

departamento de química

ISSN 0192 - 7866. Bogotá, D.C.

Nº 43

PPDOQ

Boletín

Revista del Sistema de Práctica
Pedagógica y Didáctica.



Departamento de Química - Julio de 2004

Equipo Pedagógico

PEDRO NEL ZAPATA, MDQ

Jefe del Departamento

Royman Pérez Miranda, MDQ

Julia Granados de Hernández, MDQ

Dora Torres Sabogal, MDQ

Gloria Tovar Castro, MDQ

Sara Zafra Angulo, MDQ

Martha Espitia Avilez, EDQ

Wilfredo Vásquez Romero, MI

Luis Abel Rincón Mora, ME

Luis Alberto Castro, ME

Margarita Rendón, MQD

Yolanda Landino, MQD

Martha Mantilla

Martha L. Suárez

Coordinación Editorial: Luis Eduardo Vásquez Salamanca

Diseño y diagramación: María del Pilar Sanín A.

Universidad Pedagógica Nacional

Corrección: Iván Rincón Pabón

Impresión Javegraf

Universidad Pedagógica Nacional

Calle 73 No 11-73 B-436

La nueva didáctica de las ciencias

Se han realizado varios intentos de teorizaciones distintas en torno a la fundamentación de la didáctica de las ciencias como una disciplina científica. Algunas de ellas desde la epistemología evolucionista que la considera una empresa racional. Recientemente se ha estipulado la posibilidad de construirla ya como un cuerpo integrado de conocimiento. Igualmente hay acuerdos en la comunidad de especialistas, de que se tienen unos campos de conocimiento e investigación delimitados, fundamento este para proponer que se cuenta hoy con una ciencia de enseñar ciencias.

Los análisis sobre el estatuto científico de la nueva didáctica de las ciencias, se enfocan en la actualidad a la construcción de modelos didácticos; concepción de modelo que se aparta radicalmente de las alusiones que se han venido haciendo al respecto, es decir, modelo didáctico tiene un nuevo significado, puesto que hace referencia al concepto epistemológico de modelo.

Las sustentaciones del estatuto científico de la nueva didáctica, traen a cuento la existencia de revistas especializadas de orden nacional e internacional, en las que se publican los resultados de las investigaciones en los diferentes campos del conocimiento que han sido delimitados previamente; la celebración periódica de congresos locales, nacionales e internacionales, en los cuales la comunidad de especialistas presenta y discute las últimas realizaciones a las que ha llegado; la elaboración de handbooks; programas de trabajo conjuntos; y, programas de formación en didáctica de las ciencias en pre y posgrado, siendo estos últimos de maestría, doctorado y posdoctorado.

En síntesis, la didáctica de las ciencias ha dejado de ser el arte de enseñar, tanto como la parte metódica de la pedagogía, para constituirse en una disciplina distinta, soportada conceptual y metodológicamente, conocida ya suficientemente como la Nueva Didáctica de las Ciencias.

El didacta de las ciencias es hoy, un profesional que no puede restringirse a un estricto seguimiento de algoritmos, sino que es un estudioso de los fundamentos de su profesión, de las situaciones de aula desde unos fundamentos teóricos, para hacer de su praxis un ejercicio creativo y de crecimiento personal.

Y usted, colega, ¿qué piensa al respecto?

En esta edición

PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA

El experimento como
indicador de aprendizaje 7

Cuando el punto de fusión y de
solidificación no es el mismo 11

SEMINARIO DE QUÍMICA

¿Depende del enlace químico
la fragilidad de los sólidos? 14

CURRÍCULO

Módulos para el espacio académico
taller de modelos moleculares 20

INVESTIGACIÓN PPDQ

El trabajo por proyectos: estrategia
pedagógica y didáctica para el desarrollo
de la actitud científica en los estudiantes 25

El trabajo en el laboratorio como
herramienta de aprendizaje 30

La relación entre los procesos de
enseñanza aprendizaje y la evaluación
en química 38

COMENTARIO BIBLIOGRÁFICO

La evaluación de los procesos de formación 48

EL EXPERIMENTO COMO INDICADOR DE APRENDIZAJE¹

YIMMY WILLIAMS OSORIO TIEMPOS²

Lejos de algunas creencias sobre la concepción de que hacer experimentos no garantiza que los alumnos aprendan Química, si se utiliza adecuadamente, la experimentación puede convertirse en un instrumento esencial para afrontar el desafío de la enseñanza de las ciencias experimentales.

Se parte de una concepción constructivista del aprendizaje que asume una construcción de un conocimiento por parte del sujeto y, en particular desde lo postulado por la corriente vigotskiana que admite la existencia de un "otro" (docente), que juega un rol fundamental en ese proceso de reconstrucción.

Partiendo de la concepción de que el desarrollo de los sujetos se produce a partir de las denominadas Zonas de Desarrollo Próximo (ZDP) (Vigotsky, 1988), concebidas como la

distancia entre lo que un sujeto puede realizar por sí mismo y lo que puede resolver con ayuda, las recomendaciones que siguen apuntan a crear ZDP en los estudiantes e intervenir en ellas. Esto implica crear situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que el apoyo del docente apunte a que los estudiantes modifiquen sus esquemas de conocimiento, de tal modo que puedan afrontar futuras situaciones relacionadas por sí mismos.

Se piensa que cada contexto de enseñanza es específico y que el rol del docente consiste en amoldar su actuación al grupo con el que trabaja. La diversidad de los estudiantes y de situaciones que se plantean en una clase hace que las intervenciones homogéneas resulten de escasa utilidad, y hace imprescindible el uso de diversidad de estrategias didácticas (Onrubia, 1995). De hecho se considera que dar "recetas" no tiene sentido alguno.

Un experimento puede convertirse en un desafío o reto que haga cuestionar saberes con relación a un tema determinado, proveyendo a los estudiantes de una situación en la que ellos pueden formularse sus propias preguntas e intentar hallar cómo contestarlas (Fairstein y Ca-

1 Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica, septiembre de 2002.

2 Estudiante del Departamento de Química de la UPN

rrertero, 2001). El experimento, entendido como un dispositivo didáctico, constituye un recurso ideal para que los estudiantes pongan en juego sus conocimientos previos y los confronten con datos obtenidos sistemáticamente. Predecir que algo va a suceder y que después suceda, por ejemplo, cuando se hacen transformaciones físicas de fenómenos cotidianos proporcionará al estudiante bases para reflexionar sobre sus formas de pensar y actuar.

Desde otro punto de vista, el trabajo con experimentos en clase es relevante ya que brinda un marco propicio para estimular la participación activa de los alumnos. Proponer que los estudiantes trabajen responsablemente en las distintas tareas concretas involucradas en la realización de un experimento apunta al fomento de su autonomía. Sin embargo es importante no perder de vista la consideración anterior e intervenir para evitar que la actividad se convierta en un mero manipular de objetos sin sentido. Para ello, una estrategia posible es indagar en los estudiantes acerca del sentido de lo que realizan y sus objetivos en cada etapa, al igual que el mismo planteamiento de hipótesis para que ellos mismos se vayan involucrando en la interpretación que se les exige en la Educación Básica, en lo que respecta a los logros y sus indicadores. Por otra parte, trabajar con los alumnos "en acción" brinda la posibilidad de una información acerca de su grado de comprensión del tema, de sus concepciones previas y de cómo están transitando el proceso de construcción que se les propone.

Permitir que los estudiantes hablen ocupa un lugar fundamental en la creación de las ZDP dado que es el instrumento a través del cual los participantes pueden contrastar y modificar sus

esquemas de conocimiento y sus representaciones acerca de lo que se les está enseñando y están aprendiendo (Onrubia, 1995). En este sentido, el experimento se convierte en un terreno ideal para ejercitar la expresión oral y escrita, cuando de los informes como tales, de los estudiantes se trata. Las intervenciones del profesor entonces, apuntarán a que los alumnos expliciten sus propios puntos de vista acerca de lo que está sucediendo en el experimento (o lo que podría suceder si se variara alguna condición) y favorecer la argumentación a favor de sus Ideas y la discusión entre los estudiantes. Así mismo, alentarlos a explicar las cosas con sus propias palabras permite incorporar los conceptos nuevos a los esquemas existentes que poseen.

Como se afirmó al principio, hacer experimentos no es garantía de buena enseñanza, pero utilizarlos adecuadamente, tomando decisiones conscientes en relación con los objetivos en cada etapa de la clase, puede convertirlos en una herramienta inigualable a la hora de transitar con nuestros alumnos el fascinante camino de la enseñanza y el aprendizaje.

Otro de los problemas a los que se enfrentan los colegios y universidades, es la adecuada enseñanza de la ciencia y de la tecnología, debido a que los laboratorios utilizados en las prácticas y clases están diseñados de tal forma que no permiten que los estudiantes realicen los experimentos de la mejor manera y adopten una actitud pasiva frente a ellos.

Otro aspecto que se relaciona con el trabajo en el laboratorio se refiere a los instrumentos utilizados en el mismo, amerita una discusión sobre la relación existente entre los propósitos iniciales de fabricación y su adquisición.

Con base en lo afirmado anteriormente se pueden analizar críticamente dos alternativas de desarrollo de trabajo con los estudiantes, en el laboratorio.

Alternativa uno

El profesor está ubicado en el frente de la clase, desarrollando una experiencia consistente en hacer una solución de cloruro de sodio al 20%. Los estudiantes se agolpan alrededor de la mesa, y uno de ellos, a elección del profesor, toma nota, en el tablero, de los valores de peso y volumen registrados en el proceso. Concluido el experimento, los alumnos regresan a sus mesas y en grupos se disponen a determinar la concentración de la solución, en términos de Molaridad, Normalidad y Formalidad. Una semana después, los alumnos deben presentar un informe, en el que se describa la experiencia, incluyendo en él, la fórmula utilizada y los valores correctos.

Alternativa dos

Los estudiantes se distribuyen en sus sitios de trabajo, en grupos de a tres, y siguiendo las instrucciones de sus guías de apoyo, los estudiantes manipulan los reactivos, materiales de laboratorio y se disponen a desarrollar la práctica de acuerdo con lo explicitado en las guías de laboratorio. El profesor se pasea por las mesas observando el proceso, y de vez en cuando se detiene a esclarecer las conversaciones de los alumnos, aportando a la discusión algún elemento que las destrabe o anime. Al final de la clase, el profesor destaca, grupalmente, algunas conclusiones, las más interesantes. Para la próxima sesión, además de presentar un reporte de la clase, los alumnos deberán diseñar un experimento que permita dilucidar una pregunta planteada por uno de los alumnos, al final de la clase.

En la mayor parte de los casos, la enseñanza de las ciencias se desarrolla en la sala de clases convencional, donde los profesores disponen de las tradicionales "herramientas didácticas", su capacidad expositiva, tablero y marcador. Por otra parte, otros colegios disponen de laboratorios de ciencias, equipados de acuerdo con su disponibilidad de recursos. Algunas de las situaciones más frecuentes, están representadas en el primer ejemplo. El profesor, comprendiendo la importancia de la ciencia experimental, desarrolla un experimento real, y, a partir de las mediciones efectuadas por él (y esperando que sean lo más exactas posibles, dada la precariedad de que, por lo general, se presenta) se contenta con demostrar que la ciencia no miente y que permite un cierto grado de predicción. Los alumnos siguen instrucciones, observan el fenómeno, y cumplen con las tareas para poder obtener la calificación que necesitan. Si el profesor es interesante y carismático, si domina la disciplina y utiliza ejemplos cercanos a la realidad del alumno, quizás traspase el umbral de la desmotivación. A la luz de los resultados obtenidos por esta metodología en los jóvenes de esta generación, y a pesar del esfuerzo de los profesores por cumplir su tarea en precarias condiciones, existen evidencias que permiten suponer que la imaginación de los alumnos navega por otras regiones a la hora de las ciencias.

Por otro lado, los instrumentos científicos han suscitado el interés de todos los que han pretendido entender las características de la actividad científica. Las ricas colecciones de instrumentos astronómicos medievales y renacentistas atrajeron muy pronto la atención de los historiadores, igual que todas las colecciones asociadas a grandes figuras de la historia de la ciencia o a instituciones como la Académie des Sciences de París.

Desde la Segunda Guerra Mundial, diversas comisiones internacionales y nacionales han impulsado la creación de catálogos de instrumentos que permitieron elaborar estudios comparados y reconstruir colecciones. Resulta evidente que uno de los primeros problemas con que ha de enfrentarse toda catalogación es la misma definición del objeto estudiado. En realidad, un mismo instrumento puede pasar de un contexto a otro y servir de esta manera de "mediador" entre ciencia e industria o entre diferentes disciplinas científicas. Buena parte de los estudios históricos recientes sobre instrumentos están destinados al análisis de su papel en las prácticas experimentales desarrolladas en los laboratorios. Para que los instrumentos puedan producir datos que sirvan como base de las explicaciones científicas, resulta necesario que las comunidades científicas los acepten como un medio seguro para realizar investigaciones. Muchos trabajos publicados en las últimas décadas han sido dedicados a mostrar que este proceso de aceptación es mucho más complejo de lo que se había pensado tradicionalmente. Parte de la dificultad de este estudio está en que los instrumentos se presentan en los artículos científicos como herramientas no problemáticas que permiten mejorar la investigación sobre la naturaleza, sin hacer explícitas todas las suposiciones teóricas que son asumidas en su uso.

Actualmente, los historiadores han ampliado esta noción para incluir en ella no solamente objetos materiales, sino también otros conceptos teóricos que también se pueden transformar en cajas negras. Cuando ocurre esto, los instrumentos y los conceptos científicos adquieren

bastante confianza para ser utilizados por las comunidades científicas sin necesidad de entender totalmente su funcionamiento o significado.

