilación un licor inflamable que se conoce en el comercio y en las artes con el nombre de espíritu del vino."</p> <p>"... de dónde viene el espíritu inflamable que se forma y cómo un cuerpo dulce, un óxido vegetal, se puede transformar así en dos sustancias tan distintas, una combustible y otra eminentemente incombustible."</p> <p>"... hay que suponer en todos los experimentos una verdadera igualdad o ecuación entre los principios del cuerpo que se examina y los que se sacan por análisis. Así puesto que el mosto de uva da gas ácido carbónico y alcohol, puedo decir que el mosto de uva = ácido carbónico+ alcohol"</p> <p>Para esclarecer lo que sucede en la fermentación se debe 1) determinar bien la naturaleza y los principios del cuerpo fermentable 2) observar bien los productos que resultan de la fermentación, y es evidente que los conocimientos que se pueden adquirir sobre uno de ellos conducen al conocimiento de la naturaleza de los otros y recíprocamente.</p>	<p>ANALITICO y de SINTESIS el mosto de uva = ácido carbónico+ alcohol</p>

<p>Issac Asimov. BREVE HISTORIA DE LA BIOLOGIA. Ed. Univ. de Buenos Aires 1966 APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo.</p>
<p>EDUARD BUCHNER 1860- 1917</p> <p>En 1897, fue el vitalismo atacado en su totalidad. Mezcló células de levadura con arena hasta moler por completo, filtro la sustancia molida y obtuvo jugo de levadura separado de las células.</p> <p>Esperaba que dicho jugo no tuviera ninguna de las cualidades fermentativas de las células vivas de la levadura. Uso un método de eficacia comprobada para preservar las sustancias de la contaminación y es el agregado de una solución concentrada de azúcar.</p> <p>Observó sorprendido que el azúcar comenzaba a experimentar una lenta fermentación a pesar de que la mezcla carecía por completo de elementos vivos.</p> <p>Destruyo las células de levadura con alcohol y observó que las células muertas podían fermentar el azúcar tan rápidamente como las células vivas.</p> <p>Al finalizar el siglo XIX se reconoció que todos los fermentos, tanto los de seres organizados como los del mundo no organizado, eran sustancias muertas que podían aislarse de las células y actuar en un tubo de ensayo. El término enzima se aplicó por igual a todos los fermentos y se aceptó que la célula no contenía productos químicos que pudieran actuar únicamente en presencia de alguna energía vital.</p>	<p>ENZIMATICO "Fermentos = Enzimas (sustancias muertas que se pueden aislar de las células).</p>

<p>Issac Asimov. BREVE HISTORIA DE LA BIOLOGIA. Ed. Univ. de Buenos Aires 1966</p> <p>APARTES EN EL TEXTO</p>	<p>Elementos a tener en cuenta en la construcción del modelo.</p>
<p>LIEBING 1803- 1873</p> <p>“En la práctica; cuando un químico trataba de provocar una reacción propia de un tejido vivo se veía obligado a usar medios drásticos: gran calor, una corriente eléctrica y activos productos químicos. El tejido vivo no necesitaba nada de eso.”</p> <p>“Pero la fermentación no necesita productos químicos enérgicos ni medios drásticos. Se produce a la temperatura ambiente y en una forma lenta y suave. El afirmaba que la fermentación era un proceso químico independiente de la vida. Insistía en que a pesar de asemejarse a los procesos vitales, no se relacionaba con la vida.</p> <p>“prehistoricamente el hombre fermentaba jugos de frutas para hacer vino y molía semillas para hacer cerveza. Se usaban levaduras o fermentos para producir cambios en la masa”</p> <p>“El azúcar y el almidón se convierten en alcohol.”</p>	<p>PROCESO QUIMICO.</p> <p>El afirmaba que la fermentación era un proceso químico independiente de la vida</p>

**Kunzig Robert. La química de hacer vino
Discovery en español, Mayo 1999**

**APARTES EN EL TEXTO DE
DIVULGACION CIENTIFICA**

- “En Francia la gente dice que viñedos separados por apenas un acerca de piedra como Chambertin y Chanbertin- Clos de Béze - produziran vinos de distinto sabor incluso si se fabrica en idéntica forma, porque su terroir es diferente ”. p 70
- “ La lista de influencias es casi interminable. Esta claro, el clima, una lluvia que caiga muy próxima al inicio de la vendimia hincha las uvas y agua el vino. Lo mismo puede provocar demasiado abono, o la falta de voluntad de un viticultor para castrar sus racimos y reducir el rendimiento en un año de abundancia" p 70

**ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN
LA CONSTRUCCION DEL MODELO**

- El autor nos seduce a mirar de una forma enigmática el poder misterioso de hacer vino , el cual se hace complejo mirar las múltiples interacciones de elementos como la geología, el suelo, la radiación solar, el clima, la madera, temperatura, la época del cultivo, la parcela, la cepa, la variedad de uva a utilizar, la carga emocional y la voluntad del viticultor en el momento del cultivo; condiciones que suelen de encontrar decenas de combinaciones diferentes en una misma localidad, cada una capaz de producir un vino con un aroma y un bouquet distinto.

<p><i>Construyamos Ciencias. Grado Noveno.</i></p>	
<p style="text-align: center;">APARTES EN EL TEXTO ESCOLAR</p> <p>Los azúcares liberados durante la germinación de la cebada son las que se utilizan estas levaduras como alimento para la producción de etanol. Además se produce dióxido de carbono y otras sustancias que le dan el sabor y olor típicos.</p> <p>A diferencia del vino la fermentación de estos licores (ron,aguardiente, whisky, vodka) se realiza a temperaturas altas y en pocos días.</p> <p>La mezcla de un hongo, bacterias y levaduras sobre arroz, da como resultado otra bebida, el saké o vino de arroz, producido en Japón. El hongo convierte el almidón del arroz en azúcares y los otros microorganismos realizan la fermentación durante varias semanas.</p>	<p style="text-align: center;">ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCION DEL MODELO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquí está implícito un proceso fisiológico: <i>“Los azúcares liberados durante la germinación de la cebada son las que se utilizan estas levaduras como alimento para la producción de etanol”</i>. • <i>“El hongo convierte el almidón del arroz en azúcares y los otros microorganismos realizan la fermentación durante varias semanas”</i> En esta parte se puede determinar un modelo que corresponde al tipo de proceso químico.