En conclusión podría decir que es necesaria una actividad experimental para que la comprensión de conceptos sea mejor y el desarrollo de los temas sea aún más ágil, ya que solo una sesión en el laboratorio puede abarcar muchos conceptos y puede ilustrarlos para que los estudiantes promuevan su cambio conceptual, actitudinal, axiológico y metodológico.

BIBLIOGRAFÍA

FAIRSTEIN, G. Y CARRETERO, M. (2001) "La Teoría de Piaget y la educación. Medio siglo de debates y aplicaciones", en J. Trillas (comp.): *El legado de la pedagogía del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. pp. 177-205. Barcelona. Graó.

FUMAGALLI, L. (1993): *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires. Troquel.

GIL PÉREZ, O. (1986): "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121. Barcelona. España.

ONRUBIA, J. (1995): "Enseñar: crear zonas de Desarrollo Próximo e intervenir en ellas" en Coll y otros: *El constructivismo en el aula*. Cap. 5. Barcelona. Colección Biblioteca de Aula. Editorial Graó.

POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998): *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Cap. 4. Madrid, Morata.

VIGOSTSKY, I. L. (1998): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Cap. 4. México. Crítica Grijalbo.

CUANDO EL PUNTO DE FUSIÓN Y DE SOLIDIFICACIÓN NO ES EL MISMO¹

CLAUDIA MARCELA CRUZ²
DEIN JEIMAN CRUZ²
LEHIDY MARGARET CRUZ²

Casi todos los sólidos tienen un punto de fusión y casi todos los líquidos un punto de solidificación. Estos dos puntos coinciden desde dos perspectivas diferentes: el hielo funde a cero grados centígrados, la temperatura más alta a la que puede ser sólido estable, mientras que el agua se congela a cero grados, la temperatura más baja a la que puede ser líquido estable. Pero las apariencias engañan, esta aparente contradicción se puede explicar a partir de investigaciones con micro agregados.

Los microagregados están constituidos de cuatro o cinco a unos cien o doscientos átomos o moléculas, y presentan la peculiaridad de coexistir como sólidos y líquidos en cierto ámbito de temperaturas y presentar puntos de fusión y

solidificación diferentes. El carácter especial de los microagregados, lleva a explorar los secretos de sus puntos de fusión y solidificación. Los agregados, mayores que las moléculas individuales, son menores que los materiales microscópicos, los cuales pueden considerarse con un número infinito de átomos; es por esta razón por la que exhiben las propiedades típicas de ambos límites. Debido a su tamaño intermedio, los agregados pueden abordarse casi con la precisión de sus átomos o moléculas constituyentes, al mismo tiempo que muestran ciertas características de los materiales microscópicos.

Desde los tiempos del científico inglés John Dalton, al inicio del siglo XIX, cuando la teoría atómica comienza a recibir aceptación general, el estudio del comportamiento de la materia se realiza en dos campos. La investigación que podría llamarse reduccionista, que se centra en las propiedades de átomos y moléculas. Este enfoque condujo en los años treinta, del pasado siglo, a la física nuclear y la física de partículas. Otros investigadores se han ocupado de la ma-

1 Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. Octubre de 2003.

2 Estudiantes del Departamento de Química de la UPN.

teria macroscópica y ponen el acento en las propiedades de grandes aglomeraciones de átomos y moléculas. Los agregados, sin embargo, tienden un puente que vincula las dos áreas de trabajo. Su exploración tuvo que esperar el desarrollo de técnicas experimentales y teóricas adecuadas, con las que se contó solo a partir de la década de los setenta. A diferencia de las moléculas, caracterizadas por composiciones definidas y, casi siempre por estructuras también definidas, los agregados no están sujetos a esas restricciones. Un agregado de átomos de silicio, por ejemplo, puede contener tres, diez o cien átomos. además, la mayoría de los agregados pueden adoptar múltiples estructuras estables, unas más estables que otras.

Los agregados difieren de los materiales macroscópicos no solo en el número variable de átomos o moléculas que contienen, sino también en el número de ellos que se sitúa en su superficie. En los sistemas microscópicos, solo una pequeña fracción de los átomos se encuentra en su parte superficial. Pero en los agregados esta puede ser muy grande, así por ejemplo, puede decirse que, en un agregado de 55 átomos de argón, 42 átomos se ubican de alguna manera en su superficie.

Se quiere entonces explicar la disparidad de los puntos de fusión y solidificación a partir del concepto de energía libre de los agregados, entendida esta como la energía del sistema, en este caso un conjunto de moléculas, menos el producto de su temperatura por su entropía; el agregado cambia de estado para disminuir su energía libre minimizando su energía y maximizando su entropía o con una combinación de ambos. La materia tiende a tener mínima energía y máxima entropía.

Si se tiene una colección de agregados mantenidos a una temperatura suficientemente baja como para que todos ellos se hallen en estado sólido, a esa temperatura la entropía de cada agregado es pequeña, por lo tanto, la baja energía provoca que la energía libre de cada agregado sea mínima. Si se presenta un ligero aumento de calor, la entropía de cada agregado aumenta, disminuyendo su energía libre.

Aumentando así mas la temperatura, cada agregado va teniendo acceso a la fase líquida, por lo tanto el desorden asociado a un agregado va creciendo enormemente, aquí, la notable ganancia de entropía basta para contrarrestar la energía invertida en alcanzar los niveles del líquido, y así la energía libre de los agregados es mínima en la fase líquida. Es en este punto, bajo estas condiciones, donde se presenta la disparidad entre los puntos de fusión y solidificación. El mínimo de energía libre para los agregados sólidos también persiste; debido pues, a que la energía libre tiene dos mínimos, pueden existir ambos agregados, líquidos y sólidos.

Si se eleva mas la temperatura posterior, el balance energía-entropía se inclina a favor de los agregados líquidos y el mínimo en la energía libre para agregados sólidos se va haciendo cada vez menos pronunciado. A una temperatura suficientemente alta, ese mínimo desaparece, quedando solo el mínimo de la fase líquida, y el balance energía-entropía favorece completamente a los agregados líquidos.

Ahora, solo pueden existir agregados líquidos desde la primera aparición del líquido estable hasta la desaparición del sólido estable, hay pues, un ámbito de temperaturas en el que pue-

den coexistir los agregados líquido y sólido dentro del rango de coexistencia y la relativa abundancia de los agregados líquidos y sólidos depende de la diferencia de energías libres de las dos fases, las cuales varían con la temperatura.

De este modo, la competencia entre energía y entropía conduce a un punto de solidificación definido por debajo del cual solo es estable la sólida, y a un punto de fusión definido, por encima del cual solo lo es la líquida. Entre ellos hay un rango de temperaturas en el cual ambas fases son estables; en otras palabras, los puntos de fusión y de solidificación no son el mismo.

La no coincidencia de ambos puntos constituye una aparente paradoja para nuestra experiencia diaria. Sin embargo, las propiedades especiales que el tamaño intermedio de los agregados conlleva, reconcilian esta contradicción; un sistema pequeño con 10, 100 o incluso 10000 átomos o moléculas difiere mucho de un sistema grande con mil billones de átomos o moléculas. Para un agregado pequeño de unos 10 o

20 átomos se infiere un rango de coexistencia de varios grados. Para un microagregado de un millón de átomos, el rango se estima en menos de una milésima de grado.

Para los materiales microscópicos ordinarios, los límites de ese rango de coexistencia están tan próximos que probablemente no puedan distinguirse. Esta indistinguibilidad, justifica el intercambio de términos, ya sea punto de fusión o punto de solidificación, para el mundo macroscópico.

BIBLIOGRAFÍA

URQUIZA, M. 1969. *Experimentos de fisicoquímica*. Limusa - Wiley. México.

PEÑA, D. 1975. *Química física*. Alambra. Madrid.

HEWITT, P. 1992. *Física conceptual*. Iberoamericana. EE.UU.

IÑIGUEZ, Ma. 1990. Propiedades de los microagregados metálicos. En *Investigación y Ciencia*.

¿DEPENDE DEL ENLACE QUÍMICO LA FRAGILIDAD DE LOS SÓLIDOS?¹

PAULINA INÉS GUTIÉRREZ OSPINA²

Una respuesta a esta pregunta desde la química ha sido que un sólido es más frágil que otro debido al tipo de enlace químico que posee, lo que convoca a interrogantes como ¿qué es enlace químico, ¿cómo se forma?

Cuando se habla de enlace químico, una de las tantas versiones explicativas que se han formulado hace referencia a las fuerzas que mantienen unidos los átomos en las moléculas. La interacción entre dos o más átomos que se unen para formar una nueva sustancia se da gracias a la valencia del elemento, los electrones del último nivel y el núcleo atómico, entendiendo el término valencia como el poder que tiene un elemento para combinarse con otro. El átomo que se emplea como referencia es el hidrógeno y, por tanto, la valencia de un elemento se define como el número de átomos de hidrógeno que se pueden combinar con un átomo de ese ele-

mento. Por tanto, el átomo de cloro en HCl es monovalente, mientras que el átomo de oxígeno en H₂O es divalente. Cuando dos o más átomos se acercan lo suficiente, puede producirse una fuerza de atracción entre los electrones de los átomos individuales y el núcleo de otro u otros átomos. Si esta fuerza es lo suficientemente grande para mantener unidos los átomos, se dice que se ha formado un enlace químico. Todos los enlaces químicos resultan de la atracción simultánea de uno o más electrones por más de un núcleo.

Este trabajo se centra en la propuesta de enlace que da lugar a la formación de sólidos cristalinos, para responder a la pregunta central.

Uno de los enlaces que se da en la formación de sólidos cristalinos es el **enlace iónico**, que es aquel en el que se transfieren electrones de un átomo a otro, en otras palabras, cuando uno de los átomos pierde electrones, mientras que el otro los gana. Por tanto los sólidos iónicos, como su nombre lo indica, están constituidos por iones. Estos iones son positivos o negativos, y se mantienen unidos en virtud de las fuerzas electrostáticas que se establecen entre partículas de carga opuesta. Los compuestos iónicos

1 Ponencia presentada en el Seminario de Química, octubre 2003.

2 Estudiante del Departamento de Química de la UPN.

son siempre sólidos a temperatura ambiente y presión ordinaria. Tienen puntos de fusión y de ebullición altos debido a las fuertes interacciones entre los iones de carga distinta. Se puede concluir que el enlace iónico es un enlace fuerte, pero sin embargo los sólidos iónicos son frágiles, pues un golpe fuerte desplaza las iones de sus posiciones estables astillando el cristal. Esto puede deberse a que es difícil que los iones estén unidos estrechamente debido a las fuertes repulsiones entre iones de la misma carga: entre más unidos se encuentren los iones de carga opuesta, simultáneamente se unirán más los iones de la misma carga, por lo cual en ese instante existirán fuerzas de atracción y repulsión, por tanto para que se establezca una estabilidad dentro del cristal, los iones deben estar separados, además las diferencias en el valor de la electronegatividad entre los iones es alta, por tanto se ve afectada su estabilidad energética.

Otro tipo de enlace es el **enlace covalente**, que es el que resulta cuando los átomos comparten electrones para lograr una configuración que les proporcione estabilidad energética. Los sólidos que presentan este tipo de enlace son los sólidos atómicos, en donde las partículas que ocupan las posiciones fijas del cristal son átomos unidos entre sí, mediante una red de enlaces covalentes. Por tanto, no presentan moléculas individuales (como tampoco lo hacen los sólidos iónicos) y todo el cristal puede considerarse como una molécula gigante. El enlace covalente es sumamente fuerte, se podría decir que más fuerte que el enlace iónico, las sustancias que poseen este tipo de enlaces son extremadamente duras y presentan puntos de fusión y ebullición excesivamente altos. Los sólidos atómicos no son muy frágiles, pues un golpe fuerte no desplaza fácilmente los átomos de su posi-

ción inicial, esto se puede deber a que los átomos están unidos estrechamente gracias a que la repulsión entre ellos no es grande y además poseen valores de electronegatividades parecidos, lo que les confiere gran estabilidad energética.

También existen en la naturaleza **sólidos moleculares**, en los que los cristales están constituidos por moléculas, que se mantienen unidas mediante fuerzas relativamente débiles. Estas son, por ejemplo, atracciones dipolo-dipolo, fuerzas de Van Der Waals y en algunos casos se unen por medio de un enlace conocido como puente de hidrógeno que aunque no es tan fuerte como un enlace iónico y menos aún como un covalente, sí es más fuerte que las interacciones anteriormente mencionadas.

Dada su constitución, los sólidos moleculares suelen ser blandos y muchos son tan frágiles como los compuestos iónicos, debido a que las moléculas están unidas entre sí en una forma especial y altamente direccional (enlace de hidrógeno) y además tienen puntos de fusión bajos.

Por último los **sólidos metálicos**. En un cristal metálico, las posiciones reticulares, están ocupadas por iones positivos. Estos iones son realmente núcleos atómicos con sus electrones internos, ya que los electrones de valencia se presentan desligados de los átomos, formando lo que se conoce como un mar de electrones, y moviéndose de un átomo a otro a través de todo el cristal. La atracción electrostática que se establece entre cada núcleo y el mar de electrones es la fuerza que mantiene unido el cristal y se conoce como enlace metálico. Sus puntos de fusión son variables al igual que su dureza.

Aproximaciones a una explicación.