<p><i>cosmos 8. Ciencia Integrada. Ed. Voluntad. Santa Fe de Bogotá, Colombia 1997.</i></p>	
<p style="text-align: center;">APARTES EN EL TEXTO ESCOLAR</p> <p>Proyecto 2 ¿ Qué es un ser vivo? ¿Todos los seres vivos respiran igual? La fermentación es un tipo de respiración anaerobia que ocurre cuando se transforman los glúcidos (azúcares) y dan como productos finales gas carbónico, alcohol y energía.</p>	<p style="text-align: center;">ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCION DEL MODELO</p> <ul style="list-style-type: none"> • En este texto la fermentación aparece como un proceso fisiológico donde la respiración juega un papel importante en el cual se produce alcohol, dióxido de carbono y energía.

AÑEXO 2

MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO

En este apartado se tratara de compilar los aspectos fundamentales de la concepción de ciencia a partir de las reflexiones contemporáneas planteadas por Lakatos, Laudan y Kuhn.

IMRE LAKATOS

Todo programa de investigación científica posee:

- centro firme
- cinturón protector
- la heurística positiva
- la heurística negativa.

En primer lugar, un programa de investigación debe poseer un grado de coherencia que conlleve la elaboración de un programa definido para la investigación futura. En segundo término un programa de investigación debe conducir al descubrimiento de nuevos fenómenos al menos de vez en cuando.

Programa de investigación debe tener poder heurístico, que aporte hechos nuevos y que estos tengan coherencia entre si.

NUCLEO CENTRAL O CENTRO FIRME:

Toma la forma de hipótesis teóricas muy generales que constituyen la base a partir de la cual se desarrolla el programa.

Sólo debe ser abandonado por razones lógicas y empíricas.

CINTURON PROTECTOR:

Laberinto de supuestos o hipótesis auxiliares observacionales y condiciones iniciales.

HEURISTICA POSITIVA:

Principio metodológico. Indica a los científicos el tipo de cosa que deben hacer en vez del que no deben hacer. Conjunto parcialmente articulado de sugerencias o indicadores.

HEURISTICA NEGATIVA:

Exigencia de que durante el desarrollo del programa el núcleo siga sin modificar e intacto. Anomalías, contraejemplos, excepciones etc.

La historia de la ciencia es la que en último término decide si un modelo es válido o no, si un modelo es una explicación racional de la educación científica o es una simple descripción de un hecho histórico.

Los principios de Lakatos y su modelo no se pueden aplicar a un fenómeno tan pequeño como el de la fermentación.

LARRY LAUDAN

En primer lugar este autor plantea que "ciencia es esencialmente una actividad para resolver problemas y que funciona a partir de preguntas (problemas) y respuestas (teorías). Dos tesis rigen esta teoría:

Tesis 1: El primer y esencial test mordaz para cualquier teoría es si se proporciona respuestas aceptadas a cuestiones interesantes; en otras palabras si proporciona soluciones a problemas importantes.

Tesis 2: Al valorar los méritos de las teorías es más importante preguntar si constituyen soluciones adecuadas a problemas significativos. Preguntar si

son “verdaderas”, “corroboradas”, “bien confirmadas” o justificables de otra manera en el marco de la epistemología contemporánea.

En segundo lugar, uno de los elementos básicos del modelo de cambio científico es la tradición de investigación que hace referencia al marco teórico que se encuentra al estudiar la evolución de la ciencia en el tiempo.

Y ante el problema de cómo se abandona una tradición de investigación y se retoma otra, propone que la solución de problemas, maximiza el progreso científico dándole relevancia a los problemas empíricos y evitando los anómalos y los conceptuales. También rescata la influencia de la visión del mundo de la historia externa de la ciencia y la incluye en la historia interna.

Dada la importancia que Larry Laudan da a los problemas es importante referirse a la distinción que hace de los problemas: empíricos y conceptuales.

Los empíricos son hechos conocidos sobre los que alguien ve la necesidad de explicación y que son distintos de los simples hechos y surgen independientemente de cualquier teoría y son problemas de primer orden. Y los conceptuales que surgen dentro de una teoría y solo son reconocibles con relación a una teoría. Son considerados problemas de segundo, tercer o más alto orden.

THOMAS KUHN

Según Kuhn (1970) como mejor puede caracterizarse la ciencia es por la actividad de los científicos, la cual puede ser de dos tipos; de una manera se comportan los científicos en épocas de ciencia normal; de otra en época de crisis y de revolución científica. Para Kuhn, en las épocas de ciencia normal la actividad de los hombres de ciencia se restringe al desarrollo de las consecuencias que se derivan del paradigma aceptado y vigente a su universo de aplicación y a la incorporación dentro del marco explicativo del paradigma, de las posibles novedades experimentales o teóricas que surgen. Kuhn caracteriza esta actividad como solución de acertijos.