Cuando un sólido se rompe, indiscutiblemente sus enlaces se rompen. Con qué facilidad se rompa el sólido dependerá también del tipo de enlace que este posea. Así por ejemplo: sólidos como el diamante y el cuarzo, que poseen en sus estructuras enlaces covalentes, no se romperán tan fácilmente como un cubo de azúcar el cual es un sólido molecular, demostrando así que el tipo de enlace evidentemente trasfiere propiedades de fragilidad al sólido. Otros sólidos, como por ejemplo el cloruro de sodio, que posee enlaces iónicos, que son enlaces fuertes, se quiebran fácilmente casi como se quiebran los sólidos que poseen enlaces moleculares. Tal es el caso del hielo, que posee en sí estructura en enlace más fuerte entre los débiles, puente de hidrógeno, aunque el hielo y la sal (cloruro de sodio), se rompan aparentemente con la misma facilidad, esta última posee una resistencia mayor. Lo anterior hace pensar por qué un enlace fuerte como el iónico, tiene tan mínima diferencia en la fragilidad con respecto a otro enlace débil, en este caso el enlace molecular. Ello se explicaría así:

Cuando se golpea o se somete un sólido a una fuerza, se está transfiriendo energía, el objeto se quiebra debido a que no puede asimilar o aceptar la energía que se le está transfiriendo, o por el contrario no se quiebra cuando puede asimilar o aceptar esa energía que se le está transfiriendo.

Para ampliar la idea anterior se hará referencia a lo siguiente: la representación habitual que se le ha dado al enlace químico es una varilla que pone en conexión átomos adyacentes, así cuando se observa este tipo de representación se asocia con un enlace químico entre esos dos átomos. Pero dicha representación, aporta in-

formación valiosa, como por ejemplo, qué átomo se está enlazando con otro, si hay dos varillas entonces sabemos que se trata de un enlace covalente doble, si la varilla tiene alguna inclinación, como es el caso de la representación de moléculas orgánicas, entonces sabemos que el enlace tiene un ángulo determinado y otros del mismo carácter. Esta representación proporciona información sobre la interacción atómica. Este tipo de representación da una imagen incorrecta del enlace. Lo muestra como algo riguroso, como si de verdad entre los átomos existiera esa varilla, entonces la respuesta a la pregunta ¿por qué unos sólidos son más frágiles que otros? se reduciría a que un enlace se rompe cuando se parte la varilla, una explicación errónea. Una manera más cercana de conceptualizar un enlace químico podría ser la siguiente: las propiedades de los enlaces químicos están determinadas por variaciones de la densidad de carga. La carga eléctrica es más densa en el núcleo, donde se encuentran los protones y neutrones. Fuera del núcleo solo existe una nube de carga negativa generada por los electrones. Esta nube suele ser más densa en la dirección del núcleo más próximo, donde interactúan los electrones que pertenecen a ambos átomos. En realidad, las varillas simbolizan nubes de carga electrónica, que pierden densidad cuando los átomos se separan. En consecuencia cuando un enlace se rompe lo que se pierde es la densidad de carga generada entre el electrón de un átomo y el núcleo del otro.

Con esta nueva visión de enlace químico, es más comprensible explicar que un sólido se quiebra debido a que sus enlaces no pueden asimilar o aceptar gran cantidad de energía, sus enlaces pueden asimilar o no esta energía, cuando un enlace asimila energía es porque la zona donde

se encuentra la densidad de carga es capaz de estirarse lo suficiente para no perder la interacción entre electrón y núcleo. Por el contrario, un sólido se quiebra cuando no es capaz de asimilar o aceptar la energía, esto quiere decir que la zona donde se encuentra la densidad de carga, la interacción electrón-núcleo no es lo suficientemente fuerte y la carga a lo largo del enlace disminuye.

Aplicando la explicación anterior a los distintos tipos de enlaces

Comenzando por el enlace iónico y citando el ejemplo más común, NaCl este sólido iónico se quiebra fácilmente debido a que no es capaz de asimilar o aceptar la suficiente cantidad de energía. En este tipo de enlace el ion cloruro, por su alta electronegatividad, atrae fuertemente al electrón del ion sodio, que tiene una baja electronegatividad. Entonces la densidad de carga se encuentra hacia el átomo de cloro debido a que posee 17 protones y 18 electrones (contando el del ión sodio), en contra de 11 protones y 10 electrones del sodio, además este último solo tiene un electrón en su capa mas externa, por tanto y dicho de una manera coloquial, el electrón del sodio se “rinde ante la fuerza de atracción del cloro”. Por tanto, el enlace lo está “cargando el cloro” y la densidad de carga se concentra en el átomo de este elemento ya que su núcleo está atrayendo fuertemente al electrón del sodio y así cuando se aplica una cantidad energía a este sólido iónico, el ion cloro también sería el encargado de asimilarla y distribuirla a través del enlace, lo anterior provoca una desestabilización del átomo, dado que no puede retener el electrón y asimilar la energía y si a esto se suma el hecho de que este efecto no solo está ocurriendo para un enlace sino para

todos los enlaces vecinos, comienza a haber repulsión entre cargas iguales, y por tanto el enlace se “quiebra”, esto quiere decir, la densidad de carga disminuye por efecto de la pérdida de un electrón y por ello los cristales iónicos se rompen.

Para dar una explicación sobre el porqué los sólidos moleculares se quiebran fácilmente, se puede argumentar que cuando las moléculas se encuentran suficientemente cercanas entre sí ejercen influencias mutuas, se observan fuerzas de atracción y repulsión. La intensidad con la que se den estas fuerzas dependerá de los elementos que conformen la estructura molecular. Hay varios tipos de enlaces moleculares, pero se hará referencia únicamente al enlace puente de hidrógeno. Este enlace ocurre en el agua por ejemplo, entonces se explicará por qué el hielo se quiebra fácilmente. En el agua, un enlace de hidrógeno es la fuerza de atracción que se establece entre el hidrógeno de una molécula y un átomo muy electronegativo de otra molécula, por tanto en la molécula de agua (H_2O), cada átomo de hidrógeno posee una carga parcial positiva, y el átomo de oxígeno posee una carga parcial negativa que compensa a la positiva, porque un átomo de oxígeno ejerce un poder de atracción más fuerte sobre los electrones que un átomo de hidrógeno. El oxígeno tiene una electronegatividad mayor que la del hidrógeno y, como resultado de ese reparto desigual de los electrones cada enlace OH es polar en el sentido de que tiene cargas parciales en los dos átomos. Cuando se tiene el agua en su estado sólido, un sólido molecular y cuando a este sólido molecular se le transfiere una cantidad de energía, se quiebra, debido a que el oxígeno está enlazado a dos hidrógenos y además está atrayendo a un tercer hidrógeno proveniente de otra molécula, por tan-

to, la densidad de carga del oxígeno es muy grande y así, cuando la energía se aplica, el oxígeno no puede mantener esa densidad de carga por lo cual se desestabiliza y se pierde el enlace puente de hidrógeno, para estabilizarse de nuevo energéticamente y seguir conformando la molécula de agua con los otros dos hidrógenos.

Ahora, sobre el enlace covalente. Los compuestos que poseen este tipo de enlace poseen la característica de no quebrarse muy fácilmente cuando se les aplica o transfiere una cantidad de energía. ¿Por qué?. En este enlace, a diferencia de los dos anteriores, la densidad de carga no se encuentra “recargada” hacia un solo átomo, sino que se encuentra distribuida entre dos átomos, por tanto, en el momento en que se le aplica o transfiere una cantidad de energía a un sólido atómico (constituido por enlaces covalentes) no es un solo átomo el que va a tener “la responsabilidad” de asimilar o aceptar la energía y estabilizar el enlace, sino dos. Como se sabe, en el enlace covalente los electrones se comparten por lo que las electronegatividades de los elementos tienen valores muy cercanos, así cuando se aplica energía el enlace es capaz de “estirarse” lo suficiente sin perder carga a lo largo del enlace, ya que los dos átomos se “estiran” en las mismas proporciones y por tanto la densidad de carga no se pierde totalmente y los enlaces son capaces de acoplarse a esta nueva interacción.

En los sólidos metálicos se presenta una contradicción en cuanto a la fragilidad del sólido. Los sólidos iónicos, moleculares y atómicos que se mencionaron anteriormente, tienen la característica de que todas las sustancias sólidas que poseen alguno de estos enlaces se les atribuyen más o menos las mismas propiedades, por ejem-

plo, el punto de fusión, para los sólidos iónicos es alto y para los atómicos es muy alto, generalizando lo anterior para la mayoría de sólidos que posean estos tipos de enlace. Pero con los sólidos metálicos no se observa la misma regularidad en el comportamiento, su punto de fusión es variable, al igual que su fragilidad.

Para explicar el hecho de que un sólido metálico no sea tan frágil como otros sólidos se puede argüir lo siguiente: los núcleos atómicos de los sólidos metálicos se encuentran fuertemente ligados con los electrones de las capas internas y los electrones del último nivel circulan libremente a través del sólido. Por tanto la densidad de carga que se encuentra centrada en el núcleo y los electrones internos es muy estable ya que la interacción es muy fuerte. Cuando a este tipo de sólido se le transfiere energía, como por ejemplo la causada por un golpe, la densidad de carga y la estabilidad que esta posee se ve afectada mínimamente, dado que su atracción es tan grande que los enlaces pueden “estirarse” lo suficiente sin perder densidad de carga, además la energía puede ser dispersada fácilmente a través de los electrones libres, así los electrones libres serían los encargados de asimilar esta energía, permaneciendo el núcleo y los electrones internos muy estables.

Pero la explicación anterior no se puede generalizar para todos los metales debido a que dos metales, como el sodio y el cinc, se comportan de diferente forma frente a un mismo tipo de fuerza o transmisión de energía. La explicación entonces no se centraría simplemente en el tipo de enlace, sino en la densidad de carga, así se explicaría este comportamiento tan diferente como sigue:

El cinc es un elemento de transición, que posee 30 protones y 30 electrones, dos de los cuales se encuentran en el último nivel y son los que se pueden enlazar con otro átomo, y son los que además le permiten tener la conductividad eléctrica. Debido a que el cinc posee 28 electrones que se encuentran unidos fuertemente al núcleo, se crea una alta densidad de carga en esta zona, por lo cual cuando se aplica una fuerza que genera una cantidad de energía, esta parte de alta densidad es la encargada de distribuir esa fuerza a través del enlace, por lo cual el enlace se estira sin necesidad de quebrarse y los electrones libres pueden ayudar a asimilar esa energía.

Para el caso del sodio, es diferente, este elemento tiene un electrón en el último nivel y 10 que se encuentran muy cercanos al núcleo, creando una densidad de carga, que no es tan alta como la generada en el cinc, y por tanto no puede asimilar o aceptar la energía que se le está transfiriendo de la misma manera como la asimila el cinc, por eso se quiebra fácilmente.

A manera de conclusión

Unos sólidos son más frágiles que otros debido al tipo de enlace que constituyen. Pero no se puede generalizar para todos los sólidos. Este es el caso de los sólidos metálicos en donde se puede concluir que, a mayor número de electrones y de protones se generará una densidad de carga mayor cerca del núcleo, la que le dará más estabilidad y permitirá una mejor asimilación o aceptación de una cantidad de energía al sólido metálico. Y como el cinc tiene mayor número de electrones y protones que el sodio, por esto, aun teniendo los dos el mismo tipo de enlace, el cinc no se quiebra tan fácilmente como el sodio.

BIBLIOGRAFÍA

- WHITEN, K, DAVIS, R. PECK, L. 1998. *Química General*. Mc Graw-Hill. Quinta Edición. España
- ANDER, P. SONNESSA, A. 1982. *Principios de Química. Introducción a los Conceptos Teóricos*. Editorial Limusa. Séptima Edición. México.
- EBERHART, M. 1999. Por qué se rompen los objetos. *Investigación y Ciencia*. Diciembre, pp. 24-31.

Currículo

MÓDULOS PARA EL ESPACIO ACADÉMICO

TALLER DE MODELOS MOLECULARES

Documento realizado con base en Núcleos integradores de Problemas de modelos rígidos a modelos dinámicos. Preparado por John Olarte y Alexander Stip Martínez . Grupo de investigación Pensamiento, Ciencia y Enseñanza.

Pensar en una propuesta para la enseñanza de los modelos moleculares, es vincular los problemas propios de los modelos teóricos de la estructura molecular en sus planos disciplinares, filosóficos y didácticos con las discusiones propias del currículo y sus implicaciones epistemológicas y pedagógicas. Para el contexto propio del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, esta tarea es por demás compleja pues además se está en la labor de articular el Taller de Modelos Moleculares como espacio académico al Proyecto Curricular Experimental para la Formación de Licenciados en Química.

Lo que se presenta a continuación es una propuesta que tiene como intencionalidad, aproximarse a la formulación de Núcleos Integradores de Problemas que sean transversales e interdisciplinarios en los procesos de formación e investigación del espacio académico

de Teorías Químicas, siendo este un propósito institucional y particularmente planteado por el Proyecto Curricular Experimental para la Formación de Licenciados en Química.

Partiendo de la concepción de la química como una disciplina científica, con un objeto de conocimiento difuso e intrincado, pero diferenciable, se propone el estudio de la estructura molecular como un eje principal de construcción de conocimiento químico. Dentro de este campo de investigación disciplinar, se reflexiona sobre los problemas ontológicos y epistemológicos que subyacen al debate de los modelos teóricos de la estructura molecular, y se definen problemáticas centrales que son la base de los Núcleos integradores de Problemas Propuestos

Por otro lado, se inicia una aproximación al problema del rol del docente de ciencias, desde

una reflexión acerca de su profesionalidad y el contexto en el cual se desenvuelve. Atravesando discusiones profundamente complejas, como la concepción de ciencia, y su significación en el mundo de hoy, se abre el diálogo del papel del profesor de ciencias, y la asunción de la pedagogía y la didáctica como disciplinas del conocimiento, así como su papel en la transformación política y social.

Núcleo Problemático I:

FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA Y MODELOS MOLECULARES

La referencia a la filosofía de la química para la reflexión de los conceptos, teorías y demás, resulta hoy inevitable. Por un lado, el surgimiento de esta como un campo de conocimiento e investigación, con una comunidad de especialistas dedicados a ella, obliga a mantener una referencia continuada con los desarrollos filosóficos en química. De otro lado, la temática particular de la estructura de las sustancias, como un pilar y núcleo fundamental en el discurso de la química, está ligado a una reflexión de orden filosófico, dadas las implicaciones epistemológicas y ontológicas al considerar modelos teóricos de la estructura molecular.