De acuerdo con Kuhn, los tiempos de normalidad están separados entre sí por las épocas de crisis y el acaecimiento de las revoluciones científicas. Las revoluciones científicas son los episodios de desarrollo no acumulativo en los cuales un paradigma más viejo se reemplaza total o parcialmente por uno nuevo e incompatible. Entre las características de las transformaciones que justifican la denominación en términos de situaciones revolucionarias. En primer lugar, las revoluciones científicas surgen de un consenso creciente, aunque con frecuencia restringido a una estrecha subdivisión de la comunidad científica, en que un paradigma existente deja de funcionar adecuadamente en la exploración de un aspecto de la naturaleza para el cual tal paradigma había funcionado antes. En segundo lugar, lo que de manera obvia hace revolucionarios los debates paradigmáticos es el recurso en ellos a criterios externos, como sucede con cuestiones de valores o de competencia de normas. Por último, aunque los científicos cuando son guiados por un nuevo paradigma adoptan nuevos instrumentos y observan en sitios diferentes, lo más importante es que durante las revoluciones ellos ven cosas nuevas y diferentes cuando miran con instrumentos familiares en lugares donde ya antes habían mirado. Es como si la comunidad profesional hubiese sido transportada repentinamente a otro planeta donde los objetos familiares se ven con una luz diferente y están vinculados con otros desconocidos.

La discusión se plantea entonces sobre el sentido que puede darse a la pregunta ¿Vieron realmente esos hombres cosas diferentes al mirar los mismos tipos de objetos? Y tal pregunta se remita a la siguiente: ¿Es fija y neutra la experiencia sensorial? ¿Son las teorías simples interpretaciones de datos sensoriales hechas por el hombre?. Al considerar estos interrogantes Kuhn afirma que, en definitiva, después de una revolución científica trabajan en un mundo diferente, esto es que los paradigmas determinan también grandes cambios de la experiencia: " como resultado de la experiencia encarnada en paradigmas de la raza, de la cultura y finalmente, la profesión, el mundo de los científicos ha llegado a estar poblado de planetas, péndulos, condensadores, minerales compuestos, así como de cuerpos similares". En resumen, el concepto de paradigma juega un papel central en la concepción de ciencia de Kuhn. Es este el que determina lo que es la comunidad científica como conjunto de individuos que comparte el paradigma. Es también lo que determina el mundo que se percibe, el mundo real para la comunidad, los problemas dignos de estudio, las preguntas válidas y las vías aceptables para la búsqueda de

respuestas. Para comprender mejor esto, recordemos lo que dice Kuhn acerca del paradigma. Para el un paradigma puede verse como una matriz disciplinaria, cuatro cuyos componentes son los siguientes:

Las generalizaciones simbólicas, se trata de los componentes formales o fácilmente formalizables de la matriz disciplinaria. Son por ejemplo, las expresiones simbólicas ($f=m.a$), las definiciones y los principios, las partes metafísicas de los paradigmas. Se trata de compromisos como creencias en modelos particulares. Tenemos como por ejemplo la teoría cinética de los gases. Entre otras cosas de esta parte se derivan las metáforas y las analogías y están íntimamente ligadas con la explicación.

Los valores. Habitualmente son mas generales que las generalizaciones simbólicas o modelos que contribuyen en mucho a dar sentido de comunidad a quienes estudian, por ejemplo, las ciencias naturales. Aunque funcionan en todo momento, su importancia particular surge cuando los miembros de una comunidad particular deben identificar una crisis o después escoger entre formas incompatibles de practicar una disciplina. Se refiere por ejemplo a las predicciones, a los juicios sobre teorías enteras (en los problemas que los estudiantes desde el principio de su educación científica, sea en los laboratorios, en los exámenes o al final de los capítulos de los textos de ciencia). Se trata de ejemplos de cómo vemos más decisivo un estudio de los valores, que la exploración de las mismas generalizaciones formales, las teorías y los ejemplares, que serán diferentes según la ciencia.

ANEXO 3

ARTÍCULO PUBLICADO EN AULA URBANA

LAS SUSTANCIAS COMO EMERGENCIAS

Datos generales

TITULO DEL PROYECTO

Las sustancias como emergencias: de la certeza del número atómico a la incertidumbre de las interacciones

INVESTIGADORAS

Clara I. Chaparro, Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

Rubiela Martínez, Centro Educativo Distrital Manuel Elkin Patarroyo.

Rosa María Galindo, Escuela Pedagógica Experimental

Amparo Otero, Colegio Nacional Nicolás Esguerra

Fabiola Moreno, Instituto Lisieux

ASESOR

Dino de J. Segura R. Escuela Pedagógica Experimental

ENTIDAD EJECUTORA

Corporación Escuela Pedagógica Experimental

Una de las líneas más fértiles en la investigación escolar es la búsqueda de alternativas para la enseñanza de la ciencia. Sobre su justificación anotemos la angustia con que maestros y especialistas ven, por una parte, cómo aumentan vertiginosamente los conocimientos y la poca eficiencia de los métodos que se intentan en las instituciones escolares y, por otra, el

avance en la tecnología y con ello la certidumbre en que el conocimiento es un valor que debemos conseguir como una meta de privilegio.

En este sentido, mencionemos que las propuestas que se plantean, aunque con la aparición del constructivismo, dan mayor participación al alumno en su aprendizaje, aún se mantienen rígidas en tres aspectos. En primer lugar, en cuanto a los contenidos, se sigue privilegiando un listado de temas y conceptos que se consideran deseables y que muy poco han cambiado en los últimos cincuenta años. Tal es el caso de la tabla periódica o las actividades de estequiometría y nomenclatura. Esta concepción se proyecta a la actividad del aula de tal suerte que muchas de las exigencias y criterios de logro que se plantean se convierten en prácticas memorísticas. En segundo lugar, en cuanto a la actividad del alumno, se mantiene aún una concepción muy ligada a la pasividad, que nos remite a que el conocimiento es algo que se encuentra ya definido y almacenado en los libros de texto y manuales. Finalmente, el desarrollo de las asignaturas se suele plantear con un total desconocimiento de los intereses e inquietudes del alumno. Esto conduce a que con frecuencia lo que se hace en el aula no tenga importancia para él, esto es, carece de sentido.

A partir de estas consideraciones y, luego de corroborar que la investigación que se adelanta en nuestro medio, por lo menos en la enseñanza de la química, no se plantea como meta superar estas deficiencias, un grupo de maestras de química pertenecientes al grupo de *Fomento a la Investigación de la Corporación Escuela Pedagógica Experimental*, abocó la tarea de iniciar una investigación cuyos propósitos se centran en promover en los alumnos el pensamiento químico a partir de una alternativa metodológica (las Actividades Totalidad Abiertas, concebidas y puestas en práctica en la E.P.E.), asumiendo la química, no como una disciplina terminada, sino como una “perspectiva”, una forma particular de ver el mundo, en donde las sustancias no son el punto de partida para su estudio, sino una de las metas de las elaboraciones en el aula.

En el desarrollo del proyecto, que está en marcha, se han dado varias etapas que partiendo de las elaboraciones teóricas iniciales, el diseño de las actividades y su aplicación en dos instituciones, una oficial y otra privada, está en el proceso de sistematización.

Como producto de la sistematización iniciada es posible avanzar en algunos aspectos que se relacionan con los hallazgos específicos de la investigación: conceptualización que soporta

la propuesta, los aprendizajes logrados y la incidencia que se insinúa para la transformación de la escuela.

En relación con la conceptualización que soporta el proyecto se ha avanzado en **la construcción de una nueva mirada sobre las sustancias**. De considerarlas como conglomerados de átomos de diferentes clases, en una perspectiva reduccionista, en donde las explicaciones se remiten a las diferencias del número de electrones, como lo expresa el Número Atómico que establece con certeza los conocimientos sobre los elementos químicos y por ende sobre las sustancias químicas, pasamos a considerar las sustancias como organizaciones que emergen de la multiplicidad de interacciones, una de ellas, de carácter sustancial; las otras, de naturaleza temporal; espacial; condiciones de contexto (como temperatura, presión, concentración, estado), etc. Entendemos, bajo los aportes de las epistemologías contemporáneas (H. Maturana, E. Morín, J. Ladriere, J.C. Orozco, D. Segura) que los objetos que estudia y trata la química como disciplina científica, no pueden concebirse como entidades aisladas, partículas o elementos, sino como el resultado de múltiples interrelaciones, este juego de relaciones es el que en su ocurrencia va definiendo el objeto y asignándole propiedades, las cuales son detectables a nivel macro. Este último hecho es de gran importancia para la iniciación de los jóvenes estudiantes de nivel básico, al mundo de la química, ya que es posible la construcción de las características de las sustancias y por tanto de las sustancias mismas, superando la memorización de procesos y nominaciones; y para los maestros, quienes podemos de nuevo exigirnos en la construcción de las sustancias. Acordémonos que las sustancias que trabaja la química no se encuentran en el mundo de la cotidianidad, no nos encontramos por ahí, por ejemplo, con una molécula de agua, o con un mol de hidrógeno, estas sustancias y sus cantidades están siempre en relación con otras que las hacen posible.

En cuanto a los hallazgos específicos de la investigación es importante anotar las transformaciones que se han dado en el ambiente de la clase que ahora se manifiesta más distensionado y con mayor participación de parte de los alumnos, aspecto que se relaciona con la aplicación de la propuesta metodológica y con la minimización de exigencias de memorización que se explicaban por el trabajo en torno a saberes disciplinarios terminados y definitivos.

De la misma manera se han enriquecido las fuentes de conocimiento en las actividades. En este momento ya las referencias no se remiten únicamente a la autoridad: el texto el maestro, sino que muchos aprendizajes están articulados directamente con la experiencia y el razonamiento.

Finalmente, se encuentra una primera aproximación a lo que se podría llamar el pensamiento químico.

En cuanto a los aprendizajes que depara la investigación, se ha confirmado una vez mas la riqueza y posibilidades que se desprenden del trabajo en torno de las Actividades Totalidad Abiertas. En su desarrollo se ha podido establecer cómo los estudiantes proyectan sus capacidades para elaborar explicaciones que en el transcurso de las actividades han ido ganando en coherencia, consistencia y lógica. Dentro de esta misma perspectiva, se han ido construyendo diferentes operaciones lógicas entre las cuales, el pensamiento proporcional juega un papel importante. Otra consecuencia del trabajo es la posibilidad que se muestra como un hecho, de trabajar en el aula a partir de grandes totalidades problemáticas (lo macro). Esta alternativa parece muy prometedora para acercarse a hacer ciencia desde la escuela.

En cuanto a las transformaciones que surgen como implicación para la escuela anotemos la exigencia de cambiar la dinámica de las relaciones entre maestros y alumnos y entre éstos y el saber disciplinar. Esta consecuencia está íntimamente relacionada con la pérdida de importancia de la autoridad como fuente del conocimiento y la proyección de la actividad del alumno como generador de conocimientos en las interacciones.

Por otra parte, se ve como necesaria la transformación en la ordenación de las temáticas, que en definitiva conducirá a un cambio en el curriculum. Sobre este aspecto no existen datos concluyentes, pero se pueden prever cambios que conducirán en una nueva imagen de la química, como disciplina.