En efecto, el problema de las sustancias como representaciones de la materialidad, pone de manifiesto el problema de la representación y los objetos experimentales que se encuentran en la llamada naturaleza. Por otro lado, el problema de la molecularidad, la unidad estructural fundamental, lleva consecuentemente al problema de la estructuralidad.

En consecuencia, el estudio de los modelos moleculares conlleva un reconocimiento de sus

implicaciones ontológicas y epistemológicas. Los modelos moleculares, como modelos teóricos, se enmarcan dentro de una concepción de modelo teórico y de ciencia moderna, y la relación existente entre el modelo teórico y la naturaleza misma. Igualmente, están marcados por la concepción de ciencia y la lógica de construcción de conocimiento científico y, por tanto, la relación de los modelos teóricos con la estructura de cuerpos conceptuales y metodológicos de las ciencias experimentales.

Se presentaran los problemas y discusiones importantes que han de abordarse para la comprensión de los modelos moleculares desde su perspectiva polifacética y compleja, especialmente en el terreno de "la filosofía de la química y la filosofía general de la ciencia.

APROXIMACIÓN A UNA CONCEPCIÓN DE CIENCIA

Una discusión acerca de la ciencia es un asunto complejo e intrincado. No es posible obtener un consenso dentro de la gran comunidad de hombres y mujeres dedicados al trabajo de lo que llamamos ciencia. Dentro de los distintos discursos filosóficos, dentro de las diferentes disciplinas y campos del conocimiento, dentro de las diferentes clasificaciones de la ciencia, existe una concepción diferente de la misma. Por tanto, más que impartir una concepción de ciencia, lo que se busca es mostrar a los estudiantes lo complejo del tema, al igual que aportar elementos de análisis para su propio proceso de reflexión.

El saber científico es un producto del pensamiento humano, y por tanto se encuentra enmarcado dentro de la dinámica misma de la cultura. Así, es importante reconocer que el co-

nocimiento científico, tiene un carácter histórico y hace parte de los grandes movimientos y fenómenos sociales. El saber científico obedece a una lógica de construcción propia, y por tanto toma distancia de otros campos del saber humano, por cuanto sus cuerpos teóricos y conceptuales, así como la manera de realizar el trabajo científico no se han subordinado a la lógica intuitiva y del conocimiento común, sino que se han debatido en las tensiones de la abstracción y la realidad de la naturaleza.

El saber científico se construye sobre la base de la integración de las disciplinas, y aunque cada una de estas ha desarrollado formas propias de pensar los problemas e intervenir sobre ellos, todas buscan, en últimas, la comprensión del hombre, de su relación con el mundo, y en general de todo lo que lo rodea.

APROXIMACIÓN A LA QUÍMICA Y A SU OBJETO DE CONOCIMIENTO

Partiendo de las reflexiones anteriormente propuestas, es importante, entonces, entrar en el cuestionamiento propio de la química y de aquello a lo que se dedican los químicos. La indagación por el estatuto de científicidad de la química como disciplina del conocimiento, y el objeto de ese conocimiento. Al igual que en las anteriores, no se buscan consensos (ya que no existen en el interior de la comunidad), sino brindar algunas concepciones importantes que deben tenerse en cuenta al entrar en esta discusión.

La aproximación al objeto de estudio la química puede hacerse desde diferentes visiones, perspectivas e intencionalidades. Las diferentes aproximaciones, entre las que se cuentan la aproximación histórica, la aproximación ontológica, la aproximación fisicalista, la

aproximación conceptual, entre otras, obedecen a condiciones sociales e históricas propias del contexto en que fueron desarrolladas. Igualmente, subyace a todas una intencionalidad particular de legitimación de aspectos especialmente importantes para cada una.

La aproximación al objeto de estudio de la química da como resultado un consenso de la comunidad de especialistas en química. Dada la diversidad de campos de estudio en química en el ámbito especializado, aplicado e interdisciplinario, no es posible construir un discurso acerca de un objeto de conocimiento general (Schummer, 1998) Esto implica, una discusión por demás teleológica a propósito del tema.

La aproximación al objeto de estudio de la química se apoya en disciplinas del conocimiento, tales como la filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia, entre otras (HYLE, 2003). Es decir, que esta reflexión no puede hacerse únicamente desde los presupuestos disciplinares, sino que debe estar acompañada por una discusión amplia y compleja.

Núcleo Problemático II

LAS ESPECIES QUÍMICAS Y SU ESTRUCTURA

Una discusión acerca de la química como disciplina científica implica poner de manifiesto su objeto de conocimiento, así como los conceptos, teorías, principios y demás elementos estructurantes de su discurso. A pesar de la gran dispersión en torno a la discusión aludida, es posible encontrar al menos un mínimo consenso: la preocupación de los químicos por las llamadas sustancias.

A partir de esto, en este núcleo problemático se plantean el estudio y reflexión alrededor de

tres conceptos fundamentales: material, sustancia y molécula. Igualmente, estos conceptos se abordan en el escenario de la teoría molecular.

LOS MATERIALES

El problema por el conocimiento de los objetos materiales presentes en la naturaleza, tuvo como primera aproximación la noción de material. El material significó el primer intento de representación de la materia, encontrándose dentro de una lógica y cosmovisión particulares. El interés por el conocimiento de los objetos materiales de la naturaleza, estuvo fuertemente asociado a la clasificación de los diversos cuerpos materiales.

Los materiales, como representación de la materia, obedecen a una lógica de abstracción empirista en tanto estuvo sujeta al conocimiento percibido por los sentidos, es decir, por descubrir y encontrar en los objetos las características inherentes y esenciales. De esta forma, la representación de material giró en torno al color, olor y demás propiedades organolépticas de la materia, pero igualmente alrededor de propiedades asociadas a su manipulación y transformaciones.

La representación de material constituye el antecedente más próximo al surgimiento de las sustancias como categoría de representación con poder explicativo y predictivo más amplio. De hecho, la sustancia surge como consecuencia de una nueva lógica en la abstracción y la construcción de conocimiento.

LAS SUSTANCIAS

Las sustancias, entonces, corresponden a otra representación de los objetos materiales, diferen-

ciada primordialmente porque estas se erigen en un escenario de abstracción teórico y deductivista. En efecto, la sustancia como representación se constituye en virtud de la creación de una unidad estructural fundamental, conceptualmente soportada, cual es la molécula. Las características y propiedades de las sustancias se refieren, entonces, a una unidad conceptual abstracta, que se pone en correspondencia con lo hallado experimentalmente, lo que señala una lógica deductivista y teórica, que explica los amplios desarrollos de lo que hoy conocemos como saber químico.

LAS MOLÉCULAS

Por último, la molecularidad de la materia tiene sentido desde una mirada sustancialista de la misma. La molécula como unidad estructural de las sustancias explica las características y propiedades de la organización interna de las mismas. También la molécula es una unidad fundamental, la mínima unidad, ya que no se puede dividir sin que pierda sus posibilidades de explicación acerca de la estructura de las sustancias.

El estudio de la molécula como unidad estructural fundamental, se hace a través del reconocimiento de los elementos estructurales de composición, configuración y conformación y de los conceptos de afinidad química, valencia, enlace químico, ángulo de valencia, entre otros.

Núcleo Problémico III

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y MODELOS MOLECULARES

La enseñanza de los modelos moleculares, remite a la discusión acerca de la enseñanza de la química y de las ciencias experimentales en general, El problema de la enseñanza, se coloca

en la tensión existente entre el saber científico y el saber escolar. Partiendo del reconocimiento de una multiplicidad de saberes, el problema de la enseñanza de la estructura de las sustancias se coloca en el problema de la interacción entre el saber de los químicos y el saber propio del escenario del aula y de la escuela.

En este sentido, se estudian, por una parte, las características propias del saber de la ciencia, sus dinámicas y físicas, así como el funcionamiento académico del saber.

De la misma forma, se estudia el espacio propio de las comunidades académicas los actores propios que convergen en estos escenarios. Igualmente, las intencionalidades que atraviesan los espacios de las comunidades de especialistas, que principalmente es la de producción.

Por otro lado, resulta consecuente la reflexión en torno al saber propio del espacio escolar y el funcionamiento pedagógico y didáctico del sa-

ber. Una aproximación a la profesionalidad del docente y su rol, dentro del aula, al igual que las actuaciones de los demás agentes y partícipes de la escuela. Asimismo, una indagación por las intencionalidades que atraviesan el escenario escolar, que principalmente, se entienden como de apropiación cultural y reproducción social.

BIBLIOGRAFÍA

BERNSTEIN, B. 1993. Sobre el discurso pedagógico. *Revista Colombiana de Educación*, No. 20.

CHEVALLARD, Y. 1993. *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique Grupo Editores. Buenos Aires.

FOUCAULT, M. 1979. *La arqueología del Saber*. Siglo XXI Editores. México D. F.

WOOLGAR, S. 1991 *Ciencia. Abriendo la caja negra*. Ed. Anthropos. Barcelona.

EL TRABAJO POR PROYECTOS: ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE LA ACTITUD CIENTÍFICA EN LOS ESTUDIANTES¹

LORENA CASTILLO TOVAR²

Resumen

El siguiente proyecto tienen como estrategia pedagógica y didáctica el trabajo por proyectos para desarrollar una actitud científica en los estudiantes de Grado 10°. Los trabajos por proyectos son motivadores para los estudiantes por que este se siente implicado y comprometido con su propio proceso de aprendizaje donde elige un tema de interés; recopila, selecciona, ordena, analiza, interpreta y realiza una presentación de la información. Las actividades anteriores pueden realizarse de manera individual o en grupo, cuyos resultados han de ser públicos los cuales pueden favorecer la elaboración de un conocimiento compartido y una actitud científica.

Justificación

Durante mucho tiempo se han hecho escritos e investigaciones acerca de la actitud científica de los estudiantes dentro del marco educativo y los materiales (tesis, artículos, libros), han tenido gran divulgación, pero es indudable que en la enseñanza de las ciencias algunos estudiantes no se interesen por el contenido científico, es por eso que con la estrategia pedagógica y didáctica "trabajo por proyectos" se busca estimular una actitud científica en los estudiantes, hacia la química.

Se sabe que los estudiantes entran en contacto con la ciencia primordialmente de dos formas: una, directamente en la institución educativa que tiene los recursos necesarios; dos, a través de su entorno, del mundo que los rodea, de la cotidianidad en que se desarrolla.

Centrar la formación básica en el desarrollo de una actitud científica puede ser un supuesto lógico entre los profesores de ciencias, así, la

¹ Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica II.

² Estudiante del Departamento de Química de la UPN.

presente estrategia pretende que, a través de la elaboración de proyectos de trabajo, los estudiantes elijan reflexivamente el modo como miran y explican las situaciones de la vida cotidiana, relacionándolas con las ciencias experimentales. Además, es importante tener en cuenta las concepciones de los estudiantes frente a los conceptos químicos y encaminar la educación hacia una formación científica adecuada.

Marco Conceptual

La expresión "actitud científica" se utiliza a veces para describir las reacciones de los niños o de los estudiantes ante las ciencias como objeto de estudio y ante las actividades de los científicos. La actitud científica consiste en la duda sistemática (la imperdonable sospecha de las obviedades) y en la costumbre de sistematizar toda indagación; implica en el estudiante el desarrollo de una razonable seguridad en sí mismo y la desmitificación de los grandes científicos y de la ciencia misma.

Para lograr el desarrollo de esta actitud por supuesto es necesario que la transmitan los maestros y que sea apoyada con el estudio de la historia (epistemológica) de la ciencia (historia de los errores y paradigmas), con la lectura de biografías y autobiografías de los científicos y con la experimentación orientada más que nada a causar la curiosidad, interés y asombro, y no simplemente a la repetición de rutinas.

El segundo elemento de la actitud científica es la adquisición de una razonable cultura científica la cual consiste en la posesión de un panorama de la historia de las principales disciplinas científicas y de los procesos y estructuras del conocimiento científico.

El tercero y último elemento de la actitud científica consiste en la capacitación, formación inicial para la investigación la cual comprende el manejo de métodos y técnicas de investigación y el análisis de comunicaciones científicas.

Es por medio de la experimentación y la resolución de problemas que el estudiante va creando una actitud científica, cuando reflexiona en forma sistemática, comprende, transforma, piensa más allá del simple reflexionar que lo induce a la abstracción y a la representación del mundo, generaliza, formula hipótesis al igual que preguntas, maneja variables y se comunica. La herramienta más útil para estimular la actitud científica en los estudiantes es el trabajo por proyectos puesto que constituyen un planteamiento sobre el conocimiento escolar, adquisición de estrategias esto supone aprender a investigar un tema desde un enfoque racional, ideas claves y metodologías de diferentes disciplinas. Quizá por ello, los proyectos de trabajo resultan motivadores pues se sienten implicados en el proceso de aprendizaje.

Antecedentes

El manejo del lenguaje y la comprensión de los conceptos es un objetivo importante para el aprendizaje de la ciencia porque es imposible aprenderla sin aprender e interpretar correctamente, a la vez, su discurso.

Una primera apreciación, sobre la actitud se encuentra en la revisión de Aiken y Aiken (1969), quienes señalan tres significados principales: actitud hacia la ciencia, actitud hacia los científicos y actitudes hacia el método científico.

Posteriormente, Gardner (1975) sugirió dos categorías principales para las actitudes relacio-

nadas con la ciencia: actitudes hacia la ciencia y actitudes científicas.

Las actitudes, según Llorenc Carrera (1996), se definen como las disposiciones que se deben despertar en el niño para adquirir y asimilar un valor, considerando éste como un objetivo que se propone en la educación y que parte de la idea que se tenga de hombre.