Hoja de trabajo No 2 Junio de 1999

Nivel 11L

Integrantes del grupo Luis C. Jimenez, Oscar Torres, David Martinez

Sustancia trabajada por el grupo Guarapo

1. Cómo crees que influyen cada uno de los siguientes factores en la producción de su sustancia?

a - RECIPIENTE (color, material, tapado o destapado)

Ni el color ni el material del recipiente influye. Tiene que estar tapado para que no se contamine

b - TEMPERATURA AMBIENTE

No importa donde se produzca

c - TIEMPO DEL PROCESO

Depende de la persona, si lo quiere suave se deja poco tiempo y si se quiere fuerte se deja arto.

ch - ACTITUD DEL GRUPO DE TRABAJO

El grupo tiene que estar muy pendiente de las bacterias para que no se muera y estar pendiente que no se pase de fermentación

d - CANTIDAD DE SUSTANCIAS UTILIZADAS

Si se echa mucha agua queda muy simple, la cantidad de bacterias influye en el tiempo de fermentación y depende del dulce su sabor amargo (Despues de ser fermentado)

ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL

Proyecto de investigación: las sustancias como emergencias EPE-IDEP

HOJA DE TRABAJO - Junio 1999

NIVEL III L

Nombre David Ernesto Martínez Roca

Sustancia trabajada por el grupo Guarapo

Explica lo que consideras que es la fermentación

La fermentación es cuando los azúcares que contiene el guarapo por la panela se cortan en dos y queda el alcohol, eso se produce por la mala conservación de las sustancias entonces las bacterias son las que cambian los azúcares a alcohol comiéndose la parte que contiene más azúcar.

Caracteriza la sustancia producida en la clase

Es color naranja claro, está muy fermentada por el tiempo que se ha dejado ya que tiene unas bacterias que son para fermentar, estas bacterias están más grandes y el sabor es amargo por lo que ya no tiene azúcares, como el azúcar es dulce entonces queda lo contrario que es amargo.

A qué se deben los cambios que percibiste en los materiales iniciales utilizados? Explica

Las bacterias que se le pusieron al guarapo están más grandes por lo que se han ido alimentando con los azúcares de la panela, la panela y el se desata en el agua y queda como agua de panela. (Si uno no tiene las bacterias la sustancia se deja destapado, no en la nevera, para que entren bacterias).

GUIA N° 1

Título: VINO-----

Curso: 9º2 Fecha:

Integrantes: Campo Elias, Francisco Diaz, David Garcia.

1. Sustancia escogida por el grupo: Uvas, VINO

2. Esta sustancia que ustedes conocen ¿qué características tiene?

Es una sustancia embriagante gracias a la fermentación de la uva. Tiene un olor fuerte y un sabor poco

3. amargo

Materiales a Utilizar	Sustancias a Utilizar
Frasco de vidrio Mortero	Uvas Alcohol de etanol

4. Escriban paso a paso lo que ustedes van a realizar. Encierren en un cuadro cada paso y coloquen flechas indicando hacia donde va el proceso. (Escriban por el reverso de la hoja.)

5. ¿Ustedes qué creen que va a pasar? De pronto que cambie de color que se fermente el jugo de uva

6. Preguntas que han surgido en el grupo durante la investigación temática.

Qué pasara despues de dejar fermentar la uva?

Las Sustancias como Emergencias: De la certeza del número atómico a la incertidumbre de las interacciones.

ASESOR:

Dino Segura

INVESTIGADORAS:

Clara Chaparro

Rosa María Galindo

Rubiela Martínez

Fabiola Moreno

Amparo Otero

GRUPO FOMENTO C.E.P.E.

Es para todos conocido que la enseñanza de la química puede estar orientada por dos concepciones la de química *como disciplina científica*, que tiene unos resultados fruto de la investigación de problemas químicos, los cuales deben ser memorizados; y la *concepción de aprendizaje*, asumido como la repetición y adiestramiento en la solución de problemas típicos. Esto trae como consecuencia cuatro situaciones :

- Una imagen deformada de ciencia y en particular de química.
- Una actitud pasiva del estudiante frente a esta disciplina.
- Fracaso reconocido en el aprendizaje de la química.
- Un sinsentido de esta disciplina en el contexto de la vida cotidiana del estudiante.

Estas consecuencias negativas no obedecen sólo a las metodologías y didácticas sino que se derivan fundamentalmente de las concepciones de disciplina científica que las soportan. Es así como, si queremos situarnos en una perspectiva de

- Ver las propiedades como resultado de las interacciones, en particular, las sustancias como emergencias (Morin, 1977).
- Los pensamientos clasificadorio, proporcional, probabilístico y correlacional, en términos de la escuela de Ginebra (Piaget, 1955).

A partir de la reflexión anterior, el campo que investigaremos se relaciona con dos aspectos:

- (1) Explorar la posibilidad de la enseñanza de la química en torno a actividades que afiancen y promuevan el desarrollo del pensamiento químico.
- (2) Explorar la posibilidad de aplicar la alternativa didáctica inspirada en las ATAs con el mismo propósito.

El primer aspecto tiene que ver con asuntos tales como:

¿Es posible caracterizar la química como disciplina por un "pensamiento químico"?

¿Es posible desarrollar el pensamiento químico mediante actividades de clase elegidas específicamente para ello?

¿Se logra mediante esta alternativa una mayor comprensión del saber químico?

El segundo aspecto, con exigencias tales como:

¿Es posible mantener una coherencia conceptual en el desarrollo de las actividades de clase?, esto es, mantener una sintonía entre los significados de los alumnos y los significados de las actividades?

3. En procura de esta meta es de particular importancia el pensamiento matemático.
4. Se entiende por "la ciencia" al conjunto de resultados obtenidos en desarrollo de la actividad científica.

Desde comienzos de este siglo, pero muy especialmente en las últimas décadas se ha hecho evidente para la comunidad científica que las concepciones anteriores de la ciencia y de la actividad científica son cuestionables. En primer lugar, los fenómenos son una construcción colectiva, fruto de acuerdos en la comunidad que los estudia, no son en consecuencia, independientes de la conciencia. Similarmente, las leyes naturales son el resultado de mentes creativas, que las han inventado en el proceso de explicación. Una ampliación de estos aspectos de la epistemología contemporánea se encuentra por ejemplo en Maturana, H., (1990); Morin, E. (1986); y Feyerabend, P., (1975).

En cuanto a las metas de la actividad científica, en la actualidad existe acuerdo en que se trata de la búsqueda de explicaciones. Sin embargo, estas explicaciones no se refieren a una realidad externa y objetiva, sino que tienen que ver con el dominio experiencial compartido por la comunidad de observadores, en términos de H. Maturana (1.995

Aún cuando las diferencias entre las dos concepciones son claras, una escuela organizada tomando como punto de referencia la segunda no existe todavía¹. Cuando la ciencia no es ya el conjunto de verdades absolutas (leyes naturales descubiertas) sino el proceso de construcción permanente dado en contextos culturales particulares, la posición y la actitud del estudiante (y del maestro) ante

¹ Los intentos recientes más significativos que han influido en nuestro medio en cuanto a la enseñanza de la ciencia, como Guidoni, P. (1990), Perez-Gil, D. Porlán, R., Giordan, A. (1982-1988) y Novack, J. (1982), aunque reconocen puntos de partida divergentes y llenos de sentido para los alumnos, proponen que los resultados de la actividad científica son la meta única a la cual debe llegarse si es que se razona correctamente.

química, como actividad de explicación de estas emergencias, presenta un aspecto en la enseñanza de las ciencias que supera el alto grado de memorización y se ubica en el terreno del desarrollo del pensamiento, en este caso del pensamiento químico.

RELACION CIENCIA - SOCIEDAD

En contra de la idea, que durante mucho tiempo fue sostenida por científicos, filósofos e historiadores en el sentido, de que la ciencia era neutral y que sus resultados eran independientes de las otras dimensiones de la cultura, en cuanto poseían el carácter de leyes naturales universales descubiertas; los epistemólogos contemporáneos coinciden en que existe una dependencia mutua entre la sociedad y la ciencia. Es así como se revela- desde los estudios histórico epistemológicos- que muchos de los modelos de las teorías científicas retoman modelos e ideas vigentes en el pensamiento de las sociedades en las cuales se producen (ver por ejemplo a Harre. 1972, Butterflay. 1965 y Serres 1989).

Precisamente esta conexión, que parece no tener carácter fortuito alguno, y que puede manifestar un rasgo característico de la Ciencia, nos obliga a ver la ciencia mucho más como un sistema de acción que como un método de conocimiento puro.

Eso significa que el desarrollo de la ciencia ha modificado profundamente, no solo el contenido de la cultura (introduciendo nuevos elementos de conocimiento y produciendo nuevas prácticas), sino sus mismos cimientos. Comenzamos a entrever que, por su misma dinámica, la ciencia, de modo no explícito, no visible directamente, ha transformado por completo la idea que la tradición occidental se había hecho de la razón práctica y de la finalidad del hombre.

En cuanto a las moléculas "la nueva especie aparecida no tiene ninguna relación con los constituyentes primitivos, sus propiedades no son de ningún modo la suma de los suyos y se comporta de manera diferente en todas las circunstancias. Si la masa, la cantidad de sustancia total permanece igual, su cualidad, su esencia es nueva por completo"(AUGER citado por MORIN, 1966 p. 130-131).

Así, la mezcla de dos gases que son el amoníaco y el ácido clorhídrico da lugar molecularmente al cloruro de amonio sólido. El ejemplo aparentemente vanal, de hecho muy complejo, del agua nos muestra que su carácter líquido a temperaturas ordinarias es debido a las propiedades, no de los átomos sino de las moléculas de H_2O de unirse entre sí de modo muy flexible³

El carácter operativo de la ciencia contemporánea nos remite a los trabajos de J. Ladriere (1977)

De acuerdo con Ladriere, la ciencia moderna a la vez que está estrechamente ligada con un poder sobre las cosas y sobre el hombre mismo, también es un tipo de proceso cuya finalidad propia e inmediata, es proporcionar conocimientos cada vez más amplios, más necesarios, más fiables. Por otra parte la importancia que la ciencia ha adquirido en las sociedades modernas se debe a que proporciona cierto saber sobre la realidad (por su contenido) y que (por su "método") trata de hacer posible un crecimiento ordenado de este saber.

En este sentido el hacer de la ciencia involucra una serie de aspectos que la potencian tales como : La creatividad, la pasión por la construcción de problemas

³ Las propiedades del hidrógeno y del oxígeno (peso atómico, posición en las tablas de Mendeleev) parecen deber hacer del H_2O un compuesto gaseoso (en H_2S , que sigue siendo gaseoso a temperaturas ordinarias el átomo S es más pesado que el átomo O)

razonamiento que es determinante en la constitución de la disciplina es el probabilístico (-determinista).

Los modelos.- Ahora bien, se considera que una de las características del pensamiento químico es la posibilidad de construir modelos, fundamentado en la posibilidad de comprender y explicar los fenómenos naturales.

Cuando se explora un fenómeno que no es independiente del sujeto que lo estudia, es posible encontrar que su comprensión permite la explicación de otros fenómenos que están íntimamente relacionados, aparentemente no tenidos en cuenta y que gracias a que se plantean nuevos interrogantes, situaciones, y montajes experimentales se tendrá una mirada holística que permite ver un fenómeno determinado como un todo.

Entre los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de modelizar están las relaciones que se establecen entre la fuente y el funcionamiento del modelo. Es aquí donde cobran importancia los conocimientos anteriores y las experiencias cotidianas que retoma para imaginar el "mecanismo oculto" que caracteriza el funcionamiento del modelo. Esta construcción debe superar la mera descripción de los fenómenos llegando a construirlos, explicarlos y sobretodo dejar abierta la posibilidad de intervenirlos.

ESTADO DEL PROYECTO

En este momento el grupo se encuentra adelantando algunas reflexiones en torno a la mirada de las sustancias como emergencias resultado de las interacciones que plantea Edgar Morin. En particular se han tratado de ubicar ejemplos dentro de nuestra disciplina como:

La sal de cocina es una sustancia que resulta de la interacción del ácido clorhídrico (muy picante a la pinituitaria y acre al paladar, que corroe los tejidos orgánicos y por tanto es venenoso) y el hidróxido de sodio (que también corroe y destruye los

- a) Se coloca tintura de yodo a ciertos alimentos ricos en almidón.
- b) El reactivo de Felhing se hace reaccionar con sustancias que contienen glucosa.