Finalmente, la revista Cuadernos de Pedagogía N° 243 presenta a los proyectos de trabajo como agente motivador para los estudiantes en las ciencias, puesto que los estudiantes se sienten integrados en el proceso de aprendizaje cuando eligen un tema, buscan, seleccionan, ordenan, analizan, interpretan y presentan información para favorecer el conocimiento y lo primordial la actitud científica.

Formulación y delimitación del problema

Algo que da sentido a la educación son las preguntas o interrogantes, puesto que actúan como generadoras y organizadoras del saber escolar, despiertan el deseo de conocer cosas nuevas, ayudan a reflexionar sobre el propio saber y el proceso de aprendizaje (en Química); y ayudan a construir un espíritu científico, donde guiados por el pensamiento de las ciencias se puede tomar actitudes científicas como: la observación, la formulación de preguntas, proposición hipótesis, diseño de experimentos y uso de información científica para analizar, desde una visión crítica, situaciones de nuestra vida diaria.

Partiendo de la hipótesis de que la actitud científica que poseen los estudiantes depende principalmente de la estrategia pedagógica y didáctica de enseñanza que se utilice en el aula de

clase, el presente proyecto pretende responder la siguiente inquietud:

¿ Es el trabajo por proyectos una estrategia pedagógica y didáctica que permite estimular la actitud científica en los estudiantes?.

Objetivos

- Diseño y aplicación de una estrategia pedagógica y didáctica de trabajo por proyectos, para formar una actitud científica en los estudiantes que cursan el grado décimo.
- Relacionar el desarrollo de actitudes científicas con el aprendizaje de conceptos químicos en los estudiantes de grado décimo.

Metodología, técnicas e instrumentos

Este proyecto se basa en la investigación cualitativa con un enfoque metodológico de aprendizaje por resolución de problemas, orientado hacia el desarrollo de proyectos de trabajo en el aula de clase, principalmente. La población está constituida por 40 estudiantes pertenecientes al grado décimo. Se utilizó la estrategia pedagógica y didáctica llamada "proyectos de trabajo" orientada hacia las actitudes científicas de los estudiantes para la química. En su desarrollo se emplearon dos instrumentos: la lectura titulada "Edme Mariotte: el hombre que estudió los gases" y el diario de campo que contiene el registro de las actividades realizadas.

La estrategia pedagógica y didáctica del presente proyecto consistió en plantear una situación problema que llevara a los estudiantes a proponer un experimento, donde se pudiera corroborar las leyes y propiedades de los gases facilitando así las concepciones preliminares y la

construcción de un cuerpo de conocimientos y se desarrollo así:

1. Realización de una lectura que mostrara el estudio de los gases y el cómo fue el descubrimiento de algunos de ellos
2. Seguir las instrucciones que sugieren: planteamiento de preguntas: proposición de hipótesis, elección de un problema conjunto, diseño y elaboración de un experimento en casa, consulta de, mínimo dos, fuentes bibliográficas, construcción de un modelo explicativo de los resultados, utilización de gráficas y tablas de lo observado, conclusiones y una puesta en común.
3. Registrar en un diario de campo las actividades y observaciones de los estudiantes en cada clase
4. Recopilar fuentes de información:
 - Escritos de los estudiantes
 - Informes de las prácticas de los estudiantes los cuales se analizaron desde las siguientes perspectivas:
 - Planteamiento de preguntas
 - Dominio conceptual
 - Diseño de experimentos

Resultados y análisis

El trabajo por proyectos es una estrategia que logró desarrollar, en los estudiantes de grado décimo, actitudes científicas, tales como el planteamiento de preguntas, dominio conceptual y el diseño de experimentos.

Fue evidente que los estudiantes al manejar un lenguaje y un conocimiento nuevo tuvieron más interés. Para lograr que ellos se incentivarán por tomar una actitud científica se dejó total li-

bertad a la hora de trabajar, de elegir el tema, seleccionar materiales, ordenar el experimento. analizar las hipótesis, interpretar las preguntas y presentar la información en forma de exposición oral.

En cuanto a los instrumentos de recolección de información se analizan en su orden los siguientes aspectos:

- Planteamiento de preguntas
- Dominio conceptual
- Diseño de experimentos.

Los estudiantes se organizaron en grupos de cuatro personas analizando los diferentes aspectos propuestos, así:

A partir de un video de televisión, un grupo de estudiantes llegó a formular las siguientes preguntas, las que pensaron que podían responder sobre el tema de gases:

- ¿Por qué la tapa salta del recipiente cuando se calienta?
- ¿Con cuál de las levas vistas en clase se puede relacionar este experimento?
- ¿El vapor que suelta el liquido que se calienta, es el gas que ejerce la presión para que se suelte la tapa?

Otro grupo de estudiantes se planteó la posibilidad de poder recoger, en bolsas, el gas producido por la ebullición del agua, formulando las siguientes preguntas:

- ¿, Será posible capturar el vapor de agua en una bolsa?
- ¿Será diferente el color del vapor que sale del agua con café al color del vapor de agua con panel a?

- ¿Cuál vapor será más denso entre el que sale del agua con café y el agua con panela?

Finalmente, un tercer grupo trató de mostrar a sus compañeros cómo se sostiene el dióxido de carbono al ser inflada en bomba de caucho (globo) por uno de ellos y se preguntaron:

- ¿Cómo se sostiene el dióxido de carbono en la bomba?
- ¿Por qué cuando se meten los dedos en la bomba, se amoratan?
- ¿Resultan afectados los dedos?

En general, se evidencia que:

- los estudiantes realizaron una observación detallada, manejando experiencias de forma libre aunque esto los llevó a plantear una serie de preguntas que no lograron reunir un solo problema, debido a que no tenían claras las hipótesis.
- En cuanto al dominio conceptual con la resolución de preguntas, lograron desarrollar informes con claridad conceptual evidenciado en la formulación de objetivos, modelos explicativos y uso de la información científica encontrada.
- Se tuvo en cuenta la lectura de dos o más fuentes bibliográficas, debido a esto se facilitó la expresión y el dominio conceptual reflejando un buen informe escrito.
- En cuanto al diseño de experimentos los estudiantes explicaron en el salón de clases sus hipótesis (ciertas o falsas). Crearon e interpretaron gráficas demostrativas del aumento o disminución de la temperatura, presión y volumen; aplicando las leyes vistas en clases. Lo anterior, demuestra el desarrollo de actitudes como: el planteamiento de hipóte-

sis, diseño de experimentos, interpretación y análisis de resultados.

Es importante resaltar el interés de los estudiantes por trabajos en grupos y por de proyectos; no se limitan a copiar textos hechos o a remitirse a experimentos con análisis descritos; aprenden asociando lo que saben con su entorno por medio de preguntas y una metodología científica.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHELARD, G. (1975-1984). *La formación del espíritu científico* (traducción. José Babini), Ed. siglo XXI, Buenos Aires
- BATISTA, E. 1982 Escalas de actitudes para la investigación sociológica, psicológica y pedagógica. Colombia.
- CARRERA, L. 1996 *Cómo educar en valores*. España.
- DE SUBIRÍA, M. 1995 Formación en valores y actitudes. Colombia.
- DE SUBIRÍA M, DE SUBIRÍA A. 1994 *Operaciones intelectuales y creatividad*. Colombia
- ESPINOSA, J. 1991 Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan el rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 9 N0 2.
- ESTRADA, M. 1988 *Manual de creatividad*. Trillas. México.
- GUTIÉRREZ, R. 1987 Psicología y Aprendizaje de las ciencias: modelo de Ausubel. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 5 N°
- VÁSQUEZ, A. 1995 Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 13 N° 3.
- HARLEN, W. 1989. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias Madrid Ediciones MORATA.
- POZZO, J., GÓMEZ CRESPO, M 1988 *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Ediciones Morata.
- AIKEN, R.L Y AIKEN, D.R 1969. Recent research on altitudes concerning science. *Science Education*, 53, pp 295

EL TRABAJO EN EL LABORATORIO COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE¹

SANDRA MILENA VANEGAS PRADA²

Presentación

La creencia de que los exámenes dicen todo acerca del aprendizaje fue puesta a prueba por varios investigadores; sus trabajos revelan que los estudiantes que han superado exámenes formales de ciencias o materias afines carecen, a menudo, de una verdadera comprensión de los conceptos o fenómenos que les son explicados.

Un aprendizaje implica comprensión profunda y consistencia en la ideas; y así una respuesta correcta de una estudiante a preguntas diversas, imaginativas y válidas no es la única forma de comprobar que se ha conseguido el aprendizaje deseado por el profesor, esto simplemente puede sugerir que el alumno ha hecho una recepción pasiva memorística de información.

Para realizar un análisis de la enseñanza - aprendizaje de conceptos y mas específicamente,

en este caso de conceptos químicos, se han de tener en cuenta dos factores importantes: en primer lugar las herramientas que utilizan los alumnos en el aprendizaje de conceptos químicos, y en segundo lugar cómo es que el profesor puede mediar en ese aprendizaje, es decir, cuál es el proceso de enseñanza que debe tener en cuenta el profesor para que los alumnos construyan las estructuras correspondientes al aprendizaje de los conceptos químicos.

Las experiencias que tienen los profesores o los futuros profesores en las aulas de clase, ayudan a identificar algunos problemas que surgen dentro del aprendizaje, y es así que a lo largo de la historia pedagógica se han planteado diversas propuestas encaminadas a resolver algunos de estos problemas o podrían llamarse también interrogantes, como el que plantea la presente propuesta.

Justificación

El avance de la educación plantea la necesidad de la investigación del aprendizaje, y su relación pedagógica profesor - alumno. En este proceso el alumno cambia su desarrollo cogni-

¹ Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica III, primer semestre 2004.

² Estudiante del Departamento de Química de la UPN.

tivo introduciendo nuevas estructuras mentales y el profesor actúa como mediador; así ambos tratan de entender y explicar los contenidos y al mismo tiempo adquirir conocimientos.

Es tarea fundamental de la escuela contribuir a la enseñanza - aprendizaje de las ciencias a partir de lo que el alumno sabe y de lo cual puede hacer interpretaciones.

El presente proyecto surge de la observación y resultados obtenidos en la PPD II con alumnos de grado once durante el segundo semestre de 2003, y en la que se evidenció que las prácticas de laboratorio, al contrario de servir a los alumnos como una herramienta de aprendizaje, se convertían en un trabajo al que ellos no le veían ningún sentido y la vez se convertían en una carga más que simplemente les ocasionaba mayor trabajo. Es así que el presente proyecto ofrece algunos aportes conceptuales y metodológicos que ayuden a implementar y dar a conocer el trabajo de laboratorio como una herramienta de aprendizaje para el alumno.

Marco Conceptual

Ausubel plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información; debe entenderse por "estructura cognitiva", el conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización.

En el proceso de orientación del aprendizaje, es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del alumno; no solo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuáles son los conceptos y proposiciones que ma-

neja, así como su grado de estabilidad. Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo que permitirá una mejor orientación de la labor educativa, esta, que ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con "mentes en blanco" o que el aprendizaje de los alumnos comience de "cero", pues no es así,- sino que, los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio. Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: "Si tuviese que reducir toda la Psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente".

Aprendizaje Significativo y aprendizaje Mecánico

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983).

Esto quiere decir que en el proceso educativo, es importante considerar lo que el individuo ya sabe de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender. Este proceso tiene lugar si el educando tiene en su estructura cognitiva conceptos, estos son: ideas,

proposiciones, estables y definidos, con los cuales la nueva información puede interactuar.

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" para las primeras. La característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que estas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera sustancial, no arbitraria y favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsunsores pre existentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva.

El aprendizaje mecánico, contrariamente al aprendizaje significativo, se produce cuando no existen subsunsores adecuados, de tal forma que la nueva información es almacenada arbitrariamente, sin interactuar con conocimientos pre-existentes; un ejemplo de ello sería el simple aprendizaje de fórmulas en física, esta nueva información es incorporada a la estructura cognitiva de manera literal y arbitraria puesto que consta de puras asociaciones arbitrarias, cuando el alumno carece de conocimientos previos relevantes y necesarios para hacer que la tarea de aprendizaje sea potencialmente significativo" (independientemente de la cantidad de significado potencial que la tarea tenga)... (Ausubel; 1983).

Obviamente, el aprendizaje mecánico no se da en un "vacío cognitivo" puesto que debe existir algún tipo de asociación, pero no en el sentido de una interacción como en el aprendizaje significativo. El aprendizaje mecánico puede ser necesario en algunos casos, por ejemplo en la fase inicial de un nuevo cuerpo de conocimientos, cuando no existen conceptos relevantes con los cuales pueda interactuar, en todo caso, el aprendizaje significativo debe ser preferido, pues, este facilita la adquisición de significados, la retención y la transferencia de lo aprendido.

Finalmente Ausubel no establece una distinción entre aprendizaje significativo y mecánico como una división, sino como un "continuum", es mas, ambos tipos de aprendizaje pueden ocurrir concomitantemente en la misma tarea de aprendizaje (Ausubel; 1983); por ejemplo, la simple memorización de fórmulas se ubicaría en uno de los extremos de ese continuo (aprendizaje mecánico) y el aprendizaje de relaciones entre conceptos podría ubicarse en el otro extremo (Aprendizaje Significativo).

A través de la historia el estudio de la ciencias y en particular el de la química ha exigido la realización de trabajos prácticos o los mejor conocidos laboratorios de química. Se recuerda por ejemplo a los alquimistas (siglos VIII-XIII) que aunque no lograron convertir los gases innobles en gases nobles y no consiguieron la eterna juventud, ni lograban preparar el "elixir de la vida"; sí aportaron numerosos progresos a la química de laboratorio y a las técnicas de separación y destilación. Ellos y muchos más grandes científicos lograron sus avances haciendo trabajos prácticos en los laboratorios, que les ayudaban a corroborar o refutar sus teorías y que a su vez les daban nuevas ideas.