Para explicar lo que sucede más allá de lo aparentemente evidente –a nivel microscópico (podríamos decir?)- los estudiantes recurren a la analogía de la esponja: *“La rodaja de papa actúa como una esponja y las moléculas como poros o cavidades donde se almacena la tintura de yodo. Las moléculas de la papa al absorber la tintura de yodo aceleran su proceso de descomposición y se torna negro”.*

El hecho de mirar la papa como una esponja y sus moléculas como poros implica que existen unos espacios intersticiales donde la tintura de yodo penetra, se expande o se dispersa.

En el mismo sentido cuando los estudiantes enuncian *“Creemos que las moléculas de carbono, hidrógeno y oxígeno que se encuentran en el almidón, permanecen en constante interacción y al tener contacto con el yodo rojo, estas comienzan a chocar entre sí y se rompen, creando nuevos enlaces con las moléculas de yodo las cuales le dan la característica del color negro”.*

Desde esta perspectiva se encuentra que la estructura de la explicación de los estudiantes es similar a la estructura de explicación en la ciencia que *asumiendo el principio de impenetrabilidad de la materia* en el siglo XVIII consideraba la materia como “bolas”, masas puntuales y en las cuales existían espacios. Desde esta concepción fue posible explicar los cambios de estado, las soluciones y cómo el calor penetraba en los cuerpos.

“El azúcar al combinarse con el reactivo se produce una reacción acelerada creada por el calor y de esta manera se estrellan y combinan todas las partículas (azúcar y reactivo) produciendo una oxidación de ambas partículas”

El primer aspecto tiene que ver con asuntos como:

¿Es posible caracterizar la química como disciplina por un "pensamiento químico"?

¿Es posible desarrollar el pensamiento químico mediante actividades de clase elegidas específicamente para ello?

¿Se logra mediante esta alternativa una mayor comprensión del saber químico?

El segundo aspecto, con exigencias como:

¿Es posible mantener una coherencia conceptual en el desarrollo de las actividades de clase, esto es, mantener una sintonía entre los significados de los alumnos y los significados de las actividades?

¿Es posible mantener una coherencia lógica en el desarrollo de las actividades de clase? Esto es, ¿una sintonía entre la lógica del alumno y la lógica que exigen las situaciones problemáticas que se proponen?

¿Es posible mantener actividades con sentido para los alumnos en la clase de química?

El grupo propone una alternativa basada en una concepción de ciencia como actividad centrada en el desarrollo del pensamiento químico, caracterizado en los términos anotados.

Si se logra identificar la existencia de un pensamiento químico y se tipifican sus características, también se podría determinar cómo desarrollarlo y qué enseñar para acceder a la manera como lo químico se relaciona con el mundo.

El desarrollo del pensamiento químico le permitirá al estudiante construir una mirada propia de este saber disciplinar y, eventualmente, decidir frente a ella en la perspectiva de formación profesional.

Acerca del pensamiento químico

Como lo anotamos anteriormente, en la constitución del pensamiento químico

tenemos al menos cuatro elementos: la operatividad, la elaboración de modelos, el pensamiento por interacciones y ciertas operaciones lógicas (clasificación, proporcionalidad, probabilidad y correlación).

La interacción. Una de las características del pensamiento contemporáneo es la de observar por interacción, de tal forma que cualquier proceso, sea éste químico, biológico, físico, social, etcétera no puede concebirse sino en tanto es el resultado de una o múltiples interacciones. Si un objeto no interactuara, no existiría, esto es, no son concebibles partículas o elementos aislados. Y es precisamente este juego de interacciones el que en su ocurrencia va definiendo el objeto y asignándole propiedades.

Si una persona construye su realidad desde las interacciones, cada hecho es una emergencia que le posibilitará un conocimiento con múltiples facetas, posibilidades de continuo cambio y transformación y que le permitirá ver el mundo de una manera holística, que no concibe la posibilidad de contemplar pues en el acto mismo de percibir se interviene. En términos de Morin:

Se pueden llamar emergencias las cualidades o propiedades de un sistema que presentan un carácter de novedad con relación a las cualidades o propiedades de los componentes considerados aisladamente o dispuestos de forma diferente en otro tipo de sistema.

Todo estado global presenta cualidades emergentes. El átomo, como se ha visto, es un sistema que dispone de propiedades originales, particularmente la estabilidad, en relación con las partículas que lo constituyen y confiere retroactivamente esta cualidad de estabilidad a las partículas lábiles que integra.

En cuanto a las moléculas "la nueva especie aparecida no tiene ninguna relación con los constituyentes primitivos, sus propiedades no son de ningún modo la suma de los suyos y se comporta

Los modelos. Ahora bien, se considera que una de las características del pensamiento químico es la posibilidad de construir modelos, fundamentado en la posibilidad de comprender y explicar los fenómenos naturales.

Cuando se explora un fenómeno que no es independiente del sujeto que lo estudia, es posible encontrar que su comprensión permite la explicación de otros fenómenos que están íntimamente relacionados, aparentemente no tenidos en cuenta y que gracias a que se plantean nuevos interrogantes, situaciones, y montajes experimentales se tendrá una mirada holística que permite ver un fenómeno determinado como un todo.

Entre los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de modelizar están las relaciones que se establecen entre la fuente y el funcionamiento del modelo. Es aquí donde cobran importancia los conocimientos anteriores y las experiencias cotidianas que retoma para imaginar el "mecanismo oculto" que caracteriza el funcionamiento del modelo. Esta construcción debe superar la mera descripción de los fenómenos llegando a construirlos, explicarlos y sobre todo dejar abierta la posibilidad de intervenirlos.