Aunque a lo largo de la historia se han realizado trabajos de laboratorio en los que se hace estrictamente necesario un lugar con adaptaciones especiales (Laboratorio tradicional), en la actualidad se cuenta con otro tipo de trabajo en el laboratorio, que puede tener la misma efectividad que el tradicional, pero que puede resultar más práctico si se tiene en cuenta que sus parámetros son un poco menos rigurosos (laboratorio demostrativo).

Laboratorio Tradicional

- Este tipo de laboratorio cuenta con ciertas características que se deben dar:
- Laboratorio específico que cuenta con mesones, lavaderos, cámaras para gases y puntos de gas y electricidad.
- Las prácticas son desarrolladas por el profesor y por sus alumnos.
- Deben aportarse implementos de laboratorio para todos los integrantes que desarrollan la práctica.
- Cantidad suficiente de sustancias químicas para todos los integrantes de la práctica.
- Los integrantes del laboratorio deben contar con: bata, gafas, guantes y tapa - bocas.
- Se debe contar con dos o más horas para su desarrollo.

Laboratorio Demostrativo

Este tipo de laboratorio tiene algunas características que lo hacen un poco menos riguroso que el tradicional:

- Se puede realizar en el aula de clase o en un laboratorio específico.

Las prácticas pueden ser desarrolladas por el profesor, por los alumnos o por el profesor y los alumnos; aunque generalmente son realizadas por el profesor para una mejor comprensión.

- Las sustancias químicas de igual forma dependen del desarrollo de la práctica.
- Los implementos que deben usar los integrantes de la práctica varían según el desarrollo de la misma.
- Generalmente las prácticas demostrativas son sencillas, cortas y precisas.
- No todos los contenidos en el área de química pueden ser desarrollados con este tipo de laboratorio.
- Delimitación y formulación del problema

La química se ha desarrollado como una ciencia experimental y teórica que permite la comprensión de los fenómenos de la materia, de ahí su importancia ya que la mayoría de los cambios en la naturaleza se llevan a cabo mediante cambios químicos; si tenemos en cuenta esta apreciación, la química se ha de considerar como una área esencial en la formación del estudiante.

En la actualidad el conocimiento está dado por los conceptos e interrelación de ellos dentro de estos conceptos, así un alumno puede llegar fácilmente al conocimiento.

En la práctica Pedagógica y Didáctica II, se evidenció que las prácticas de laboratorio, al contrario de servir a los alumnos como una herramienta de aprendizaje, se convertía en un trabajo al que ellos no le veían ningún sentido y a la vez se convertía en una carga más que simplemente les ocasionaba mayor trabajo; y es así que

esta propuesta radica principalmente en desarrollar, fomentar y dar a conocer el trabajo en laboratorios (tradicional y demostrativo) como herramienta de aprendizaje que ayude a los alumnos a comprender, analizar, argumentar y proponer los conceptos químicos que a través de la historia se han hecho tan tormentosos para el alumnado de educación media.

El lineamiento a seguir en este proyecto es el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), en donde se utiliza la clase teórica como el "conocimiento previo" que tiene el alumno y el trabajo en el laboratorio (Laboratorio tradicional o demostrativo) se une a este proceso como conector, que le ayudará a comprender, analizar, argumentar y proponer sobre las temáticas tratadas.

Objetivos

- Implementar el trabajo de laboratorio como herramienta de aprendizaje en el área de ciencias.
- Dar a conocer el laboratorio demostrativo como parte del trabajo de laboratorio
- Fomentar en los alumnos el trabajo de laboratorio (demostrativo y tradicional) como una herramienta en su aprendizaje.

Metodología

El desarrollo de la propuesta contará con instrumentos que desarrollen en los alumnos el trabajo de laboratorio como herramienta de aprendizaje.

Actividades

- Diseño y aplicación de un instrumento que permita reconocer las concepciones previas

y actitudes que tienen los alumnos hacia del trabajo de laboratorio.

- Diseño y desarrollo de laboratorios demostrativos acerca de los contenidos tratados en clase.
- Diseño y desarrollo de laboratorios tradicionales, acerca de los contenidos vistos en clase.
- Resultados y análisis de la información obtenida en los laboratorios desarrollados.

Resultados

INSTRUMENTO NO 1

Pregunta No.	Número de alumnos	
	SI	NO
1	20	3
2	23	0
4	21	2

Pregunta No. uno: Se identificó que el 86.96% de los alumnos mostró gusto o agrado por los laboratorios de química, y su actitud muestra que encuentran en ellos una alternativa que les ayuda a aprender conceptos químicos. Sin embargo el 13.04% de los alumnos opina lo contrario argumentando que no les interesa y además que les parecen aburridos.

Pregunta N°. dos: El 100% de los alumnos considera que el laboratorio de química refuerza totalmente el aprendizaje teórico; dentro de sus respuestas expresan que los laboratorios les sirve mucho para comprender los temas vistos en clase.

Pregunta N°. tres: Esta pregunta tiene como finalidad identificar en los alumnos, la concepción que tienen del trabajo realizado en el labo-

ratorio; y se encontró que el 73.91 % piensa que en el laboratorio de química se comprueba, refuta y analiza una teoría, el 13.04% que se sigue una receta y el 13.05% que se realiza un simple experimento.

Pregunta N°. cuatro: EL 91.30% considera que cada tema visto en clase debe llevar consigo un laboratorio argumentando que refuerza y aprende más los temas vistos en clase.

Instrumento No 2

DEMOSTRATIVO 1

Pregunta No.	Número de alumnos	
	Correcta	Incorrecta
1	10	8
2	12	6
3	10	8

El instrumento No 2 muestra que aproximadamente al 59% de los alumnos, le sirvió el demostrativo No 1, para que relacionaran correctamente el concepto de combustión y los tipos de combustión con los expuestos en el aula de clase. Este laboratorio demostrativo parte de los conocimientos previos (clase teórica) que tiene el alumno y que es necesario activar.

Instrumento No 3

DEMOSTRATIVO 2

Resultados previos a la realización de la práctica de laboratorio

Pregunta No.	Número de alumnos	
	Correcta	Incorrecta
1	4	20
2	15	9
3	6	18

Resultados posteriores a la realización de la práctica de laboratorio

Pregunta No.	Número de alumnos	
	Correcta	Incorrecta
1	22	2
2	20	4
3	23	1

Los resultados del demostrativo No. dos muestran un avance evolutivo conceptual después de su realización. Se puede observar que en la pregunta número uno, aproximadamente el 91.6% de los alumnos comprendió que la cal es un compuesto químico, de fórmula CaO.

En la pregunta No. dos, se encontró que aproximadamente el 20% de los alumnos fortaleció el concepto de formación de una sal partir de una base y un ácido.

En la pregunta No. tres, se encontró que aproximadamente el 80% de los alumnos relacionó lo visto en clase con el laboratorio demostrativo, para la formación de una sal partiendo de dos óxidos.

Pregunta No.	Número de alumnos	
	correcta	incorrecta
1	21	3
2	15	9
3	23	1
4	21	3

Los resultados del laboratorio tradicional No. uno, muestran que los alumnos comprendieron más claramente la preparación de soluciones por el trabajo en el laboratorio.

En la pregunta No. Uno, se encontró que el 87.50% de los alumnos interpretó correctamente la relación mol - peso molecular, para preparar una solución molar.

En la pregunta No. dos se encontró que a los alumnos se le dificulta la preparación de soluciones a partir de otras de mayor concentración (dilución), el concepto debe ser trabajado para mayor claridad.

Conclusiones

En razón de la información obtenida a través de las diferentes actividades realizadas con alumnos del grado once se puede concluir:

- Los laboratorios demostrativos sirven como herramienta de aprendizaje a los alumnos para reforzar lo visto en clase.
- Los laboratorios demostrativos no son aplicables a todos los temas vistos en clase; por tanto es muy importante que el maestro identifique correctamente el tema para lograr resultados positivos
- En general la mayor parte de los alumnos presenta una actitud positiva o buena hacia el trabajo en el laboratorio de química, y se evidencia que su utilización puede llegar a jugar un papel muy importante en el aprendizaje.
- El laboratorio tradicional es una herramienta de aprendizaje efectiva que aporta claves conceptuales que ayuda a los alumnos a comprender correctamente los conceptos vistos en clase.

BIBLIOGRAFÍA

AUSBEL, D; NOV AK, J. D Y HANESIAN, H. 1983 Psicología Evolutiva. Un punto de vista cognitivo. Trillas. México.

BELTRAN, J. et. al. 1997 Psicología de la educación. Eudema Universidad Manuales. Madrid.

CASTILLO, S, Y PEREZ, M. 1998 Enseñar a Estudiar. Procedimientos y técnicas de Estudio. Textos de educación permanente. Programa de formación del profesorado. UNED. Madrid.

GOOD, T. Y BROPHY, J. 1995 Psicología educativa contemporánea. McGraw-Hill. México.

MARCHESI, A. 1993 En desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación. Alianza Psicológica. Madrid.

Anexos

INSTRUMENTO 1.

Busca identificar en los alumnos, algunas concepciones y actitudes hacia el trabajo en el laboratorio.

1. Le gusta el trabajo en el laboratorio de química? Por qué?
2. El laboratorio de química sirve para afianzar o aprendido teóricamente? Por qué?
3. En el laboratorio de química se:
 - a. Sigue una receta
 - b. Realiza un simple experimento
 - c. Comprueba, refuta y analiza una teoría
 - d. Realiza un trabajo sin sentido
4. Los laboratorios de química deben realizarse según los temas desarrollados en clase? Por qué?

INSTRUMENTO 2

Demostrativo 1

Se busca dar a conocer el concepto de combustión y sus diferentes tipos.

Según lo realizado por el profesor:

1. El desprendimiento de pequeñas partículas de color negro, se debe a _____

3. Para que se de la reacción de combustión se necesita principalmente de un combustible y _____

Instrumento 3

DEMOSTRATIVO 2

Dar a conocer a los alumnos cómo se puede preparar una sal.

Procedimiento

1. Qué compuesto químico es la cal?
2. Qué compuesto se obtiene en el siguiente proceso?
3. Si se tiene CaO y CO₂ qué se puede hacer para obtener una sal?

Instrumento 4

LABORATORIO TRADICIONAL

Dar a conocer a los alumnos cómo preparar una solución de ácido o base de concentración conocida

1. A cuántos moles equivalen 37 g de HCl
2. A partir de una solución de NaOH 0.3 M se puede preparar una de NaOH 0.1 M.
3. Para preparar una solución de concentración conocida qué datos se deben conocer?
4. El NaOH es soluble en agua?

LA RELACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE Y LA EVALUACIÓN EN QUÍMICA¹

JOHN WILLINTON SÁNCHEZ GUZMÁN²

Resumen

La evaluación ha sido vista como un instrumento de medición, mediante el cual se valora la eficacia de los métodos de enseñanza enmarcados dentro de teorías o modelos de aprendizaje que tiene el docente; teorías o modelos que requieren ser identificados de acuerdo con las características de evaluación que desarrolla en concordancia con las estrategias de aula, garantizando, principalmente, el éxito del aprendizaje del estudiante.

Por tanto, es importante conocer y comprender las teorías de aprendizaje con las que se identifica frecuentemente el profesor, ello permite indagar por los mecanismos mediante los cuales se realiza el proceso de enseñanza - aprendizaje. Por tal razón, dichas teorías serán el único me-

dio para hacer de la educación un proceso eficaz y de talante científico, que contribuya a la formación de las nuevas generaciones.

El presente trabajo está enfocado a desarrollar instrumentos que permitan al docente determinar el cambio actitudinal y conceptual de los estudiantes y, de algún modo, analizar las características más relevantes de la evaluación realizada en el aula por el maestro, especialmente, en los cursos de química; se analizarán los principales modelos pedagógicos y el tipo de evaluación que involucra cada modelo; se enunciarán y desarrollarán algunas pruebas que permitan al lector tener una idea global de cuales pruebas serían las más acordes para vincular a la evaluación de manera directa en el proceso de enseñanza-aprendizaje buscando desensillarla del estereotipo evaluación-calificación.

Justificación

La evaluación es parte integradora del proceso de la educación en todos sus niveles, por tan-

¹ Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica III. Julio de 2003.

² Estudiante del Departamento de Química de la UPN.

to, no debe ser considerada como una meta, ni como algo independiente y ajeno al proceso educativo. La evaluación debe efectuarse de acuerdo con los objetivos educativos, para emitir juicios de valor y tomar decisiones en relación con el proceso de aprendizaje del estudiante.

Un fenómeno muy común en el aula, es que la evaluación empleada por el profesor no está diseñada según el programa de aprendizaje desarrollado por él, es decir, que el modelo evaluativo no concuerda con los objetivos, ni metas del curso y aún menos con el modelo pedagógico del docente, evaluando en ocasiones aspectos que el mencionado programa no contempla y dejando de lado factores que pueden ser más relevantes; entonces, la evaluación es un fin de la educación y no es un medio para mejorar los procesos educativos.

Marco Conceptual

En primer lugar, se debe tener en cuenta la importancia de la evaluación como parte del proceso educativo, ya que este aspecto es el que le da el verdadero contexto al proyecto.

La evaluación es un proceso sumamente amplio y complicado, que por su trascendencia requiere de una actuación plenamente consciente de todos los involucrados en él: estudiantes, maestros, padres de familia, autoridades, etc. Mediante la evaluación cada persona tendrá elementos para conocer la eficiencia y el sentido del proceso educativo, así una acción evaluativa aislada o un instrumento sólo no dará la información necesaria y pertinente para saber de la eficiencia del proceso. Cada una de las etapas y cada uno de los elementos de un proceso educativo deben ser evaluados. Así hablaremos de

evaluación de aprendizajes cognoscitivos, afectivos y psicomotrices.

La evaluación, también, es considerada como una actividad necesaria para el profesor por su carácter informativo acerca del desarrollo de los estudiantes y como instrumento de autocontrol que le permita la regulación y el conocimiento de factores metodológicos que llegan a promover o a perturbar los procesos educativos.

Sobre evaluación existe gran cantidad de definiciones, algunas teniendo en cuenta simplemente el concepto y otras enmarcándola dentro del contexto educativo; para efectos de comprender mejor el trabajo que se va a desarrollar únicamente se tendrá en cuenta la definición emanada del Ministerio de Educación Nacional en el artículo 80 de la ley 115 de 1994, "La evaluación debe determinar qué avances han alcanzado los estudiantes en relación con los logros propuestos, qué conocimientos han adquirido o construido y hasta qué punto se han apropiado de ellos, qué habilidades o destrezas han desarrollado, qué actitudes, valores y sentimientos han asumido y hasta dónde se han consolidado". Esta definición es manejada actualmente en la mayoría de los planteles educativos, sin embargo, el MEN da libertad a todos los establecimientos para decidir qué estrategias de evaluación aplican a sus estudiantes, lo cual permite que en la mayoría de los casos se termine cayendo en la tendencia de únicamente cuantificar el saber de los estudiantes.

Pese a lo anterior, una verdadera concepción de evaluación depende, en gran medida, de la concepción que se tenga de educación y sobre el modelo de hombre que tenga una sociedad (Buitrago, 2000). Por consiguiente, si en deter-

minada sociedad el modelo pedagógico imperante es el tradicional, donde se considera el aprendizaje como transmisión, acumulación y repetición de conocimiento, caracterizando al estudiante como la "tabula rasa" a la cual el maestro moldea a su antojo la evaluación tendrá un enfoque tradicionalista orientado a la calificación, donde la memoria es lo primordial y donde la única forma de constatar lo que el estudiante sabe es la aplicación de instrumentos cuya función sea determinar qué cantidad de información tiene el estudiante en su memoria. La evaluación, desde el punto de vista tradicional, hace referencia a la cuantificación de saberes aprendidos, los cuales han sido impartidos por el profesor y retenidos en la memoria por los estudiantes, sin tener en cuenta la calidad de los mismos y el proceso que siguen en la estructura conceptual, metodológica, actitudinal y axiológica del estudiante.

Por otro lado, se ha propuesto una concepción sobre educación, que pretende ser totalmente diferente de la tradicionalista, lo cual conlleva a un modelo pedagógico diferente por consiguiente, a un modelo evaluativo igualmente diferente: el modelo deductivista-constructivista. Tenemos, entonces, una nueva concepción, bajo la cual, ya no se considera al estudiante como la anteriormente nombrada "tabula rasa" en la que se consignan indiscriminadamente contenidos, sino que por el contrario cuando el estudiante llega a la escuela, ya posee una estructura de saberes desde donde se relaciona con el mundo natural y social. (Gallego Badillo, 1989)

Desde esta perspectiva, la función de la escuela no es la de enseñar saberes a través de la transmisión, la repetición y la mecanización, sino la transformación de la estructura mental de la

conciencia que poseen los estudiantes previamente. Del mismo modo, la evaluación se transformará ahora en una comparación entre el estado inicial de la estructura de conciencia - constituida por el componente semántico, el componente discursivo y el componente fáctico- (Gallego Badillo, 1989) y el estado final, con el fin de establecer el cambio ocurrido en el estudiante (refiriéndonos a dichos componentes) no solo a corto plazo, sino a través del tiempo, de tal manera que el estado posterior esté transformado con relación al anterior, siendo no únicamente más amplio, sino además de mayor incidencia en el entorno natural, cultural y social en donde vive y se desarrolla, es decir, que el estudiante pueda extrapolar y aplicar su conocimiento no solamente en beneficio propio sino en el de toda la comunidad, con lo cual no se busque simplemente la asignación de una nota que probablemente no corresponda realmente a lo que está pasando en la estructura cognitiva del estudiante y que no nos puede indicar, el cómo, el por qué y el para qué está pensando.

Como ya se hizo referencia anteriormente, a un nuevo enfoque en la educación debe, por fuerza, corresponder un nuevo enfoque en la evaluación; también, se dijo que el MEN daba libertad a las instituciones para desarrollar la evaluación de acuerdo con sus necesidades y expectativas; se puede concluir que la evaluación debe ser un proceso metódico, planeado de acuerdo con las necesidades derivadas de los programas escolares y enfocada a cumplir diversas funciones (Gómez, 1997), se deriva entonces de esta conclusión la necesidad de implementar diversos tipos de evaluación y, por consiguiente, diferentes instrumentos evaluativos, dichos instrumentos generalmente guardan mucha relación con el tipo de evalua-

ción que se desarrolla. (Cabe aclarar que durante un ciclo o tema, se pueden emplear uno, dos o los cuatro tipos de evaluación, así como un número indefinido de instrumentos) Se llama instrumento de evaluación a todo aquello que permite medir, cuantificar, relacionar o comparar algún aprendizaje. En general, el instrumento no es más que una hoja de papel con un cuestionario, un listado indicador, una matriz para registro, o tal vez una simple pregunta abierta a los estudiantes, sin embargo, este debe ser adecuado al objetivo u objetivos por evaluar. El maestro debe emplear la amplia gama de estos instrumentos e inclusive desarrollar sus propios instrumentos, lo cual puede hacer de la actividad evaluativa algo realmente válido y confiable.

Un trabajo educativo sistemático gira necesariamente sobre dos polos que son: el primero, los objetivos de aprendizaje, y el segundo, la evaluación del logro de esos objetivos. Si uno de estos dos elementos falla, la actividad educativa no puede ser sistemática

Antecedentes

Los procesos evaluativos son inherentes al hombre como tal y a las actividades que éste realiza en su quehacer habitual. Se dirá entonces que la evaluación, inevitablemente constituye una parte de la vida cotidiana desde cuando apareció el ser humano, en palabras de Proppe "Se es ser humano por que se evalúan el mundo y la existencia" (Proppe O. 1990).

Particularizando en el campo educativo, y ya para entrar en materia, la evaluación constituye una de las herramientas fundamentales en la planeación y ejecución de los programas y actividades que se desarrollan en el aula de clase en

pro de la construcción del conocimiento; ella debe constituirse en articulador fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje.

Teóricamente dicha aseveración es ampliamente conocida por los docentes en general, pero en realidad, el significado en un contexto de participación-acción entre todos aquellos que de una u otra forma intervienen en la práctica educativa, no ha sido del todo asimilado. De hecho, en la actualidad muchos docentes confunden evaluar con calificar, enseñar con imponer y aprender con acatar; este aspecto es expuesto por Sandra Ibáñez (1999) en su trabajo *Evaluación Pedagógica: Un Campo Abierto A La Investigación*, donde clarifica el papel de la evaluación "como herramienta que sirva al educador para retroalimentar su trabajo..." Por otro lado, algunos autores han venido considerando la evaluación como un "elemento impulsor de procesos" (Montejo M. 1998), que conduce a la transformación de la escuela, la educación y la sociedad en general, lo cual está ampliamente ligado con lo expuesto inicialmente y, además, plantea a la evaluación no como un mecanismo para pedir al estudiante que maneje destrezas estrictamente operativas y mecánicas; sino que desarrolle las aptitudes pertinentes para abordar problemas desde su posición y manera de ver el mundo.

Sin embargo, y aún con toda la relevancia que tiene la evaluación dentro del contexto educativo, cabe aclarar que el término "Evaluación" no tiene tradición dentro de los planteamientos pedagógicos, e inclusive hoy día, los más tradicionalistas no la conciben ni la consideran como un reemplazo de las prácticas de examen; realmente, en el fondo es un concepto que ha surgido con la transformación industrial en los Estados Unidos. (Gómez, 1997) El concepto surge

de la teoría administrativa desarrollada por Fayol, quien lo relaciona con el control, que consiste en comprobar si todo se realiza de acuerdo a las ordenes dadas por el coordinador con el objeto de señalar fallas y errores a fin de poderlos corregir. (FECODE, 1996)

En algún punto, las teorías administrativo-gerenciales se convirtieron en los fundamentos de la pedagogía; y varios de sus principios se incorporaron a la educación, tal es el caso de los controles de tiempos y movimientos que dieron origen al nacimiento de la noción de objetos de aprendizaje, y a la incorporación de la evaluación como medición de resultados; los estudios sobre los rendimientos de los estudiantes, elaborados sobre estudios para medir el rendimiento de los obreros, instauraron por primera vez en la pedagogía la discusión acerca del verdadero sentido de la evaluación, como agente formador de estudiantes críticos y analíticos y no como obreros repetitivos en su labor diaria.

El Ministerio de Educación Nacional es el principal ente productor de conceptos de evaluación, en la medida en que los modelos pedagógicos implantados para la educación nacional varían, también lo hacen los modelos evaluativos y los significados de la evaluación; en la actualidad se mantienen los modelos de evaluación por logros y competencias (Ley 115 de 1994, Art. 80) solamente a la espera de ser reemplazados por modelos que realmente definan la evaluación como parte integradora de los procesos académicos. Por otro lado, en el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, se vienen realizando investigaciones en materia de evaluación, ya que es considerada como un factor decisivo en el proceso educativo (enseñanza-aprendizaje); se pue-

de encontrar un gran número de tesis de pregrado y posgrado, además, de otro buen número de proyectos de práctica pedagógica y didáctica, que abordan esta temática. De igual forma, algunos docentes del mismo departamento, desarrollan investigaciones sobre la incidencia de la evaluación en la educación, al igual que su implementación como herramienta en la enseñanza de las ciencias, especialmente de la química.

Sin embargo, una revisión bibliográfica abundante y cuidadosa lleva a concluir que, sobre la evaluación mucho se ha dicho, algo se ha legislado, otro poco se ha investigado, pero realmente nada o casi nada se ha hecho por transformar su práctica en la institución educativa. (Buitrago, 2000)

Delimitación y formulación del problema

La evaluación en el aula normalmente no se desarrolla de acuerdo con las teorías de aprendizaje, generalmente es una evaluación enfocada más a los resultados y la parte operativa, estudios sobre la misma han determinado que ésta ha sido tomada como un instrumento de control y calificación por medio de puntajes (Gil A. Y Torregrosa. 1996) dejando de lado la efectividad de los procesos pedagógicos empleados, los cuales son los verdaderos orientadores del aprendizaje de los estudiantes. Además, se desvincula la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y peor aún se le separa de los procesos de formación del estudiante, interpretándola como el fin de la educación y no como un medio para optimizar el desarrollo de competencias tanto en el profesor, como en el estudiante; sin embargo, la principal causa de lo an-

terior es el mal desarrollo e implementación de los instrumentos evaluativos, ya que es a estos a los que se debe enfrentar el estudiante. Por tal razón se plantea como problema por resolver durante el desarrollo de este proyecto el siguiente interrogante:

¿Cómo el desarrollo de nuevos instrumentos de evaluación influye en el aprendizaje del concepto Alqueno u Olefina?

Objetivos

GENERAL

Diseñar, desarrollar y aplicar nuevos instrumentos de evaluación que le permitan a los estudiantes comprender la relación entre la evaluación y los procesos de aprendizaje que ellos desarrollan, teniendo como punto de referencia el aprendizaje del concepto Alqueno.

ESPECÍFICOS

Analizar la relación existente entre evaluación y procesos de enseñanza y aprendizaje.

Generar, con la elaboración de este proyecto, un punto de partida que permita en el futuro desarrollar y formular no solamente instrumentos sino estrategias que vinculen a la evaluación de manera directa en el desarrollo de los procesos educativos.

Metodología, técnicas e instrumentos

Este proyecto se desarrolló en una institución educativa del barrio El Tunal, con 40 estudiantes del grado 11-03 de la jornada mañana, de los cuales 7 son hombres y 33 son mujeres, todos ellos ubicados en el rango de 17 y 18 años,

en primera instancia se cataloga al grupo como homogéneo en su forma de pensar en los cuales han influido, entre otros, factores como la convivencia en el mismo barrio y su estudio de educación media en la misma jornada y colegio. Para ello, se diseñó y aplicó un instrumento de acuerdo con la contextualización institucional y las características de los estudiantes.

Para poder desarrollar los objetivos propuestos en este proyecto y dar cuenta de ellos, se diseñaron y aplicaron varios instrumentos que permiten comprender de manera directa las actitudes de los estudiantes frente a la problemática de la evaluación y a la vez que analizar si para ellos existe alguna relación entre la evaluación y los procesos de aprendizaje que ellos mismos desarrollan. Posteriormente, un análisis completo generó una conclusión (respuesta) al interrogante aplicado. Se presentará a continuación una relación de los instrumentos y actividades empleados durante la ejecución del proyecto.

Se empleó un diario de campo, para llevar control sobre las actividades e instrumentos evaluativos desarrollados por el profesor, así como la actitud de los estudiantes frente a dichas actividades; de igual manera, se tuvo en cuenta el cambio en los componentes discursivo, semántico y fáctico de los estudiantes, analizando las respuestas dadas a cada uno de los instrumentos empleados, con el fin de comprender si se presenta mejora en ellos debido a las actividades desarrolladas o a los instrumentos aplicados.

Se elaboró un instrumento de evaluación diagnóstica a través de una pregunta única: ¿Qué es un Alqueno y qué lo caracteriza?

Se elaboraron y aplicaron instrumentos para reconocer el aprendizaje de conceptos trabaja-

dos en clase y las actitudes frente a la evaluación.

Se analizarán los resultados obtenidos, categorizando dos aspectos fundamentales: el primero, manejo de conceptos y el segundo, las actitudes frente a la evaluación.