Estado del proyecto

En este momento el grupo se encuentra adelantando algunas reflexiones en torno a la mirada de las sustancias como emergencias resultado de las interacciones que plantea Edgar Morin. En particular se ha tratado de ubicar ejemplos dentro de nuestra disciplina como:

La sal de cocina es una sustancia que resulta de la interacción del ácido clorhídrico (muy picante a la pituitaria y acre al paladar, que corroe los tejidos orgánicos y por tanto es venenoso) y el hidróxido de sodio (que también corroe y destruye los

tejidos animales y vegetales); esta nueva sustancia es comestible y necesaria para el ser humano. Aquí se puede ver cómo las propiedades de la nueva sustancia son claramente diferentes a las de los reactivos, y no son independientes de las condiciones en las cuales emergen.

También se ha trabajado en torno a la concepción del modelo, como un elemento trascendental en la construcción de la realidad. Es así como nos hemos planteado si la explicación es una modelización de la realidad o el modelo de una realidad. ¿De qué supuestos parte el individuo para establecerlo? ¿De qué da cuenta cada modelo? ¿Es posible que todas las situaciones puedan ser modeladas? ¿Qué tipo de ambiente posibilita este trabajo? Estos interrogantes se han ido construyendo en una exploración que se ha desarrollado con los estudiantes de las diferentes instituciones en las que labora el grupo de maestras en torno a:

- La idea de mineral en grado 8º.
- La concepción del aire que respiramos en grado 5º.
- El papel de las sustancias reveladoras e indicadores en grado 11º.
- El mecanismo de disoluciones de las sustancias en grado 9º.

Hemos visto necesario iniciar un trabajo de indagación desde el aula de clase con el fin de encontrar evidencias en las explicaciones que los niños y jóvenes construyen de los fenómenos naturales trabajados en clase. Dichas evidencias leídas a la luz de las concepciones del grupo de investigación revelan elementos conceptuales identificables con las características del pensamiento químico; para ilustrar lo anterior hacemos explícito una experiencia de las profesoras:

En cuanto al papel de las sustancias reveladoras –los indicadores– se propuso a estudiantes de grado undécimo con edades entre 15 y 17 años, explicar lo que sucede cuando:



PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA
A.C.A.C.



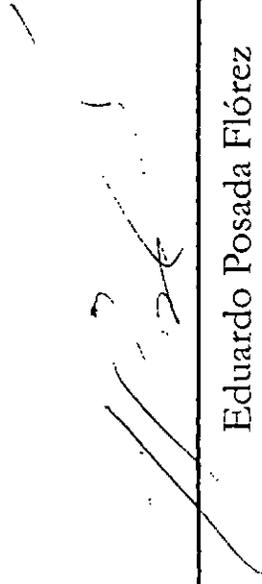
VI
EXPOCIENCIA
EXPOTECNOLOGÍA 99

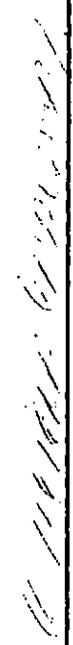
La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia

CERTIFICA QUE:

Amparo Otero de Romero.

Participó como **PONENTE** en el **ENCUENTRO NACIONAL DE PROFESORES** realizado en el marco de **EXPOCIENCIA - EXPOTECNOLOGÍA** en Santa Fe de Bogotá del 30 de septiembre al 1 de octubre de 1999 en **CORFERIAS**


Eduardo Posada Flórez
Presidente A.C.A.C.


Carmen Helena Carvajal López
Directora Ejecutiva (e) A.C.A.C.

**LA RED DE MAESTROS DE CIENCIAS NATURALES
LOCALIDAD 11 – SUBA**

CERTIFICA QUE

Rubiela Martínez de la Corporación Escuela Pedagógica Experimental

PARTICIPÓ EN EL

II SIMPOSIO LOCAL SOBRE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

REALIZADO EL 17 DE JUNIO DE 1999, EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO EDUCATIVO DISTRITAL ALVARO GÓMEZ HURTADO.


SARA ZAFRA ANGULO
EQUIPO ORGANIZADOR


MARIÉN PEDRAZA DE ORTIZ
EQUIPO ORGANIZADOR

Aprobado por: CEPE IDEP Alcaldía Local Supervisión Educativa Local CADEL.

otorga la presente

CONSTANCIA

**CLARA CHAPARRO DINO SEGURA, ROSA MARIA GALINDO GALINDO
RUBIELA MARTÍNEZ PAEZ, FABIOLA MORENO CAÑADAS, AMPARO
OTERO DE ROMERO**

por su participación como autores de la ponencia

**LAS SUBSTANCIAS COMO EMERGENCIAS; DE LA CERTEZA DEL NÚMERO ATÓMICO
A LA INCERTIDUMBRE DE LAS INTERACCIONES**

en el

**II ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE COLECTIVOS ESCOLARES QUE
HACEN INVESTIGACIÓN DESDE SU ESCUELA**

celebrado en

Oaxtepec, Edo. de Morelos, México

del 18 al 22 de julio de 1999

con una duración de 30 horas

Marcos Daniel Arias G.

**MARCOS DANIELARIAS OCHOA
COORDINADOR DEL PROGRAMA TEBES**



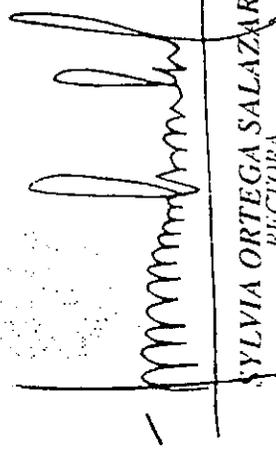
"Educación para transformar"

S. E. P.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA

NACIONAL




SYLVIA ORTEGA SALAZAR
RECTORA