Resultados y análisis

El análisis de los instrumentos evaluativos resueltos por los estudiantes permitió comprender, en primera instancia, cómo es el manejo de conceptos que poseen, y cuáles son sus actitudes frente a la evaluación. Las categorías que se tuvieron en cuenta para realizar en análisis de resultados, son el Manejo de Conceptos y las Actitudes Frente a la Evaluación, para abordarlas y tener un punto de partida como referente que permita su posterior confrontación con los resultados obtenidos, se optó por realizar una evaluación diagnóstica, mediante la formulación de la pregunta ¿Qué es un aldehído y una cetona y dé un ejemplo?

La respuesta a dicho interrogante realmente no fue muy variada, ya que 32 de los 40 estudiantes coincidieron en que un aldehído o una cetona "es un compuesto que se obtiene al oxidar un alcohol", otros cuatro dieron como respuesta "son compuestos con carbono e hidrógeno que pertenecen a la química orgánica", finalmente los cuatro restantes presentaron la hoja en blanco.

DE ESTA PRIMERA ACTIVIDAD SE PUDO OBSERVAR:

- Los primeros estudiantes trataron de dar respuesta a un interrogante sobre un tema que ellos aún no han visto y con el cual el único contacto que habían tenido era precisamen-

te la obtención de aldehídos debido a que el tema actual eran alcoholes.

- Otros estudiantes dieron una segunda respuesta mucho más abierta y general, sin atreverse a dar una respuesta concreta y sin tener en cuenta que todos los compuestos orgánicos, incluyendo los hidrocarburos y alcoholes ya estudiados por ellos poseen como elementos fundamentales al Carbono y al Hidrógeno.

OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LAS ACTITUDES FRENTE A LA EVALUACIÓN:

Las actitudes frente a la evaluación tampoco son muy variadas, en el instante en que el profesor solicita que "saquen una hoja" los estudiantes asumen una posición de rechazo y temor, rechazo y temor que según argumenta Jennifer, una estudiante del mismo curso, se debe al hecho de "no saber sobre el tema y al hecho que el profesor ponga la nota que él quiera y no la que correspondería realmente", además, dice Diana, compañera de Jennifer, "el profesor enseña una cosa y pregunta otra diferente" lo que indica la poca concordancia entre los temas vistos y la forma en que el maestro desarrolla la evaluación; por otra parte, tenemos el caso más crítico, el de quienes únicamente marcaron la hoja y la entregaron sin una respuesta, esto se debió, según dice Tatiana, al siguiente hecho "yo no escribí nada porque no estaba segura de qué responder, además, para qué responder, igual, si uno se equivoca le ponen una I"

El análisis de este primer instrumento brinda un panorama muy atractivo para el desarrollo de este proyecto, ya que ahora no solamente se busca cumplir con los objetivos trazados, sino que se convierte en un reto el que los estudian-

tes tomen una actitud positiva frente a la evaluación en química, ya que ellos mismos argumentan que "las materias en que peor les va son cálculo y química, por que las previas son muy difíciles y ellos se atortolan".

Por tanto, de acuerdo a lo anterior, la mayoría de estudiantes hacen uso de sus concepciones previas para dar respuestas a temas de los cuales no conocen mucho; la mayoría de estudiantes empieza a reconocer la relación entre los conceptos químicos que estudian, para este caso alcoholes-aldehídos y cetonas; los estudiantes sienten un temor muy arraigado hacia la evaluación justificándolo en: falta de conocimiento y dominio de los temas, parcialidad del profesor a la hora de asignar la nota, que su trabajo no sea valorado, la forma en que se presentan los instrumentos evaluativos, lo cual hace que él se confunda y piense que se le está preguntando algo diferente o que no entienda lo que se le pregunta; finalmente el estudiante asume que toda evaluación que se le realiza lleva implícita una calificación.

Cuando se les entregó la evaluación se encontraron con la sorpresa que no se les había asignado ninguna nota, sino que únicamente tenían frente a ellos algunos comentarios elaborados por el profesor. Después de haber aplicado y analizado este instrumento, se continuó con las clases referentes al tema Aldehídos y Cetonas para reconstruir entre los estudiantes y el profesor el concepto desde la pregunta inicial ¿qué es un aldehído o una cetona? Llegando a un concepto general para todos.

Para corroborar si realmente existió un cambio conceptual en los estudiantes, además, de determinar si el uso de los comentarios les había brindado más confianza a la hora de responder,

se les aplicó de nuevo la pregunta anterior (¿qué es un aldehído o una cetona y dé un ejemplo?); en el momento de analizarlo nos encontramos con resultados que sobrepasaban todas las expectativas, 25 de los 40 estudiantes lograron comprender el nuevo concepto, integrando a su respuesta el reconocimiento del grupo carbonilo, como grupo funcional característico de los aldehídos y las cetonas; 10 estudiantes no solo comprendieron el nuevo concepto sino que lograron integrarlo con la concepción anterior.

Los otros 15 presentaron dificultades en asumir el nuevo concepto, ya que mantenían su postura anterior; pero quizás el resultado más alentador fue que esta vez ningún estudiante dejó la hoja en blanco algo que poco o nada se había presentado en el curso ya que el registro del profesor titular mostraba que generalmente dos o tres estudiantes dejaban la hoja en blanco o no presentaban la evaluación.

Por tanto este segundo instrumento generó un cambio conceptual en la mayoría de los estudiantes no sólo por que lograron articular el nuevo concepto, sino porque trataron de vincularlo en su proceso de aprendizaje dando respuestas más concretas y definitivamente mucho más acordes a la pregunta. Se evidencia también un cambio actitudinal frente a la evaluación en el 100% de los estudiantes, esto debido tal vez a que los comentarios escritos por el profesor para cada uno de ellos les brindó confianza y seguridad para dar una respuesta o por otro lado el hecho de que la evaluación no fuera cuantificable les dio libertad para responder tranquilamente sin preocuparse por la nota obtenida.

Durante la práctica pedagógica se desarrolló otro tipo de estrategias evaluativas, como talleres grupales e individuales, evaluaciones orales, eva-

luaciones por grupos e individuales, exposiciones, elaboración de material didáctico, entre otros; con el propósito de explorar qué tanto se había afianzado el concepto de aldehído y cetona y si los estudiantes manejaban todos los aspectos relacionados con dichos conceptos, como: nomenclatura, propiedades, reacciones etc. Además, también se buscaba ver si los tipos de instrumentos evaluativos ayudaban o no a la comprensión de dichos aspectos.

El análisis de estos instrumentos se puede resumir en la interpretación que los estudiantes hicieron de los mismos, por ejemplo, Cristian plantea "La forma de evaluar del profesor Jhon es muy buena, creo que los temas se pudieron aprender no solo por medio de las explicaciones sino por los talleres y las evaluaciones, en especial las de llevar a la casa, ya que uno se esforzaba por entender para que no le fuera mal en la sustentación"; los estudiantes se sienten más seguros cuando por medio de un taller el maestro les describe cuál es su forma de preguntar en las evaluaciones, esto lo ratifica José Javier "los talleres y las previas para la casa son buenas porque nos muestra la forma en qué pregunta y evalúa el profesor y no nos cogía desprevenidos cuando hacia la previa en clase"; los estudiantes prefieren instrumentos de evaluación diferentes a los tradicionales, prefieren los que vinculan diferentes formas de preguntar, además, les ayuda bastante que las preguntas más fáciles se les hagan primero ya que esto les brinda tranquilidad y confianza, Lina asegura "Las actividades de evaluación originales son muy buenas, por ejemplo, hacer la estructura de algunos aldehídos y cetonas en plastilina fue muy interesante porque se reforzó lo que habíamos visto en clase, así el profesor nos estuviera evaluando; en cuanto a la evaluación escrita a nosotras (refiriéndose a su grupo de amigas) nos gusta que primero es-

tén las preguntas fáciles, uno se tranquiliza un poco, pero si ponen la más difícil primero así las otras estén botadas uno ya está muy asustado" para finalizar lo referente al cambio actitudinal frente a la evaluación, tenemos el testimonio de Leidy "Cuando el profe llegó, a nosotros no nos gustaban las previas en ninguna materia, no estoy diciendo que ahora queremos previas todo el tiempo, pero la forma de evaluar del profe y de referirse a la evaluación nos ha ayudado mucho a tomar las previas con calma y la verdad ahora nos va mucho mejor en la mayoría de materias incluyendo química, que la había perdido los otros periodos"

Como asegura Lorena "las evaluaciones serían de retroalimentación de los temas y no solo eran de memoria sino que uno tenía que analizar y argumentar lo que iba a contestar", permite inferir que en la mayoría de los casos la evaluación es el fin de un tema y no una retroalimentación del mismo; cabe asegurar que la evaluación no debe desarrollarse únicamente al final del tema, se debe realizar durante todo el transcurso de las clases para tener en cuenta los avances presentados por los estudiantes, dicho avance en ocasiones no se perciben por medio de una prueba escrita; se deben buscar los mecanismos y los instrumentos que lleven a los estudiantes a explotar sus verdaderos recursos intelectuales; con el desarrollo de malos instrumentos evaluativos se lleva al estudiante a un estado de pereza mental y tedio hacia la asignatura donde lo que el estudiante refleja es que no ha aprendido nada, pero no porque realmente no sepa nada, sino que no entiende cómo responder o peor aún no entiende ni qué se le pregunta o qué se le está evaluando.

De acuerdo con las actividades desarrolladas y a los instrumentos aplicados se puede ase-

gurar que la implementación de nuevos instrumentos evaluativos sirvió para mejorar la adquisición de conceptos científicos, ya que esto se vio reflejado en el incremento del promedio académico en general del curso y en la recuperación de algunos estudiantes a quienes se le auguraba un problema para responder por sus logros en química; todos los instrumentos y pruebas contaron con la aprobación del profesor titular y él mismo se encargó de verificar la imparcialidad y honestidad de quien evaluaba.

Conclusiones

Del trabajo realizado se pueden concluir varios puntos bien concretos:

- Mientras el docente centre su atención en que la evaluación marca el fin de un proceso educativo, sus estudiantes no se sentirán satisfechos con los resultados obtenidos, ya que algunos de ellos saben mucho más de lo que pueden expresar con un instrumento determinado.
- El profesor está en la obligación de contar con una cantidad de instrumentos que les proporcionen a los estudiantes diferentes formas de enfrentarse a un mismo concepto, brindándoles de igual manera las opciones para que ellos escojan cómo prefieren ser evaluados, ya que de su actitud frente a la evaluación dependerán los resultados que obtengan.
- La evaluación es un recurso más en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y como tal debe ser implementada durante el proceso, propiciando los espacios adecuados para que los estudiantes se puedan enfrentar a ella sin ningún temor o prevención alguna.
- El docente es responsable de desarrollar los instrumentos evaluativos de acuerdo con la

estrategia metodológica que maneje, para evitar que los estudiantes consideren que se les evalúan aspectos no relacionados con los temas vistos.

- La evaluación es un factor primordial en el aprendizaje de los conceptos científicos, ya que brinda una verdadera retroalimentación y da opción para profundizar aquellos aspectos más superficiales, la evaluación es por consiguiente un arma fundamental para el docente con la cual no solo debe medir qué tantos conceptos maneja el estudiante, sino cómo los vincula de manera directa con su modo de pensar y actuar.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO E. Evaluación integral. *Actualidad Educativa*, Ed. Libros y Libres año II N° 5 Bogotá.

FERNÁNDEZ P.M. 1994. *Evaluación y Cambio Educativo*, Ed. Morata 3° edición.

GALLEGO B. R. 1994. *Evaluación Pedagógica y Promoción Académica*, Ed. Magisterio Bogotá.

GÓMEZ E. A. 1997. *Los instrumentos de evaluación en el Proceso enseñanza-aprendizaje de la química como disciplina formativa*, Tesis de postgrado. Tunja.

PROPPE O. La investigación de la evaluación como una forma de potenciar el desarrollo de las escuelas y el profesionalismo de los profesores, *Revista de Educación* N° 293 Madrid.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. 1987. *La Problemática de la Evaluación en Colombia*, Bogotá.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. PPDQ Boletín (varios).

LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE FORMACIÓN

JEAN MARIE BARBIER.
TEMAS DE EDUCACIÓN. PAIDÓS. BARCELONA. 1993.

La evaluación, como campo de estudio y de investigación de quienes se dedican a los procesos de formación, se convierte en una actividad que en sí misma requiere cada día una mayor comprensión. Según Barbier "en la actualidad se dicen y se hacen muchas cosas en nombre de la evaluación, cuando sin duda solo una pocas pueden ser reconocidas como practicas de evaluación en sentido estricto". Así mismo el autor señala "no extrañara la existencia de un profundo abismo entre la riqueza del discurso sobre la evaluación y la pobreza relativa de las practicas".

Como siempre, siendo la evaluación una actividad educativa inherente a todos los procesos de formación resulta importante reflexionar permanentemente sobre ella. La obra aquí referenciada no podría considerarse como un manual de procedimientos acerca de cómo adelantar la evaluación en los procesos de formación, No obstante plantea una serie de reflexio-

nes que pueden orientar las prácticas evaluativas desde un modelo de investigación en la acción. La obra se halla dividida en cuatro capítulos en los que se tratan temas como la aparición de la evaluación en formación, el proceso de evaluación, el objeto y función de la evaluación y la evaluación de acciones.

A través de estos temas el autor formula algunos cuestionamientos a una diversidad de discursos, que plantean dicotomías como evaluación sumativa y evaluación formativa indicando la incapacidad de estos para dar cuenta de los hechos de la evaluación. Según Barbier "abordar la evaluación es abordar los problemas mas generales del conocimiento y del reconocimiento social de los individuos, así mismo supone una apuesta en relación con los procesos generales del control social de las actividades y una apuesta en relación con las actividades de formación propiamente dichas".